



## BÁCS-KISKUN MEGYEI KORMÁNYHIVATAL NÉPEGÉSZSÉGÜGYI FŐOSZTÁLY

### **Mi az arzén?**

Az arzén az elemek periódusos rendszerében a fél-fémek közé tartozik, acélszürke, fémes fényű kristályos, íztelen és szagtalan anyag.

### **Hogyan kerülhet arzén a környezetbe és az ivóvízbe?**

Az arzén az esetek túlnyomó többségében geológiai eredetű, a talaj mélyebb víztartó rétegeiben fordul elő és onnan kerül az ivóvízbe. Magyarországon (a Kárpát-medencében) van a világ harmadik legnagyobb kiterjedésű természetes jellegű arzén előfordulása (Nevada – USA – és Bangladesh után).

Természetesen emberi tevékenység is szennyezheti a környezetet (bányászat: meddőhányók; fémolvasztás; szén, olaj, hulladékok égetése).

### **Mennyi a 10 µg/l arzén?**

A 10 µg/l arzén az ivóvízben azt jelenti, hogy 999 999 990 vízmolekulára 10 arzén molekula jut. Összehasonlításként ezt az arányt kapnánk, ha egy sportuszodai medence vizébe néhány csepp tömény arzén oldatot öntenénk.

### **Miért nem olyan rétegből nyerik a vizet, amelyik nem tartalmaz annyi arzént?**

A felszínhez közeli víztartó rétegek arzén tartalma valóban kisebb, de ezek sem mennyiségi, sem egyéb minőségi tekintetben nem biztonságosak. Sokkal inkább ki vannak téve az emberi tevékenységből származó szennyeződéseknek (nitrát, növényvédő-szerek stb.), mint a szóban forgó mélyebb, védett rétegek. Eredetileg éppen ezért került sor a védett rétegek ivóvízellátásra történő bevonásába.

### **Milyen formában fordul elő arzén a környezetben?**

Az arzén a földkéregben igen gyakran előforduló elem, amely elsősorban ásványokban (realgár:  $As_2S_4$ , orpiment:  $As_2S_3$  és arzenolit:  $As_2O_3$  formájában) található a kőzetekben – majd abból kioldódva a vízben – három vegyértékű arzenit és öt vegyértékű arzenát szeretlen só formájában.

Vulkanikus tevékenységek valamint az emberi eredetű arzénszennyezés (fémolvasztók, szén-, olaj- és fatüzelés, gyapotfeldolgozás stb.) körzeteiben a levegőben elszórt finom porban szerves formájában is előfordul.

Az egészségre általában sokkal veszélyesebb szeretlen arzén egyes üledékes kőzetekben és vulkanikus tevékenységek körzetében fordul elő a természetben, a legnagyobb mennyiségben, és az itt uralkodó redukív körülmények elősegítik a vízben történő oldódását. Az állati szervezetekben és a növényekben a szerves arzén vegyületek dominálnak, de a szerves: szeretlen részarány változó; legnagyobb (90-100%) arányban, a halakban és a zöldségfélékben, gyümölcsökben, és kisebb arányban (25-35%) a húsookban és a tejtermékekben található meg. Korábban sokféle mérgező szerves arzénvegyületet használtak a növényvédelemben, de ezek nagy részét már betiltották.

### **Milyen mennyiségben vagy koncentrációban fordul elő arzén a környezetben normálisan?**

Az arzén tipikus koncentrációja a felszíni vizekben általában 1-2 µg/liter vagy az alatt van.

Ugyanakkor a talajvizek egyes területeken és bizonyos rétegekben ennél sokkal nagyobb, akár 5-10 mg/liter koncentrációban is tartalmazhatják ezt az elemet. Ismert nagy, geológiai eredetű Arzén tartalmú talajvizes területek találhatók az USA egyes nyugati államaiban (Nevada), Nyugat- Bengáliában és Bangladeshben, a Kárpát-medence keleti-délkeleti területein,

