



SZENT ISTVÁN
EGYETEM
GODDILLO

SZIE Szarvasi Campusának kutatási és képzési profiljának specializálása intelligens szakosodással: mezőgazdasági vízgazdálkodás, hidrokultúrás növénytermesztés, alternatív szántóföldi növénytermesztés, ehhez kapcsolódó precíziós gépkezelés fejlesztése

EFOP-3.6.1-16-2016-00016

XXI. SZÁZADI VÍZGAZDÁLKODÁS A TUDOMÁNYOK METSZÉSPONTJÁBAN

II. Víz tudományi Nemzetközi Konferencia

Konferencia kötet

Szarvas, 2019. március 22.



Kiadó:

Szent István Egyetem Agrár- és Gazdaságtudományi Kar
5540 Szarvas, Szabadság út 1-3.

honlap: www.gk.szie.hu

Felelős kiadó:

Dr. Futó Zoltán

egyetemi docens, Szent István Egyetem Agrár- és Gazdaságtudományi
Karának megbízott dékánja

Rácz Istvánné dr.

főiskolai tanár, szakmai vezető EFOP 3.6.1-16-2016-00016 projekt

Szerkesztette:

Dr. Jakab Gusztáv – Csengeri Erzsébet

A kiadvány megjelenését támogatta:

Az **EFOP 3.6.1-16-2016-00016** számú, SZIE Szarvasi Campusának kutatási és képzési profiljának specializálása intelligens szakosodással: mezőgazdasági vízgazdálkodás, hidrokultúrás növénytermesztés, alternatív szántóföldi növénytermesztés, ehhez kapcsolódó precíziós gépkezelés fejlesztése című ESZA által finanszírozott EU projekt.

Nyomda:

Digitális Kalamáris Kiadó és Gyorsnyomda
5540 Szarvas, Fűzfa u. 27.

ISBN 978-963-269-808-3

Szarvas, 2019

A konferencia tudományos és lektori bizottsága:

Rácz Istvánné dr. főiskolai tanár, EFOP szakmai vezető, SZIE AGK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

Prof. Dr. Helyes Lajos egyetemi tanár, intézetigazgató, SZIE MKK Kertészeti Intézet

Dr. Skutai Julianna egyetemi docens, SZIE MKK Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Intézet

Dr. Jakab Gusztáv egyetemi docens, mb intézetigazgató, SZIE AGK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

Dr. Jakabné Dr. Sándor Zsuzsanna tudományos főmunkatárs, NAIK Halászati Kutató Intézet

Dr. Gombos Béla főiskolai docens, SZIE AGK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

Dr. Virág Sándor főiskolai tanár, SZIE AGK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

Dr. Mészáros Miklós főiskolai docens, SZIE AGK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

Dr. Tirczka Imre egyetemi docens - SZIE MKK Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Intézet

Dr. Centeri Csaba egyetemi docens, intézetigazgató, SZIE MKK Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Intézet

Dr. Bodnár Károly főiskolai tanár, SZIE AGK Agrártudományi és Vidékfejlesztési Intézet

Dr. Egri Zoltán főiskolai docens SZIE AGK Agrártudományi és Vidékfejlesztési Intézet

Dr. Grónás Viktor egyetemi docens, SZIE MKK Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Intézet

