

DEBRECENI EGYETEM

MŰSZAKI KAR



ABSZTRAKTKÖTET

III. Környezet, Egészség, Biztonság (EHS)
Nemzetközi Szimpózium

BOOK OF ABSTRACTS

3rd International Symposium on
Environmental, Health and Safety (ISEHS)

Debrecen, 2023. október 19-20.

Debrecen, 19-20, October 2023

Tartalomjegyzék/Table of Content

Környezetvédelem és iparbiztonság a jövőért	3
Zöld villamosvágányok a fenntarthatò városi mobilitàsért.....	4
Környezeti és munkahelyi zajok, rezgések vizsgálata.....	5
Mikroorganizmusok, mint a bioprotekció eszközei a növények, a környezet és a fogyasztók védelmében	6
Vaskohászati salakok hasznosítása a körforgásos gazdaságban.....	7
Tápoldatozási intenzitás hatása az aeropónikus körülmények között nevelt saláta (<i>Lacutca sativa</i>) tesztnövényre	8
Stroncium meghatározása biológiai mintákban ICP-AES spektrometriával	9
Előzetes eredmények az aeropónikus növénytermesztéssel kapcsolatban	10
A Hajdúhát integrált hidrodinamikai modellezése MIKE SHE környezetben	11
Mikroötvözött acélminőségek ötvözőinek módosítása a gyártási költséghatékonyság optimalizálásának szempontjából.....	12
Application of Coagulation as an Effective Physicochemical Treatment to promote Onsite Reuse of Greywater	13
An innovative approach for evaluating the microbial condition of an urban stream using hydrogeomorphological	15
Development of a Cloud-Based GIS for Urban Soil Pollution Survey in Debrecen	16
Assessment of Heavy Metal Accumulation in <i>Squalius cephalus</i> L. Fish Scales from the Tisza River: A Comprehensive XRF Analysis.....	17
Fish scales: An excellent non-lethal tool for biomonitoring	18
Analysis of various treatment methods for microplastics removal from synthetic greywater samples	19
Advances in biomass growth of <i>Chlorella vulgaris</i> under various CO ₂ and pH achieving sustainable microalgae cultivation.....	22
Comparison of electrochemical storage technologies for PV power	23
Study of Nutrients Recovery from Greywater using Natural Zeolite	24



Környezetvédelem és iparbiztonság a jövőért

Environment and industrial safety for the future

Balog Róbert

Iparbiztonsági üzletágvezető

IMSYS Mérnöki Szolgáltató Kft.

ÖSSZEFOGLALÓ

Az előadáson alapvetően az IMSYS Kft. tevékenységéről lesz szó.

A cég általános bemutatása után az egyes üzletágak vázlatos ismertetése következik. Említés szintjén szó lesz a környezetvédelmi vonatkozású kutatási projektekről.

Majd – az iparbiztonság alapjainak bemutatását követően – az ezen a területen működő üzletág tevékenysége kerül kirészletezésre, megemlítve a kapcsolódást a kémiai biztonsággal is.

Zöld villamosvágányok a fenntartható városi mobilitásért

Green Tram Tracks for sustainable urban mobility

Czedli Herta^{1*}, Major Zoltán², Szigeti Cecília³

¹egyetemi docens, ²egyetemi adjunktus, ³egyetemi docens, intézetigazgató

¹Debreceni Egyetem Műszaki Kar Építőmérnöki Tanszék, Debrecen, Ótemető u. 2-4, 4028

²Széchenyi Egyetem, Közlekedéscsillagás és Víz mérnöki Tanszék, Győr Egyetem tér 1. 9026

³Budapesti Metropolitan Egyetem, Fenntarthatósági Tanulmányok Intézete, Budapest Nagy Lajos király útja 1-9. 1048

* herta.czedli@eng.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÓ

A XXI. század egyik legnagyobb kihívása a városok komplex, fenntartható fejlesztése, amelynek központi eleme a városi mobilitás infrastruktúrájának átalakítása a kitűzött klímacélok figyelembevételével. A modern, fenntartható város jellemző indikátora a fejlett, hatékony tömegközlekedés. 2050-re a prognózisok szerint Európa lakosságának közel 80%-a már városokban fog élni, amely igen összetett társadalmi, gazdasági-, és környezeti problémákat idéz elő a kontinensen. A városok környezetegészségügyi paramétereinek alakulása, a környezetminőség változása, valamint a városi lakosság életminősége jelentősen függ a közlekedés adottságaitól, így ezt célszerű a jelenlegi és a jövő generációk igényeinek figyelembevételével fejleszteni. A fenntartható városi közlekedés elemei közé tartoznak a kötöttpályás közlekedési hálózatok. Az 1990-es évek óta a villamosközlekedés reneszánszát éli Magyarországon. A villamosvágányok zöldítése ökológiai, várostervezési és gazdasági hatásokkal jár. A hazai városokban a közelmúltban nagyvolumenű villamos beruházások zajlottak le, illetve állnak tervezés alatt. A projektek többsége meglévő vonalszakaszok korszerűsítéséről szolt, de új nyomvonalak építésére is találunk példát. A vágányok zöldítése támogatja a fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás fejlesztését, és javítja a vizuális megjelenést is. A természetes vízkörforgás helyreállítása vízerzékeny tervezéssel valósítható meg: egyszerre biztosítva a víz visszatartását, a lefolyás csökkentését és a párolgáshoz rendelkezésre álló felület növelését. A zöld pályakörnyezet mikroklímája pozitív hatással van a lakosság egészségére. Munkánkban a zöld növényzettel borított területek hatásait vizsgáljuk. A növényzettel borított pálya koncepciója az alkalmazandó növényfajok helyes megválasztása révén javítja a zöldfelületi mutatókat a városi környezet komplex rendszerében. Kutatásunk fő kérdése arra irányult, hogy a Sedum fajok extenzív körülmények között használhatók-e villamosvágányok zöldítésére. Elemzéseink során a varjúháj burkolatú vágányok alkalmazhatóságát és hazai tervezési gyakorlatba való adaptálási lehetőségét vizsgáltuk.