valamint Argentínában, Chilében, Mexikóban, Kínában, és mindazon környezetekben, ahol geológiailag fiatal üledékek laposan elhelyezkedő lassú talajvíz áramlású mélyedésekben gyűltek össze, vagy fokozottabb geotermikus tevékenységek körzeteiben. Hazánkban és a Kárpát-medence szomszédos országaiban a múlt század első harmadától kezdődően az akkoriban sok áldozatot szedő fertőző betegségek kiküszöbölésére a felszíni eredetű szennyezéstől való védelem alapján egyre inkább a mély rétegekbe fúrt kutak váltak az ivóvíz forrásává. Ezek arzén tartalma a megfúrt rétegtől függően a néhány  $\mu\text{g/liter}$  és a 300  $\mu\text{g/liter}$  között lehetett. A levegő arzén tartalma minimális, de a dohányfüstből származó expozíció már nem elhanyagolható.

A levegő arzéntartalma távoli, lakatlan területeken 0,02-2  $\text{ng/m}^3$ , míg a városi környezetben 20-100  $\text{ng/m}^3$  körüli. Egyes szennyező ipari tevékenységek (elsősorban nem vas jellegű fémfeldolgozók) környezetében azonban ez meghaladhatja az 1000  $\text{ng/m}^3$ -t is. A talaj természetes arzéntartalma átlagosan 5  $\text{mg/kg}$  (1-40  $\text{mg/kg}$ ), de arzénban gazdag ásványi előfordulások vagy korábbi arzén tartalmú növényvédő szer alkalmazások közelében ezt lényegesen meghaladhatja (50-500  $\text{mg/kg}$ ), és kiugróan magas, akár 10  $\text{g/kg}$  arzén koncentrációt írtak le fémolvasztók, arzéntartalmú növényvédő szer gyárak hulladék-depóniái közelében. A táplálék arzéntartalma általában 20-140  $\mu\text{g/kg}$  közötti, azonban egyes élelmiszerekben, különösen a tengeri eredetűekben ennél lényegesen nagyobb lehet az összes arzéntartalom. Utóbbi azonban szerencsére alig toxikus, ezért egészségügyi szempontból nem aggályos.

### **Vannak-e határértékek az arzén környezeti előfordulásaira, és mik azok?**

Az arzén koncentrációjára munkahelyi levegőben 0,1  $\text{mg/m}^3$  határérték hatályos. Az ivóvízre vonatkozó határérték 10  $\mu\text{g/liter}$ . Hozzá kell tenni, hogy 2009. december 25-ig Magyarországon átmeneti – 50  $\mu\text{g/liter}$  – határérték volt hatályban, amit az Európai Unióval kötött Csatlakozási szerződésben rögzítettek annak biztosítására, hogy Magyarországon megfelelő idő álljon rendelkezésre az ivóvíz arzén szennyezettségének kiküszöbölésére.

### **Használhatnak-e arzént valamilyen ágazatban, ami környezetszennyezés veszélyével fenyegethet?**

Mivel sok geológiai réteg arzén tartalma magas lehet, kőolaj- és szén elégetésével kapcsolatban a közeli környezeti levegőben viszonylag magasabb lehet az arzéntartalom, de általában ez sem jelentős a táplálékból és ivóvízből eredő arzenterheléshez képest. Veszélynek a munkavédelmi szabályoknak nem megfelelően üzemelő fémfeldolgozóknak (a vason kívül egyéb fémek), az üvegiparban, a fakonzerválásban stb. dolgozók lehetnek kitéve. Egyes bányákban nagy lehet a kockázat a kitermelt érc arzén tartalma miatt – pl. a rodéziai aranybányákban észlelt magas tüdőrák halálozás egyértelműen az arzénnek volt betudható. Korábban a mezőgazdaságban is széles körben használtak arzén tartalmú növényvédő (inszekticid, fungicid, herbicid) szereket, ezért a dohány pl. jelentősen hozzájárul a dohányosok többlet arzén terheléséhez, és a nem megfelelően tárolt, elhelyezett növényvédő szerek sok esetben veszélyeztették a környezetet. Ezeket a szereket már kivonták a forgalomból, a dohányosok arzén expozíciója azonban még mindig némileg nagyobb (szálanként 0,25  $\mu\text{g}$ -ra becsülik), bár ez a többlet lényegesen kisebb, mint korábban volt.