Tartalomjegyzék

Bányai Gréta - Gulyás Nikolett - Lemmer Balázs - Jákói Zoltán - Hodúr Cecília: Ultrahangos előkezelés hatása az enzimkinetikára	10
Bártfai Z. - Bognár I.-Faust D.-Lágymányosi A. - Tóth L. - Blahunka Z.: Robotok a precíziós mezőgazdaságban	16
Bártfai Zoltán - Kátai László - Szabó István - Gárdonyi Péter - Mezőgazdasági ékszíjhajtások precíziós gépüzemeltetés szempontjából lényeges üzemi paraméterei.....	29
Jákói Zoltán - Berta Adrienn - Papp Viktória - Hodúr Cecília - Beszédes Sándor: Mikrohullámú előkezelés alkalmazási lehetőségei a szennyvíz és iszapkezelési eljárásokban	34
Bognár István - Bártfai Zoltán - Szabó István - Blahunka Zoltán Szakaszevelés teljesítményoptimalizálása	40
Czellér Krisztina - Tuba Géza - Kovács Györgyi - Sinka Lúcia - Zsembeli József- Perce Attila: A <i>Miscanthus giganteus</i> vízfelhasználási hatékonyságának vizsgálata liziméteres kísérletben	48
Csengeri Erzsébet - Takács Sándor - Csányi Dániel - Barna Sándor - Jakab Gusztáv: Integrált vízgyűjtő modellezés: MIKE SHE	56
Fazekas Ákos Ferenc - Veréb Gábor - Kertész Szabolcs - Beszédes Sándor - Hodúr Cecília - László Zsuzsanna: Valós termálvíz nagyhatékonyságú oxidációs eljárásokkal való kezelésének költségbecslése.....	61
Futó Zoltán - Kruppa József - Orosz Szilvia - Bence Gábor - Ifj. Kruppa József: Gabonaszilázs előállítás lehetőségei kis vízigényű tritikálé fajták alkalmazásával a klímaváltozás tükrében	68
Gombos Béla - Hudák Roland: Csabacsüd község belterületén folytatott nagy területi sűrűségű csapadékmérések tapasztalatai	76
Grónás Viktor - Molnár Dániel - Skutai Julianna - Mohari Barbara: Térinformatikai és tájmetriai eljárásokon alapuló módszertan kidolgozása az agrárterületekhez kötődő madárfajok elterjedésének értékelésére	83

Jákói Zoltán - Hodúr Cecília - László Zsuzsanna - Szalay Dóra - Beszédes Sándor: Mikrohullámmal intenzifikált Fenton-eljárás alkalmazása szennyvízkezelésre	84
Kajári Balázs - Bozán Csaba: A belvízelöntések tartósságának elemzési lehetőségei néhány integrált hidrológiai modell összehasonlítása alapján	91
Kardos Máté Krisztián: Víz keretirányelv szerinti fiziko-kémiai minősítés alacsony mintaszám esetén	98
Kerezi György - Kajári Balázs - Túri Norbert - Körösparti János - Bozán Csaba: Vízvisszatartás tervezése belvizes területen UAV légitelvételekből készített digitális magassági modell alapján	111
Kertész Szabolcs - Garai Dzszenifer - Apáti-Nagy Petra - Seres Zita - Veréb Gábor - Beszédes Sándor - László Zsuzsanna - Szalay Dóra - Hodúr Cecília: Biológiai- és kétlépcsős előkezelések vizsgálata membránseparációnál	117
Kun Ágnes - Oncsik B. Mária - Szőke Anita - Bozán Csaba: Magas nátrium tartalmú öntözővíz hatása réti talajon kialakuló Al-oldható nátrium akkumuláció intenzitására	123
Lemmer Balázs - Jákói Zoltán - Stefán Márk - Deák József - Hodúr Cecília: Cellulózfermentumok szeperációja membrántechnikával	128
Mészáros Miklós - Virág Sándor: A precíziós öntözés helyzete az európai mezőgazdaságban	134
Molnár András - Módos Rita - Vári Enikő - Kiss Andrea: Az öntözés jövedelmezőségének vizsgálata a főbb szántóföldi növényeknél	140
Molnár Petronella - Nagy László - Hegedűs Szilárd: Magyar és szlovák közfeladatot ellátó vállalatok számviteli elemzése.....	147
Nagypál Virág - Mikó Edit - Hodúr Cecília: Vizlábnym: egy új szemlélet.....	157
Ördög Dorottya - Jákói Zoltán - Lemmer Balázs - Hodúr Cecília: Cukoroldatok fermentálása.....	165
Rákóczi Attila - Urbán Klaudia: A Vidékfejlesztési Program öntözésfejlesztési pályázatai és azok Békés megyei jellemzése	171
Ribács Attila: Alga felhasználása a halak takarmányozásában	179