Kulcsszavak: zöld villamosvágányok, fenntarthatóság, városi környezet, városi mobilitás, ökológiai előnyök

Keywords: green tram tracks, sustainability, urban environment, urban mobility, ecological benefits

Környezeti és munkahelyi zajok, rezgések vizsgálata

Examination of environmental and workplace noises and vibrations

Czupy Imre^{1*}, Rozs Richárd², Horváth-Szováti Erika³

¹egyetemi docens, ²PhD hallgató, ³egyetemi docens

^{1,2,3}Soproni Egyetem, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky E. u. 4.

*czupy.imre@uni-sopron.hu

ÖSSZEFOGLALÓ

A zaj- és rezgéshatások az EHS valamennyi területét érintik: károsíthatják a környezetet, az emberi szervezetet, illetve feladatokat rónak a munkaegészségügyi szakemberekre. Energia jellegű terheléseként jelentkeznek, és mivel nincs anyagi megjelenési formájuk, hatásuk nem kézzelfogható, a károsodás pedig rendszerint csak később jelentkezik. Az ártalmak elleni védekezés alapját képező mérés és megítélés gyakran összetett feladat. Kutatásaink során a GYSEV Zrt-vel együttműködve a Soproni Rendezőpályaúdvár példáján keresztül mutatjuk be, miként okozhatnak a kötöttpályás zajforrások egyidejűleg közlekedési és üzemi zajterhelést. Elemezzük az egyes zajesemények jellemzőit (egyenértékű hangnyomásszint, spektrum, időbeli lefolyás), majd azt vizsgáljuk, hogy objektív és szubjektív megítélés szerint milyen hatást gyakorolnak a hatásterületen élőkre. Eredményeink alapján olyan kockázatbecslési eljárás kidolgozását tűztük ki célul, amely eredményesen alkalmazható környezeti hatásvizsgálatokban, illetve a hatótávolságok tervezéséhez.

A vibrációs ártalmak mértéke – többek között – a behatás irányultságától és az expozíció időtartamától függ. A humán vibráció egyik csoportját a lokálisan ható rezgések képezik. Vibrációt keltő munkaeszközt kézben tartva a terhelés a kéz-kar rendszeren keresztül éri az emberi szervezetet, károsítva a rendszer rugalmas elemeit: főként az erek falát, az ízületeket, kisebb mértékben az izmokat és a csontokat. A motorfűrész kezelők munkája során súlyosbító tényező a szabadban végzett nehéz fizikai munka (kitéve az időjárás viszonyosságainak), valamint az egyidejűleg ható zajterhelés. Valós idejű (real time), visszatérési méréseket végeztünk különböző teljesítményű és meghajtású láncfűrészekben az egyes gerjesztési irányokban az eredő rezgésgyorsulás meghatározására. Azt vizsgáljuk, milyen tényezők befolyásolják a kezelőt érő terhelés nagyságát. Az egész testre ható rezgések elemzésére pedig terepen mozgó járművek ülésére rögzített ülőpárna segítségével végeztünk méréseket. Eredményeink támpontot adhatnak a vibrációs betegségek kialakulásának megelőzéséhez.

Kulcsszavak: zaj; rezgés; munkaegészségügy; környezetvédelem

Keywords: noise; vibration; occupational health; environmental protection

Mikroorganizmusok, mint a bioprotekció eszközei a növények, a környezet és a fogyasztók védelmében

Microorganisms as tools for bioprotection of plants, the environment and consumers

Csoma Hajnalka^{1,*}, Papp László Attila², Ács-Szabó Lajos³, Batta Gyula⁴, Gálné Miklós Ida⁵

¹egyetemi adjunktus, ²tudományos munkatárs, ³tudományos munkatárs, ⁴egyetemi adjunktus, ⁵tanszékvezető egyetemi docens

^{1,2,3,4,5}*Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Biotechnológiai Intézet, Genetikai és Alkalmazott Mikrobiológiai Tanszék*

*csoma.hajnalka@science.unideb.hu

Az Európai Zöld Megállapodás célkitűzései között szerepel a vegyi növényvédő szerek használatának és kockázatának csökkentése, és a veszélyesebb peszticidek alkalmazásának minimalizálása. Az Európai Bizottság célul tűzte ki, hogy 2030-ra az EU mezőgazdasági területének legalább 25%-a biogazdálkodásban működjön. A "Termelőtől a Fogyasztóig" cselekvési terv részeként az Európai Bizottság rendelettervezetet készített többek között a mikroorganizmusokból álló hatóanyagokra és az azokat tartalmazó növényvédő szerekre vonatkozóan. A cél az, hogy a mezőgazdasági termelők számára eszközöket biztosítsanak a kémiai növényvédő szerek helyettesítésére, azáltal, hogy megkönnyítik e biológiai növényvédő szerek forgalomba hozatalát.

A kórokozók és kártevők a globális termés kiesés 20-30%-át okozzák, továbbá a fejlett országokban a teljes gyümölcstermés mintegy 25%-a megy veszendőbe a betakarítás után. A megfelelő és egyenletes terméshozam biztosítása érdekében a kémiai növényvédő és növekedésserkentő szerektől, gyomirtó szerektől és műtrágyáktól függünk. E vegyi termékek közül sok veszélyt jelent az emberi egészségre és a környezetre, ami növeli a biztonságosabb termékek iránti keresletet.

