

# Ivóvízként használt vízforrások vegyi összetétele Felső-Marosmente és Görgény-völgye helyiségeiben

## Chemical composition of water sources used as drinking water in settlements situated in Defileul Mureşului Superior and Valea Gurghiului

GORBAI Mária Melinda<sup>1</sup>, CSISZÉR Attila<sup>2</sup>,  
prof. ing. dr. BARABÁS Réka<sup>3</sup>, prof. dr. KUN Imre Zoltán<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Petru Maior Kollégium, Szászrégen,  
str. Gării, nr. 20, 545300, tel. 0265512706, office@colegiulpetrumaior.ro

<sup>2</sup>Országos Közegészségügyi Intézet, Marosvásárhelyi Regionális Központ Laboratóriuma,  
Gheorghe Marinescu utca 40 szám, Marosvásárhely

<sup>3</sup>Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kémia és vegyész-mérnöki kar,  
Arany János utca, 11 szám, Kolozsvár,

<sup>4</sup>G.E. Palade UMFST, Doktori Iskola, Gheorghe Marinescu utca 38 szám, Marosvásárhely

### ABSTRACT

The quality, purity, and chemical composition of the water we consume are the basic public health requirements of our lives. Therefore, special attention must be paid to those settlements that do not have a central water supply system, and thus the inhabitants provide their water needs from their wells or other local sources. Based on our preliminary investigations, we found the Li concentration in drinking water to be relatively high in almost all settlements of the region and exceptionally high in the well waters of Săcalu de Pădure – a village that belongs to the Brâncovenesti – which does not have a central water supply system. Since increased lithium intake can inhibit the function of the thyroid gland, it may play a role in the persistence of goiter and hypothyroidism which here exists to a certain degree, despite the universal table salt iodization. At the same time, it can be assumed that the composition of Săcalu de Pădure's waters may even be close to that of mineral waters, because its high Li, Ca, and Mg content could be useful in certain psychiatric disorders (mania, suicidal tendencies, possibly Alzheimer's disease, migraines and other conditions associated with increased excitement).

**Keywords:** lithium, drinking water, thyroid pathology

### KIVONAT

A fogyasztásra kerülő víz minősége, tisztasága, vegyi összetétele életünk alapvető közegészségügyi követelményei. Ezért különös figyelemmel kell kísérni azon településeket, amelyeknek nincsen központi vízellátórendszerük, s így a lakosok a saját kutjukból, vagy más helyi forrásból biztosítják vízszükségletüket. Előzetes vizsgálataink alapján a régió majdnem minden településén viszonylag magasnak találtuk az ivóvizek Li-koncentrációját és kiugróan magasnak a Marosvécs községhez tartozó, központi vízellátó rendszerrel nem rendelkező Erdőszakál kútvízeiben. Mivel a fokozott lítium-bevitel gátolhatja a pajzsmirigy működését, felmerül szerepe a golyva és a hypothyreosis bizonyos fokú perzisztenciájában, amely itt az általános konyhasó-jódozás mellett is fennáll. Ugyanakkor feltételezhető, hogy az erdőszakáli vizek összetétele akár az ásványvizekéhez is közel állhat, ugyanis a magas Li-, Ca- és Mg-tartalom egyes pszichiátriai kórképek (mánia, öngyilkossági hajlam, esetleg Alzheimer-kór, migrén és egyéb, fokozott izgatottsággal járó állapotok) esetén lenne használható.

**Kulcsszavak:** lítium, ivóvíz, pajzsmirigypatológia

## 1. BEVEZETŐ

A felnőtt ember szervezetének 50-60%-a víz, ebből is adódik, hogy fontos a fogyasztásra kerülő víz minősége, tisztasága, vegyi összetétele. Egy 70 kg tömegű felnőtt szervezetében előforduló ásványi elemek átlagos mennyisége a következő: kalcium 1000 g, foszfor 500 g, kálium 140 g, nátrium 85 g, klór 80 g, magnézium 24 g (1). A makroelemek a szervezet 98,5 %-át alkotják, ezek közé sorolhatóak a szén, a hidrogén, az oxigén, a nitrogén, a foszfor, kén, valamint a nátrium, a kálium, a kalcium és a magnézium. Létfenntartású mikroelemek: vas, jód, réz, mangán, cink, kobalt, molibdén, szelén, fluor, bór, króm, nikkel, vanádium, lítium. Toxikus elemek közé sorolható például az ólom, a higany, a kadmium, az ezüst, az arzén.