### **Melyek az arzén legveszélyesebb vegyületei?**

Amint az, széles körben ismert, az arzén a történelem során gyilkossági szándékkal talán leggyakrabban használt mérge, de a növényvédelemnek és az állati kártevők irtásának is korán felfedezett alapanyaga volt. Az arzénvegyületek többsége vízben jól oldódik, ez is megkönnyíti ilyen célú alkalmazásukat, amint az is, hogy az akut arzénmérgezés legnyilvánvalóbb kezdeti hatásai nehezen különböztethetők meg a más okból bekövetkező akut bélrendszeri (pl. fertőzéses) betegségektől.

Az arzén természetben előforduló vízzoldékony szerves vegyületei közül a háromértékű arzenit toxikusabb az ötértékű arzenátnál. A szerves arzénszármazékok egy része az anyagcsere során a szervezetben keletkezik, és ezek általában kevésbé toxikusak és gyorsabba kiürülnek, azonban a leggyakoribb monometil-arzén (MMA) és dimetil-arzén (DMA) ritkább

háromértékű arzént tartalmazó változatai is igen toxikusak. A mesterségesen előállított arzén vegyületek közül az arsin (AsH<sub>3</sub>) a legveszélyesebb, ez egy igen mérgező, a levegőnél nehezebb gáz, ami a kémiai hadviselésben is megfontolás tárgya volt, de gyúlékonysága miatt magát az arsin nem, azonban egyes származékait (lewisite, adamsite, Clark I és Clark II) ténylegesen erre a célra gyártották. Az arsint különböző szintetikus reakciókban is használják, így pl. a mikroelektronikai és félvezetőiparban. Az arzén szerves vegyületeinek széles skálája a nagyon toxikustól (félhalálos dózis /LD50/: 5 mg/testsúly kg) a gyakorlatilag nem toxikusig (LD50: 12000-15000 mg/testsúly kg) terjednek. Az előzőek között említhetők a herbicidként korábban gyakran használt, igen toxikus arzénvegyület-csoport a kakodilsav és származékai; ezek a vietnami háborúban is bevetésre kerültek „Agent Blue” néven. Arzén alapú volt az impresszionista festők közkedvelt „smaragd zöld” pigmentje, aminek használata többüknél járulhatott hozzá súlyos betegségeikhez (Cézanne, Monet, Van Gogh).

A legelső antibiotikum az Ehrlich által a szifilisz ellen kifejlesztett salvarsan is arzénvegyület volt. A legnagyobb mennyiségben felhasznált, alig toxikus arzénvegyület az állati tápadalékként nagy mennyiségben felhasznált fenil-arzonsav-származék, a Roxarson, amelyből 2006-ban 1000 tonnát állítottak elő és használtak fel broiler csirkék tenyésztésére az USA-ban, és amely a tápláléklánc arzén-szennyezésének kiváltójaként nagy vitát generált. Számos természetes arzénvegyület (trimetilarzin arzeno-betain, arzeno-cukrok és arzeno-lipidek) fordul elő, ezek általában kevésbé vagy alig toxikusak.

### **Milyen úton juthat arzén az emberi szervezetbe?**

Az arzén bejutásának legáltalánosabb módja a szájon át a táplálékkal és az ivóvízzel történő bejutás.

Beléggzéssel is jut – az előzőekben említetthez képest elhanyagolható – mennyiség a szervezetünkbe, elsősorban arzénal szennyező ipari tevékenységek (fémfeldolgozás /kivéve a vaskohászatot/, kőolaj feldolgozás, üvegipar közelében. A dohányzás is emeli némileg az arzenterhelést (kb. 0,25 mikrogramm szálanként).

### **Mennyi az arzén megengedhető legnagyobb beviteli mennyisége?**

A FAO és a WHO közös szakértő bizottsága (JEFCA) az arzén legmagasabb megengedhető napi bevitelére (PMTDI) 1988-ban 0,002 mg/kg testsúly/nap (azaz 2 µg/kg/nap) értéket állapított meg.