Ígéretes alternatívát jelentenek a mikrobiális alapú termékek, amelyek képesek megvédeni a növényeket a betegségekkel szemben. Az ilyen mikrobiális termékeket a biológiai védekezőszerek közé sorolják, amelyek meghatározása szerint "természetes ellenség, ellenfél vagy más, kártevők elleni védekezésre használt szervezet" (ISPM 05, International Standards for Phytosanitary Measures). A mikrobiális antagonisták, beleértve a baktériumokat, élesztőket, élesztőszerű gombákat és nem patogén gombákat, innovatív megközelítésnek számítanak a betakarítás utáni veszteségek ellenőrzésére, a fogyasztók aggodalmának enyhítésére és a környezet védelmére. Az élesztőgombák ígéretes biológiai védekező ágensek, mivel olyan előnyös tulajdonságokkal rendelkeznek, mint az erős antagonista aktivitás, a tenyészthetőség, az alkalmazhatóság és a stresszállóság, amelyek ideális biokontrol jelölté teszik őket.

Kulcsszavak: biokontrol, mikroorganizmus, élesztőgomba

Keywords: biokontrol, microorganism, yeast

Vaskohászati salakok hasznosítása a körforgásos gazdaságban

Fábián Bence^{1*}, Dr. Taszner Zoltán², Dr. Grega Oszkár³

^{1,3}Miskolci Egyetem Steel Technology Center, ²Ózdi Acélművek Kft.

*fabianbence20@gmail.com

A villamos ívkemencés acélgyártási technológia a szakmai BAT követelményei szerint a legkevésbé környezetszennyező technológia. Alapanyaga kizárólag a gazdaságban képződő acélhulladék, amely végtelenszer és 100 %-ban újrahasznosítható, így ÜHG emissziója is alacsony. Az alapanyagokon túl salakképző adalékanyagként néhány nem fémes ásvány kerül a folyamatba, amelyek a technológia végén komplex vegyületek formájában hulladékként jelennek meg, meghatározott fajtájuk hasznosítása gondot okoz.

Az előadás a villamos ívkemencés acélgyártás során keletkező üstmetallurgiai salak lehetőségeit vizsgálja.

A kutatómunka vizsgálja az acélgyártás üstmetallurgiai salakjainak tulajdonságait, szabad CaO tartalmát, annak meghatározási módjait jelenleg laboratóriumi körülmények között. Az eredmények alapján fizikai kémiai számításokkal meghatározza a szabad CaO aktivitását.

A salakok maradó szabad CaO tartalmának hasznosítását, két módon vizsgálja. Részben a nagy CaO tartalom következtében a technológiai folyamathoz adalékanyagként szükséges égetett mész egy részének helyettesítésére, részben a salak CO₂ megkötési tulajdonságából következően a környezeti levegő CO₂ tartalmának megkötésére és az így képződő anyag hasznosítása talajkondicionálásra.

A bemutatott mindkét kutatási program az Ózdi Acélművek Kft. és a Miskolci Egyetem együttműködésében létrehozott Steel Technology Center Kutatóközpont keretében folytak. Mindkét program a beszállító partnerek kibocsátáscsökkentéséhez való hozzájárulással illeszkedik az Ózdi Acélművek Kft. fúziós környezetvédelmi stratégiájához és a körforgásos gazdaság teljekörű megteremtéséhez az acélgyártási technológiákban.

Kulcsszavak: acélgyártás, hulladékgazdálkodás, környezetgazdálkodás, körforgásos gazdaság

Tápoldatozási intenzitás hatása az aeropónikus körülmények között nevelt saláta (*Lactuca sativa*) tesztnövényre

Effect of nutrient application intensity on lettuce (*Lactuca sativa*) test plant grown under aeroponic conditions

Gorliczay Edit^{1*}, Montvai Kornélia², Tamás János³, Nagy Attila³

¹egyetemi tanársegéd, ²hallgató ³egyetemi tanár

¹Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

*edit.gorliczay@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÓ

A mezőgazdaság világszerte jelentős változásokon megy keresztül, és komoly problémákkal küzd. A globális éghajlatváltozás várhatóan növelni fogja a gyakori aszályok kockázatát, még a jövőben nagy feladat lesz a gyorsan növekvő népesség élelmiszer-ellátását a hagyományos mezőgazdaság segítségével a szükséges mennyiségben és minőségben biztosítani, ugyanis az ENSZ becslései szerint 2050-re a világ népessége meghaladja a 10 milliárd főt. Ilyen körülmények között a talaj nélküli termesztés a hatékony alkalmazkodás egyik alternatív technológiája lehet, mely tulajdonképpen a hidropónikus, akvapónikus és aeropónikus rendszereket jelenti.

A saláta beltéri kísérletekben való felhasználása számos kutató érdeklődését felkeltette magas tápértéke és ásványi anyag tartalma miatt, ezért a fejes salátát (*Lactuca sativa* L, fajta: Május királya) választottuk tesztnövénynek. Az aeropónikus rendszerekben a fűvókák cseppmérete és a tápoldat kijuttatásának intenzitása lehet a fény mellett a legfontosabb paraméter, amely befolyásolja a növény fizikai és beltartalmi paramétereit. Mindezek alapján kutatásunk célja az volt, hogy meghatározzuk a különböző tápoldatozási intenzitások hatását az aeropónikusan termesztett fejes salátára.