A pajzsmirigy működésében a jód játszik alapvető szerepet, hiszen a pajzsmirigyhormonok, a trijódthyronin (T3) és a tetrajódthyronin, vagy thyroxin (T4) fontos komponense, hiányában IDD (*iodine deficiency disorders*) lép fel, főleg endémiás golyva és kretinizmus (ma elsősorban lárvált forma, csökkent IQ-val). A konyhasó jódozásának kötelező általános bevezetése 2002-2003-tól az addig jellemző közepesen súlyos jódhányt gyakorlatilag megszüntette (kivéve egyes hegyvidéki területeket, valamint a várandós nőket), így lényegesen csökkent a golyva és a pajzsmirigyelégtelenség előfordulása. Ennek ellenére a pajzsmirigypatológia említett formái, ha sokkal kisebb mértékben is, de ma is fellelhetők a Felső-Marosmentén és a Görgény-völgyében. Tekintve, hogy a jódhány gyakorlatilag megszűnt, egyéb tényezők magyarázhatják az említett elváltozások fennmaradását. A pajzsmirigy működésében ugyanis - a jódon kívül - más mikroelemeknek is fontos szerepe van, így a szeléniumnak és a lítiumnak (gondolunk itt például magas lítium-tartalmú vizekre). Felmerül az a lehetőség, hogy a lítium túlzott, s a szelénium elégtelen jelenléte közrejátszik egyes pajzsmirigyzavarok létrejöttében, s így e körképek perzisztenciájában is. Ugyanakkor az is megtörténhet, hogy egyes helyeken túl nagy, a napi szükségletet meghaladó lett a jódbevitel, ami szintén káros, mert funkciózavarokat (hypo-, esetleg hyperfunkciót) okozhat, és elősegítheti a pajzsmirigy autoimmun és autonóm folyamatainak kialakulását vagy súlyosbodását.

**A kutatás fő célja** a jelenlegi pajzsmirigy-patológia mértékének és természetének valós feltérképezése, figyelembevétel a fogyasztott víz összetételét. Az általános konyhasójódozás ugyanis feltételezi a pajzsmirigypatológia időbeni szoros követését, éppen az előbb említett tényezők miatt. Ez eddig nagyjából meg is történt, hiszen a Marosvásárhelyi Endokrinológiai Klinika munkacsoportjai ezt 2006-ban és 2013-ban megtették (2), azóta azonban, kb. 11 éve, nem volt ilyen felmérés az említett régióban.

Feltételezhetünk:

- jódhány utáni állapotot, egyes helyeken akár jódtúlsúlyt is, az említett következményekkel
- lítiumtúlsúlyt és/vagy alacsony szelénbevitelt; a lítiumtöbblet hatására hypothyreosis és/vagy golyva alakulhat ki („vízendémiák”). A pajzsmirigyben a lítium gátolja a jód felhalmozódását, meghosszabbítja a jód T1/2 idejét, és az 5' dejodináz gátlásával blokkolja a T4 perifériás átalakulását T3-má. A közvetlen hatás mellett közvetetten is hathat a jópanyagcserére (azaz a jód felszívódására, eloszlására, metabolizmusára vagy eliminációjára, illetve farmakodinamikájára); (3)
- a vízben lévő ionok között felléphetnek kölcsönhatások (pl. jód és vas között), amelyek befolyásolják egymás felszívódását az emésztőrendszer különböző szegmenseiben; ezért is érdemes részletesen megvizsgálni az ivóvíz összetételét. Megváltoztathatják a mikrobiomot is, ami egy sor, még kevésbé ismert következményhez vezethet; ugyanakkor az elfogyasztott vízben lévő ionok kölcsönhatásba léphetnek különböző élelmiszer-összetevőkkel is (3);
- érdemes összehasonlítani az erdőszakáli vizeket néhány más, elismert Li-tartalmú ásványvízzel, ugyanis a magasabb lítiumtartalom terápiás hatásokkal járhat (pl. alkalmazható lenne bipoláris, mániás-depressziós szindrómák mániás epizódjainak csökkentésére, az öngyilkossági hajlam mérséklésére, sőt, újabb feltételezések alapján Alzheimer-kórban, migrénben és más, fokozott izgatottsággal járó állapotokban) (4).