Zakar Mihály - Farkas Dániel Imre - Szabó Anna - Hanczné-Lakatos Erika - Keszthelyi-Szabó Gábor - László Zsuzsanna: A Fenton-reakció és az ózonos előkezelés hatásának vizsgálata modell tejipari szennyvíz membránszűrése során	186
Szalókiné Zima Ildikó: Víz- és tápanyagellátás hatása a kukorica aminosav tartalmára ...	193
Szerencsés Szabolcs Gyula - Veréb Gábor - Beszédes Sándor- Lászlói Zsuzsanna-Hodúr Cecilia - Csanádi József - Kertész Szabolcs: Vibrációs membránszűrés működtetési paramétereinek vizsgálata a szennyvíztisztításban	201
Szöke Anita - Bozán Csaba - Jancsó Mihály - Kolozsvári Ildikó - Bíróné Oncsik Mária - Kun Ágnes: Fenológiai megfigyelések mezőgazdasági eredetű szennyvízzel öntözött alternatív növényeken	207
Szpisják-Gulyás Nikolett - Lemmer Balázs - Czupy Imre - Hodúr Cecilia: Ultraszűrés modellezése.....	213
Tuba Géza - Kiss Judit - Garcia A. Rivera - Czeller Krisztina - Kovács Györgyi - Zsembeli József: A fák és a köztesnövény vízfelhasználási konkurenciájának vizsgálata egy agrárerdészeti rendszer első évében	219
Túri Norbert - Körösparti János - Kerezi György - Kajári Balázs - Bozán Csaba: Belvízkárokkal érintett területek kiterjedésének felmérése és terméskiesés becslése drónnal készült légifelvételek felhasználásával	225
Virág Sándor - Mészáros Miklós - Csengeri Erzsébet: A Szarvas - Békésszentandrás Holt-Körös öntözési célú hasznosítása.....	231
Minoarimana Ny Ania - István Waltner: Drought and its effects in Madagascar Rakotoarivony.....	238
Szandra Baklanov - Ágota Horel - Zsófia Bakacsi Eszter Tóth - Györgyi Gelybó - Márton Dencső - Imre Potyó: Investigation of changes in nitrogen cycling processes under different land use types in a small catchment	249
Betim Bresilla - Adam Csorba - Marta Fuchs - Tamas Szegi: Charecteization of hydromorphological features of some kosovo Soils	250
Zita Birkás - Dzsénifer Német - Gábor Balázs - Katalin Fekete - Zoltán Kókai: Sensory quality and chemical composition of different types of sweet pepper (Capsicum annuum L.) hybrids.....	251

Bojana Dabić - Jasna Grabić - Emina Mladenović: Greywater in the service of horticultural crops.....	258
Egri Zoltán - Tímea Györi: Roles of country effect and country group effect in regional health inequality process of Europe and CEE.....	264
Katalin Fekete - Zoltán Pap - Zita Csapó-Birkás - Nour Alhadidi: The effect of mycorrhizal inoculation on inner content and yield in case of tomato, cucumber and potato in soilless systems and on field: A review	273
Jasna Grabić - Bojana Ivošević - Simonida Djurić - Marko Panić - Slobodan Birgermajer - Vasa Radonić: Remote sensing method for assessment of phytoplankton in aquatic environment.....	281
János Grósz - István Waltner - András Sebők - Zoltán Vekerdy: Results of a long-term data analysis for algae migration monitoring.....	287
Hella Fodor - Ádám Csorba - Bendegúz Sas - Tamás Szegi - Erika Michéli: Investigation of soils affected by inland excess water	288
Jafar Al-Omari - Gábor Soma Szerdahelyi - Júlia Radó - Sándor Szoboszlai - István Szabó: Identification of plastic-associated bacterial strains originated from fresh and seawater	289
Gusztáv Jakab: Water management in the Medieval Hungary: legacy and opportunity.....	290
Jovito L. Opeřa: Growth and Drought Resistance of Swietenia macrophylla (King) as Affected by Arbuscular Mycorrhizal Fungi.....	291
Lamlile Khumalo - Márk Horváth - György Heltai: Sampling procedure for monitoring processes for the mobility of radioactive elements and potentially toxic elements during the recultivation of the uranium mining deposit No.1 in Mecsek.....	292
Lyndre Nel: Mapping River Conservation Priority Areas along the berg river, South Africa.....	293
Mohammed Ahmed Mohammed Zein - Abdelmagid Ali Elmobarak: Mapping and Assessment of Sand Dunes by Remote Sensing and GIS in Sufia Project Area, White Nile State, Sudan	294
Dániel Molnár - Julianna Skutai - Viktor Grónás: The monitoring approach of Common Agricultural Policy and the Water Framework Directive.....	295