Az aeropónikus rendszerben négy kezelést állítottunk be, amelyek a különböző tápoldatozási intenzitásokat jelentették. Minden termesztőegységben öt salátát helyeztünk el. A kísérlet 9 hétig tartott, amely során mértük a fejátmérő, a levélszám és a gyökérhossz alakulását, valamint destruktív módszerrel meghatároztuk az összes klorofill ($\mu\text{g/g}$) és karotinoid-tartalmat ($\mu\text{g/g}$), Fv/Fm, Fv/Fo alakulását

Eredményeink alapján a saláta fejátmérője csökkent a tápoldatozási idő csökkenésével (-20% a maximális napi tápoldatozáshoz képest). A legnagyobb napi tápanyag-kijuttatási idő (9 x 15 perc/nap) eredményezte a legnagyobb fejátmérőt ($39,75 \pm 5,73$ cm). A levélszám (89 ± 32 db), és a gyökérhossz ($50,8 \pm 12,7$ cm) esetében azonban eredményeink azt mutatják, hogy a gyakori tápoldatozás nem szükséges, 4 x 15 perc/nap elegendő. Az összes klorofill- és karotinoid-tartalom esetében a legmagasabb értékeket a legnagyobb napi tápoldatozási intenzitás mellett kaptuk, ami szignifikánsan különbözött a legkisebb napi tápoldatozási intenzitású kezeléstől ($p < 0,05$).

Kulcsszavak: talaj nélküli rendszer, fejes saláta, aeropónikus rendszer

Keywords: soilless system, lettuce, aeroponics

Stroncium meghatározása biológiai mintákban ICP-AES spektrometriával

Strontium determination in biological samples by ICP-AES spectrometry

Grácz Kitti^{1,*}, Bánhidi Olivér², Viskolcz Béla³

¹tanszéki mérnök, ²vizsgálatvezető, ³intézetigazgató

¹Miskolci Egyetem, Miskolc Egyetemváros ²Metalcontrol Kft, Miskolc Vasgyári út 42, ³Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet, Miskolc Egyetemváros

*graczkit22@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÓ

Az előadásunkban egy olyan, alacsony stroncium tartalom kimutatására és mérésére alkalmas ICP-AES módszert mutatunk be, amely kis mennyiségű mintát igényel. A vizsgálandó mintákat egy SrCl₂-os állatkísérletet folytató partner biztosította számunkra, és ezek egerekből vett vér,- combcsont,- csontvelő,- izomszövet,- vizelet,- és székletminták voltak. A minták előkészítésére - a székletminta kivételével - nem kellett további műveletet és időt fordítani, mivel tömény savban oldott formában érkeztek, így csak az esetleges hígítás maradt hátra. A széklet mintákat mikrohullámú feltáró berendezéssel vittük oldatba. A módszerhez szükséges stroncium vonalakat a szakirodalmi adatok és az általunk használt ICP-AES spektrométer vezérlő szoftverébe beépített színkép vonal könyvtár javaslata alapján választottuk. 4 ionvonal, - Sr 216,596 nm, Sr 338,071 nm, Sr 407,771 nm, Sr 421,552 nm, és 1 atomvonal, - Sr 460,733, - teljesítményjellemzőit vizsgáltuk. Az ehhez szükséges oldatok 0,3 µg/l, 0,7 µg/l, 2,75 µg/l, 10 µg/l, 25 µg/l és 125 µg/l koncentrációban tartalmaztak stronciumot. A mérések során az 5 stroncium vonalra kapott eredményeket vizsgáltuk és meghatároztuk a háttér-ekvivalens koncentrációt. Továbbá a vakoldat adatait felhasználva megadtuk a vonalakra jellemző kimutatási határt és a legkisebb meghatározható mennyiséget. A minták mérésére a Sr 407,771 nm és a Sr 421,552 nm vonalakat választottuk, mivel ez a két vonal bizonyult a legérzékenyebbnek. A módszer ellenőrzéséhez spikeolt mintákat is alkalmaztunk, melyeknek visszanyerési értékei a 95 - 102 %-os tartományba estek. A kapott eredmények a visszanyerési értékekre vonatkozó elfogadási határértékek között vannak, így a módszer használhatóságát igazolják.

Kulcsszavak: ICP-AES, biológiai minta, stroncium

Keywords: ICP-AES; biological sample; strontium

Előzetes eredmények az aeropónikus növénytermesztéssel kapcsolatban

Preliminary results on crop production in aeroponics system

Nagy Ildikó Alexandra^{1*}, Gorliczay Edit², Nagy Attila³, Tamás János⁴

¹ hallgató, ² tanársegéd, ³ egyetemi tanár, ⁴ egyetemi tanár

^{1, 2, 3, 4} *Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet, 4023 Debrecen, Böszörményi út 138.*

* nagyildikoalexandra@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÓ

Előadásomban az aeropónikus rendszerekkel kapcsolatos tapasztalatainkat mutattam be. Ezen rendszerek fontosak a jövő építésében, hiszen a növénytermesztésre alkalmas szántóföldi területeink korlátozottak, illetve csökkenő tendenciát mutatnak, az elérhető, valamint minőségi élelmiszerek iránti szükséglet pedig folyamatosan nő, köszönhetően a globális népességnövekedésnek.

A kísérleteinket Propagátor 64 és AeroFlo 20 típusú rendszerekben végeztük, ezen utóbbi egységben 20 növényt neveltünk. Az előnevelést propagátorban és Mammoth Lite 80+ típusú beltéri palántanevelő sátorban végeztük, ezek után kerültek be a zárt klímaszobákba a növények. Az előnevelés során különböző szubsztrátumokat (kókuszrost, kőzetgyapot, szűrőpapír, lenvászon, organza anyag, magas cellulóz-tartalmú papír) alkalmaztunk. Növényfajonként különböző tápoldat-koncentrációkkal dolgoztunk, illetve más-más hőmérsékleten teszteltük az egyes fajokat. Itt a csírázási tesztek első szakaszában hetente kétszer, majd heti rendszerességgel mértük a csírázás mértékét, a gyökér és hajtásnövekedést, illetve az esetleges levélszámot.