## 2. HIPOTÉZIS

Tekintve, hogy a lítium túlzott, s a szelénium elégtelen jelenléte a szervezetben pajzsmirigyzavarokat (golyvát, hypothyreosist) okozhat, felmerül szerepük az említett körképek bizonyos fokú perzisztenciájában, amely a 2002-2003-ban bevezetett általános konyhasójódozás után is fennáll, főleg egyes hegyvidékeken. Ennek kivizsgálására elhatároztuk, hogy Felső-Marosmente és a Görgény-völgye néhány településén meghatározzuk az ivóvíz lítium-, szelénium és néhány más mikro- és makroelemtartalmát. Vizsgálatainkkal tisztázni szeretnénk hipotézisünk fennállásának helyességét. Amennyiben igazolódik a lítium túlsúlya, vagy a szelénium hiánya, megfelelő terápiás következtetések levonása válhat lehetővé.

Ugyanakkor, az erdőszakáli vizet különböző ismert ásványvizekkel összehasonlítva Li, és más mikro-, illetve makroelemtartalom szempontjából, szeretnénk ezt terápiás célok érdekében vizsgálni, kedvező esetben ásványviznek minősíteni.

### 3. MEGHATÁROZÁSI MÓDSZEREK ÉS EREDMÉNYEK

A lítium és szelén koncentrációinak meghatározása induktíven csatolt plazma gerjesztésű tömegspektrométerrel történt (UltraMass 700, Varian, Australia), az Országos Közegészségügyi Intézet (Institutul Național de Sănătate Publică) Marosvásárhelyi Regionális Központjában, Csizsér Attila, fővegyész kivitelezésével. A szelén esetében 100 ppb koncentrációjú <sup>89</sup>Y belső standard volt alkalmazva. A módszer meghatározási határa (LOQ) a lítiumra 1,06 µg/L, a szelénre pedig 2,32 µg/L.

Más mikro- és makroelemek meghatározására is sor került a kolozsvári ICIA (Institutul de Cercetări pentru Instrumentație Analitică) laboratóriumában. Alkalmazott módszer: lángatomabszorpciós spektrometria; műszer: ContraAA 300 (Analytic Jena, Jena, Németország). Láng: acetilén-levegő. A szerzők köszönetüket fejezik ki ezekért a meghatározásokért.

Megengedett maximális határérték ivóvízben:			Li: -	Se: 20 µg/L
Minta száma	Mintavétel származása	Víz minta típusa	Mérési eredmények:	
			Li (µg/L)	Se (µg/L)
1	Görgényszentimre	csapvíz (hálózati)	18,06	< LOQ=2,32
2	Kásva	csapvíz (hálózati)	28,01	< LOQ=2,32
3	Lárgatelep	patakvíz	17,01	< LOQ=2,32
4	Görgényüvegcsűr 1	kútvíz (katolikus parókia mellől)	7,79	< LOQ=2,32
5	Görgényüvegcsűr 2	patakvíz (erdőből jövő)	17,25	< LOQ=2,32
6	Görgényüvegcsűr 3	csapvíz (hálózati)	21,08	< LOQ=2,32
7	Görgényüvegcsűr 4	forrásvíz (4 km-re) – Magashegy	10,49	< LOQ=2,32
8	Marosvécs 1	csapvíz (hálózati)	10,41	< LOQ=2,32
9	Marosvécs 2	kútvíz (Varga Mária kútja)	31,03	< LOQ=2,32
10	Erdőszakál 1	kútvíz (központi kerekeskút)	377,41	< LOQ=2,32
11	Erdőszakál 2	kútvíz (központi gémeskút)	125,84	< LOQ=2,32

1. táblázat: Lítium és szelén meghatározása ivóvízből (hálózati- és forrásvízből)

Amint a táblázatból kitűnik, az erdőszakáli kutakban mért lítium koncentrációja kiugró értéknek bizonyult a többi értékhez viszonyítva. Megjegyezzük, hogy a lítiumra nézve törvényes határérték ugyan nincs, de rendszerint a 10µg/L-t tekintik az ivóvízben megengedhető felső határnak (5, 6). Feltételezhető, hogy Erdőszakálon olyanok a geológiai viszonyok, hogy akár ásványvízhez közel álló összetétele is lehet a kutaknak, magas lítium-tartalommal. Ugyanakkor az sem lényegtelen, hogy a lítium-koncentráció a többi vizsgált víz-mintában is meghaladja a 10 µg/L-t, egyetlen kivétellel (a görgényüvegcsűri katolikus parókia melletti kútvíz esetében). Megjegyezzük, hogy egy 70 kg-os ember lítium-szükséglete 1 mg/nap (7).

