

# ŐSZINTÉN A GYÓGYSZER- MARADVÁNYOKRÓL

Amint beköszönt a nyár, egyre népszerűbb témává válik a csapvíz minősége, hiszen a melegben nagyobb mennyiségben használunk csapvizet ivásra, öntözésre, fürdésre. Magyarországon természetes mozdulattal nyitjuk meg a csapot, hogy megtöltsük poharunkat, és ugyanilyen természetesnek vesszük azt is, hogy nyugodtan kortyolhatunk a tiszta, egészséges ivóvízből. Mindez annyira magától értetődő, hogy gyakran nem is becsüljük eléggé. Ugyanakkor hajlamosak vagyunk minden, a vezetékes vízzel kapcsolatos negatív hírt azonnal elhinni. Így van ez az utóbbi évek során a médiában egyre többet emlegetett gyógyszermaradvány kérdéssel is.

MAJOR ÉVA,  
ARADI TAMÁS  
Fővárosi Vízművek

## Vajon tényleg megtalálhatók az elfogyasztott gyógyszerek maradványai az ivóvízben, és ha igen, milyen egészségügyi hatásuk lehet?

Gyógyszermaradványnak nevezünk a környezetbe kijutó minden olyan kémiai szennyezőanyagot, amely különböző gyógyszerhatóanyagokat, valamint azok bomlástermékeit (metabolitokat) tartalmaz. Ide sorolhatjuk többek közt a gyógyászatban jelenleg nagy mennyiségben használt különféle fájdalomcsillapítókat, gyulladáscsökkentőket, hormonokat, antibiotikumokat, vizelethajtókat, kontrasztanyagokat, nyugtatókat. A széleskörű használat miatt a gyógyszerek, illetve bomlástermékeik folyamatosan a környezetbe jutnak.

Az egyre érzékenyebb kimutatási technológiáknak köszönhetően egyre gyakrabban mutatnak ki kis koncentrációban gyógyszermaradványokat szennyvízből, természetes vizekből, egyes esetekben ivóvízből is jellemzően Nyugat-Európában és Észak-Amerikában.

A természetes vizek szennyezettsége jellemzően igen kicsi, 100 ng/l körüli értéket mutat, míg a kezelt vizeké jellemzően még alacsonyabb, 50 ng/l alatt van (a nanogramm a gramm egymilliomod része). Az egyes vízbázisok szennyezettsége azonban nagymértékben eltér. A vizekbe kerülő gyógyszereménység szempontjából a legfontosabb tényező a térség népsűrűsége, illetve a gyógyszeripar

esetleges jelenléte. A természetes vizekben a hatóanyagok koncentrációját a hígulás mértéke és az alkalmazott szennyvíztisztítási technológia befolyásolja. A nyugat-európai és észak-amerikai ivóvizekben mért koncentrációk nagyságrendekkel alatta maradnak a bizonyítottan élettani hatással bíró értékeknek. A vizek gyógyszer tartalma a természetes folyamatok (megkötődés az üledékben, biológiai lebomlás) és az ivó-, illetve szennyvízkezelési eljárások során is csökken. A hagyományosan alkalmazott klórozásos vízkezelés ugyancsak jelentősen csökkenti a gyógyszermaradványok koncentrációját. Más vízkezelési technológiákkal – mint például a fordított ozmózis – még a nagyobb hatóanyag-molekuláknak is eltávolítható akár a 99 %-a, de az ózonos kezelés, az aktív szén szűrés vagy a nanoszűrés ugyancsak nagy hatékonyságú.

## Vannak az ivóvízben gyógyszer-maradványok, hormonok?

A csapvizet országról országra más-más forrásból nyerik, de a vízkivétel alapvetően kétféleképpen történik: felszíni vizekből, melynek során tavak, folyók vizét tisztítják, vagy felszín alatti vizekből, ide sorolhatóak a karsztvíz, a mélységi rétegvíz és a parti szűrési vízbázisok kútjai.

