

SZÜRKEVÍZ MINTÁK SZERVES ANYAG TARTALMA ÉS A MIKROBASZÁM KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉSEK VIZSGÁLATA

ANALYSIS OF RELATIONSHIPS BETWEEN ORGANIC CONTENTS AND MICROBIAL QUALITY OF GREYWATER

PETRÁNYI Andrea, BOROS Norbert

Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék
Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 4028 Debrecen, Ótmető u. 2-4.
andi.petranyi@gmail.com

Kivonat: Az utóbbi években megnőtt az érdeklődés a szürkevíz újrahasznosítása iránt, mivel igen sok területen okoz problémát a kevés csapadék és az általános vízhiány. Vizsgálataink során az Északkelet- Magyarországi régió szürkevízeinek mikrobiológiai minőségét elemeztük. A mikrobiológiai vizsgálatokon kívül mértük az oldott szerves széntartalmat (DOC), biológiai oxigénigényt (BOI), illetve zavarosságot, pH-t, redoxi potenciált, sótartalmat és fajlagos vezetőképességet. A vizsgált minták baktérium terheltsége 5,1 és 5,9 lgCFU/ml között volt. Az *E. coli* szennyezés elsősorban a fürdővizekben volt kimutatható (2,5 lgCFU/ml), de egyes minták esetében nyomokban mind a mosó mind a mosogatóvízben találtunk *E. coli* szennyezést. Általánosságban elmondható, hogy magasabb szerves anyag tartalmú szürkevíz mintákban magasabb összecsíraszámot és koliform baktériumot találtunk.

Kulcsszavak: szürkevíz, mikrobiológiai vizsgálat, biológiai oxigénigény, oldott szerves széntartalom

Abstract: Interest in reuse of different wastewater fractions has increased in recent years by reason of the increase of water demand and shortage due to low rainfall. In this study was analysed the microbiological quality of greywater samples from the North-Eastern region of Hungary. Beyond microbiological quality we measured dissolved organic carbon (DOC), biochemical oxygen demand (BOD), turbidity, pH, redox potential, salinity, and specific conductivity parameters. The bacterial load of the samples were between 5,1 and 5,9 log₁₀CFU/ml. We detected high *E. coli* contamination in the greywater from bath (2.5 log₁₀CFU/ml), but in some samples from washing and diswashing water we also revealed *E. coli* contamination. Generally, if the organic content was higher in the greywater samples, the total count and coliform bacteria count was also higher.

Keywords: greywater, microbial analysis, biological oxygen demand, dissolved organic carbon

1. BEVEZETÉS

A globális felmelegedés, vízkészleteink rohamos csökkenése, illetve a vízminőség-romlás hatására a kutatók világszerte egyre több módszerrel próbálják az ivóvíz felhasználást csökkenteni. A szárazabb területeken, ahol nagy a vízhiány, ez a probléma koncentráltabban jelentkezik, melyre megoldást kínál a szürkevíz megfelelő kezelést követő újrahasznosítása [1].

A szürkevíz felhasználására számos lehetőség áll rendelkezésre, úgymint parkok és golfpályák öntözése, növények trágyázása [2], WC öblítés [3], vagy talajvíz utánpótlás [4].

Egyes kutatások szerint a napi vízfelhasználás 60-70%-a alakul át hasznosítható szürkevízzé [5]. Ebbe beletartoznak a mosó- és mosogatógépekből, kézi mosogatásból kikerülő, illetve a fürdőszobai kézmosókból, fürdőkádakból, zuhanyzókból származó szennyvizek [6], nem tartoznak bele azonban a WC öblítésekből származó úgynevezett fekete vizek. A naponta termelődő szürkevíz akár a 90-120 l/fő mennyiséget is meghaladhatja [1].

A különböző eredetű szürkevíz azonban minőségileg eltérő. Míg a fürdővíz főként tisztálkodási szereket, bőrrészecskéket, haját, nyomokban vizelet vagy fekáliamaradványokat tartalmazhat, a mosásból eredő vízben nagy mennyiségű vegyszer, oldószer, tenzid, felületaktív anyag található. Fehérnemű és pelenkamosás esetén a fürdővíz mellett a mosásból származó víz is tartalmazhat fekália

eredetű szennyeződések. A konyhai szűrkevíz pedig elsősorban ételmaradékokat, olajat, zsírt és mosogatószert tartalmazhat. Az előbbieket alapján elmondható, hogy a szűrkevíz tartalmazhat *Escherichia coli* baktériumokat [8], illetve bélbaktériumokat [7] és humán-egészségügyi szempontból kockázatos lehet az ilyen jellegű szűrkevíz kezelés nélküli újrahaznosítása. O'Toole felhívja a figyelmet arra, hogy az egyes vízmintákban az *E. coli* mennyisége akár 14% is lehet [8]. Azonban a szűrkevíz szennyezettségének megállapításához nem biztos, hogy elegendő csak a mikrobaszámot vizsgálni [7].