A szelén határértéke 2022-ig 10 mikrogramm/liter volt, jelenleg megemelték 20 mikrogramm/L-re. A szelén-koncentrációnak nincs megállapított normális alsó határa az ivóvízben, abból az okból kifolyólag, hogy a talaj összetételének a függvénye a vizekben lévő szelén mennyisége. Mivel az elemi szelén vízben nem, vagy csak kissé oldódik, az oxidációs állapottól függ, hogy az adott talajviszonyok mellett a kőzetekből mennyi oldódik ki. Ivóvízben általában 0,006 - 10 µg/L közötti a szeléntartalom, de átlagban nem haladja meg a 3 µg-t. Lévén, hogy a vízben található szelén-koncentráció alacsony, kivéve néhány szeléntartalmú vidéket (Kína), nem szignifikáns az ivóvíz hozzájárulása az össz-szelénbevitelhez. Még a magas szeléntartalmú (kb. 50 µg/L) vidékeken is az ivóvíz relatív hozzájárulása a napi szelénbevitelhez alacsonynak tekinthető, az élelemmel bevitt értékhez képest (8). A Se-nek fontos szerepe van a szelénoproteinek létrejöttében, amelyek a pajzsmirigyhormonok anyagcseréjében játszanak szerepet (a dehidrogenáz enzimek alkotásában).

A további vizsgálatok érdekében újabb vízmintát vettünk a központi kerekes-, illetve gémeskútból és kiválasztottunk két újabb kutat (a falu két végéről), megismételni, ill. kiterjeszteni a Li-meghatározásokat.

Az ivóvízben megengedett maximális érték (nem hivatalos)			10 µg/l	
Nr.	Település	A mintavétel származása	2023 október	2024 január
			LÍTIUM (µg/L)	
1	ERDŐSZAKÁL	Központi gémeskút	125,84	483,35
2		Központi kerekeskút	377,41	317,40
3		Voda család kútja	-	273,65
4		Pantia család kútja	-	302,00

2. táblázat: Az ivóvíz lítiumkoncentrációjának összehasonlítása Erdőszakálon (két meghatározás: 2023. október, 2024. január)

További meghatározásokat végeztünk, így a nitrát- és nitritgyökök koncentrációját, a mikrobiológiai értékeket, a víz keménységét, pH-t és más paramétereket is vizsgáltunk. Az alábbi táblázatba belefoglaltuk a meghatározott általános vízkémiai jellemzőket, összehasonlítva a központi gémes-, illetve kerekeskút vízmin-táinak régebbi, 2023 őszén mért, eredményeivel.

Megengedett maximális határérték (ivóvízben):				0,5 mg/L	0,5 mg/L	50 mg/L	min. 5	-	-	5,0 mgO <sub>2</sub> /L	6,5 – 9,5	2500 µS/cm	-
Nr.	Év	Mintavétel származás	Minta típusa	Mérési eredmények:									
				Ammónium (mg/L)	Nitrit (mg/L)	Nitrát (mg/L)	Keménység (°dH)	Kalcium (mg/L)	Magnézium (mg/L)	KOI <sub>ps</sub> (mg/L)	pH (U pH)	Vezetőképesség (µS/cm)	TDS(összes oldott ásványianyag tartalom) (mg/L)
1	2024. L03	Erdőszakál	kútvíz (ház1, Voda család)	< LOQ= 0,04	< LOQ= 0,028	15,12	17,5	90,2	21,3	2,33	7,6	990	525
2		Erdőszakál	kútvíz (ház2, Pantia család)	< LOQ= 0,04	0,104	27,26	24,0	120,3	30,9	4,16	7,4	1006	533
4		Erdőszakál	kútvíz (kerek eskút)	< LOQ= 0,04	< LOQ= 0,028	24,34	20,0	116,4	15,9	<b>7,16</b>	7,3	1104	585
5		Erdőszakál	kútvíz (rég i gémes kút)	< LOQ= 0,04	< LOQ= 0,028	32,39	27,4	147,3	29,5	4,16	7,1	1205	638
		Lövé r	csapvíz (háló zati)	< LOQ= 0,04	< LOQ= 0,028	5,62	2,6	10,8	4,7	2,00	7,3	191,7	102
6	2023. X.	Erdőszakál	kútvíz (kerek eskút)	< LOQ= 0,04	< LOQ= 0,028	23,44	16,6	92,5	15,9	<b>8,15</b>	7,0	875	464
7		Erdőszakál	kútvíz (rég i gémes kút)	< LOQ= 0,04	0,088	17,48	6,3	23,1	13,1	<b>13,48</b>	6,2	288	153

3. táblázat: Általános vízkémiai jellemzők

Amint a vízkeménységből és a vezetőképességből látszik, az erdőszakáli központi régi gémeskút esőzések felhígult. Érdekes módon, noha a falu hegyvidéken fekszik, a kút vízszintje a talajvíz szintjén van. Emellett mindkét régi kút (kerek eskút és gémes) magas szervesanyag-tartalmat mutat, ezért bizonyára bakteriológiailag sem megfelelő a vizet ivóvízként használni.