Ehhez a mennyiséghez pl. egy 70 kg testsúlyú ember és 10 µg/liter arzéntartalom esetén napi 2 liter ivóvíz elfogyasztása kb. 14%-ban járul hozzá. Az élethosszig szájon át történő bevitel USA Környezetvédelmi Ügynöksége (USEPA) által meghatározott referencia-dózisa (RfD) 0,0003 mg/kg testsúly/nap.

Az arzén ismereteink szerint nem tartozik az esszenciális elemek közé, és ugyanakkor az egészségkárosító hatások tekintetében legtöbbet tanulmányozott elem. A toxikológiai és emberi epidemiológiai adatok elemzése alapján a mértékadó nemzetközi (WHO, FAO, IARC) és nemzeti (pl. USA, Hollandia stb.) testületek arra a következtetésre jutottak, hogy az arzén átlagos körülményeknek megfelelő bejutása esetén sem biztosítható az a széles biztonsági tartomány, amit más veszélyes anyagokkal kapcsolatban alkalmazni szoktak a biztonság érdekében a károsító hatást okozó legkisebb dózis és a hatástalan szint között.

Így pl. a WHO által referencia karcinogenitási kockázatként megjelölt, élettartamra vetített 10-5 többlet daganat gyakorisághoz a jelenlegi értékelések alapján 0,17 µg/liter ivóvízi arzénkoncentráció tartozik, ami reálisan nem biztosítható. Noha az értékelés egyes kiinduló feltételezéseit számos kritika éri, a jelenlegi határértékeket egyértelműen a realitásokhoz igazítják a technikai-gazdasági lehetőségeknek megfelelően. Mindazonáltal a WHO az ivóvízre vonatkozó határértéket ideiglenesként jelöli meg, aminek további szigorítását az ivóvíz további tisztításának technikai korlátai és költségei teszik (egyelőre) lehetetlenné. Az US EPA által megjelölt ivóvíz határérték (MCL) a WHO ajánlással és az uniós határértékkel egybehangzóan 10 µg/liter, azonban a fentiek alapján a távlati szennyező határérték célkoncentráció (MCLG) deklaráltan nulla.

Az Egyesült Államok Toxikus Anyagok és Betegségek Nyilvántartása (ATSDR) az expozíció

módjától és tartósságától, valamint a várható kockázat jellegétől (toxikus vagy rákkeltő hatás) függően különböző ajánlott határértékeket tett közzé. Az un. legkisebb kockázati szintekre (Minimal Risk Level, MRL) vonatkozó határértékek azt a beviteli szintet rögzítik a szakirodalomban fellelhető adatok áttekintése és elemzése alapján, amely esetén a bevittől nem várható káros egészségi kimenet. Az ATSDR a szerves arzénra 0,005 mg/kg/nap akut és 0,0003 mg/kg/nap krónikus MRL-t állapított meg. Ezt a krónikus MRL-t a legérzékenyebbek bizonyult börtünetekre (pigmentációs elváltozások, elszarusodás, és érrendszeri komplikációk) vonatkozásában állapították meg. A karcinogén hatásra vonatkozóan anyagokra nem állapítanak meg minimális kockázati szintet, mivel a daganatkeltő hatásának általában nincs küszöbdózis (olyan koncentráció, amely alatt egyáltalán nem okozhat rákot). Ezért ezekre azt az epidemiológiai adatokból, szakértők által elfogadott modell alkalmazásával levezethető koncentrációt számítják ki, amely egységnyi többlet rák-kockázathoz (pl.1:100.000 – 1:1.000.000 több et rák-esethez) vezet élethosszig történő bevitel esetén.

A legkisebb arzén koncentráció ivóvízben, amelyről biztosan állítható, hogy élettartam során folyamatosan történő bevitel 100.000 eset közül egyben rák (bőrrák, mint a legérzékenyebb hatás) kialakulásához vezet, az USEPA szerint kb. 0,2 µg/liter.