Ottoson és Stenström (2003) felhívja a figyelmet arra, hogy az indikátorbaktériumok mennyisége alapján túlbecsülhetik a fekális szennyeződés mértékét és ezáltal a kórokozók veszélyét is. Ennek kiküszöbölésére számos kutatásban alkalmaznak kémiai vegyületeket, mint például a coprostanol.

Vizsgálataink során különböző szűrkevízforrások mikrobiológiai minőségét, illetve a vízminták szerves anyag tartalma és mikrobiológiai jellemzői közötti összefüggéseket határoztuk meg.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A vízmintákat különböző lakóhelytípusokból (családi ház, panellakás, kollégium) vettük 2013 tavaszán és nyarán. A mintavétel merítéses módszerrel történt, mely során mintegy 0,5-0,7 liter mintát gyűjtöttünk üvegedénybe minden mintavételi helyen az egyes szűrkevízforrásokból. Annak érdekében, hogy a minták minősége, összetétele ne változzon a mintavételtől a vizsgálat elvégzéséig eltelt idő alatt, a mintákat 4 °C alatt tároltuk. A mintavételt követő 24 órán belül történt a minták analitikai vizsgálata.

A mikrobiológiai vizsgálatokat Hygiene Monitor gyorstesztetekkel (TRANSIA Germany) végeztük. Ezen gyorstesztet főként az élelmiszeriparban használják a mikroorganizmusok számának meghatározására. A rendszer egy lecsavarható kupakú hengerből és duplaoldalú műanyag alátétből áll, amely a mikrobák két táptalajon történő egyidejű vizsgálatát teszi lehetővé [9]. A tesztek alkalmasak felületről vagy folyadékból történő elemzésre egyaránt. Méréseink során kétféle gyorstesztet alkalmaztunk. Az egyik segítségével a koliform baktériumok számát és a TTC összcsíraszámot, a másik teszttel pedig az *E. coli* kolóniákat és a koliform baktériumok számát határoztuk meg. Az egyes teszteknel az inkubációs idő 24 és 72 óra volt, eközben 18, 24, 48 és 72 óra elteltével ellenőriztük a mintákat, az inkubációs hőmérséklet mindkét vizsgálat során 37 °C volt, melyet termosztát szekrényrel biztosítottunk. Az eredmények leolvasása a teszthez tartozó táblázat alapján történt. A kapott eredményeket lgCFU/ml egységben adtuk meg.

A szűrkevíz minták szerves anyag tartalmának megállapítása BOI₅ (biológiai oxigénigény) és DOC (dissolved organic carbon) mérésével történt. A BOI-érték az összes szerves anyag tartalomra, míg a DOC-érték az oldott és kolloidális méretű szerves anyag tartalomra utal. A biológiai oxigénigény mérése 5 napos inkubációs idővel történt 20 °C-on. A DOC meghatározása Shimadzu TOC-V_{CPN} összes szerves széntartalom mérő készülék segítségével végeztük el.

3. EREDMÉNYEK KIÉRTÉKELÉSE

Vizsgálataink során az Északkelet-Magyarországi régió szűrkevízeinek mikrobiológiai minőségét elemeztük. Mintáinkat háztartások fürdővízeiből, mosógépeiből, mosogatógépeiből, illetve kézi mosogatásból vettük, referenciaként pedig csapvizet használtunk. Összesen 43 szűrkevíz mintát (15 fürdővíz, 15 mosóvíz, és 13 mosogatóvíz) és 9 csapvíz mintát vizsgáltunk. A csapvíz minták ugyanazon forrásokból származnak, mint a szűrkevíz minták.

