

Szintetikus fürdővizek kezelésének és csíranövényekre gyakorolt hatásának elemzése

Analysis of the Treatment of Synthetic Bathing Waters and Their Effects on Seedlings

Pál Krisztina,¹ Izbékiné Szabolcsik Andrea,² Bodnár Ildikó,³ Bellér Gábor⁴

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezetmérnöki Tanszék, Debrecen, Magyarország

¹ palkrisztina23@gmail.com

² szabolcsikandi@eng.unideb.hu

³ bodnari@eng.unideb.hu

⁴ beller.gabor@eng.unideb.hu

Abstract

Synthetically produced bathing waters and their effect on seedlings were analysed in our research. The artificially produced bath waters were treated in different ways. Primarily, simple filtration was performed through a layer of silica sand. During the tests, the obtained greywater was investigated before and after the treatment with the help of various water quality parameters. Irrigation was set as the goal of recycling, and germination experiments were performed on mustard seeds. In these experiments, the synthetically generated treated and untreated bath water was used as irrigation water. Considering the results obtained during the germination, it can be said that the treatment is necessary in any case. Based on the results, it was shown that the filtration was not sufficient, so coagulation was used as an additional treatment method, for which we determined the optimal amount of treatment agent as a starting step.

Keywords: *artificial bathwater, reuse, germination, treatment.*

Összefoglalás

Kutatómunkánk során szintetikusan előállított fürdővizeket és azok csíranövényekre gyakorolt hatását elemeztük. A mesterségesen előállított fürdővizeket különböző módszerekkel kezeltük. Elsősorban egyszerű szűrést végeztünk kvarchomokrétgen keresztül. A vizsgálatok során a kapott szürkevizet kezelést megelőzően és azután analizáltuk, különböző vízminőségi paraméterek segítségével. Újrahasznosítási célként az öntözést tűztük ki, ebből adódóan mustármagvakon csíráztatási kísérletet végeztünk el, amelyhez öntözővízként a szintetikus módon létrehozott kezelt és kezeletlen fürdővizet használtuk fel. A csíráztatás során kapott eredményeket tekintve elmondható, hogy a kezelés mindenféleképpen szükséges. A kezelés eredményei nem voltak elégségesek, ezért további kezelési módszerként koagulációt alkalmaztunk, amelyhez kezdő lépésként megállapítottuk az optimális kezelőszer mennyiségét.

Kulcsszavak: *szintetikus fürdővíz, újrahasználat, csíráztatás, kezelés.*

1. Bevezetés

Napjainkban egyre nagyobb globális problémát jelent az édesvíz hiánya, amiből kifolyólag a Föld népességének kb. egyharmada nem jut hozzá a napi ajánlott ivóvízmennyiséghez. A fenntartha-

tósági célok alapján kiemelten óvnunk kell a rendelkezésünkre álló ivóvízkészletünket. Azokon a helyeken, ahol már napjainkban is ivóvízhiány lép fel, különböző kezelési módszerek segítségével, pl. a sós tengervízből membrántechnológiai

megoldásokkal állítanak elő ivóvizet, viszont ezek az eljárások kifejezetten költségesek. Az ivóvízhiány megelőzésére megfelelő módszer lehet pl. az ún. szűrkevizek kezelése és újrahasználata.

2. A szűrkevíz

A háztartási szennyvizek esetében megkülönböztetünk a WC-öblítése során keletkező feketevizet (dark water) és a vizes blokkokban, konyhákban keletkező szűrkevizet (greywater), mely utóbbi frakciók nem tartalmaznak fekális eredetű szennyeződések. A szűrkevizet keletkezhetnek tehát mosás, mosogatás és tisztálkodás során. A mosogatás során keletkező szűrkevíz jelentős mértékben tartalmaz ételmaradékokat, zsírokat és a mosogatás során használt mosogatószereket. A mosásból származó vizek nagy koncentrációban tartalmaznak változatos kémiai anyagokat. A tanszéki kutatási, valamint a szakirodalmi adatok alapján a legkevésbé terhelt szűrkevízfrakciók egyértelműen a fürdés/zuhanzás során keletkeznek, amelyek tisztálkodószereket (tusfürdő, sampon, szappan), valamint a bőrfelületről származó zsírokat, olajokat és egyéb szennyeződések tartalmaznak [1–3].