### **Mennyi arzén van az ételeinkben?**

Az ivóvíz arzén tartalma jellemzően 1-2 µg/liter, azonban ez egyes területeken ennél nagyságrendekkel nagyobb lehet. Az élelmiszerek arzéntartalma azok eredetétől, jellegétől függően nagyon változó. A WHO 2001. évi adatai szerint ez 20-300 µg/nap között változik. A legnagyobb arzéntartalommal a tengeri eredetű élelmiszerek jellemezhetők, és lényegesen kisebb, de értékelhető mennyiségű arzén van a húсарukban, és gabona-eredetű élelmiszerekben.

Ennél is nagyobb jelentőségű azonban a szerves és szerves arzén aránya, mivel az utóbbi jóval toxikusabb az előbbinél. Ezért az egészségügyi kockázat szempontjából, a szerves arzén tartalom, ad igazán tájékoztatást. Az utóbbi legnagyobb arányban az ivóvízben (100%), majd a hús- és a gabonafélésekben (65-75%) van jelen, kisebb az aránya a zöldségekben és gyümölcsökben (15- 25%) és még kisebb a tengeri eredetű élelmiszerekben (1-2%). Az arzénnal szennyezett ivóvizet fogyasztó szoptató nők teje alig tartalmaz arzént (nem jut át az anyatejbe), míg a gabona- (elsősorban a rizs) eredetű csecsemőtápszereket potenciálisan jelentős arzénbeviteli forrásként tartják számon (0,5-2,6 µg/kg testsúly kg/nap között).

### **Honnan tudhatom meg, hogy mennyi arzén van az ivóvizemben?**

Az ivóvíz arzén tartalmát a szolgáltató a vonatkozó jogszabály szerint gyakorisággal köteles meghatározni, és kérésre a fogyasztóval közölni. Az ivóvíz minőség felügyeletére kijelölt hatóság Bács-Kiskun Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Szakigazgatási Szerve, amelynek kistérségi, megyei és központi intézményei szintén kötelesek felvilágosítással szolgálni. Az ivóvíz arzéntartalmával kapcsolatos legfrissebb értékeléseket és összefoglaló adatokat az ÁNTSZ Országos Környezet-egészségügyi Intézete és az Országos Tisztifőorvosi Hivatal honlapján rendszeresen közzéteszi.

### **Honnan tudjuk, hogy mennyi arzén káros az egészségre?**

Az arzén jelenlegi ismereteink szerint nem tartozik az esszenciális elemek közé, és ugyanakkor az egészségkárosító hatások tekintetében a legtöbbet tanulmányozott anyag. Az arzén legérzékenyebb támadási pontjaként megállapított börtünetek (fokozott elszarusodás, pigmentációs elváltozások) már viszonylag kis arzén mennyiség (testsúly kilogrammonként 0,01-0,05 mg) tartós bevitelét követően jelentkezhetnek. Ezek a tünetek egyben rákot megelőző állapotként is tekinthetők.

### **Veszélyeztetettebbek-e a gyerekek a környezetben előforduló arzén szennyezés hatásai szempontjából és milyen tekintetben?**

A gyermekek szervezete több tekintetben érzékenyebbek bizonyult az arzén bevitelre a felnőttekénél.

A fejlődő agy különösen érzékeny a neurotoxikus hatások, így az arzén hatása iránt is. A viszonylag kisszámú ilyen irányú vizsgálat közül az iskolás gyermekekben talált IQ deficit érdemel külön említést. Frissen végzett felmérés bizonyítja, hogy a magzati élet során vagy a korai gyermekkorban elszenvedett arzén expozíció nagymértékben növeli a serdülő- és fiatal felnőttkorban előforduló daganatos és nem daganatos tüdőbetegségek kockázatát.

### **Mik a krónikus arzén mérgezés esetleges korai tünetei?**

A krónikus arzén mérgezés kisebb koncentrációk bevitele esetén csak sok év után okoz észrevehető tüneteket. Ezek elsősorban bőrtünetek, mint pl. fokozott elszarusodás, hiperpigmentáció vagy éppen ellenkezőleg a bőr pigmentációjának csökkenése. Ezeknél az is nehézséget jelent, hogy előfordulásuk nemcsak arzénhez köthető, és növekvő életkorral egyébként is előfordulhatnak.

### **Hogyan ürül ki az arzén a szervezetből?**

A szervezetbe került arzén 60-95%-a 5 napon belül a vizelettel kiürül.