A klímaszobákban ellenőrzött környezetben neveltük a növényeket, stabil hőmérséklet, tápoldat-összetétel és páratartalom mellett, melyek állandóságát különböző magasságokban fali szenzorokkal követtük nyomon. Négyféle tápoldatösszetételt alkalmaztunk nitrogén (nitrát nitrogén, ammónium nitrogén), foszforsav hibrid, kálium-oxid, magnézium-oxid, szulfát; valamint mikroelemeket: B, Ca, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn). A kísérleteikben heti rendszerességgel mértük a hajtáshosszt, levél-, virág- és természsámot.

A növényfajokat tekintve figyelmet fordítottunk a táplálkozásban betöltött szerepükre is. A kutatásba olyan növényeket vontunk be, melyek gazdasági szempontból hasznosak, valamint gyógyászatban is jelentősek: közönséges bab (fehér és tarka), cukkini, bazsalikom, szarvaskerep, mustár, cékla, paradicsom. Azonban fontos megemlíteni, hogy az emberek befogadóképessége az új dolgokkal iránt korlátozott, így nemcsak az igények kielégítése, hanem a vásárlói elfogadás is fontos szempont lesz a jövőben, ezt jövőbeli kutatásainkban szem előtt tartjuk.

Kulcsszavak: *aeropónia; növénytermesztés; talajnélküli; fenntarthatóság*

Keywords: *aeroponics; crop production; soil-less; sustainability*

A Hajdúhát integrált hidrodinamikai modellezése MIKE SHE környezetben

Integrated hydrodynamic modelling of the Hajdúhat in the MIKE SHE environment

Pásztor Dávid¹, Fehér Zsolt Zoltán², Budayné Bódi Erika³, Tamás János⁴

¹Phd hallgató, ²adjunktus, ³tanársegéd, ⁴egyetemi tanár

¹⁻⁴DE MÉK Víz és Környezetgazdálkodási Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

¹*pasztor.david@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÓ

A tanulmány fókuszában a Keleti-főcsatorna és kapcsolódó vízhálózatok állnak, mivel ezek rendelkeznek a szükséges keresztmetszelvényekkel, vízhozammal és vízszinttel. A cél a vízszétosztás támogatása a TIVIZIG területén és egy alapmodell létrehozása a Civaqua-fejlesztések különböző alternatíváinak tervezéséhez és szabályozásához.

A Hajdúhát fő talajtípusa az alföldi mészlepedékes csernozjom, ideális a növénytermesztéshez. Az öntözés elengedhetetlen, és a térség a Keleti-főcsatornán keresztül jut hozzá a vízhez. Azonban a főcsatorna vízkészlete kockázatosná válik az aszályos időszakokban, például a 2022-es évben.

A vízkészletek optimális elosztását támogatni célzó hidrológiai modellek fejlesztése ma már lehetővé válik az IOT, az infokommunikáció és az AI által támogatott döntéshozatalnak köszönhetően. A tanulmány részletezi a Hajdúhát és a Hortobágy területére tervezett hidrológiai modell fejlesztéseit, kiemelve az adatfeldolgozás sokrétűségét és a modern technológiák szerepét.

Az előadás további részében az újszerű eszközöket és eljárásokat ismerteti, beleértve a gépi tanuláson alapuló területborítottság-modellt, az evapotranszpiráció-mintázaton alapuló AI gabonanövény-felismerést, valamint a drón-technológiák alkalmazását (LiDAR, hőkamera, szonár, spektrális indexek derivátumai). Ezek az innovációk segítenek a modell hatékonyságában és a vízgazdálkodás tervezésében.

A cikkben bemutatott kutatás a Széchenyi Terv Plusz program keretében az RRF-2.3.1-21-2022-00008 számú projekt és a DHI Hungary támogatásával valósult meg.

Kulcsszavak: hidrodinamika, modellezés, DHI, MIKE SHE

Keywords: Hydrodynamics; Modelling; DHI; MIKE SHE

Mikroötvözött acélminőségek ötvözőinek módosítása a gyártási költséghatékonyság optimalizálásának szempontjából

Modification of microalloyed steel alloys to optimise manufacturing cost efficiency

Veszprémi Ramóna^{1*}, Palkovics Miklós², Móger Róbert³, Szabó Gábor⁴

¹Hallgató, ²PhD hallgató, ³Egyetemi docens, ⁴Tudományos Főmunkatárs

¹⁻⁴Miskolci Egyetem, 3515 Miskolc – Egyetemváros

*veszpremirami@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÓ

A CO₂ csökkentés egyik lehetséges módja az ötvözőanyagok költségeinek csökkentése, és ezáltal acélminőségek fajlagos előállítási költségeinek a redukálása. Számos publikáció található, melyek az acélgyártás energia igényének csökkentésével foglalkozik, de az ötvözőanyagok megváltoztatásán kevesen gondolkoznak, holott a fajlagos költségekre gyakorolt hatása jelentős. Az acéliparban az energia költségei mellett az ötvözőanyagok költségei sem elhanyagolhatóak. A nyereséges és a veszteséges termelés között sokszor csak nüansznyi különbségek vannak. Mivel az energiaszükséglet egzakt, ezért meg kell vizsgálni, hogy az ötvözésre használt anyag mi módon helyettesíthető hasonló tulajdonságú, de olcsóbban beszerezhető anyagokkal.