A vízminták szervesanyag-tartalma néhány esetben meghaladja a megengedett 5 mgO<sub>2</sub>/L értéket. A természetes szervesanyagok mennyisége és minősége nagy mértékben attól függ, hogy felszíni vagy felszínalatti vízről beszélünk. A felszíni vizekben megjelenő szervesanyagok nagyrészt természetes eredetűek és tápanyagforrást jelentenek a baktériumok számára, ezáltal elősegítik a mikrobiológiai szaporodást, ami íz- és szagproblémát okozhat. A vizsgált minták esetén nem volt észlelhető ilyen jellegű fizikai elváltozás. Viszont a magas értékek esetén feltételezhető, hogy a víz mikrobiológiai szempontból nem alkalmas fogyasztásra. A nagy szervesanyag-tartalmú víz hátráltatja a vas és mangán oxidációját. Érdekes, hogy az ammónium-, a nitrát-, a nitrit-értékek minden minta esetén jó értéktartományba sorolhatók.

Mindezek mellett más mikro- és makroelemek jelenlétének meghatározására is sor került, amint az alábbi táblázat mutatja.

Pa-ramé-terek		Erdőszakál				Lővér	Marosvécs
		Megengedett max.értékek	Gémes-kút	Kerekes-kút	Vodá család kútja		
ug/l							
mg/L							
<b>K</b>	ug/l	29600	53800	33700	11900	6250	4870
<b>Na</b>	200 mg/L	15100	16600	21740	21800	10200	115000
<b>Be</b>	10 ug/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>Ca</b>	ug/l	150000	125000	99500	148000	12600	94700
<b>Mg</b>	ug/l	33529,38	18809,47	21872,22	34169,95	2739,10	22815,62
<b>Al</b>	200 ug/l	5,35	1,86	2,64	1,95	2,51	1,89
<b>V</b>	1,2 ug/l	<1	4,65	<1	<1	<1	6,75
<b>Cr</b>	50 ug/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>Mn</b>	50 ug/l	<1	<1	<1	<1	2,14	2,37
<b>Fe</b>	200 ug/l	1,44	2,48	1,62	1,97	2,16	2,27
<b>Co</b>	20 ug/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>Ni</b>	20 ug/l	3,14	3,10	9,33	3,13	<1	1,52
<b>Cu</b>	2 mg/l	3,48	4,78	227,01	11,96	12,4	6,88
<b>Zn</b>	ug/l	7,47	9,58	123,84	23,24	153,85	21,05
<b>Ga</b>	ug/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>As</b>	10ug/l	<1	1,90	<1	<1	<1	<1
<b>Se</b>	20 ug/l	<1	<1	<1	1,227	<1	<1
<b>Rb</b>	10 mg/l	2,66	6,88	1,21	<1	3,55	<1
<b>Sr</b>	ug/l	536,31	376,95	311,30	594,71	60,37	256,62
<b>Ag</b>	10 ug/l	<1	22,03	<1	<1	<1	7,77
<b>Cd</b>	5 ug/l	<1	<1	<1	<1	1,483	<1
<b>In</b>	ug/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>Cs</b>	ug/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>Tl</b>	2 ug/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>Pb</b>	5ug/l	<1	10,78	<1	<1	1,26	3,71
<b>Bi</b>	ug/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>F</b>	1,5 mg/l	0,10	0,09	0,26	0,11	0,08	0,09
<b>Cl</b>	250 mg/l	41,9	26,2	27	45,7	36,1	390
<b>NO<sub>2</sub></b>	0,5 mg/L	<LQ	<LQ	<LQ*	<LQ	<LQ	<LQ
<b>NO<sub>3</sub></b>	50mg/L	51,9	15,9	11	15,2	2,32	16,6
<b>PO<sub>4</sub></b>	0,5 mg/l	<LQ	2,03	0,079	<LQ*	<LQ	<LQ
<b>SO<sub>4</sub></b>	250 mg/l	130	96,5			9,94	56,4

4. táblázat: Makro-és más mikroelemek koncentrációja a vizgált vizekben

Megjegyzés: a táblázatban **dőlt betűvel** szereplő Be, V, Co, Rb, Ag, Ti és PO<sub>4</sub> jelenléte az ivóvízben nem megengedett, ezért ezek ivóvízbeli maximális koncentrációja nem szerepel a törvényes előírásokban (lásd a 7/2023 sz. OG törvényt). A közölt koncentrációk más irodalmi forrásokból (12) származnak.

