

Szabó Szilárd¹ – Molnár Lajos Sz.¹ – Gosztonyi Gyöngyi² – Posta József – Prokisch József²

A NEHÉZFÉM-SZENNYEZETTSÉG VIZSGÁLATA EGY FELSŐ-TISZAI HOLTMEDER KÖRNYEZETÉBEN

Absztrakt

A Tisza hazánk kiemelkedően fontos folyója, mely nemcsak a víz által biztosított erőforrások és értékek miatt fontos (vízenergia, hajózási-, áruszállítási útvonal, halállomány, vízi világ stb.), hanem a gátak közti hullámtér miatt is. Itt szántókat, gyümölcsösöket, legelőket, erdőket és holtmedreket találunk, amik a folyó menti lakosság életében fontos szerepet töltenek be és nagy mértékben függenek a folyó által lerakott üledékek minőségétől. A Tisza vízgyűjtőjén számos szennyező forrás található, melyek közül több is aktívan hozzájárult a folyó és hullámtere szennyezéséhez. Ebben a munkában azt vizsgáltuk, hogy a hullámtéren lerakódott hordalékban milyen koncentrációjú a fémek mennyisége és ezek átkerülése a növényekbe milyen arányú. Célunk volt továbbá, hogy talajszelvények vizsgálatával felhívjuk a figyelmet arra, hogy a köztudatba is bekerülő szennyezéseken kívül több, kisebb-nagyobb koncentrációjú szennyezés is történik. Vizsgálataink bizonyították, hogy a hullámtéri fémtartalom szignifikánsan magasabb a mentett ártérhez képest. A magasabb fémtartalom a határon túli bányászatból és ércfeldolgozásból származik. A környezetvédelmi előírások be nem tartása miatt magas fémtartalmú zagy kerül a felszíni vizekbe, végső soron a Tiszába és ennek a nyomai a talajszelvényben azonosíthatók.

Kulcsszavak: Tisza, hullámtér, üledékek nehézfém tartalma

Bevezetés

Hazánk folyói Kárpát-medencei elhelyezkedésünknel fogva 95 %-ban határainkon kívül erednek. Ennélfogva a folyók vizének minősége saját vízminőséget befolyásoló tevékenységeinken túl nagy mértékben függ attól, hogy milyen minőségű víz érkezik az országba. A vizsgálat tárgyát képező Tisza-folyó is határainkon kívül, a Kárpátokban ered Ukrajnában, majd az ukrán-román határ érintése után (Ukrajnán keresztül) éri el Magyarországot. A folyó és mellékfolyói partján több ipari üzem található, melyek a környezetvédelmi előírások figyelmen kívül hagyásával állandóan veszélyeztetik az élővilágot. Elsősorban a bányászat és a

¹ Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, szszabo@delfin.unideb.hu

² Debreceni Egyetem, Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet

hozzá kapcsolódó ércfeldolgozás jelenti a legnagyobb veszélyt. A bányák a meddőhányók miatt, az ércfeldolgozók pedig a környezetszennyező technológiák alkalmazásával.

