

# Föld és egészség – Biztonságosabb környezet teremtése

## Földtudományok a társadalomért

*'A kőzetek, ásványok és az emberi egészség közötti kapcsolat sok évszázada ismert'*

### Bevezetés

A geológiának látszólag semmi köze sincs az emberi egészséghez. Nem hagyhatjuk azonban figyelmen kívül, hogy a kőzetek alapvető építőelemei a Föld felszínének, tele fontos ásványokkal és kémiai elemekkel. A legtöbb elem a levegőből, élelmiszerekből és a vízből kerül az emberi testbe. Az időjárási folyamatok lebontják a kőzeteket, és létrehozzák a talajt, amelyen növények és állatok nőnek fel. Az ivóvíz – a vízkörforgás részeként – áthalad a kőzeteken és a talajon. A légkörben a kezdetektől fogva felhalmozódott nagy mennyiségű por és gáz nagy része is geológiai eredetű.

A 'Föld és Egészség', avagy „Orvosi Földtan” témakör a természetes geológiai tényezők és az emberi, illetve állati egészség közti összefüggésekkel foglalkozik, valamint azzal, hogy a lehető legjobban megértsük a környezeti tényezőknek az egészségügyi problémák földrajzi eloszlására gyakorolt hatását, és javítani tudjunk rajta. Az Orvosi Földtan közelebb hozza egymáshoz a bolygót tanulmányozó közegészségügyi kutatókat, hogy megvitassák az egészségügyi problémákat, amelyeket a geológiai anyagok (kőzetek, ásványok és víz), illetve folyamatok (vulkánkitörések, földrengések és a légkör porszennyeződése) okoznak vagy súlyosbítanak.

*'A helyes dózis az, amely megkülönbözteti a gyógyszert a méregtől' - Paracelsus*

Az orvosi földtant nem új, hanem inkább „újra felbukkanó” tudománynak tekinthetjük. A kőzetek, ásványok és az emberi egészség közti kapcsolat már évszázadok óta ismert. Ókori kínai, egyiptomi, iszlám és görög szövegek ugyanúgy szólnak a különböző kőzetek és ásványok gyógyászatban alkalmazott jótékony hatásairól, mint az általuk okozott egészségügyi problémákról. Több mint 2000 évvel ezelőtt keletkezett kínai feljegyzések 46 különféle ásvány gyógyászati célú felhasználását írták le.

A toxikológia alaptörvényét először Paracelsus (1493-1541) fektette le: „Minden anyag méreg – nincs olyan, amelyik ne lenne az. A helyes adagolás tesz különbséget méreg és gyógyszer közt.” Kellemetlen biológiai hatások a különböző nyomelemek koncentrációjának növekedéséből és csökkenéséből egyaránt eredhetnek.

*'A geológia és az egészség között közvetlen kapcsolatot a tápláléklánc és a belélegzett atmoszférikus porok és gázok jelentik'*

### Föld és Egészség – Fő célkitűzés a Föld Bolygó Nemzetközi Évében

- Sokféle betegség és *körülmény* természetes oka a földi anyagokban lelhető fel
- *Különösen fontos, hogy geokémiai és ásványtani tanulmányokra támaszkodjunk a kórélettanban és a felszívódási viszonyok tanulmányozása során*
- *A természetes anyagok és az emberi egészség közötti jótékony és káros összefüggéseket alaposabban kell tanulmányoznunk. Különösen az elemek, ionok és mikro-tápanyagok (pl. jód, szelén, vas, arzén, radon és sok egyéb) hiányának ill. többletének és az emberi egészségnek az összefüggését, valamint a globálisan elterjedt, de hatásukban kevésbé ismert anyagok (pl. kvarc) hatását kell megvilágítanunk.*

- *A tudósok előnyösen használják fel a kísérletek tapasztalatait, amelyek egyedülálló tudományos haszonnal kecsegtetve áthidalják a szakadékokat és lerombolják a korlátokat a társadalmi szempontból fontos és eredendően interdiszciplináris kutatási terület elemei között*
- Az együttműködés magában foglalja a földtudósok, orvos-kutatók, patológusok, toxikológusok, állatorvosok, járványügyi szakemberek, orvos-geológiai szakértők, földrajztudósok, állatorvos-kutatók, fogorvos-kutatók és vadgazdák közötti partnerséget
- A lényeges szakterületek kutatása szoros együttműködést feltételez, ha valamilyen kiemelkedő eredmény elérése a cél. Létfontosságú a közvetlen munkakapcsolat a földtudományi kutatók és a közegészségügyi szakemberek között.