Maryam Mozafarian Meimandi - Noémi Kappel: Role of grafted vegetables under water stress conditions	302
Németh Dzszenifer – Balázs Gábor – Kappel Noémi: Vitamin C and soluble solid content of different Melon varieties	306
Osama "Moh'd Najeeb" Gazal: Hydro-geological investigation of groundwater aquifers in arid region, Case study of Azraq basin	310
Tibor Terbe - I. Rácz – Boglárka Ágoston – Barbara Schmidt-Szantner: Development pathways of water management in Hungarian hydroponic tomato production	322
Norbert Révész – Flórián Tóth – László Berzi-Nagy – Ferenc Demény – András Rónyai – Dénes Gál – Éva Kerepeczki: Effects of sustainable fish feed on water quality in semi-intensive ponds	329
Sadiq Al Maliki: Data Integration for Modelling of Environmental Impact of Using Brackish Water for Wetlands Restoration. Case Study: Al Hammar Marshland, Southern Iraq.....	336
Saeidi Sahar - Walter István - Centeri Csaba: Application of hydrodynamic and Quality Modeling of water resources	338
Barbara Schmidné Szantner – Péter Milotay – I. Rácz – Tibor Terbe: Impacts of irrigation and potassium supply on the yield and dry matter content of industrial tomato examined in two different years	343
András Sebők – Imre Czinkota – Boglárka Anna Dálnoki – István Waltner – János Grósz: Long-term reduction effects to the extractable soil chemicals	349
Taha Ibrahim: Analysis of Irrigation Efficiency Based on Remote Sensing. Test area: New Halfa scheme, Sudan	356
Terbe Tibor – I. Rácz – Barbara Schmidt-Szantner: Analysing plant monitoring data in hydroponic tomato cultivation	357
Tóth József A.: Bulk Density assessment in relation with Soil Moisture Characteristic ...	365

Tsedekech G. Weldmichael – Lubangakene Denish – Tamás Szegi – Erika Michéli – Barbara Simon: Soil moisture content is governed by a combination of soil texture and soil organic matter in selected soils of Hungary	366
--	-----

BIOLOGIAI- ÉS KÉTLÉPCSŐS ELŐKEZELÉSEK VIZSGÁLATA MEMBRÁNSZEPARÁCIÓNÁL

KERTÉSZ Szabolcs^{1*} – GARAI Dzsenifer¹ – APÁTI-NAGY Petra¹ – SERES Zita² –
VERÉB Gábor¹ – BESZÉDES Sándor¹ – LÁSZLÓ Zsuzsanna³ – SZALAY Dóra⁴ –
HODÚR Cecilia¹

¹ Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, Folyamatmérnöki Intézet, 6725 Szeged,
Moszkvai krt. 9., *kerteszmk@mk.u-szeged.hu

² Újvidéki Egyetem, Technológiai Kar, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Újvidék, Szerbia, zitas@tf.uns.ac.rs

³ Szegedi Tudományegyetem, Környezettudományi és Műszaki Intézet, 6720 Szeged, Tisza Lajos krt. 103.

⁴ Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet, 9400 Sopron,
Bajcsy-Zsilinszky u. 4., szalay.dora@uni-sopron.hu

Bevezetés

Magyarországon az ipari szennyvizek közül az élelmiszeripari szennyvizek rendelkeznek az egyik legnagyobb mennyiségű szerves anyag tartalommal és szerves anyag terheléssel. Befogadóba eresztésükhöz igen szigorú követelményeknek kell megfelelni, ezért szükséges a környezetterhelésük lehető leghatékonyabb csökkentése. Erre megoldást jelenthetnek az egyre népszerűbbé váló egy- és többlépcsős, illetve a kombinált membránszeparációs eljárások. Mivel legfőbb problémájuk a membrán eltömődés, ezért ennek csökkentése érdekében célszerű előkezelési eljárásokat alkalmazni, ami a technológia hatékonyságát is javíthatja.

Irodalmi áttekintés

Ígéretes kutatások zajlanak a membránszeparáció hatékonyságának növelése érdekében végzett előkezelésekkel, és különböző, komplex technikákkal kapcsolatban a membrán eltömődés mértékének csökkentése érdekében (Leiknes 2009, Gao et al. 2011). Jó példa erre a kiindulási, kezelendő szennyvizek flokkulálása alacsonyabb pH tartományban. Ez a membránszűrés előtt alkalmazva hozzájárulhat a membránok eltömődésének csökkentéséhez, valamint a szétválasztás hatékonyságának a növeléséhez is. Mivel savasabb pH-n a szerves anyagok nagy része szemcsésebb és kompaktabb lesz, így csökken a negatív töltések mennyisége, ezáltal a kölcsönhatásuk is megváltozik, kevésbé lesz taszító, tehát könnyebben szétválasztható lesz (Öllös 2006). Turano és társai centrifugálást ultraszűréssel kombináltak az olajos élelmiszeripari szennyvizek tisztításának vizsgálatára. Így a centrifugálás és az ultraszűrés együttesen 90%-kal csökkentette a szerves anyagokra vonatkoztatott visszatartási értékeket (Turano et al. 2002). Luo és társai tejipari szennyvizek kétlépcsős membránszeparációs (UF-NF) kezelését tesztelték és azt tapasztalták, hogy ez magasabb hatékonysággal bír, és kevésbé tömődik el a nanoszűrő membrán, mint az egylépcsős módszernél (Luo et al. 2011).