A Tisza-vízgyűjtőn Romániában 26, Magyarországon 11, Ukrajnában 6 és Szlovákiában 1 fokozottan veszélyes potenciális szennyező forrást találhatunk. Ezek között sok aktív szennyező forrás is egyben: sokuk szennyvize ömlik tisztítás nélkül folyamatosan a Szamosba, Marosba stb., illetve ezek mellékvizeibe (pl. boncikai sertéstelep hígtrágyája, dézsi papírgyár szennyvize, a kolozsvári Terápia gyógyszergyár szennyvize), többnél pedig a szennyezések potenciálisan, valamilyen külső körülmény hatására következhetnek be (ICPDR, 2001). Ezek közül vannak olyanok, amelyeknél a környezetvédelmi előírásoknak eleget tesz a vállalat és a havária bekövetkezésére kicsi az esély, és vannak olyanok, amelyek az év nagy részében nem szennyeznek, de a védművek nem biztonságos kialakítása miatt a katasztrófa könnyen bekövetkezhet. Előbbiek (vagyis a környezetvédelmileg biztonságosak) között említhetjük a MOL tiszaujvárosi és szolnoki telepét, a Szolnoki Vegyiműveket, vagy a Tiszai Vegyi Kombinátot; utóbbihoz pedig a a köztudatban is elhíresült nagybányai és borsabányai ércfeldolgozókat (és az általuk okozott haváriák: 2000. 01. 30. Nagybánya; 2000. 03. 15. Borsabánya). E balesetek kedvezőtlen időjárási körülmények, ezen belül is rövid idő alatt lehullott nagy mennyiségű eső miatt következtek be. Emellett azonban a bányákban a szennyező anyagokat tartalmazó zagy leeresztése időről időre megtörténik, rendszerint a folyók, patakok nagyvize idején, így a szennyező anyagok felhígulva (és akár határérték alatti koncentrációban) kerülnek be a felszíni vizekbe. Tudnunk kell, hogy a szennyező anyagok kétféleképpen lehetnek jelen a vízben: (1) oldott állapotban és (2) a lebegő hordalékhoz kötötten. Így tehát az oldott állapotban lévő szennyező anyagok felhígulhatnak és persze a lebegő hordalék koncentrációja is kisebb, ha nagyobb a vízhozam, de a kolloidokhoz kötött szennyező anyagok koncentrációja igen nagy lehet és a hullámtéren kiülepedve is meghaladhatja a talajokra, üledékekre vonatkozó határértékeket.

A folyók szennyezésének megtalálhatjuk a nyomait a folyók medrének, vagy hullámtérének az üledékében és azokból bizonyítani lehet, hogy a 2000-ben megtörtént szennyezések nem egyedi (bár kétségkívül nagy koncentrációban bekövetkező) esetek voltak.

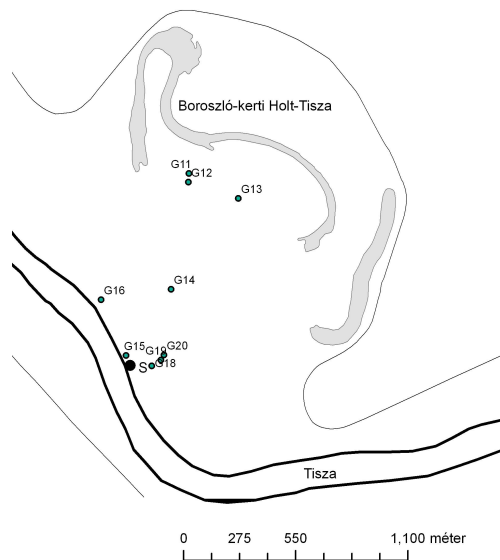
Ebben a munkában azt vizsgáljuk egy felső-tiszai mintaterületen, hogy a hullámtérre milyen mennyiségben kerülnek nehézfémek és azt, hogy ezek vertikális eloszlása bizonyítja-e, hogy az áradások alkalmával folyamatosan változó mennyiségben érkezik a határon túlról fémszennyezés. Célunk volt továbbá az is, hogy megvizsgáljuk: a fémek milyen mennyiségben képesek beépülni a növényekbe és ez veszélyeztetheti-e az élővilágot.

Anyag és módszer

A tiszai hullámtér Boroszló-kerti részletéről (1. ábra) 2007 folyamán 10 db felszíni talajmintát gyűjtöttünk be. A mintákat 0-25 cm mélységből vételeztük és 8-10 részmintából homogenizálással átlagmintákat képeztünk azért, hogy csökkentsük a talaj mikroheterogenitásából eredő hibákat. A minták szántó és gyümölcsös (a sorok között gye) területhasználatú talajokról származnak.

Az átlagminták begyűjtési területeiről 5-6 tő kukorica (szántó) és csalán (gyümölcsös) egyedeket gyűjtöttünk be fémvizsgálatok céljából.

Nagyfelbontású vertikális mintavételre is sor került: egy 1 m mélységű szelvényt készítettünk a folyó középvízi medrétől kb. 50 méterre a nyári gáton belül és mintáztunk meg 2 cm-enként.