A napi egy főre jutó vízfogyasztás Magyarországon jelenleg 100-110 l/fő körül alakul. A vízfogyasztás kb. 38%-át a tisztálkodás során használjuk fel. Évente a szennyvíztisztító telepekre megközelítőleg 450 millió m³ szennyvíz kerül. Ennek a 38%-át, közel 171 millió m³ kevésbé terhelt szennyvíz kezelésével és újrahasználásával jelentős megtakarításra tehetünk szert.

A tisztálkodás során keletkező szennyvizek kezelés után számos módon újrahasználhatjuk. Ezek közül a két legjellemzőbb felhasználás a WC-k öblítése és az öntözés [4, 5].

A fentiek alapján a kutatásunk alapjául a fürdővizet választottuk, mint kezelendő és újrahasznosítandó frakció, változatos kezelést alkalmazva újrahasználatként pedig csiránövények segítségével az öntözési megoldást tanulmányoztuk.

3. Anyag és módszertan

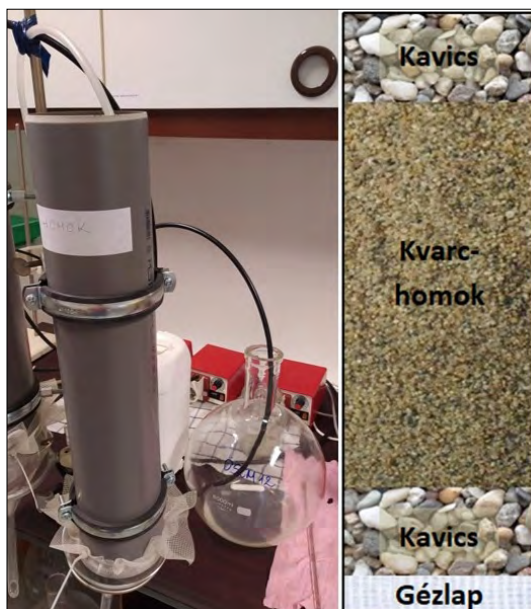
Vizsgálataink alapját a Debreceni Egyetem Műszaki Karának Környezetmérnöki Tanszék kutatócsoportja által kialakított receptúra által létrehozott szintetikus fürdővíz képezi. A kapott szintetikus fürdővíz vízminőségi paraméterei jól reprezentálják a mindennapok során keletkező fürdővizet tulajdonságait. A fürdővizet két formában hoztuk létre: hagyományos tisztálkodószerek, illetve ún. öko-tisztálkodószerek mint

alkotó összetevők felhasználásával, ezen komponensek ivóvízben történő feloldásával [1, 6, 7]

Az állandó összetételű, mesterségesen létrehozott fürdővizet első kísérleti fázisban egyszerű gravitációs szűréssel (1. ábra) kezeltük, amelyhez kvarchomokrétet alkalmaztunk [8].

A folyamatos kezelési hatások nyomon követése érdekében vizsgáltuk a létrehozott fürdővizet kezelt és kezeletlen formában, továbbá a fürdővíz alapját képező ivóvizet is analizáltuk. A mérések során a következő vízminőségi paramétereket vizsgáltuk: pH, zéta-potenciál, fajlagos elektromos vezetőképesség, zavarosság, biológiai oxigénigény (BOI₅), összes szerves széntartalom (T/DOC) és ANA-detergens-tartalom. A pH méréséhez WTW SenTix 41-3 pH-mérő elektródát, a zéta-potenciálhoz, illetve a fajlagos elektromos vezetőképességhez a Zetasizer Nano Z készüléket, a BOI₅ esetén OxiTop IS 12 manometrikus BOI-mérő üvegeket, és az összes szerves széntartalom mérésére Shimadzu TOC-V_{CPN}-típusú készüléket használtunk. Az ANA-detergens-tartalom meghatározására az ISO 2271:1989 szabványt alkalmaztuk [9, 10].