Munkánk során különböző, lehetséges előkezelési eljárásokat, és technikákat teszteltünk (mint amilyen a mikroszűrés, ülepítés, centrifugálás és biológiai kezelés) a leválasztási hatékonyság összehasonlítása és a membránszűrés eljárásokkal történő kombinációjának vizsgálata érdekében. Ennek egyik célja a membrán eltömődés

csökkentése, a másik pedig a membránseparációs művelet intenzifikálása mellett a lehető leghatékonyabb környezeti terhelés csökkentése.

Anyag és módszer

Vizsgálható szennyvizek: Munkánkban elsősorban az élelmiszeripari szennyvizekhez tartozó modell tejipari szennyvizet vizsgáltunk. Ezeket sovány és zsíros tejből készítettük és hígított tejből állítottuk elő. Döntően a sovány tejből készített szennyvizekre vonatkozó eredményeket mutatjuk be: megállapítottuk, hogy a legmegfelelőbb koncentráció a tejipari modell szennyvizek elkészítéséhez, az 5 g/L-es sovány tejpórt és a 0,5 g/L-es anionos detergenszt tartalmazó szennyvizet, mivel ez eredményezte a valóságnak megfelelő, lehető legközelebbi kiindulási értékeket. Ennek a kémiai oxigénigény, *KOI* értéke 5 g/L körülirek adódott, ami megfelel az iparban is keletkező tejipari szennyvizek átlagos szerves anyag terhelésének, ami az irodalomban talált 2 és 7 g/L közötti érték (Ali et al., 2012). A biológiai kezelésekhez magasabb szerves anyag tartalmú tejipari és valós keményítőipari szennyvizet is vizsgáltunk (*KOI* = 12 g/L) (Szabadka, Szerbia). Mindkét szennyvizet tartalmazó reaktorban a beállított működtetési paraméterek: 2 L/min-es levegőztetési sebesség, 500 rpm kevertetési fokozat és 25 °C kiindulási hőmérséklet volt.

Membrániszűrők: A mikroszűrőket egy keresztáramú kerámia csöves membránmodullal rendelkező berendezéssel végeztük, amely aktív szűrési felülettel 0,125 m². Az ultraszűrőket egy kevertetendő, statikus laboratóriumi ultraszűrő cellában teszteltük (Merck Millipore, Németország). Ultraszűrőknél 10 kDa vágási értékű poliéter-szulfon, *PES* membránokat használtunk. A minták szerves anyag tartalmát *KOI* mérésekkel, mg/L egységben határoztuk meg (Lovibond spektrofotométer és roncsoló blokk, Belgium), a szabvány szerinti 150°C-os 2 órás roncsolást követően. A pH és hőmérséklet meghatározásához hordozható pH-mérő műszert használtunk (ADWA, AD12; Aqua-Terra, Magyarország).

Eredmények és értékelésük

Egylépcsős kezelések vizsgálata: Mikroszűrést, ülepitést, centrifugálást, és aerob biológiai kezeléseket, mint potenciális előkezeléseket végeztünk, annak érdekében, hogy megtudjuk, hogy a vizsgálható szennyvizek beltartalmi értékeit (zavarosság, vezetőképesség, összes oldott anyagtartalom: *TDS*, *KOI*) hogyan változtatják meg. Ezt követően a kapott eredmények alapján a második lépcsőben további membrániszűrési, ultraszűrési kísérleteket is végeztünk a tisztítási hatékonyságok összehasonlítása céljából.