### **Mik az arzén egészségi hatásai?**

Az arzén erős mérge, emberen a becsült halálos dózisa 100-300 mg. Nagy dózisban erős gyomortáji fájdalom jelentkezik, hányással és hasmenéssel, ami nagyfokú folyadékvesztéssel jár.

Kisebb koncentrációk hosszan, évtizedeken át tartó bevitele esetén, csak sok év után okoz észrevehető tüneteket. Ezek elsősorban bőrtünetek, mint pl. fokozott elszarusodás, hiperpigmentáció vagy éppen ellenkezőleg, a bőr pigmentációjának csökkenése. Ezeknél az is nehézséget jelent, hogy előfordulásuk nemcsak arzénhez köthető, és a növekvő életkorral egyébként is előfordulhatnak.

### **Mit tehetünk a családban, ha a településen arzénes az ivóvíz?**

A háztartásban is több lehetőség van arra, hogy elkerüljük az arzénes víz fogyasztását. Lehet például hígítani a vizet (ha a legrosszabb esetet feltételezzük, amikor a megengedett határérték ötszöröse az ivóvízben az arzén, azaz ha ötszörösére hígítjuk az ivásra, főzésre használt vizet, máris a megengedett mérték alá kerül az arzén-tartalom). Hígítani lehet pl. palackos vízzel, egészséges kútvízzel. A hazai palackos vizekben nincs arzén.

### **Szabad-e arzénes ivóvízzel locsolni a veteményeskertet?**

Igen, szabad. A házi-kert növényeiben nem tud olyan mértékben felszívódni, hogy az egészségkárosodást okozzon. A házi-kertben lévő termények mennyisége is csekély, nem fogyasztjuk őket tartósan. Nagyüzemben és a házi-kertek zömében nem a drága ivóvízzel locsolnak.

### **Ásott kút vizét ihatjuk-e?**

Nem ajánljuk. A viszonylag sekély mélységű ásott vagy fúrt kutak vize kevésbé védett a felszíni kémia és mikrobiológiai szennyezéstől. Emberi fogyasztásra csak akkor alkalmas, ha az ivóvíz minőségének vizsgálatára feljogosított akkreditált laboratórium vizsgálatával igazolja az ihatóságot.

De még ebben az esetben sem tudnak a hatóságok felelősséget vállalni, mert a közegészségügyi biztonságot a közüzemi vízellátás hivatott garantálni.

### **Milyen technológiával lehet eltávolítani az ivóvízből az arzént?**

Az arzén eltávolíthatóságát sok tényező befolyásolja: extrém magas vagy alacsony pH, nagy lebegőanyag valamint oldott szilárd anyag tartalom, más fémek (ólom, alumínium) jelenléte, ionok (szulfát, klorid, nátrium, fluorid, stb) magas koncentrációja.

Leggyakrabban használt arzénmentesítési technológiák: szorpciós folyamatok (ioncsere; aktív alumíniumoxid, granulált vashidroxid); kémiai kicsapatási folyamatok (vas és mangán alkalmazásával; oxidációs és szűrési eljárással; koagulálás és szűrés; meszes lágyítás);

membránszűrési folyamatok (reverz ozmózis; nanoanyagokkal/membránokkal történő szűrés; koagulációval elősegített mikroszűrés).

**Hogyan tudhatom meg, hogy ki vagyok-e téve arzén-kockázatnak?**

Az arzén vizeletből ugyan kimutatható, de a vizsgálaton belül nem különíthető el az élelmiszerrel felvett (egészség hatás szempontjából jelentéktelen szerves) arzén és az ivóvízzel a szervezetbe jutott (a lehetséges egészségkárosodás szempontjából jelentős szervetlen) arzén.

**Hol kaphatok részletesebb tájékoztatást a megye ivóvízminőségéről?**

A Bács-Kiskun Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály megkeresésre felvilágosítást ad a megyében lévő települések ivóvízminőségéről, az egyes paraméterekre vonatkozó határértékekről, illetve ezek esetleges hatásairól az alábbi telefonszámon: 76/896-300