## A „Föld és egészség” kulcskérdései

- *Meghatározhatók-e a felismert egészségügyi problémák környezeti okai és az orvosi-közegészségügyi kutatókkal együtt működve sikerül-e megoldást találnunk ezek megszüntetésére vagy csökkentésére?*

A földtudományi és egészségügyi kutatók együttműködése értékes módszerek egész sorát hozta létre, amelyekkel a *talaj* anyagai és a *földtani* folyamatok okozta betegségek vizsgálhatók. Habár a módszerek nagy része közös alapokon nyugszik, a gyakorlatban némileg eltérő módon vagy különböző nézőpontból kerülnek alkalmazásra. Ez egyaránt *jelenthet kihívást* vagy *új szempontot*. Például a környezet-egészségügyi kutatók eszközök és adatbázisok széles skáláját használják, hogy felismerjék a környezeti tényezők okozta betegségeket, és modellezzék a felszínen és a talajvízben előforduló szennyeződések eloszlását. A földtudományi kutatók és az egészségügyi szakértők együttesen megoldást találhatnak az egészségügyi problémák környezeti okaira.

*’A vulkanikus hamufelhők nagyfokú globális egészségügyi veszélyt jelenthetnek’*

## Talaj, üledék és víz

- Hogyan határozható meg a geokémiai többlet, ill. hiány a talajokban, üledékes kőzetekben és a vízben, ami befolyásolhatja az egészséget – és mi a szoros összefüggés ezek és az emberek, ill. az állatok egészsége között?

A felesleget és hiányt néhány példával szemléltetjük.

A vulkanizmus és a hozzá kapcsolódó jelenségek fémeket és egyéb más elemeket hoznak felszínre a Föld mélyéből. A vulkáni hamu révén újabb elemek jutnak a környezetbe, és *mérgező anyagok kerülhetnek a táplálékláncba*. A vulkáni hamuból képződött porfelhő növeli a globális felmelegedés kockázatát, rövidebb-hosszabb tartamú egészségügyi gondokat okoz a *légzőszervek káros ingerlékenységektől a szilikózisig*.

A földrengések közvetett és közvetlen módon is fenyegetik az egészséget, de a közvetett hatások nagyobb jelentőségűek. Sok ilyen probléma származik a földrengések okozta földcsuszamlásokból, amelyek felforgatják a föld mélyében rejlő elemeket és az egyéb potenciális veszélyforrásokat, mint pl. az ún. „völgyláz” nevű betegséget okozó gombát.

Több milliónyi ázsiaiainak komoly egészségügyi problémákat okoz az ivóvízben az arzén nagyfokú koncentrációja. A helyzet javításához mindenképpen szükséges az arzén forrásközeteinek beható tanulmányozása, illetve azoknak a földtani körülményeknek a vizsgálata, amelyek hatására az arzén mobilizálódik. Ezekre, és a hasonló kérdésekre létfontosságú a válasz ismerete, ugyanis ha a

közegészségügyi szakértők megismerik a hasonló tulajdonságokkal bíró víztározókat, a veszélynek kitett népesség pontosabban körülhatárolható.

*'Geológusok azonosíthatják a környezetünkben jelenlévő (vagy hiányzó) elemeket'*

Egy másik elem, a radon, amely láthatatlan, színtelen és szagtalan radioaktív gáz, könnyen átszivárog a talajon és bejuthat a házakba. Ez jelenti a leglényegesebb egészségügyi fenyegetést a természetes sugárzások közül. A radonnal összefüggésbe hozható leggyakoribb megbetegedés a tüdőrák. A radon és az arzén jó példája a veszélyes elemeknek, míg mások – a kőzetekben és a vízben – nélkülözhetetlenek az egészséges élethez, és ezek hiányának súlyos élettani hatása lehet. A felföldeken élő közösségek egyes időszakokban jódhányban szenvedtek, mert a jódot könnyen kimosódik a talajból a heves esőzések sújtotta területeken. Másik példa a szívizom-rendellenesség, amit Keshan-betegség néven ismernek. Csak a 20. század elején vált ismertté, hogy a betegséget Dél-Kínában a szelén hiánya okozza. Minderre egy olyan földtani kutatás adott magyarázatot az 1960-as években, amely a felszíni kőzetrétegben, a talajban és a természetes vizekben a szelén rendkívül alacsony koncentrációját mutatta ki. A betegek kezelése utólagos szelén pótlással nagyon sikeres volt.