Újrahasználási célként az öntözést tűztük ki, ezért csíráztatási kísérleteket végeztünk fehér mustármagvakon. Öntözővízként a kezeletlen és kezelt szintetikus fürdővizet használtuk, továbbá kontrollvizsgálatként ivóvizet is végeztünk. A kísérlet mind a hagyományos, mind az ún. öko-tisztálkodószereket tartalmazó fürdővízzel



1. ábra. Kvarchomok-szűrőközeg

meg történt. A szabvány szerinti csíráztatás 72 órán keresztül történt, amit ezután csíraanalízis követett [11]. A vizsgálat során a következő jellemzőket mértük: kicsírázott magvak száma, gyökér-, illetve szárhossz, nedvességtartalom, nedves-, illetve száraz biomasszatömeg, továbbá a csírák elemanalízise (Agilent ICP-OES-készülékkel) is meg történt [10].

A kezelés során folyamatosan követtük a vízminőségi jellemzők változását, amelyből megállapítottuk, hogy az első kísérleti fázisban alkalmazott szűrés nem elégséges. Így a továbbiakban kémiai kezelést alkalmaztunk koagulációs kísérletek bevonásával. Első lépésként a zéta-potenciál mérésével megállapítottuk az optimális koagulálószer mennyiségét, ezzel biztosítva a későbbi összetett kezeléseink során optimális kezelőszer-mennyiséget.

4. Következtetések

Vizsgálataink alkalmával 2 mérésorozatot végeztünk, mind a hagyományos, mind az öko-tisztálkodószereket tartalmazó fürdővízminták segítségével. A minták analizálása során kapott eredményeket jelen fejezetben ismertetjük.

4.1. Vízminőségi paraméterek változásai a kezelés hatására

A kezeletlen szintetikus fürdővíz pH-ja $7,81 \pm 0,03$, míg az ökoszintetikus fürdővízé $8,10 \pm 0,2$ volt. A kvarchomokon történő szűrés hatására minimálisan csökkent a pH; a szintetikus minta esetében $7,61 \pm 0,04$ -re, míg az öko-tisztálkodószereket tartalmazó minták pH-ja $7,73 \pm 0,05$ -re változott.

A zéta-potenciál mérésekor a szintetikus minta esetében minimális csökkenés következett be a szűrés hatására, $(-12,4) \pm 2,3$ mV-ról $(-12,1) \pm 1,6$ mV-ra. Ezzel ellentétben az ökoszintetikus minták esetén jelentős csökkenést figyeltünk meg. A kezeletlen minta zéta-potenciálja $(-31,4) \pm 0,4$ mV volt, majd a kezelés hatására ez az érték kb. a felére csökkent, és a zéta-potenciál értéke $(-15,6) \pm 1$ mV lett.

A minták fajlagos elektromos vezetőképessége mind a két mintacsoport esetén a kezelés eredményeként ugyancsak csökkenést mutatott. A szintetikus minta kezelés előtt átlagosan $897 \pm 0,03$ $\mu\text{S/cm-t}$, míg az ökoszintetikus fürdővíz $881 \pm 0,06$ $\mu\text{S/cm-t}$ mutatott. A szűrésnek köszönhetően ezek a paraméterek előbbi esetben $754 \pm 0,08$ $\mu\text{S/cm-re}$, míg utóbbi esetben $730 \pm 0,1$ $\mu\text{S/cm-re}$ csökkentek.

A két mintacsoport összes szerves széntartalma (T/DOC) közel megegyezett: a szintetikus mintá-

ké átlagosan 72 ± 1 mg/l míg az ökoszintetikus mintáké 70 ± 4 mg/l volt. A kezelés után is szinte azonos értékre csökkent az összes szerves széntartalom. A szintetikus fürdővizek esetében ez 17 ± 1 mg/l-t, az ökoszintetikus fürdővízminták esetén 22 ± 2 mg/l-t jelentett.