Amint a 4-es táblázatból látható, több olyan ion van, amelynek koncentrációja meghaladja az ivóvízre vonatkozó jogszabályokban előírt felső határértékeket.

A településeken található kutak Ca- és Mg-értékei magasak. Megjegyzendő, hogy mindkettő természetes nyugtató hatású a depresszió és a stressz kezelésében.

A lítium mellett a *vanádiumra* is magas értéket észleltünk az erdőszakáli kerekeskút, valamint a marosvécsi Varga család kútja esetén. Az elem magas értéke jótékony hatású, hiszen ellensúlyozza a koleszterin lerakódását a vérerekben, ezáltal megelőzve az arterioszklerózist. Ugyanakkor preventív hatást fejthet ki a szívinfarktus ellen is.

Az erdőszakáli kerekeskút *ólomtartalma* is a megengedett felső határértéken van, ami veszélyt jelent, hisz mérgező hatású lehet a szervezetre. Neurotoxikus hatása különösen a magzati időszakban, de a csecsemőkorban is veszélyes, mivel negatívan hat a mentális fejlődésre.

Az ugyanabban a kútban észlelt megnövekedett *foszfáttartalom* elősegítheti az algák felszaporodását a vízben. Ennek a víznek Ag-ionokban való gazdagsága enyhe fertőtlenítő hatású (ún. oligodinamikus hatás), de az erősen szennyezett víz esetében ez másodlagos jelentőségű.

Az erdőszakáli vizek szennyezettségét elsősorban a gémeskút megnövekedett *nitráttartalma* tükrözi. Ez a többlet különösen a csecsemőket veszélyezteti, akik methemoglobinémiában szenvedhetnek, ugyanis a

nitrátok az emésztőrendszerben nitrtekké alakulnak, amelyek a hemoglobinhoz kötődve, megzavarják az oxigén megkötését. Így a csecsemőknél hypoxiás állapot alakulhat ki, ami kék elszíneződésben nyilvánul meg. Felnőtteknél gyomorirritációt okoz.

Meg kell említenünk, hogy Erdőszakál központjában található két kút szennyezettsége miatt jelenleg figyelmeztetések vannak kitéve: emberi fogyasztásra nem alkalmasak. De a település többi kútjában ez nincsen feltüntetve!

Az erdőszakáli Voda család kútvizében magas a Zn-koncentráció, igaz, hogy a Zn-ionok esetében nincs felső határérték. A cink számos élettani folyamatban vesz részt (pl. spermatogenezis), de túlzott mennyisége vérszegénységhez vezethet. Szoros kapcsolatban áll a Cu-el, így a Zn-felesleget a Cu ellensúlyozhatja.

A klórionok nagyobb koncentrációban vannak jelen a Varga család marosvécsi kútjának vizében, ami valószínűleg a sós tó közelségével magyarázható. Ebben az értelemben a Na viszonylag magas koncentrációjú más vízforrásokhoz képest.

Olyan ionokat (Ga In. Cs, Bi stb.) is sikerült kimutatni, amelyeknek nem lenne szabad jelen lenniük az ivóvízben. (9, 10, 11).

#### 4. KIÉRTÉKELÉS

Az erdőszakáli kutak magas lítium-koncentrációja arra utal, hogy szoros összefüggés létezhet a pajzsmirigyelégtelenség és golyva, illetve az ivóvíz lítium-tartalma között. Annak ellenére, hogy a lítiumra nincs törvényes határérték, az erdőszakáli víz, a többi vízminta mellett, nem tekinthető normális lítium-tartalmúnak. Összehasonlítva a Magyarországon, illetve a világ más tájain mért értékekkel, a magas érték kategóriába sorolható (6,11).