Keshan betegség (szívizom-gyengeség: krónikus cardiomiopathia) és Kashin-Beck betegség (csontritkulás: endémiás /járványos/ osteoarthropathia) megjelenése Kínában. Mindkét betegség összefüggésbe hozható a talaj és az élelem alacsony szelén koncentrációjával. (Lásd: Derbyshire, E. 2001. Geological hazards in loess terrain, with particular reference to the loess regions of China. Earth Science Reviews 54: 231-260.)

A földtudományi kutatók kimutatják az egyes elemek meglétét vagy hiányát a környezetünkben. Az egészséget veszélyeztető jelenségeket az egészségügyi szakértőkkel való együttműködésben lehet meghatározni.

*Föld és Egészség /Earth and Health/ szoros kapcsolatban áll más nagyobb tudományos témákkal a Föld Nemzetközi Éve /International Year of Planet Earth/ (1. füzet) programban, nevezetesen a Klíma (5. füzet), Nagyvárosok (7. füzet), Nyersanyag-források (6. füzet) fejezetekkel.*

## **Arzén – sürgető kihívás**

A krónikus arzénmérgezés a Dél-Kínában élő lakosokat érinti, a betegeken jelentkező látható tünetek közül említésre méltó a hiperpigmentáció, hiperkeratózis és a Bowen-betegség. Más arzénmérgezésben szenvedő közösségektől eltérően, problémájukat nem az ivóvíz okozza, hanem a csillipaprika.

Dél-Kína egyes részein a csillipaprikát nyitott, széntüzelésű szárítókemencékben szárítják, és a tüzelésre használt szén nagyon magas arzéntartalmú. Amíg a friss csilli kevesebb, mint 1 ppm (ppm = milliomod rész) arzént tartalmaz, addig a széntűz felett szárítottban akár 500 ppm-t is elérheti az arzén mennyisége. Az arzén bekerül a szervezetbe más élelmiszerekből is, továbbá a por lenyelésével és a szén elégetésével a levegőbe jutott szennyeződés belégzésével. Az együttműködés segíthet a talaj, kőzet, ivóvíz és élelmiszer közötti összefüggések felismerésében, következésképpen az emberek milliói életminőségének javításában.

## **A BEN-remény**

A balkáni vesebaj (angol rövidítés: BEN) ma gyógyíthatatlan vesebetegség, aminek kialakulása a szénnek tulajdonítható. A betegség egyedül a Duna alsó szakaszának vidékén ismert, ahol néhány ezer ember szenved tőle. Kialakulásában feltehetően az ivóvízben felhalmozódó mérgező szerves

vegyületek lehetnek felelősek, amely az alacsony szénültési fokú szenet (lignitet) tartalmazó kőzetekből ered. A BEN gyógyítása különféle szakterületeken dolgozó tudósoknak (az orvoslás, járványtan, földtan, hidrológia, geokémia területén) jelent kihívást.

Lásd még a *Nemzetközi Év Nyersanyagok* témájával foglalkozó füzetet is (6. füzet).

## **Fluor és az egészség**

A fluor az emberi táplálkozás egyik létfontosságú eleme. Hiánya hosszú távon fogszuvasodáshoz vezet – innen a fluoridtartalmú fogkrémek hatékonysága. Sok országban ezért fluort adagolnak a vízellátásban (növelve az alacsony természetes koncentrációt).

Mindamellett a túlzott fogyasztás károsító hatását is igazolták (összefüggésben a fluorban gazdag talajvíz fogyasztásával). A fog ún. „elfluorosodása” visszafordíthatatlan folyamat, amelyet a fogak kifejlődésének éveiben végrehajtott nagymértékű fluorbevitel idéz elő. Ez az első látható jele annak, hogy egy gyermek túlzásba vitte a fluorfogyasztást. Ez az elem a fogat az ameloblastoknak nevezett zománcképző-sejtek pusztítása révén károsítja. E sejtek roncsolódása a fog ásványosodási rendellenességét vonja maga után, aminek következtében megnövekszik a zománc porózussága, az ásványianyag-tartalma viszont csökken. Rendkívüli esetekben ez még akár a csontokat is érintheti (csontváz fluorosodása).

