

# A Tisza tragédiája

## I. rész

### Kutattunk, számoltunk, kísérleteztünk

2000. február elején csaknem minden élet elpusztult a Tiszában, amikor több millió liter cianid-ionnal és nehézfémekkel szennyezett víz ömlött a folyóba (január 31-én) az Aurul S.A. román-ausztrál bányavállalat meddőhányójából. A „ciándugó” végigfolyt a Szamoson, majd a Tiszán és a Dunán keresztül a Fekete-tengerbe került. Március végéig több mint 1000 tonna haltetemet halásztak ki a folyóból. Valószínűleg ez volt a legsúlyosabb vízszennyezéses ökológiai katasztrófa Kelet- és Közép-Európában, amit valaha feljegyeztek.

Az eset azonnal a média, valamint a tudományos és közélet központjába került, nemcsak Magyarországon, hanem szerte Európában. Hírek és álhírek, érvek és ellenérvek, állítások és cáfolatok hangzottak el. Köztük éppúgy volt tudományos igényű megfogalmazott, mint csaknem teljesen megalapozatlan. A közember, a laikus teljesen elveszett a gyakran ellentétes információk tengerében. Ezért állt össze kis csapatunk. Szeretnénk tisztán látni és láttatni, s a katasztrófa hátterének, lefolyásának, következményeinek vizsgálatával, valamint a lehetséges eljárások számbavételével megvilágítani a teendőket hasonló vészhelyzet esetére. Ehhez számításokat, méréseket és kísérleteket is végeztünk.

### Aranybányászat Magyarországon

Az ókor óta ismereteseink hazánkban is aranylelőhelyek. A rómaiak i.sz. I-III. századi aranybányászata Dácia Provincia területén (mai Erdély) gazdag tárgyi emlékeket hagyott maga után. Írásos emlékeink vannak arról, hogy Pannónia földjén, a mai Mosonmagyaróvár és Győr közötti Duna szakaszon rabszolgákkal évente mintegy 800 kg fővenyarányat mostak; Selmecebánya környékén a germán kvádok már a VI. században aranyat és ezüstöt bányásztak. Honfoglaló őseink tehát már, művelés alatt álló nemesfémbányákat találtak itt.

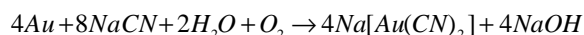
Az Árpád-házi királyok különösen nagy hangsúlyt fektettek a nemesfémbányászatra. Ez az aranytermelés felvirágzását eredményezte. A XIII. század végén aranytermelésüket az európai termelés öthatodára, a világtermelés egyharmadára becsülik, ez kb. évi 1000 kg aranyat jelentett.

Az Anjouk, Zsigmond és Mátyás idején a kitermelt arany mennyisége tovább nőtt, a XIV. század végére a 2500 kg-ot meghaladta. A középkori magyar ércbányászat hanyatlását a felszínközeli gazdag telepek kimerülése, valamint az ország három részre szakadása eredményezte. A nemesfémbányászat újabb virágkora Mária Terézia idejére tehető, amikor technikai újításokkal növelték a termelékenységét. Born Ignác amalgámos aranykinyerési módszere az egész világ aranytermelésére hatással volt. A felvidéki, a szatmári és erdélyi aranybányászat a XIX. század végére 2-3000 kg arany volt. A mai magyar határok közti földben is rejtőzik arany: kitermelésre váró arany mennyiség hever Recsk, Gyöngyösorosi, Parádfürdő és Tokaj térségében. A trianoni békeszerződés során azonban nem csak bányáinkat, hanem feldolgozóiparunkat is elvesztettük – a rendelkezésünkre álló arany kitermelése ezért sem vált lehetségessé.

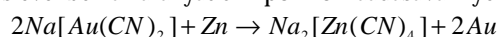
### Az aranybányászattól az arany kinyeréséig

Az ércek ásványaikban sokféle formában lehetnek jelen. A fém – például arany – lehet önálló szemcséjű szabadarany (ún. termés arany), de ásványokban kötötten is előfordulhat. Ezeket a fémeket úgynevezett flotálással vagy habosítással dúsítják.