1. ábra. Talajmintavételi helyek a Boroszló-kerti Holt-Tisza térségében
S: talajszelvény; G11-20: felszíni talajminták; —: gát

A talajmintákat 40°C-on kiszárítottuk, majd 2 mm-es szitán átszitáltuk. A talajminták szemcseösszetételét (Köhn-pipettás módszer), a humusztartalmat (Tyurin módszer), az aktív és potenciális savanyúságot ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, pH_{KCl} , y_1 , y_2) az érvényben lévő magyar szabványoknak megfelelően határoztuk meg (MSZ-08-0210:1977, MSZ-08-0205:1978, MSZ-08-0206-2:1978). A humuszminőséget Hargitai (1982) módszerével határoztuk meg (1% NaF és 0,5% NaOH extraktumainak fényabszorpciója [E_{NaOH} és E_{NaF}] segítségével 533 μm hullámhosszon, spektrofotométerrel).

A talajok fémtartalmát az MSZ-08-1722-3:1989 magyar szabványnak megfelelően határoztuk meg cc. H₂O₂+HNO₃-feltárással, F-AAS-sel és ICP-OES-sel. A felszíni minták elemzése a DE Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszéken történt Perkin-Elmer 3000 F-AAS készülékkel Co, Cu, Ni és Zn elemekre, a szelvényminták elemzésére pedig a DE ATC Műszerközpontban került sor ugyanezen elemekre.

Az összes fémtartalom önmagában nem ad tájékoztatást a fémek által jelentett veszélyről, mivel azok előfordulási formájuktól függően különböző mértékben férhetők hozzá a növények számára. Ezért a felszíni minták esetében meghatároztuk a növények számára hozzáférhető mennyiséget is Lakanen-Erviö-féle kivonattal (NH₄-acetát + EDTA)(Lakanen, E. – Erviö, R. 1971).

A növényeket átmostuk (különösen a gyökér esetében volt ez fontos), majd kiszárítottuk és gyökérre, szárra és levélre vonatkoztatva végeztük el a méréseket. A növénymintákat nedves roncsolással – cc. H₂O₂+HNO₃-feltárással – készítettük elő és mértük le a minták cinktartalmát.

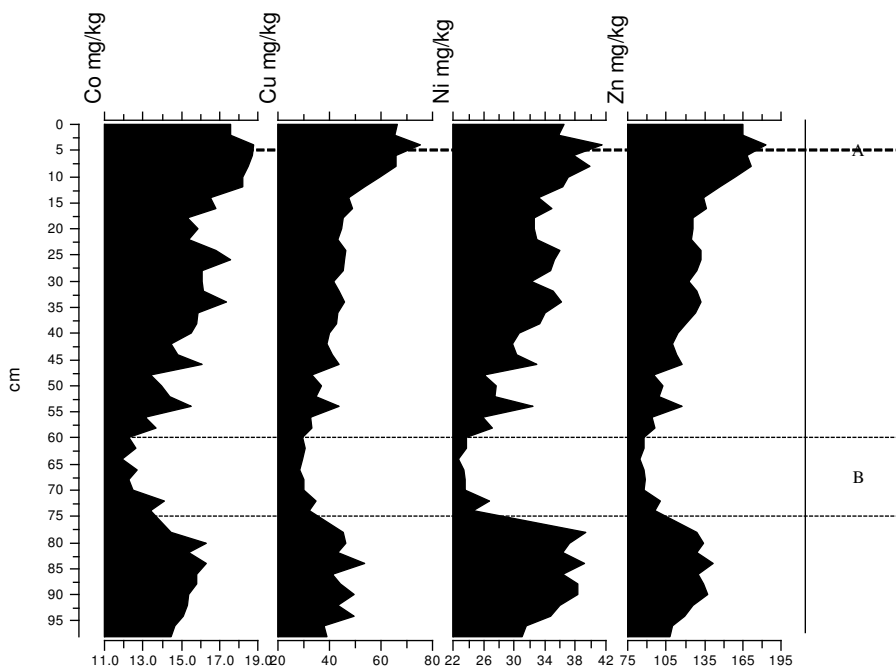
Az adatok megjelenítéséhez C2 (Juggins, S. 2003) és ArcGIS 9.0 szoftvereket használtunk.