Célom, azonos acélminőségek fajlagos előállítási költségeinek csökkentése új – eddig kevésbé vagy egyáltalán nem használt – ötvözők segítségével. Kutatásom során EN 10149–2:2013 szabvány szerint gyártott S355MC mikroötvözött acélminőség – három ötvözési koncepció szerint – került összehasonlításra. Az üzemi kísérlet során gyártásra került egy járatos technológia szerint gyártott Nb-mal mikroötvözött, továbbá egy Nb helyett Ti-nal mikroötvözött, valamint egy többszörös mikroötvözési eljárással gyártott Nb-mal és Ti-nal mikroötvözött adag. Az adagokból öntött brammák többféle meleghegerlési hőmérsékletvezetéssel kerültek kihengerlésre. A meleghegerlési vég hőmérséklet módosításával célunk, a mikroötvözők kiválásainak vizsgálata/hatása az acélok mechanikai tulajdonságára.

Az ötvözési koncepció megváltoztatásával a magyarországi fémelőállító üzemek olyan versenyelőnyre tehetnek szert, mellyel ugyan annyi energia felhasználása mellett gazdaságosabban tudnak a konkurens gyártóművekhez képest terméket előállítani, ezzel javul a versenyképesség, stabilabbá válik a vállalat és csökken a munkahelyi bizonytalanság.

Kulcsszavak: Mikroötvözés, Nióbium, Titán

Keywords: Microalloying; Niobium; Titan

Application of Coagulation as an Effective Physicochemical Treatment to promote Onsite Reuse of Greywater

Akpomie Frederick¹, Bodnár Ildikó^{2,*}

¹ Master's student in Environmental Engineering, ²College professor

1,2Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, University of Debrecen, 2-4 Otemeto Street, Debrecen, H-4028 Hungary.

ABSTRACT

Greywater (GW) is wastewater generated from clean water supply in the kitchen, bathroom, and laundry, excluding wastewater from toilets. GW may include significant quantities of lipids, surfactants, fabric softeners, oils, chlorides, and sulphates among other pollutants, as well as be contaminated with disease-causing organisms. GW reuse is a major approach in sustainable and integral water management in multiple countries where the population suffers acute water shortage and relieves strain on freshwater resources, minimizes pollution that is discharged into water bodies. GW may be utilized for non-potable activities such as domestic cleaning, flushing toilets, washing vehicles, agricultural irrigation. And there is the potential to increase the total availability of water resources if the use of GW was to be adopted globally. Locally treated GW lessens the load on the distribution system, lowers the time and expense required for construction, and, whenever feasible, reduces the carbon footprint associated with it. Such locally treated GW provides significant way to expand local water resources. In line with the sustainable development goals of the WHO and UNICEF, it is a major step towards mitigating the decline in clean water supply in water stress areas as well as the aspirations for the future. Treatment systems are categorized based on the methods used for segregation and separation, including physio-chemical and biological treatments. The water is disinfected, and any remaining impurities undergo coagulation during the tertiary treatment, which is mainly chemical. Modern methods have been developed recently to increase treatment effectiveness. Physio-chemical treatment technologies aim to remove impurities from GW by combining physical and chemical processes. Coagulant treatment of GW is a crucial step in the process of removing impurities and contaminants, making it suitable for reuse. While traditional coagulants such as alum or ferric chloride have been commonly used, advancements in technology have led to the development of new and innovative coagulant treatment methods. These technologies offer improved efficiency, reduced environmental impact, and enhanced overall performance in treating GW. Flocculation then promotes the formation of larger particles, making it easier to separate them from the water. GW is typically thought to be safer than other wastewater, but if utilized improperly, it can have a significant negative impact on health. The risks associated with recycling of GW depend on the application, such as agricultural irrigation, whose primary hazards mostly rely on whether it is reused on a short-term or long-term basis.

This study investigated the application of different ratio of coagulants in synthetic greywater in laboratory scale. Synthetic greywater (SGW) was prepared in the laboratory from 4 components: shampoo, shower gel, corn oil to represent corporal fats, and nutrient broth which represents the nitrogen and phosphorous compounds.

Two coagulants, Iron(III)chloride (FeCl_3) and Lime ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) and combination of them as a new approach was studied. In the preliminary tests we applied them in varying proportion on 100 mL SGW samples to investigate their effect. It was shown that the combination of FeCl_3 and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ proved to be more effective than they were used separately. Zeta potential, turbidity, pH, electrical conductivity, and total organic carbon (TOC) values were measured from the 100 mL SGW sample.

The zeta potential measurements were first principal measurements used as a reference to quantify the optimal concentration of the oppositely charged additives required to enhance coagulation of contaminants from in SGW. The zeta potential value was studied vs the coagulant dosage to find the optimum coagulant dosage. It was showed that zeta potential between -5 mV and 8 mV gave the best results of turbidity, pH, and TOC removal.

In the second stage, so-called Jar test was performed on six 500 mL SGW samples to reiterate the findings and vary other conditions such as mixing speed, mixing time, and settlement time. The results were similar with the 100 mL sample test and the optimum dosage of $\text{FeCl}_3/\text{Ca}(\text{OH})_2$ was found to be 0.88mL/0.2mL per 100 mL greywater. The removal efficiencies values were determined after comparing the different treatment conditions. It was shown that the applied best method improved the pH of greywater closer to an average of 7.38 the neutral value, and the turbidity up to 97% and reduced the TOC by up to 56%. The zeta potential values were better from average of -27.6 mV in greywater which indicated stable suspension and poor flocculation, to an average of -6.9 mV in treated sample which indicated unstable suspension and good flocculation.

The measured quality parameters were within the regulated standards (REGULATION (EU) 2020/741 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 May 2020) on minimum requirements for water reuse for except for the TOC value which was outside the limit for indirect portable reuse. This was solved later when the samples underwent sand filtration after which, other parameters such as biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), anionic detergent content (ANA) were measured.