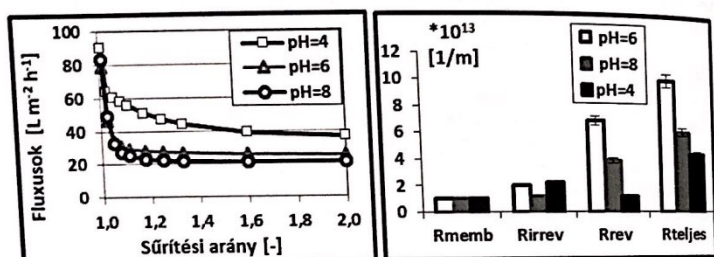
Mikroszűrés: Kerámia, 0,2 µm-es pórusú membrános berendezéssel végeztük a mikroszűrési kísérleteket állandó hőmérsékleten, 25°C-on, növekvő transzmembrán nyomás (1; 1,5 és 2 bar), valamint térfogatáram értékek (6; 10 és 14 L/perc) mellett. A legnagyobb fluxusértékeket a 14 L/perc, 2 bar működtetési paraméterek mellett mértük. Itt a teljes oldott anyagtartalomra 20%-os, a *KOI*-ra 35%-os és a zavarosságra 99%-os membrán visszatartási értékeket kaptunk. (További élelmiszeripari szennyvizek mikroszűrését is figyelembe véve megjegyzendő, hogy a legnagyobb térfogatáram beállítása (14 L/perc) esetén tapasztaltuk a nyomás növelés hatására bekövetkező legnagyobb visszatartást növelő hatást.) A különböző mikroszűrési kísérleteink során a

membrán eltömődések jellemzése érdekében vízfluxus csökkenéseket határoztunk meg. Azt tapasztaltuk, hogy 92-94% közötti volt a csökkenés mértéke, ami jelentős. Ezért ennek részletesebb vizsgálata érdekében a későbbi ultraszűrőknél ellenállási értékeket is meghatároztunk, hogy a részletesebb membrán eltömődési mechanizmusokat jellemeznünk tudjunk.

Ülepités: Munkánk során klasszikus, és kémiai anyaggal, vas-kloriddal elősegített ülepitési vizsgálatokat is végeztünk, azért, hogy kiválasszuk a további méréseinkhez megfelelő pH értéket (a pH=4; 5; 6; 7 és kontrol 7,7 pH értékek közül). A klasszikus ülepitési kísérletek során a pH=4-nél lett a legalacsonyabb a szerves anyag tartalom (42%-os *KOI* csökkenést eredményezve), valamint itt volt az egyik legnagyobb mértékű csapadékképződés is (72 mL/L: Imhoff-típusú ülepitő kehellyel mérve). Mivel ezt a jelenséget a lúgos tartományban nem tapasztaltunk, így a savas pH tartományt választottuk a további méréseinkhez. A vas-klorid flokkulálószerrel elősegített ülepités kísérleteinknél a szerves anyag tartalom egy kivételével mindig csökkent, sőt a zavarosság értékei meghaladták a 97%-os csökkenést is pH=4 esetén.

Centrifugálás: Egylépcsős kezelési eljárásként centrifugálási hatékonyságokat is meghatároztunk, a működtetési paraméterek (fordulatszám: 1000 és 5000 rpm; és az időtartam: 1,5 és 10 perc) változtatása mellett. A vizsgált három különböző típusú tejipari szennyvíz közül a sovány tejpóros szennyvíz adódott a legkevésbé stabilnak. A zavarosság csökkentésre vonatkozó centrifugálási hatékonyság értékei ennél a mintánál voltak a legalacsonyabbak. Sőt a kémiai oxigénigényre vonatkozó csökkenés mértéke a centrifugálás hatására itt volt a legkisebb (körülbelül 36% a többi minta átlagos 56%-ához képest). 5000 rpm fordulatszámot és 10 perc centrifugálási időt választva vizsgáltuk a pH hatását is a zavarosság és a szerves anyag tartalom csökkenésére vonatkozóan. A legjelentősebb változást a zavarossági értékek esetén tapasztaltuk, ami pH=4-nél majdnem 100%-os csökkenést jelentett.

Ultraszűrés: Munkánk során teszteltünk egy másik membránseparációs eljárást, az ultraszűrést is, annak érdekében, hogy az egylépcsős ultraszűrőkről, mint kontrol értékekről is információt kapjunk és a későbbiekben a kétlépcsős kezeléseket össze tudjuk hasonlítani. Az ultraszűrőket különböző pH értékeken (pH=4; 6; 8) végeztük. Azt tapasztaltuk, hogy a vizsgált tartományban a pH=4 adódott a leghatékonyabbnak, mivel ez eredményezte a legnagyobb fluxusokat, valamint, a legalacsonyabb teljes ellenállási értékek kialakulását is (1. ábra).