A lítium biológiai szempontból kétélű kardnak tekinthető: kis mennyiségben szükséges bizonyos biokémiai folyamatok normális menetéhez, nagy mennyiségben viszont káros hatásai vannak: depresszió, ataxia, tremor, pajzsmirigyelégtelenség, diabetes insipidus, veseléziók egészen veseelégtelenségig, szív-érrendszeri zavarok (így szívritmuszavarok), anyagcserezavarok, májkárosodás stb. Befolyásolja a tápanyagok felszívódását is, többek közt azáltal, hogy a gyomor-béltraktus mikrobiomját megváltoztatja; hasmenést is okozhat.

A lítium nagy adagban pajzsmirigyelégtelenséget és golyvát okoz (13, 14).

A pajzsmirigyben a lítium (pl. karbonát formájában) gátolja a jódfelvételt, a jódtirosinok összekapcsolódását, a proteolysist s így a hormonsecretiót, meghosszabbítja a jódpajzsmirigybeli  $T_{1/2}$ -ét és blokkálja a  $T_4 \rightarrow T_3$  perifériás conversióját, az ezt a folyamatot aktiváló dejodináz enzim gátlása révén.

A lítium nemcsak a pajzsmirigyopatológiát befolyásolhatja Erdőszakálon, hanem neuropszichiátriai hatásai is megnyilvánulhatnak, depressziót okozván. Ugyanakkor, az ivóvízben levő természetes lítium *növelheti az élettartamot*. Megfigyelték, hogy a magas lítium-tartalmú víz fogyasztása esetén nagy mértékben csökken az öngyilkossági arány is (6). Az alacsony lítiumszint hangulatingadozást vált ki, a nagyon magas viszont súlyos mérgezést is okozhat (7).

Megjegyzendő, hogy Erdőszakál egy 301 lelket számláló falu a Felső-Marosmentén, közigazgatásilag Marosvécs községhez tartozik. Jelenleg a falu nincs ellátva csapvízzel, így a lakosok a saját kútjukból, vagy más helyi forrásból, azaz a központban levő két kútból biztosítják vízszükségletüket.

Megkérdezve az erdőszakáli lakosokat, tudomásunkra jutott, hogy a központi két kút hosszú ideje látja el őket ivóvízzel. Jelenleg is ez a két kút rendszeresen használt kútnak minősül, friss, megújuló vízforrásként.

A környezet, az esetleges külső szennyezőforrások leellenőrzésére is sor került. Megfigyeltük, hogy 50-100 méteres körzetben semmiféle elektrolitokkal kapcsolatba hozható környezetszennyező hatás nem észlelhető (teljes mértékben kizárható pl. akkumulátorok és elemek tárolása). Ez az állítás azonban nem vonatkozik a mikrobiológiai szempontokra.

További érdekességként kiemelhető, hogy a lakosok arra figyeltek fel, hogy az itteni emberek kimondottan hosszú életnek örülhetnek. Talán ez tulajdonítható a friss forrásvíznek, a kiegyensúlyozott étrendnek, azaz húsban, zöldségben, tejtermékben gazdag táplálkozásnak, és - feltehetően - a magas lítium-tartalmú ivóvíznek is. Ezeket a vonatkozásokat a jövőben alaposan körül kell járnunk, konkrét statisztikai adatok birtokában.

#### 5. KÖVETKEZTETÉSEK

Előzetes vizsgálataink megerősíteni látszanak hipotézisünk lítium-túlsúlyra vonatkozó részét. Minden vizsgált helység esetében az elfogadottnál nagyobbak, míg Erdőszakálon kiugróan magasnak találtuk az

ivóvízként használt vízforrások lítiumszintjeit. Az ivóvíz magas lítium-tartalmának szerepe lehet a golyvaképződésben és a hypothyreosis létrejöttében az általunk vizsgált Felső-Marosmentén és a Görgény völgyében. Ez lehet az egyik magyarázata ezen elváltozások részleges perzisztenciájának, az általános konyhasójódozás 2002-2003-ban történt bevezetése után. Mindemellett, természetesen, fennállhat egy esetleges jódhiány/jódtúlsúly is, de ez nem tűnik valószínűnek.

Ugyanakkor, az erdőszakáli kútvizek, még ha nem is felelnek meg egy lítiumtartalmú ásványvíz kritériumainak, magas lítiumtartalmuk folytán hatékonyak bizonyulhatnak mániás megnyilvánulások kezelésére (bipoláris mániás-depressziós szindrómákban), az öngyilkossági ráta mérséklésére, sőt, újabb eredmények alapján Alzheimer-kórban, migrénben, és más hasonló, fokozott izgatottsággal járó állapotokban is.