Az 1. táblázat alapján megállapítható, hogy az összcsíraszám értéke minden mintában 5 lgCFU/ml feletti, az egyes minták összcsíraszám között statisztikailag kimutatható eltérést nem tapasztaltunk. Az összcsíraszám a mosóvízekben volt a legmagasabb, 5,9 logCFU/ml. A koliform számot kétféle táptalajon vizsgáltuk, az egyiket 24 óráig, a másikat pedig 72 óráig. A kapott eredmények között jelentős különbséget nem tapasztaltunk, a megjelenő különbségek oka lehet az eltérő inkubációs idő. A koliform baktériumok száma a fürdő és a mosóvízekben volt a legnagyobb, 5 lgCFU/ml körüli érték. A mosogatóvízben a koliformok száma alacsonyabb, 4 lgCFU/ml. Ahol magas az

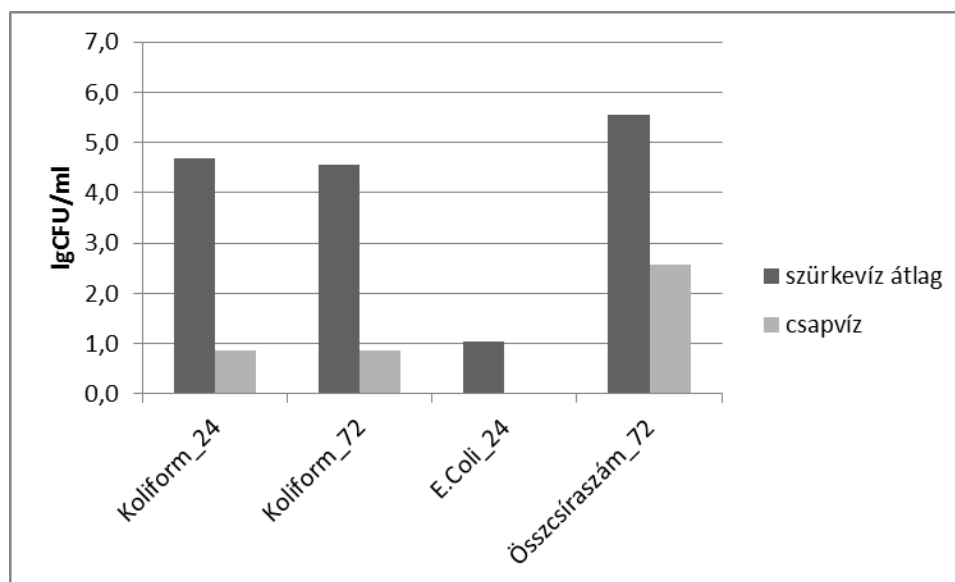
összcíraszám, ott a koliformok száma is magas volt, ez viszont az E. coli baktérium esetében nem mondható el. Az E. coli baktérium mindhárom szűrkevíz típusban kimutatható, mennyisége a fürdővizekben a legmagasabb, 2,5 lgCFU/ml, ami főként fekáliás eredetű szennyezetségre utal. A 11 fürdővíz mintából háromban nem volt kimutatható az E. coli jelenléte. Ezen kívül megtalálható kis mennyiségben a mosóvízben, 0,2 lgCFU/ml, illetve a mosogatóvízben is, 0,4 lgCFU/ml. A mosóvízbe valószínűleg fehérnemű mosása során kerül be. Meglepő, hogy a mosogatóvízben is találtunk E. coli szennyeződést. Feltételezhető, hogy kézről került bele, ami felhívja a figyelmet arra, hogy a mosogatósból származó szűrkevizekben is vizsgálni kell az E. coli jelenlétét.

Az alábbi adatok alapján tehát megállapítható, hogy a szűrkevizekben az összecsíraszám átlaga 5,5 lgCFU/ml, a koliform baktériumok száma 4,5 lgCFU/ml, az E. coli baktérium mennyisége 1 lgCFU/ml volt.

1. táblázat: Szűrkevíz és csapvíz minták mikrobiológiai minőségére vonatkozó átlagértékek

	Koliform_24 (lgCFU/ml)	Koliform_72 (lgCFU/ml)	E.Coli_24 (lgCFU/ml)	Összcíraszám_72 (lgCFU/ml)
Csapvíz	0,9	0,9	0,0	2,6
Fürdővíz	5,3	4,7	2,5	5,6
Mosóvíz	4,7	4,9	0,2	5,9
Mosogatóvíz	4,0	3,9	0,4	5,1
Szűrkevíz átlag	4,6	4,5	1,0	5,5

Az 1. ábrán megfigyelhető, hogy a csapvíz minták kis mértékben tartalmaznak koliform baktériumokat, 0,9 lgCFU/ml mennyiségben. Ahogy az elvárás is az ivóvíz-előállításnál, E. coli nem volt kimutatható a csapvíz mintákból.