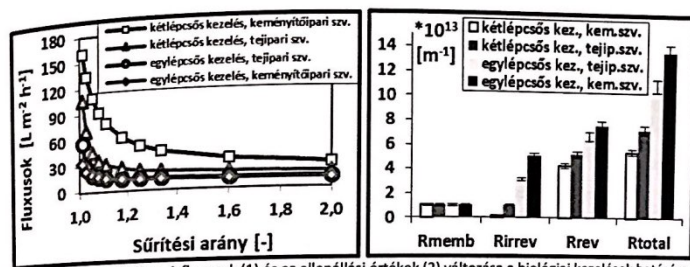
1. ábra. A fluxusok (1) és az ellenállási értékek (2) változása a pH függvényében (10 kDa UF membrán; n = 450 rpm, TMP = 0,35 MPa; T = 25°C).

Figure 1. Effect of pH on flux (1) and resistance values (2) (10 kDa UF membrane; n = 450 rpm, TMP = 0.35 MPa; T = 25°C).

Az ultraszűrések kezdetekor minden esetben jelentős fluxuseséseket tapasztaltunk, ami a gyorsan kialakuló membrán eltömődésnek és a koncentráció polarizáció jelenségének tudható be.

Biológiai kezelés: Az aerob körülmények között végzett egylépcsős biológiai kezeléseknél már a beoltás utáni kezdeti 'lag' fázist követően is jelentős változásokat tapasztaltunk. A keményítőipari szennyvíz reaktorát a 14. napon állítottuk le, mivel a szerves anyag csökkenés ekkor már jelentős, 99,55 %-os volt. A tejipari szennyvíz esetében azonban a kezeléseket tovább folytattuk, mert ekkor még 'csak' 66,8 %-os csökkenést mértünk. A 21. nap letelte után azonban a szerves anyagok mennyisége 2 g/L érték alá esett, így ezt a reaktort is leállítottuk (a kezdeti kontrollhoz képest ez 85,18 %-os csökkenés). A vizsgált két különböző típusú szennyvíz közül a keményítőipari szennyvíz hatékonyabban kezelhető ezzel az aerob eljárással.

Kétlépcsős kezeléseknél vizsgálata: A kétlépcsős kezeléseknél, azaz az aerob biológiai előkezeléseket követő ultraszűrések összehasonlítása során kiderült, hogy a kezdeti fluxusértékek magasabbaknak adódtak, valamint a kétszeres sűrítési arány eléréséig folytatott ultraszűrések ideje is lényegesen rövidebbnek bizonyult, mint az egylépcsős különbségek adódtak, különösen a keményítőipari szennyvíz esetében. Az egylépcsős keményítőipari szennyvíz ultraszűrésénél a legkisebb kezdeti fluxus értéke $35 \text{ L m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, míg a biológiai előkezelés után ennek több mint négy és fél szerese, azaz $160 \text{ L m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. A legmagasabb fluxusok, mind a tejipari, mind a keményítőipari szennyvízeknél, a biológiai aerob kezeléseknél alakultak ki. Tehát a kétlépcsős biológiai és ultraszűrés kísérletek a magasabb fluxusok elérése szempontjából sokkal hatékonyabbnak bizonyultak, mint az egylépcsős ultraszűrések.



2. ábra. A fluxusok (1) és az ellenállási értékek (2) változása a biológiai kezeléseknél (kétlépcsős) tejipari és keményítőipari szennyvíz ultraszűrésénél (10 kDa UF membrán; n = 450 rpm, TMP = 0,35 MPa; T = 25°C).

Figure 2. Effect of pH on flux (1) and resistance values (2) during dairy and starch wastewater ultrafiltration (10 kDa UF membrane; n = 450 rpm, TMP = 0.35 MPa; T = 25°C).

A membránok eltömődésére információt adó ellenállási értékeket (R_{memb} : membrán ellenállása; R_{irrev} : irreverzibilis ellenállás; R_{rev} : reverzibilis ellenállás; R_{total} : teljes ellenállás) vizsgálva kiderült, hogy a teljes ellenállásra vonatkozóan a nyers keményítőipari szennyvíz kezelése során több mint kétszer akkora értéket kaptunk, mint a biológiai előkezelés minták esetében (2/b. ábra). (Ez a tendencia a tejipari szennyvíz ultraszűrésénél is megfigyelhető volt, bár lényegesen kisebb eltéréssel.) Ezen eredmények ismét a biológiai előkezelés hatékonyságát támasztják alá. A membránok szerves anyag tartalomra vonatkozó visszatartására a kétlépcsős (aerob/UF) kezeléseknél 98% fölötti membrán visszatartási értékeket értünk el. Az összes oldott szilárd anyag tartalomra vonatkozóan maximum 50%, a zavarosságra vonatkoztatott visszatartási értékek átlaga pedig 99%-nak adódott. (Ezekben a paraméterekben döntően nem volt lényeges eltérés a különböző kezeléseknél, ami azt jelenti, hogy az oldhatatlan anyagtartalom már az első lépésben is jelentős mértékben lecsökkent mindkét típusú vizsgálandó szennyvíz esetében.)