The quality improved further with the TOC removal efficiency up to 96%, average BOD value of 3.55 mg/L, average COD value of 15.83 mg/L, average turbidity value of 0.14 NTU, and ANA was not detected. These values were great, improving all parameters in the SGW to meet required standard.

The quality of treated SGW was slightly better when compared to the tap water except for the average pH of 8.23 which was slightly more basic than the tap water, but it was still within the regulated standard for potable water reuse. The method showed favourable results in the laboratory, however further investigation is needed on all types of real greywater.

Keywords: *Greywater treatment; Water reuse; Chemical coagulation, Flocculation, Sedimentation*

An innovative approach for evaluating the microbial condition of an urban stream using hydrogeomorphological parameters

**Imre BOCZONADI¹, Zsolt Feher¹, David Busa², Janos TAMAS¹, Attila Nagy¹
and Csaba Pregun¹**

*¹Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management,
University of Debrecen, Hungary*

² Faculty of Science and Technology, University of Debrecen, Hungary

*Corresponding author, e-mail: boczonadi.imre@agr.unideb.hu

ABSTRACT

The study examines the hydrogeomorphological, ecological, and water quality of the Tóció, a seasonal stream in Debrecen, Hungary, a rapidly industrialising middle-sized city. Hydrogeomorphological parameters show a highly regulated stream flow and a few-meter floodplain. Hydrological patterns are variable, with frequent low or no water discharge. Due to poor maintenance, the riverbed was densely vegetated with reed as the dominant species before the restoration. In 2023, all aquatic, wetland, and terrestrial vegetation, including root systems, was removed during maintenance. Since the area's steeply sloping trapezoidal cross-section has been reinstated, the bank erosion risk index has increased dramatically. The stream is vulnerable to urbanization, stormwater runoff, pollution, and rising temperatures, although natural water flow restoration has become a popular solution. Physicochemical parameters, algae composition and activity, and total and coliform counts were measured in water samples from five distinct locations before the maintenance. Spectrophotometric analysis was used to measure pH, EC, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻, SO₄²⁻ and K⁺ in water samples from five locations. Algal classes, activity, and chlorophyll concentrations were determined. Initial investigations revealed that the lower section exhibited up to 10 times higher pollution levels, with mesohalobicity and eu-polytrophic conditions, and nitrite nitrogen concentrations than in the upstream sections, despite no clear correlations with water temperature, open water extent, or algal composition. Seemingly, high N concentrations and low cyanobacterial abundance indicate that blue-green algae, which can fix inorganic N₂, cannot achieve a competitive advantage. Spectrophotometry indicated downstream of the wastewater treatment facility exhibited up to 10 times higher microbial presence and turbidity levels compared to other sampled areas. Enterobacteriaceae (ETB) counts downstream of the wastewater treatment intake were approximately 10 times higher than coliform counts from other sites, indicating significant *Escherichia coli* presence. Thus, the water quality downstream of the wastewater treatment intake is deemed suboptimal for safe utilization.

Keywords: *Microbiology, Hydrogeomorphology, Water quality assessment, Ecological indicators, Stream restoration*

This study was supported by the National Research, Development and Innovation Office of Hungary (under grant: National Laboratory of Water Science and Water Safety project RRF-2.3.1-21-2022-00008).

Development of a Cloud-Based GIS for Urban Soil Pollution Survey in Debrecen

Nxumalo Gift Siphiwe¹, János Tamás¹, Erika Buday Bódi¹, Attila Nagy¹, Zsolt Zoltán Fehér^{1,*}

¹*University of Debrecen, Institute of Water and Environmental Management,
Böszörményi u. 146b, Debrecen, Hungary*

*feher.zsolt@agr.unideb.hu

ABSTRACT

A systematic methodology and toolset was developed and utilized to collect soil samples in Debrecen, an urban centre of moderate size located in Eastern Hungary. The adoption of an advanced, cloud-based mobile GIS framework was pivotal in facilitating a systematic approach to site selection, thereby ensuring a comprehensive representation of the diverse landscapes present in Debrecen. Spatial data from the designated sites were effectively acquired using mobile mapping tools during the field collection process. In order to ensure consistency and precision, data collected by a group of 20 researchers was concurrently integrated into a centralized database.

Following the collection process, the soil samples were subsequently transported to a laboratory setting for comprehensive analysis utilizing a X-ray fluorescence (XRF) technique, as well as to characterize physical soil features. This approach facilitated precise determination and measurement of the heavy metal and inorganic pollutant contents (As, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Ti, V, Zn) within the analysed samples. The laboratory results were subsequently incorporated into the GIS database to facilitate comprehensive post-processing. The visual representations were carefully constructed, incorporating the precise laboratory measurements for each location.

In summary, the research emphasizes the effective incorporation of GIS technology for the purpose of sampling, as well as the accuracy of laboratory-based XRF analysis, in order to gain insights into the composition of urban soils in Debrecen.

The research presented in the article was carried out within the framework of the Széchenyi Plan Plus program with the support of the RRF 2.3.1 21 2022 00008 project.