Eredmények, következtetések

A felszíni minták cinktartalma 99 és 187 mg/kg között változik. A relatív szórás 22%-os, aminek magyarázata a vertikális profil elemzéséből derül ki (2. ábra). Látható, hogy a felső 10-15 cm-es réteg jóval gazdagabb fémekben, mint az alatta lévő rétegek. Ez magyarázhatja azt, hogy a szántók fémtartalma miért nem magasabb jelentősen a mentett ártéri mintáktól (84 mg/kg, Szabó Sz. et al. 2008): még a sekély szántások során is 20-25 cm mélyen átforgatja az eke a talajt, így az alsóbb, kisebb fémtartalmú rétegekkel keveredve végeredményként egy átlagban kisebb fémkoncentráció alakul ki.

A növények cinktartalma egy esetben sem és egy növényi szerv (*kukorica* gyökér: 86 mg/kg, szár: 81 mg/kg, levél: 26 mg/kg; *csalán* gyökér: 46 mg/kg, szár+levél: 35 mg/kg) esetében sem haladja meg a talaj fémtartalmát (137±30 mg/kg), a vizsgált növények nem hiperakkumulátorok. Az élővilágot ez a mennyiség nem veszélyezteti. A kukorica esetében a termés lehet még az akkumuláció színtere, azonban a mintavétel idején még nem tudtunk gyűjteni belőle. Szabó Gy. (2000) munkája szerint a cink eloszlása a kukoricában egyenletes, tehát a cink mennyisége nem dúsult a szemtermésben. Ugyanakkor azt is meg kell jegyezni, hogy cink esszenciális nyomelem és csak nagy koncentrációban okoz egészségügyi problémát (sokszor éppen a hiány jelent gondot). Sem a talajban lévő cink, sem a növényekben mért koncentráció nem haladja meg az egészségügyi normákat.

A talajszelvény rétegeinek fémanalízise bizonyítja, hogy a felsőbb rétegekben (vagyis a közelmúltban) a fémtartalom meghaladja a mélyebb rétegekben mért értékeket (2. ábra). Az „A” jelű vonal kiugró értékei a 2000. évi fémszennyezést mutatják 5 cm mélyen. Ez többé-kevésbé megfelel a Sándor A. – Kiss T. (2008) és Braun M. et al. (2003) munkájában kimutatott kb. 1 cm/év üledék-felhalmozódási sebességnek. Az ezt követő időszakban a fémtartalom kevesebb, ami nem jelenti azt, hogy ne lett volna további fémszennyezés a folyón, hanem pl. azt, hogy a szennyezések nem estek egybe az áradásokkal.



2. ábra. A Boroszló-kertben létesített talajszelvény fémoszlása kobalt, réz, nikkel és cink esetében

A mélyebb rétegekben a „fűrészfog”-jellegű mintázat azt jelzi, hogy a múlt sem volt mentes a fémszennyezésektől. Mértékük elmarad ugyan a 2000. évi szennyezés miatt kialakult koncentrációtól, de láthatóan folyamatosan megjelennek ezek a kiugró értékek. Átlagos fémtartalmak rendre magasabbak, mint a környező területeken tapasztalhatók.