A fejlődő világ népességének nagy része szenved krónikus járványos fluorosodástól. A WHO felmérése szerint világszerte több mint 200 millióan isznak olyan vizet, amelynek fluor tartalma több mint a WHO irányelv határértéke. Egészségügyi szempontból gondot okoz a fluor levegőbe jutása is, ami a háztartási szén nagy mennyiségben történő égetésekor következik be. A magas fluortartalmú szénrel fűtött, szellőzőnyílás nélküli kemencékben történő kukoricaszárítás okozza a fogak és a csontok erőteljes elfluorosodását. Dél-Kínában több mint 10 millióan szenvednek ettől a betegségtől. A problémát fokozza, hogy a brikett kötőanyagául agyagot használnak (a nagy fluortartalmú agyag a mészke intenzív bemosódása során keletkezik).

Egészségügyi szakértők és geológusok együttes munkája jelentősen segíthet a fluor (és egyéb elemek) egészségre gyakorolt hatásaitól szenvedő embereknek.

## **Geofágia – földévés, porevés**

A talaj szándékos fogyasztása bevett gyakorlat az élővilágban, beleértve az embert is – ehhez kapcsolódóan sok régi és elmaradott vidéki szokás ismert. A geofágiát (azaz „földévést”) a táplálkozási szakértők tanult és gyakori étrend kiegészítésnek tekintik (az agyag és a talaj ásványainak fogyasztása csökkenti a különféle ételek alkotórészeinek mérgező hatását), vagy a szegényes étrend okozta táplálkozási hiányosságok pótlására használják. A geofágia tanulmányozása újabban komoly érdeklődést váltott ki a kutatók körében.

A jövő több tudományágat átfogó (ún. multidiszciplináris) kutatásai számos hasonló kérdést vizsgálnak, beleértve a talajfogyasztást is, mint az ásványi tápanyagok (pl. vas) vagy potenciális károsító hatású elemek (pl. ólom vagy sugárzó atomok) felvételének egy lehetséges módját. E kutatás majd mennyiségi meghatározást is tartalmaz, amely a talajfogyasztás miértjének jobb megértéséhez vezet, és ez felhasználható lesz az epidemiológiai vizsgálatokhoz és a kockázatbecsléshez.

*'Poros világban élünk'*

## **A levegő, amit belélegzünk**

### **Légekőri por**

Poros világban élünk; az udvarunkban („gyűlő”) le hulló por akár több ezer mérföldnyi távolságról („forrás”) is származhat.

A por világméretű jelenség. Az Afrikában tomboló porviharok rendszerint elérik az Alpok térségét, az ázsiai por viharok pedig kevesebb, mint egy hét alatt eljutnak Kaliforniába, később az Atlanti-óceánt átszelve végül Európát is elérik.

Az ásványi por sokféleképp fejtheti ki hatását az életre és az egészségre. Ez a következőképpen történik:

- megváltoztatja a bolygó hőszugárzásának egyensúlyi állapotát (a por visszataszítja a meleget, ezáltal hűti a felszínt),
- betegségokozó baktériumokat szállít a sűrűn lakott vidékekre,
- felhalmozza a szél szállította üledéket az ősi korallzátonyokon,
- rontja a levegő minőségét,
- ellátja létfontosságú tápanyagokkal a trópusi esőerdőket,
- mérgező anyagokat tartalmaz.

A port az ember és a természet is mozgathatja. Elősegítjük a por keletkezését, ha megbolygatjuk a talajfelszínt vagy letaroljuk a növényzetet. Az éghajlati viszonyok megváltozása kulcsszerepet játszik a természeti változások bekövetkeztében, ami érinti a nedvesség és a szélsébsesség alakulását. Habár a vegetáció erősen befolyásolja a por mozgását, a vegetációt magát is befolyásolja az éghajlat, az emberi tevékenység és egyéb tényezők..

A por keletkezésének, mozgásának és hatásainak jobb megértése azért szükséges, hogy a negatív következményeket mérsékelhessük; mindehhez kedvező kiindulás az emberre gyakorolt hatások felismerése és azok csökkentése.

*'A finom por a tüdő mélyebb részein rakódik le'*

### **Mekkora a globális porszennevezés egészségre gyakorolt hatása?**

A légekőri por egészségügyi hatásának (a nem foglalkozási eredetű tüdőbetegségeknek) sem a pontos természetét, sem a járványtanát nem ismerjük részletesen. A nagyon finom részecskék mélyen behatolnak a tüdőbe, ezzel szilikózist, azbesztózist és egyéb elváltozásokat okoznak. A por nagy koncentrációja növeli a légzőszervi megbetegedések kockázatát, ami szorosán összefügg a halálozási arányszám növekedésével.