A környezetbe kerülő szennyvizek esetében fontos megemlítenünk a fürdővíz ANA-detergens-tartalmát. A fürdővíz detergenstípusú szennyezői jelentős káros hatással lehet környezetünkre, természetes vízforrásainkra [12]. Az anionaktív detergenstartalom mérése során megállapítottuk, hogy az ökoszintetikus minták detergenstartalma (51 ± 1 mg/l) kétszerese a hagyományos tisztálkodószereket tartalmazó vízmintáékénak (22 ± 1 mg/l). Szűrést követően mérés határ alatti értéket kaptunk.

A nemzetközi szakirodalmak két vízminőségi paraméter esetén adnak ajánlást a szürkevíz kezelését, illetve újrahasznosítását illetően. Az egyik ilyen paraméter a biológiai oxigénigény (BOI_5), amely jól reprezentálja a fürdővíz biológiailag bontható szervesanyag-tartalmát. Az ajánlás alapján az újrahasználat feltétele a 10 mg/l alatti BOI -érték. A szintetikus minták szűrés előtti BOI -értéke 120 ± 28 mg/l volt, majd szűrés után ez az érték 60 ± 1 mg/l-re, míg az ökoszintetikus fürdővizek esetén 154 ± 19 mg/l-ről 75 ± 16 mg/l-re csökkent. Megállapítottuk, hogy a fenti ajánlás alapján a minták további kezelést igényelnek.

A másik lényeges vízminőségi jellemző a zavarosság értéke. Az Egyesült Államokban jelenleg hatályban lévő szabályozás szerint az újrahasználatra szánt vizek zavarossága max. 5 NTU, átlagértéke 2 NTU lehet [13]. A kezeletlen minták esetén megállapítottuk, hogy a hagyományos tisztálkodószereket tartalmazó vízminták ($46,7 \pm 2,5$ NTU) zavarossága közel háromszor nagyobb, mint az ökoszintetikus vízmintáké ($15,8 \pm 0,1$ NTU). Kezelés után a minták zavarossága $2,5 \pm 1,1$ NTU-ra, illetve $2,7 \pm 0,6$ -ra csökkent, azaz az elvárt felső határ alá sikerült csökkentenünk a vízminták zavarosságát, viszont a javasolt 2 NTU-zavarossági értéket még nem sikerült ezzel a kezeléssel teljesítenünk [7, 14].

4.2. Csíráztatási kísérletek

Kutatómunkánkban a kezelést követő újrahasználati célként az öntözést tűztük ki, csíráztatási kísérleteket végeztünk fehér mustármagvakon. Az öntözést kezeletlen és kezelt szintetikus fürdővízmintákkal, illetve ivóvízzel is elvégeztük. Minden öntözővíztípushoz 3-3 Petri-csészét használtunk, melyekbe 25-25 db azonos nagyságú és

kinézetű mustármagot készítettünk elő (2. ábra). A szabványos kísérlet időtartama 72 óra volt, az öntözés naponta 10 ml vízmintával történt.

A magvakból kinőtt csírákat megvizsgáltuk, a mérési adatok alapján pedig megállapítottuk, hogy öntözést megelőzően a fürdővizet mindenféleképpen szükséges kezelni. Az összehasonlítást az ivóvízzel öntözött csírákhoz viszonyítva végeztük el.

Az 1. táblázat a gyökérrészek hosszát, illetve a gyökérhossz százalékos változását mutatja be. A gyökérhossz a kontrollivóvíz esetén átlagosan 19 ± 2 mm és 23 ± 2 mm volt. A szintetikus vízminták esetén a kezeletlen fürdővízzel öntözött csírák gyökérhossza a kontrollhoz képest 37,2%-os csökkenést, míg a kezelt mintáké 14,4%-os túlnövekedést mutatott.