Összefoglalás

Munkánk során megállapítottuk, hogy a tejipari és keményítőipari szennyvíz kétlépcsős kezelése, és a biológiai előkezeléseket követő membránszűrések hatékony és járható útnak bizonyulhatnak a különböző szennyvíz tisztításában. Hiszünk abban, hogy a tárgyalt kombinált eljárások további fejlesztése után sikeres kezeléseknél érhetők el. Ennek érdekében további típusú szennyvíz és membrán vizsgálatát célozzuk meg az eltávolítási hatékonyság javítása érdekében.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, mikroszűrés, ultraszűrés, előkezelés, aerob kezelés

Köszönetnyilvánítás

A TÉT_16-1-2016-0138 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a Kétoldalú Tudományos és Technológiai (TÉT) Együttműködés támogatása (TÉT_16) pályázati program finanszírozásában valósult

meg. A kutató munka a „Fenntartható Nyersanyag-gazdálkodási Tematikus Hálózat – RING 2017” című, EFOP-3.6.2-16-2017-00010 jelű projekt részeként a Szechenyi 2020 program keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A szerzők köszönetet mondanak továbbá az NKFIH/OTKA K-115691 program pénzügyi támogatásának.

Irodalom

- Ali A. H. – Jasem N.A. – Attia H.G.: 2012. The use of Anaerobic Digestion Process in the Treatment of Dairy Wastewater by Microorganisms Derived from Sewage Wasted Sludge. *Journal of Engineering and Development*. 16.: 181–194.
- Gao W. – Liang H. – Ma J. – Han M. – Chen Z. – Han Z.S. – Li G.: 2011. Membrane fouling control in ultrafiltration technology for drinking water production: A review. *Desalination*. 272.: 1-8.
- Leiknes T.: 2009. The effect of coupling coagulation and flocculation with membrane filtration in watertreatment: A review. *Journal of Environmental Sciences*. 21.: 8–12.
- Luo J. – Ding L. – Qi B. – Jaffrin M.Y. – Wan Y.: 2011. A two-stage ultrafiltration and nanofiltration process for recycling dairy wastewater. *Bioresource Technology*. 102.: 7437-7442.
- Turano E. – Curcio S. – Paola M.G.D. – Calabrò V. – Iorio G.: 2002. An integrated centrifugation-ultrafiltration system in the treatment of olive mill wastewater. *Journal of Membrane Science*. 209.: 519–531.
- Öllös G.: 2006. Természetes és antropogén szerves anyagok, Közlekedési Dokumentációs Kft. 245-277.

Study of biological and two-step pretreatments in membrane separation

Abstract

Different industries produce enormous amounts of wastewater. Among the industrial wastewater in Hungary, food wastewaters have the highest organic content, which is necessary to reduce effectively before releasing to living water or drain due to the restrict requirements and threshold limits. To reach this proposes an optimal solution has been the membrane separation process which has become popular in recent times. However, the membrane filtration techniques have many advantages, membrane fouling is still the main disadvantage for their widespread application.

Therefore, in this work, different methods were investigated as possible pre-treatment techniques before membrane filtration, such as microfiltration, sedimentation, centrifugation and aerobic biological treatments of food: dairy and starch wastewaters, in order to decrease the membrane fouling in the separation step. On one hand, the intensification of the operating parameters of one step treatment method was examined. On the other hand, the scope of our work was to reduce the environmental load of the tested wastewater and to determine one or two-step methods are better in terms of handling. For this reason permeate flux, membrane rejection (by turbidity; conductivity; total dissolved solids, *TDS*; chemical organic content, *COD*) and membrane resistances of the micro- and ultrafiltration were calculated and compared. Different initial wastewater pH were also tested on the membrane filtration efficiencies.

Keywords: wastewater treatment, microfiltration, ultrafiltration, pretreatment, aerobic biological treatment