A lítiumnak szerepe lehet az erdőszakáliák ismert longevitálásában, de erről még nem rendelkezünk statisztikai adatokkal.

A Se esetleges hiányára vonatkozóan az eddigi vizsgálataink nem adhatnak felvilágosítást, hiszen a Se döntő részét az élelmiszerekből nyerjük. Ezt a kérdést majd a vizsgálandók szérum-Se-szintjének meghatározása fogja eldönteni.

### Irodalmi Hivatkozások

- [1.] Borszéki Béla (szerk.): Ásványvizek és gyógyvizek. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 1979
- [2.] Kun I.Z., Zs. Szántó, J. Balázs, A. Násálean, C. Gliga: Detection of iodine deficiency disorders (goiter and hypothyroidism) in school-children living in endemic mountainous regions, after the implementation of universal alimentary salt-iodization. In: Hot Topics in Endocrine and Endocrine-Related Diseases, Chapter 4. Fedele M. (ed.) 2013, pag. 101-128, e-book, Publisher Intech, ISBN: 978-953-51-1080-4, <http://dx.doi.org/10.5772/54188>
- [3.] Szántó Zs., Kun I.Z., Pașcanu I., Kolcsár M., Réti Zs.: Klinikai endocrinologia, Ed.Univ.Press, Târgu-Mureș, 2015, 46-49, 51-64, 68, 71-73, 76-80, 81-88, 89-94
- [4.] Straub János: Erdélyi gyógyvizek (ásványvizek) kémiai összetétele különös tekintettel a ritkább alkotórészekre és ezek biokémiai jelentőségére, 1940, 39-40
- [5.] Muhammad Adeel, Muhammad Zain, Noman Shakoor, Muhammad Arslan Ahmad, Imran Azeem, Muhammad Abdullah Aziz, Robert Xavier Supe Tulcan, Akshit Rathore, Muhammad Tahir, Robert Horton, Ming Xu, and Rui Yuku: Global navigation of Lithium in water bodies and emerging human health crisis Clean Water, published in partnership with King Fahd University of Petroleum and Minerals, 2023, 6:33.
- [6.] Péter Dobosy, Ádám Illés, Anett Endrédi, Gyula Záray: Lithium concentration in tap water, bottled mineral water, and Danube River water in Hungary, Scientific reports, 2023, 13:12543
- [7.] Noman Shakoor, Muhammad Adeel, Muhammad Arslan Ahmad, Muhammad Zain, Usman Waheed, Rana Arsalan Javaid, Fasih Ullah Haider, Imran Azeem, Pingfan Zhou, Yuanbo Li, Ghulam Jilani, Ming Xu, Jorg Rinklebe, Yukui Rui: Reimagining safe lithium applications in the living environment and its impacts on human, animal, and plant system, Environmental Science and Ecotechnology, 15, 2023, 100252
- [8.] WHO/HSE/WSH/10.01/14, Selenium in Drinking water.
- [9.] Török, A.I.; Moldovan, A.; Levei, E.A.; Cadar, O.; Tănăselia, C.; Moldovan, O.T. Assessment of Lithium, Macro- and Microelements in Water, Soil and Plant Samples from Karst Areas in Romania. Materials 2021, 14, 4002. <https://doi.org/10.3390/ma14144002>
- [10.] Ana Moldovan, Maria-Alexandra Hoaghia, Eniko Kovacs, Ionut, Cornel Mirea, Marius Kenesz, Răzvan Adrian Arghir, Alexandru Petculescu, Erika Andrea Levei, and Oana Teodora Moldovan. Quality and Health Risk Assessment Associated with Water Consumption - A Case Study on Karstic Springs. Water 2020, 12(12), 3510; <https://doi.org/10.3390/w12123510>
- [11.] Karin Broberg, Gabriela Concha, Karin Engström, Magnus Lindvall, Margareta Grandér and Marie Vahter: Lithium in Drinking Water and Thyroid Function, Research, Environmental Health Perspectives, volume 119, number 6, June 2011, 827-830
- [12.] WHO, A global overview of national regulation and standards for drinking water quality, second edition, 2021, ISBN 978-92-40-002364-2, electronic version
- [13.] Allan H. Young: More good news about the magic ion: lithium may prevent dementia, The British Journal of Psychiatry, 2011, 198, 336–337.
- [14.] Yacobi S, Ornoy A.: Is lithium a real teratogen? What can we conclude from the prospective versus retrospective studies? A review., Isr J Psychiatry Relat Sci 2008, 45 (2), 95–106.