Az ökoszintetikus vízmintákkal öntözött csírák gyökérhosszával kapcsolatosan megállapítottuk, hogy a szintetikus mintákhoz hasonlóan, a kezeletlen fürdővízzel öntözés a csírák gyökérhosszára 35,5%-os csökkenéssel bírt, míg a kezelt mintákkal öntözött csírák esetében 7,5%-os túlfejlődést figyeltünk meg a kontrollivóvízzel öntözött mintákhoz képest.

A 2. táblázat alapján a szárhossz változásait elemeztük. A kontrollivóvízzel öntözött csírák szárhosszai átlagosan $19,0 \pm 1,5$ mm és $23,3 \pm 1,4$ mm voltak. Ehhez az értékhez képest a kezeletlen hagyományos tisztálkodószereket tartalmazó mintákkal öntözött csírák szárhosszai 33,5%-os, míg az öko-tisztálkodószereket tartalmazó mintákkal öntözött csírák szárhosszai 42,3%-os csökkenést mutattak. A kezelt minták mind a két mintacsoport esetében túlfejlődést jeleztek, 8,9%-ot, illetve az ökoszintetikus mintákkal való öntözés esetében 2,4%-ot.

További vizsgálatainkban a csíraminták nedves, illetve száraz biomaszatömegét és az ebből meghatározható nedvességtartalmat elemeztük. Az alábbi táblázatok a gyökér- és a szár rész nedvességtartalmát szemléltetik.

A gyökérrész esetében (3. táblázat) jelentősebb eltérés a kezeletlen mintákkal történő öntözések esetében figyelhető meg. A több mint 10%-os eltérés azzal a jelenséggel magyarázható, hogy a kezeletlen fürdővizekben jelenlévő detergenstartalom eltömíthette a gyökérrész nedvességfelvevő pórusait, így kevesebb nedvességhez jutottak ezek a csírák.

A szár részek nedvességtartalmai (4. táblázat) közel hasonló eredményeket mutattak a gyökérrészekhez, feltételezhető, hogy ezen minták esetében a gyökérrészből nem jutott elég nedvesség a szár részbe. Az eltérés ebben az esetben is közel 10%-os.



2. ábra. A fehér mustármagcsírák fejlődési folyamatai

1. táblázat. Gyökérrészek hosszára vonatkozó adatok

GYÖKÉR	Szintetikus fürdővíz	Változás	Ökoszintetikus fürdővíz	Változás
	mm Átlag±SD	%	mm Átlag±SD	%
Ivóvíz	19,45±2,36	-	23,43±1,73	-
Kezeletlen	12,22±2,16	-37,17	15,12±1,36	-35,47
Kezelt	22,26±1,72	+14,42	25,18±0,59	+7,46

2. táblázat. Szár részek hosszára vonatkozó adatok

SZÁR	Szintetikus fürdővíz	Változás	Ökoszintetikus fürdővíz	Változás
	mm Átlag±SD	%	mm Átlag±SD	%
Ivóvíz	19,0±1,5	-	23,3±1,4	-
Kezeletlen	12,7±0,3	-33,5	13,5±0,1	-42,3
Kezelt	20,7±1,2	+8,9	23,9±1,6	+2,4

3. táblázat. Gyökérrészek nedvességtartalma

GYÖKÉR	Szintetikus fürdővíz	Ökoszintetikus fürdővíz
	Nedvességtartalom	
	% Átlag±SD	
Ivóvíz	94,54±0,29	93,13±1,91
Kezeletlen	85,89±2,01	85,46±0,96
Kezelt	94,59±0,79	93,81±1,33