A „B”-vel jelzett mélységtartományban lévő (kb. 50%-kal) kisebb fémkoncentrációjú réteg nehézfém-tartalom-csökkenés (a felszíntől mért 60-75 cm közötti mélységben) körülbelül a II. világháború idejére tehető. Mivel az adott időszak nem volt ármentes (1940-42-ben is rekordmagassággal 800 cm fölött tetőzött a Tisza, lásd Vágás I. 1982), így annak lehetősége kizárható, hogy az ár

elmaradásával nem volt üledékképződés. Tehát az ok máshol keresendő: ebben az időszakban Észak-Erdély, ill. a Keleti-Kárpátok (mint a vízgyűjtő terület része) területei a háború miatt bizonytalan hovatartozású területek voltak és ez kihatott az iparra is, melynek teljesítménye erősen (30-40%-ban) visszaesett. Csökkent az ipari termelés és a bányászat is, aminek következtében pedig a bányászatból és ércfeldolgozásból, gyártásból származó szennyezés mértéke is visszaesett (Hunya G. et al. 1990). Így kevesebb nehézfém jutott a vizsgált terület vízgyűjtőjébe, a mintavételi pontokban lerakódott üledékekbe is. Ha elfogadjuk, hogy a háború után (1946-47-ben) újra felfutó ipari termelésből származó fémtöbbletet találjuk meg az 58-60 cm-es rétegben, e területen a feliszapolódás átlagos mértéke 0,8-1 cm/év lehet.

Látható tehát, hogy a hullámtéri üledékek bizonyítékot szolgáltatnak arra, hogy a Tisza-vízgyűjtőről folyamatosan érkeznek szennyezések, vagyis a 2000. évi nehézfém-szennyezés nem egyedi eset volt. Vizsgálatunkból az is kiderült, hogy bár a cinkkoncentráció nagyobb mint a gáton kívül, a kukorica és csalán növények nem akkumulálják nagy mértékben.

A munkát a K 68566 sz. OTKA támogatta.

Felhasznált irodalom

- Braun M. – Szalóki I. – Posta J. – Dezső Z. 2003. Üledék felhalmozódás sebességének becslése a Tisza hullámtérében. MHT XXI. Vándorgyűlés 2003. július 2-4. CD-kiadvány
- Hunya G. – Réti T.R. – Süle A. – Tóth L. 1990. Románia 1944-1990: gazdaság és politikatörténet. Atlantisz, Budapest, 323 p.
- Juggins, S. 2003. C2 Software for ecological and palaeoecological data analysis and visualisation. Tutorial Version 1.3 School of Geography, Politics and Sociology, Newcastle University <http://www.staff.ncl.ac.uk/stephen.juggins>
- MSZ-08-0206/2-1978. A talaj egyes kémiai tulajdonságainak vizsgálata. Laboratóriumi vizsgálatok (pH-érték, szórában kifejezett fenoltalein lúgosság, vízben oldható összes só, hidrolitos és kicserélődési aciditás), Mezőgazdasági és Élelmiszerügyi Ágazati Szabvány, 12 p.
- MSZ-08-0210-1977. A talaj szerves szén tartalmának meghatározása, Mezőgazdasági és Élelmiszerügyi Ágazati Szabvány, 6 p.
- MSZ-08-1722/3-1989. Talajvizsgálatok. A talaj oldható toxikus- és nehézfém-tartalmának meghatározása, Magyar Köztársaság Mezőgazdasági és Élelmiszerügyi Ágazati Szabvány, 11 p.
- Sándor A. – Kiss T. 2008. A területhasználat változás hatása az üledék-felhalmozódásra, közép-tiszai vizsgálatok alapján. In Csorba P. – Fazekas I. szerk.: Táj kutatás – tájökológia, in print
- Szabó Sz. – Molnár Lajos Szabolcs – Juhos Katalin – Prokisch József 2008. Hullámtéri nehézfém-szennyezettség vizsgálata egy felső-tiszai mintaterületen. A IV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia közleményei (in print)
- Szalai Z. 1998. Trace metal pollution and microtopography in a floodplain. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria* (21): 75-78.
- Vágás I. 1982. A Tisza árvizei. VÍZDOK, Budapest, 283 p.
- Winkelmann-Oei, G. – Varduca, A. – Geisbacher, D. – Pinter, Gy. – Liska, I. 2001. Analysis of Accidental Risk Spots in the Catchment area of the Danube. In. *Inventroy of Potential Accidental*

Risk Spots in the Danube River Basin. International Commission for the Protection of the Danube River. ARS-ad-hoc Expert Panel of the AEPWS EG 131 p.