1. ábra: Szűrkevíz és csapvíz minták mikrobiális terheltsége

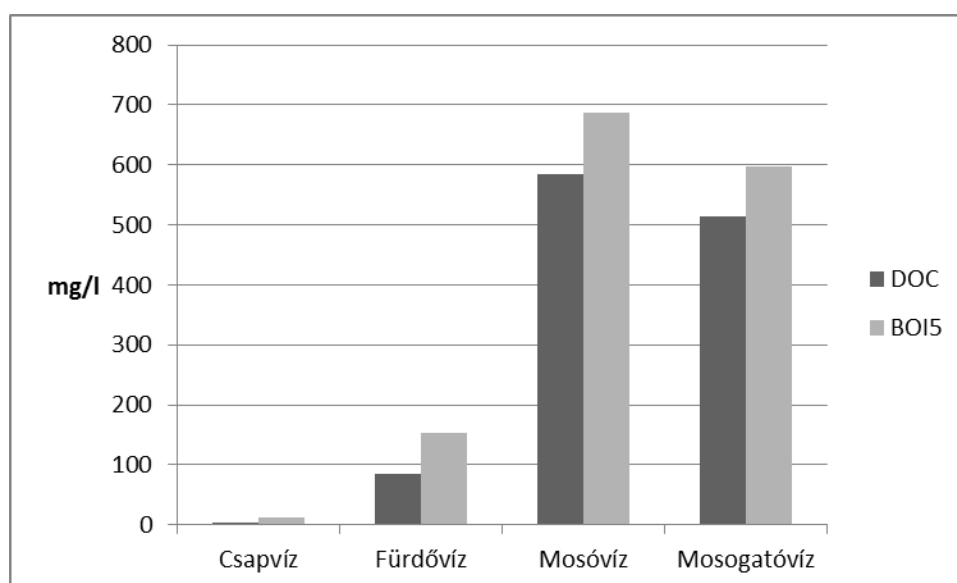
A 2. táblázatban látható, hogy a szűrkevizek pH értéke 7,5-7,9 között mozgott, kiugrás nem volt tapasztalható. A zavarosság értéke a szűrkevizekben 360 NTU, ezen belül a mosogatóvizekben a legmagasabb, 672 NTU.

A mosó- és mosogatóvizek vezetőképessége igen magas, 1744 és 1238 μ S/cm, amit főként a bennük lévő sók okoznak. Így a sótartalmuk is kiemelkedően magas, 0,7 és 0,4 g/l, ami a mosó- és mosogatószerek magas oldott anyag tartalmára utal.

A 43 szűrkevíz mintában a BOI eredmények átlaga közel 500 mg/l, a DOC-átlag közel 400 mg/l (2. ábra).

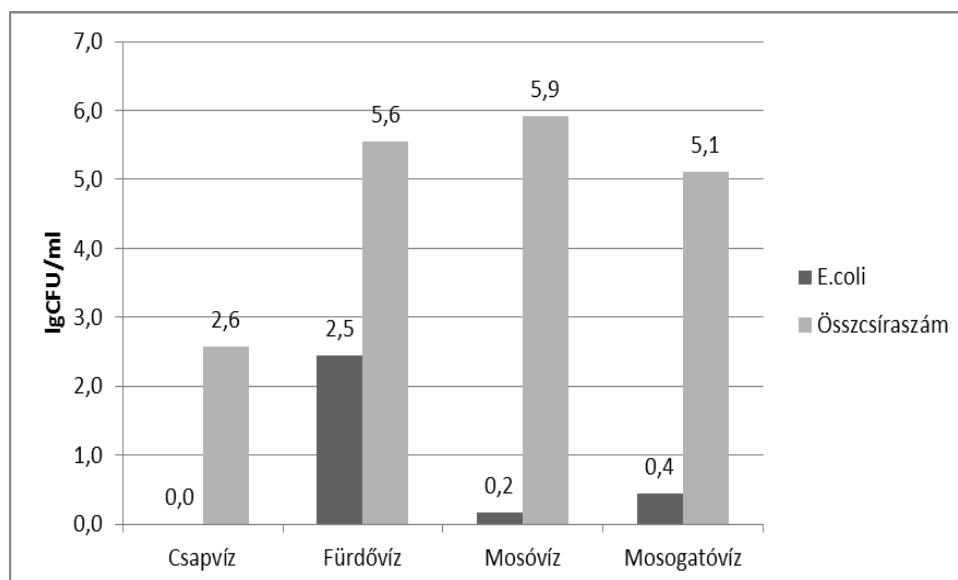
2. táblázat: Szűrkevíz és csapvíz kémiai paramétereire vonatkozó mért átlagértékek