4. táblázat. Szár részek nedvességtartalma

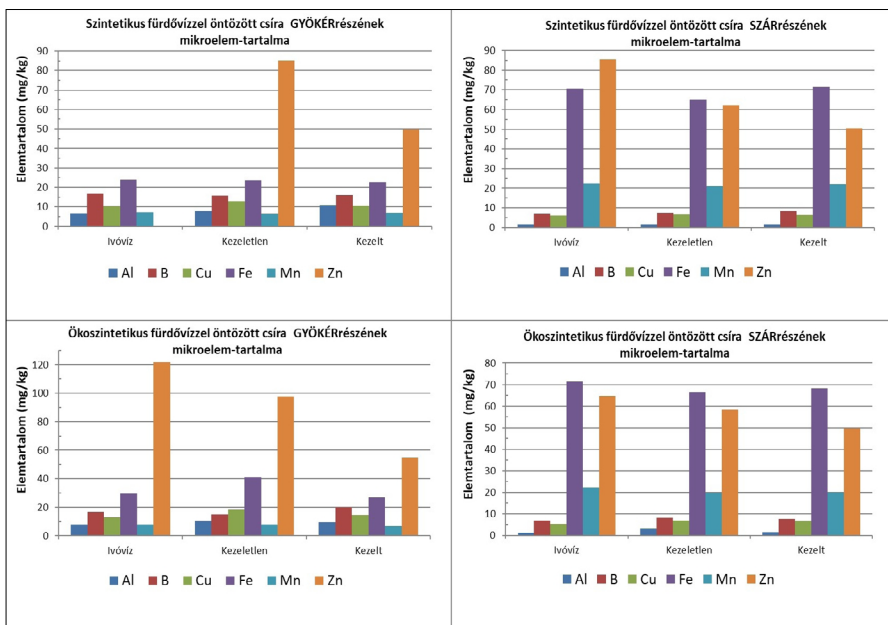
SZÁR	Szintetikus fürdővíz	Ökoszintetikus fürdővíz
	Nedvességtartalom	
	% Átlag±SD	
Ivóvíz	76,6±0,7	74,5±1,8
Kezeletlen	66,4±1,9	63,7±1,6
Kezelt	79,8±0,2	75,6±3,1

A csírákon elemanalitikai vizsgálatokat is végeztünk, abból a célból, hogy feltérképezzük az öntözővíz hatását a mikro-, illetve makroelem-tartalomra.

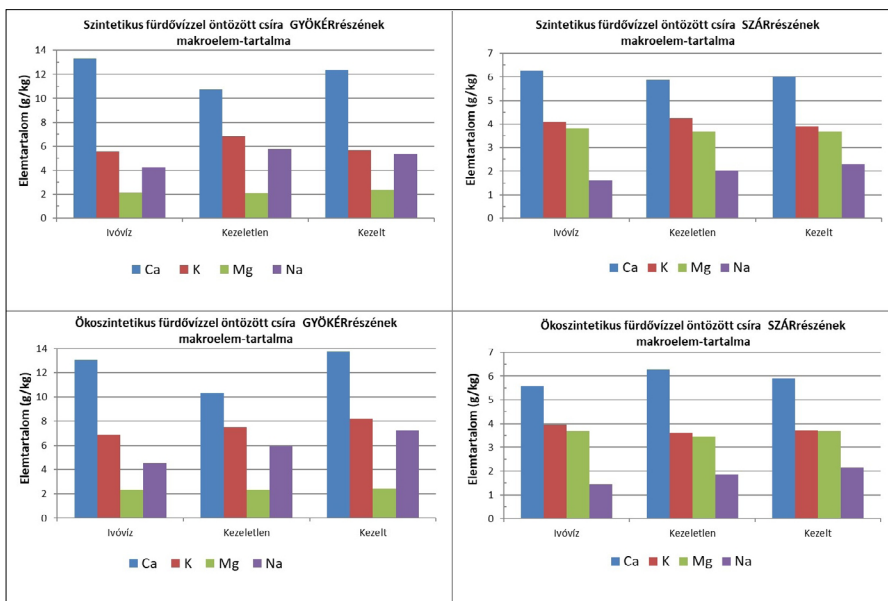
A mikroelemek (3. ábra) közül a szárrészben jelentős mennyiségben a vas, a cink és a mangán,

míg a gyökérrészekben a bór, a réz, a vas és a cink volt azonosítható.