Magyarország szerencsés földrajzi fekvésének köszönhetően olyan rendkívüli helyzetben van, amit sok ország megirigyelhetne:

ivóvizünk 95%-a felszín alatti vizekből származik, melyek minősége lényegesen jobb, mint a szennyezésnek sokkal jobban kitett felszíni vizeké. Éppen ezért valótlán az az állítás, mely szerint gyógyszermaradványok és

hormonok lennének a csapvízben, ugyanis képtelenség azt feltételezni, hogy ezek a föld alatti vízkészletekig lejussanak. Egyedül a Dunamenti, úgynevezett parti szűrésű vízbázis esetében merülhetne fel az esetleges gyógyszermaradványok jelenlétének lehetősége. A parti szűrés egy természetes, lassú szűrési folyamat, melynek során a homokos-kavicsos szűrőrétegbe beáramló felszíni víz fizikai, kémiai és biológiai szűrése történik. A parti szűrés során a Duna vize nemcsak a több tíz méteres természetes homok- és kavicsrétegen keresztül tisztul, hanem a szűrőréteg flórája is részt vesz a szűrésben, mielőtt a vizet ivóvíz céljára kiszivattyúzzák. Budapest lakosságát az ily módon kinyert vízzel látjuk el. Felmerülhetne, hogy a Dunából hormonok vagy gyógyszermaradványok kerülhetnek az ivóvízbe, a vizsgálatok azonban ennek ellenkezőjét bizonyították. A természetes szűrőréteg ugyanis hatékony szűrést végez.

Bár az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X. 25.) Kormányrendelet a gyógyszerek és egyéb gyógyszergyári vegyi anyagok esetleges maradványának vizsgálatát nem írja elő, többek közt a köz- és médiaérdekklődés hatására a Fővárosi Vízművek laboratóriuma, a Budapesti Műszaki Egyetem szakértőinek bevonásával egy K+F program keretében végzett ilyen jellegű méréseket. Ennek során a statisztikai adatok szerint leggyakrabban használt gyógyszer-

rek – szteroidhormonok (ösztriol, 17 $\alpha$ -ösztadiol, 17 $\alpha$ -etinil-ösztadiol, ösztro) és nem szteroid jellegű vegyületek (ibuprofen, ketoprofen, diklofenak, naproxen) – esetleges jelenlétét vizsgáltuk a Fővárosi Vízművek szolgáltatási területén, a Duna vízében, az ivóvízbázisainkon, a vízkezelés előtti és utáni pontokon. A jelenleg rendelkezésre álló nagy érzékenységű mérési technikákkal az ivóvízben nem találtunk kimutatható mennyiségben gyógyszermaradványt, annak ellenére, hogy az alkalmazott módszerek nanogramnyi mennyiségeket is képesek kimutatni. Ezek a vegyületek általában felszíni vizekben találhatóak, azonban nemzetközi összehasonlítás alapján azt is elmondhatjuk, hogy a Duna vízminősége sokkal jobb, mint más, kisebb vízhozamú európai folyóké.

### Melyek a lehetséges intézkedések?

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) jelentése szerint a gyógyszermaradvány-tartalom nem teszi szükségessé hatékonyabb, de költségesebb tisztítási technológiák alkalmazását, hiszen az elérhető változások elenyészőek. A legkézenfekvőbb megoldás a vegyületek természetes vizekbe kerülésének ésszerű korlátozása lenne. Ennek eléréséhez a lakosság szemléletformálása, illetve az orvosok továbbképzése révén a túlzott gyógyszerhasználat csökkentése, illetve a fel nem használt gyógyszerek megfelelő ártalmatlanítása szükséges. Mindezek mellett sokat segítene a szennyvíztisztítási technológiák fejlesztése annak érdekében, hogy a gyógyszermaradványok és más problémás vegyületek a fő környezetbe kerülési útvonalukon kiküszöbölhetőek legyenek. Bár a jelenleg használt kockázatbecslési eljárások szerint az ivóvízben lévő gyógyszermaradványok valószínűleg nem jelentenek egészségügyi kockázatot, a hatásokkal kapcsolatos ismereteink hiányosak. Nem pontosan ismert a kis dózisz, nagyszámú, különféle hatóanyagok keverékeinek hosszú távú hatása.