	pH	Zavarosság (NTU)	redoxi feszültség (mV)	Vezetőképesség ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	sótartalom (g/l)	DOC (mg/l)	BOI ₅ (mg/l)
csapvíz	7,5	0,3	-26,7	563,6	0,0	2,9	12,2
fürdővíz	7,5	75,7	-31,0	654,5	0,1	85,5	152,3
mosóvíz	7,9	333,3	-51,0	1744,1	0,7	585,5	686,7
mosogatóvíz	7,8	672,1	-45,9	1238,2	0,4	513,4	598,2
Szűrkevíz átlag	7,7	360,3	-42,6	1212,3	0,4	394,8	479,1



2. ábra: Biológiai oxigénigény és oldott szerves széntartalom az egyes szűrkevíz mintákban

A mosó- illetve mosogatóvízeknél volt a legmagasabb a szerves anyag tartalma, BOI értékük átlagosan 687 és 598 mg/l. Ezen szűrkevíz típusokban magas összcsíraszám volt kimutatható, 5,9 és 5,1 lgCFU/ml (3. ábra). Ugyanez azonban nem mondható el a fürdővizekről, melyek összcsíraszámuk szintén 5 lgCFU/ml feletti, azonban a szerves anyag tartalma jóval alacsonyabb, BOI értékük csak 100 mg/l körül volt. Az alacsony szerves anyag tartalom tehát nem feltétlenül jelenti azt, hogy alacsony a mikrobiális terheltsége vizsgált mintának.



3. ábra: Összcisírászm és E. coli baktérium átlagos mennyisége a szűrkevizekben

4. KÖVETKEZTETÉSEK

Eredményeik alapján megállapítható, hogy a mosó- és mosogatóvíz minták tulajdonságaik alapján számos paraméter tekintetében nagy hasonlóságot mutatnak. A fürdővíz minták több szempontból is eltérnek a másik két szűrkevízforrástól. Szerves anyag tartalmuk lényegesen kisebb, mint a mosó- és mosogatóvíz mintáknak, ugyanakkor az E. coli baktérium jelenléte a fürdővizekben a legjelentősebb. Ezáltal a fürdőből eredő szűrkevíz egészségügy szempontból potenciális veszélyforrást jelenthet.

Összegzésképpen elmondható, hogy vizsgálataink során a szűrkevíz mintáknál megállapított magas mikrobiális terheltség és magas szerves anyag tartalom miatt az újrafelhasználás előtt a szűrkevíz kezelése elengedhetetlen.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0041 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

FELHASZNÁLT SZAKIRODALOM

- [1] PÁL, K-NÉ: A szűrkevíz kezelése és újrahasonosítása, Műszaki információ, Környezetvédelem, 2010/5. szám 81-91.
- [2] OKUN, D. Distributing reclaimed water through dual systems. Journal of the American Water Works Association 1997. 89(11):52-64.
- [3] SANTALA, E., UOTILA, J., ZAITSEV, G., ALASIURUA, R., TIKKA, R., TENGVALL, J., Microbial greywater treatment and recycling in an apartment building. AWT-98, Advanced Wastewater Treatment, Recycling and Reuse, Milan, 1998. p. 319-24.
- [4] ASANO, T., LEVINE, A., Wastewater reclamation, recycling and reuse: past, present and future. Water Science and Technology 1996. 33(10-11):1-14.
- [5] FRIEDLER, E., KOVALIO, R., BEN-ZVI, A., Comparative study of the microbial quality of greywater treated by three on-site treatment systems, Environmental Technology 2006. 27:6, 653-663.
- [6] BIRKS, R., HILLS, S., Characterisation of Indicator Organisms and Pathogens in Domestic Greywater for Recycling, Environmental Monitoring and Assessment, DOI 10.1007/s10661-006-9427-y.

- [7] **OTTOSON, J., STENSTRÖM, T. A.**, Faecal contamination of greywater and associated microbial risks. *Water Research* 2003. 37:645-655
- [8] **O'TOOLE, J., SINCLAIR, M., MALAWARAARACHCHI, M., HAMILTON, A., BARKER, S.F., LEDER, K.**, Microbial quality assessment of household greywater, *Water Research*, 2012. 46:4301-4313.
- [9] **TRANSIA GMBH**, Hygiene Monitor für die mikrobiologische Hygieneuntersuchung, Dieselstraße 9A - 61239 Ober-Mörlen.