A makroelem-koncentrációkat értékelve (4. ábra) megfigyeltük, hogy a szárrészekben leginkább a kalcium, a kálium és a réz raktározódik el, míg a gyökérrészek esetében nagy koncentrációt mutatott a kalcium, a kálium és a vas.



3. ábra. Mikroelemek mennyisége az egyes növényi részekben



4. ábra. Makroelemek mennyisége az egyes növényi részekben

4.3. Koaguláció

Az kísérleteink kezdetén egyszerű homokszűrővel kezeltük a szintetikus úton előállított fűdővízmintákat. A kezelés hatékonysága a nemzetközi ajánlásokat figyelembe véve nem bizonyult elégségesnek, így vegyszeres kezeléssel terveztük kiegészíteni a szűrési műveletet. Vegyszeres kezelésként vas(III)-kloriddal végzett koagulációt választottuk, amellyel a mintákban található oldott komponensek oldatlan csapadékká alakíthatóak, üleptíthetőek és kiszűrhetőek [15].

Kezdeti lépésként a szükséges koagulálószer optimális mennyiségét határoztuk meg ún. zéta-potenciál-méréssel. A koaguláció abban az esetben nevezhető sikeresnek, ha a kezelt minták zéta-potenciálja -5 mV és 5 mV közé esik, illetve elériük az ún. izoelektromos pontnak megfelelő 0 mV zéta-potenciált.

Az eljáráshoz 25 g/l koncentrációjú vas(III)-klorid törzsoldatot ($\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ -ból készítve) alkalmaztunk. Az optimális kezelőszer mennyiségének megállapításához koagulációs kísérleteket végeztünk, melynek tapasztalatai a 5. ábrán láthatóak.

A szintetikus fűdővízminták esetén (6. ábra) az optimális koagulálószer mennyisége -5 mV és 5 mV közötti tartományban minimum 90 mg/l és maximum 99 mg/l koncentráció értékekben adható meg.

Az ökoszintetikus fűdővízminták (7. ábra) esetén 94 – 107 mg/l Fe^{3+} -adagolása szükséges.

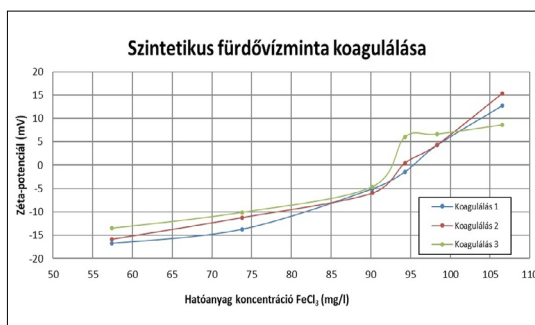
További kutatómunkánkban a fent ismertetett eredmények alapján 11 helyett 41 mintákon tervezzük a koagulációs kísérleteinket követően homokszűrővel jelentősen javítani a kezelt fűdővíz minőségét. Ez által nagy valószínűséggel tudjuk teljesíteni a nemzetközi ajánlásokban szerepeltetett paraméterek határértékeit. A léptéknövelést követően újabb csíráztatási, esetlegesen fejlettebb növények termesztési kísérleteinek elvégzését tervezzük.

Köszönetnyilvánítás

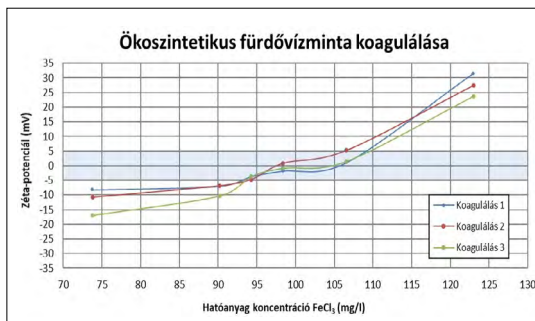
Köszönjük Dr. Baranyai Edinának és Sajtos Zsófiának, hogy a kutatómunkánk során segítségünkre voltak a minták elemtartalmának vizsgálatában. A publikáció és a prezentáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.