Vázsonyi Janka 2. o. tanuló víz világnapi rajza  
Bory Jenő Általános Iskola, Székesfehérvár

### Egészségre káros lehet az esetlegesen előforduló gyógyszermaradvány az ivóvízben?

A WHO jelentése szerint a néhány ország ivóvizében kis koncentrációban jelenlévő gyógyszermaradványok nem jelenthetnek olyan észrevehető egészségügyi kockázatot, amely további lépéseket tenne szükségessé. A felmérésben az emberi használatú, illetve állatorvosi gyógyszerek hatóanyagait is vizsgálták.

Ez könnyen belátható, ha mondjuk azt feltételezzük, hogy egy laboratórium egy liter ivóvízben kimutat igen kis mennyiségű (100 ng) ibuprofent, amely egy forgalomban lévő láz- és fájdalomcsillapító tablettá hatóanyaga. Egy tablettában ebből a hatóanyagból 400 mg van.  $400\text{mg} = 400\,000\,000\text{ ng}$ . Ha a feltételezeten ibuprofennel szennyezett víz 1 literjében 100 ng hatóanyagot találnának, akkor az egy tablettában lévő hatóanyagának megfelelő mennyiséget 4 millió liter víz tartalmazná, ami 20 millió pohár vizet jelent. Tehát ennyit kellene meginnunk a vízből, hogy egy tablettányi hatóanyag a szervezetünkbe kerüljön. Ennyi ivóvízfogyasztáshoz több mint 5000 évre lenne szükségünk.

### Hogyan tudjuk vizsgálni a gyógyszermaradványok előfordulását vizeinkben?

Jelenleg nem létezik egységes tudományos álláspont az ivóvízben esetlegesen nagyon kis mennyiségben bekerülő gyógyszerhatóanyagok szervezetünkre gyakorolt hatásáról, azonban a kockázatok megfelelő becsléséhez elengedhetetlen egy nagyérzékenységű vizsgálati eljárás. A folyadékkromatográfias tömegspektrométer (LCMS) módszer több mint száz különböző gyógyszer-molekula kimutatására (ivóvizekből, felszíni vizekből) alkalmas nagyon alacsony (1-10 ng/l) koncentrációtartományban. A kifejlesztett módszerrel több magyarországi felszíni és ivóvízminta elemzését végezték el vízminőség-vizsgáló laboratóriumok. Felszíni vízmintákban több, különböző terápiás csoportba tartozó gyógyszerhatóanyagot mutattak ki, a meghatározott komponensek 1-200 ng/l koncentráció tartományban voltak jelen a vizekben. Ivóvízminták analízise során azonban nem találtak az akkreditált alsó mérési határt meghaladó mennyiségben gyógyszerhatóanyagokat.

A WHO ajánlása szerint a gyógyszermaradványokkal kapcsolatos kutatásokhoz kapcsolódóan fel kell mérni a lehetséges kockázatokat,

melyek az ivóvízbázisokat veszélyeztethetik. A monitoring programokhoz szabványosított mintavételi és vizsgálati protokollokat kell kidolgozni, továbbá fel kell becsleni az ivóvízben esetlegesen előforduló gyógyszermaradványok egészségügyi kockázatát, de a legfontosabb, hogy a hangsúlyt a megelőzésre kell fektetni.

### Irodalom

1. Aradi Tamás, Molnár Géza: Gyógyszermaradványok kimutatása ivóvízből GC-MS módszerrel (2008)
2. Verebey Zita, dr. Fekete Jenő: Ösztrogén hormonok elválasztása ultra-nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával (2008)
3. WHO Information sheet: Pharmaceuticals in drinking-water (2015)
4. Öllös Géza: Víz tisztítás-üzemeltetés