A kőzetet apróra őrölik, majd feloldják. A hasznos alkotókat a folyadék felszínéről összegyűjtik, majd ezt megfelelő oldószerrel újra oldják. Az arany esetében ez az oldószer általában nátrium–cianid vizes oldata:



Ez a módszer már a 19. század közepén ismert volt és 1888-ra már az egész világon elterjedt. Az 1940-es években az aranyat cinkpor hozzáadásával nyerték ki az oldatból:



Cink helyett szenet is használnak, mert ez megköti az aranyat, így egyszerű szűrővel eltávolítható. A megmaradó cianidot tartalmazó folyadékot meddőhányókban tárolják. Ezeket általában nagy felületűre tervezik azért, hogy az oldat könnyebben párologjon és a térfogata fokozatosan csökkenjen. Egy ilyen meddőhányó gátja szakadt át január 30-án is.

### A cianid-ion élettani hatása

A cianid-ion az ép bőr kivételével a szervezet bármely kapuján bejutva felszívódhat. A felvett cianid átalakulhat:

Mivé alakul	Minek a hatására	Mi történik vele
rodanid-ion (SCN <sup>-</sup> )	enzimek vagy Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> hatása	méregtelenítődik
ciánhidrogén (HCN)	gyengén savas környezetben	a tüdön keresztül távozik

A maradék cianid a hem-proteinekhez kötődik:

Mivé alakul	Hatása	Következménye
citokróm-enzimekhez kötődik	megakadályozza a protonok (H <sup>+</sup> ) átjutását a sejtmembránon és az ATP szintézist	megbénítja a sejtlélegzést
hemoglobinhoz kötődik	megakadályozza a vörösvértestek oxigénfelvételét	fulladásos halál

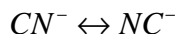
A mérgezésre legérzékenyebb szervek a szív és a központi idegrendszer, a tünetek ezt bizonyítják: légszomj, szívdobogás, kóma, fejfájás és nehézlégzés.

### CN<sup>-</sup> mérgezést okozhatnak:

Cassava gyökér	táplálék	glükózidjából szabadul fel a CN <sup>-</sup>
Prunus-félék (csontmagvas gyümölcsök) magvai, pl: sárgabarack, mandula, cserepesznye	táplálék	glükózidjából szabadul fel a CN <sup>-</sup>
nitroprusszid nátrium	gyógyszer (vérnyomáscsökkentő)	Ferrinitrozo-cianiddá alakulhat
ipari laboratórium	vegyszer (galvanizálás)	HCN szabadul fel.

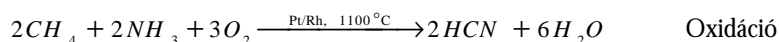
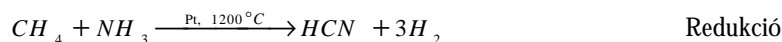
### Cianidok kémiája

HCN (ciánhidrogén gyöke két tautomer alakban fordul elő):

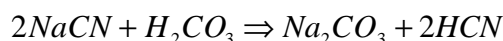
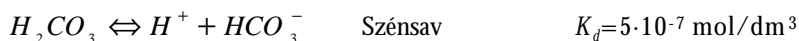


ciángyök ↔ izocián gyök

### Ciánhidrogén előállítása

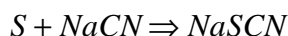


A ciánhidrogén rendkívül illékony, keserűmandula szagú gáz. Szobahőmérséklet alatt folyékony, forráspontja 25°C. A ciánhidrogén oldatából melegítéssel eltávolítható. Vizes oldata, amit kéksavnak neveznek, egy rendkívül gyenge sav. Sóiból még a szénsav is kiszorítja.



### A HCN reakciói

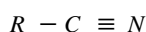
A HCN sói kénes ömlesztéssel rodaniddá alakíthatók



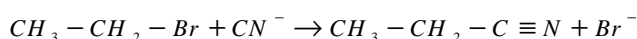
Enyhe oxidáció hatására cianátokká alakul



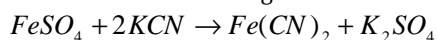
Szerves cianidok – nitrilek



Előállításuk szubsztitúcióval



A cianidok egyik fontos reakciója a nagy stabilitású hexacianoferrát-ion keletkezése vasszulfát feleslegében.



**Bakos Evelin, Hamar Mátyás, Lefter Zsuzsanna, Pazár Péter**  
Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Budapest

(folytatás a következő számban)