5. ábra. Koaguláció folyamata. A minta a koagulálószer hozzáadása után kevertetve, üleptítés közben és üleptítés után.



6. ábra. Hagyományos tisztálkodószereket tartalmazó fűdővízminták koagulációja



7. ábra. Öko-tisztálkodószereket tartalmazó fűdővízminták koagulációja

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Bodnár I., Boros N., Fehérné Baranyai E., Fórián S., Izbékiné Szabolcsik A., Jolánkai G., Keczánné Üveges A., Kocsis D.: *Épületek csapadékvizeinek és szürkevízeinek vizsgálata az Észak-Alföld régióban környezetbarát és energiahatékony hasznosítás céljából*. In: Kalmár F. (szerk.): *Fenntartható energetika megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 2014. 167–201.

- [2] Allen L., Christian-Smith J., Palaniappan M.: *Overview of Greywater Reuse: the Potential of Greywater Systems to Aid Sustainable Water Management*. Pacific Institute, 654/1. (2010) 19–21.
- [3] Bilson S.: *How Greywater Systems Work*. ProQuest, 1998.
- [4] Winward G. P., Avery L. M., Frazer-Williams R., Pidou, M., Jeffrey P., Stephenson T., Jefferson B.: *A Study of the Microbial Quality of Grey Water and an Evaluation of Treatment Technologies for Reuse*. *Ecological Engineering*, 32/2. (2008) 187–190.
- [5] Barker-Reid F., Harper G. A., Hamilton A. J.: *Affluent Effluent: Growing Vegetables with Wastewater in Melbourne, Australia—a Wealthy but Bone-Dry City*. *Irrigation and Drainage Systems*, 24/1. (2010) 79–94.
- [6] Bodnár I., Szabolcsik A., Baranyai E., Uveges A., Boros N.: *Qualitative Characterization of the Household Greywater in Northern Great Plain Region of Hungary*. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13/11. (2014) 2717–2724. <https://doi.org/10.30638/eemj.2014.302>
- [7] Szabolcsik A., Baranyai E., Bodnár I.: *Utilization of Modern Analytical Techniques for the Analysis of House-Hold Generated Greywater Samples*. *International Review Of Applied Sciences And Engineering*, 6/1. (2015) 53–59.
- [8] Dubey A. K., Sahu O.: *Review on Natural Methods for Waste Water Treatment*. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 8/1. (2014) 89–97. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=283232412009>
- [9] Ghaitidak D. M., Yadav K. D.: *Characteristics and Treatment of Greywater – a Review*. *Environmental Science and Pollution Research*, 20/5. (2013) 2795–2809. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1533-0>
- [10] Finley S., Barrington S., Lyew D.: *Reuse of Domestic Greywater for the Irrigation of Food Crops*. *Water, Air, and Soil Pollution*, 199/1. (2009) 235–245. <https://doi.org/10.1007/s11270-008-9874-x>
- [11] MSZ 22902-4: *Víztoxikológiai vizsgálatok*, 1990.
- [12] Bhairi S. M., Mohan C.: *Detergents: A Guide to the Properties and Uses of Detergents in Biology and Biochemistry*. EMD Biosciences, San Diego, CA, 2007.
- [13] USEPA (United States Environmental Protection Agency), *Guidelines for Water Reuse*. Report EPA/625/R-04/108, USEPA, Washington, DC, USA. 2004.
- [14] Oron G., Adel M., Agmon V., Friedler E., Halperin R., Leshem E., Weinberg D.: *Greywater Use in Israel and Worldwide: Standards and Prospects*. *Water Research*, 58, (2014) 92–101. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.03.032>
- [15] Ghaitidak D. M., Yadav K. D.: *Reuse of Greywater: Effect of Coagulant*. *Desalination and Water Treatment*, 54/9. (2015) 913–925. <https://doi.org/10.1080/19443994.2014.924036>