A természetes eredetű szilikózist először a Szaharában élő beduin törzseknél fedezték fel a 20. század közepén, azóta kimutatták pakisztáni földműveseknél, kaliforniai farmereknél, Ladakh-i falvakban élőknel és a Thor-sivatag lakosainál (Északnyugat India), továbbá Észak-Kínában. A természetes eredetű szilikózisról származó kis mennyiségű információ feldolgozása után megállapítható, hogy a betegség a ladakhi falvak lakosságának több mint 22 %-át érinti, míg az Észak-Kínában letelepedett emberek közt a 40 éven felüliek esetében ez az arány 21 %-nál magasabb. Mindez arra enged következtetni, hogy az Ázsiában élők körében a betegségben érintettek száma milliókra rúghat.

Megjósolhatóak-e előre a por belélegzéséből származó egészségügyi problémák, és hogy csökkenthető ez a fenyegetettség?

Mind a talajt, mind a légköri port alaposabb vizsgálatnak kell alávetnünk, ha a kérdésre kielégítő választ akarunk adni. Szükséges a por forrásának és lerakódási területeinek ismerete, továbbá meg kell határoznunk azt, hogyan módosult a por mozgása (porfluxus) a közelmúltban és változó időjárási viszonyok mellett.

Sok megfigyelni való van még a porszállítás folyamatáról, valamint a légköri pornak a Föld sugárzási egyensúlyára gyakorolt hatásáról. Az efféle feladat megköveteli a felszíni folyamatok, a geokémiai/izotópos „ujjlenyomat” vizsgálatát, az elmúlt idők részletes klímaelemzését, a távérzékelést, valamint a légköri sugárzás és dinamika alapos tanulmányozását. A por nyomon követése az időjárási modellekben (a keletkezéstől az ülepedésig) elősegíti az ismeretek bővülését, és lehetővé teszi, hogy előrejelzést készítsünk különféle időléptékekben (hetestől évszázadosig).

Szoros kapcsolatban áll a Nemzetközi Év *Veszélyek* témakörével (3. füzet)

## **A társadalmi tudatosság növelése**

Hogy lehet megnyugtatni a lakosságot a földtani anyagok vagy folyamatok okozta egészségügyi problémák ügyében?

A geológiai anyagok és folyamatok által kiváltott betegségek jóval gyakoribbak, mint azt a legtöbben gondolnák. A becslések szerint a világon kb. 3 milliárd ember egészségére hat a geológia. E tény a nyilvánosság előtt nem ismert. Az információ nagy jelentőséggel bír nemcsak a közönség, hanem az orvosok, egészségügyi szakértők, döntéshozók és tervezők számára is. A földtani hatások figyelembe vételével jó néhány egészségkárosító hatás kiküszöbölhető.

*A fejlődő és fejlett országok kutatóinak együtt kell működniük, hogy megfeleljenek ennek a globális kihívásnak*

Hogy lehet kapcsolatot teremteni a fejlett és a fejlődő országok között a közös egészségügyi problémák megoldása érdekében?

A fejlett és a fejlődő országok kutatói közös kutatásokat végeznek, hogy megoldást találjanak erre a globális kérdésre. Hatékony módszer a nemzetközi szintű rövid oktató tanfolyamok indítása. Ezekon megismerhetnénk a fémionok és nyomelemek környezetre és egészségre gyakorolt hatásának legújabb tapasztalatait. Az ilyen tanfolyamok felölelik környezet-toxicológiáról, környezet-patológiáról, geokémiai és geokörnyezeti epidemiológiáról, a fémionok gyakoriságáról, mineműségéről, jelentőségéről és vizsgálati módszereiről szóló ismereteinket. Mindez lehetőséget nyújt a legelmaradottabb országok kutatóinak bevonásával végzett kutatási projektek elindítására, különösen ott, ahol nyomasztó szükség van a geológiai eredetű egészségügyi problémák megvitatására.

*Eredeti szöveg:* Olle Selinus (Swedish Geological Survey), José A Centeno (U.S. Armed Forces Institute of Pathology), Robert B. Finkelman (USGS), Philip Weinstein (Department of Public Health, University of Western Australia) Edward Derbyshire (Royal Holloway, University of London)

Fordította: Pacsai Endre (NYME II. oemh)

Lektorálta: Lipták József, Szarka László, Verő József