Keywords: *GIS; urban soils; heavy metal pollution; XRF*

Assessment of Heavy Metal Accumulation in *Squalius cephalus* L. Fish Scales from the Tisza River: A Comprehensive XRF Analysis

Haithem Aib¹, Herta Czédli², Krisztián Nyeste³, Md. Sohel Parvez⁴

¹ University of Debrecen, Faculty of Science and Technology, Pál Juhász-Nagy Doctoral School of Biology and Environmental Sciences, Debrecen, Egyetem tér 1, 4032

² University of Debrecen, Faculty of Engineering, Debrecen, Ótetező u. 2-4, 4028

³ University of Debrecen, Faculty of Science and Technology, Debrecen, Egyetem tér 1, 4032

⁴ University of Debrecen, Faculty of Science and Technology, Pál Juhász-Nagy Doctoral School of Biology and Environmental Sciences, Debrecen, Egyetem tér 1, 4032

ABSTRACT

Heavy metals represent a category of highly perilous inorganic micro-pollutants that pose a significant threat in contemporary contexts. Their capacity to accumulate within diverse living organisms is well-documented. In our recent investigation, we endeavor to scrutinize the trace elemental composition of fish scales, exploring the potential of utilizing these biological structures as environmental monitors. The assessment of the accrual of various environmental pollutants, particularly heavy metals, in living organisms is increasingly employed for the purpose of monitoring and identifying instances of intoxication. The specimens under investigation were procured from the Tisza River, and their elemental composition was analyzed utilizing X-ray Fluorescence (XRF) methodology at the Institute for Nuclear Research (ATOMKI) in Debrecen. The efficacy of XRF analysis in elucidating the distribution of heavy elements within fish scales was duly established. Notably, the analysis revealed the presence of macroelements, microelements, transitional metals, and heavy metals within the examined fish scales. The discernment of heavy metal concentrations in fish scales proves instrumental in elucidating alterations in water quality, underscoring the utility of fish species in comprehensive studies aimed at substantiating heavy metal contamination. Through the amalgamation of scientific and applied research within a well-established interdisciplinary framework, our investigation contributes significantly to the understanding and tracing of the repercussions of contamination in riverine ecosystems and other wetlands.

Keywords: Heavy metal accumulation, XRF analysis, *Squalius cephalus*, fish scale, Riverine ecosystems

Fish scales: An excellent non-lethal tool for biomonitoring

Md. Sohel Parvez^{1,2,3}, Herta Czédli^{4*}, Md. Imdadul Hoque⁵, Haithem Aib^{1,2}, Edina Simon⁶

Ph.D. Student, Associate Professor, Postgraduate Student, Ph.D. Student, Professor

¹*Pál Juhász-Nagy Doctoral School of Biology and Environmental Sciences, University of Debrecen, 4032 Debrecen, Hungary;* ²*Department of Hydrobiology University of Debrecen, 4032 Debrecen, Hungary;* ³*Department of Oceanography, Noakhali Science and Technology University, Noakhali-3814, Bangladesh;* ⁴*Department of Civil Engineering, University of Debrecen, 4028 Debrecen, Hungary;* ⁵*Department of Urdu, University of Dhaka, Dhaka-1000, Bangladesh;* ⁶*Department of Ecology, University of Debrecen, 4032 Debrecen, Hungary*

*Corresponding Author E-mail: (herta.czedli@eng.unideb.hu)

ABSTRACT

Natural waters are gradually becoming more polluted due to increased anthropogenic activities. A number of physical, chemical and biological methods utilizing different techniques including genetic tools are currently being applied for monitoring the health of the aquatic environment. Among these, bio-monitoring methods utilize different organisms inhabiting in the ecosystem as a bio-indicator to the health of the environment. Fishes being one of the cosmopolitan and higher trophic aquatic organisms are widely chosen candidate as bio-indicator for environmental studies. Usually, in the most cases of bio-monitoring, the whole or parts of their body like the muscle, liver and kidneys are used as specimens which require sacrificing the animals. The use of fish scales for such examinations instead, could be an alternative to this problem. The purpose of the current study was to evaluate the use of fish scales as a bio-indicator of pollution particularly for heavy metals. Two freshwater fishes, Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*), and Mrigal Carp (*Cirrhinus cirrhosus*) were used in the study. The samples were collected from commercial aquaculture ponds in Bangladesh. The Energy Dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF) methods were used for the investigation of heavy metals in fish scales. Different heavy metals were found in the scales. The findings of the study implies that fish scales could be used as a bio-indicative tissue as a proxy of the state of the environment, providing a superb tool for environmental monitoring without harming or killing the animals.

Keywords: Heavy metals; Carps; EDXRF; Bangladesh;

Analysis of various treatment methods for microplastics removal from synthetic greywater samples

Mohammad Hassanzad¹, Dr. Ildiko Bodnar²

¹Master's student in Environmental Engineering, ²College professor

^{1,2}*Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, University of Debrecen, 2-4 Otemeto Street, Debrecen, H-4028 Hungary.*

ABSTRACT

Water scarcity is a growing global issue driven by factors like population growth, industrialization, higher living standards, and climate change. This has led to increased interest in sustainable water management, including the recycling of various types of wastewaters. Domestic wastewater can be divided into two categories: black water from toilets and greywater (GW) from sinks, showers, and washing machines, making up a significant portion of household water usage. Greywater, in particular, is a valuable resource due to its lower fecal pollution levels and ample availability. However, it may contain microplastic (MP) pollutants from detergents and personal care products, which can pose risks to marine life and potentially human health. Insufficient sanitation facilities affect nearly 37% of the global population, leading to environmental and health problems, including almost 1.8 million deaths annually from diarrhea.

Plastics are currently produced in excess of 320 million metric tons (Mt) annually, and in the following 20 years, output is predicted to increase. Only 62.6% of this is recycled, which means that up to 94% of it winds up in landfills or is discharged into the environment as a result of improper management along a number of different pathways. The development of trustworthy methods for the effective and efficient separation of microplastics from waters is of utmost importance given the widespread presence of microplastics in various water bodies, including urban sewage, industrial wastewaters, and freshwater. It has been demonstrated that a variety of tertiary water and wastewater treatment technologies, such as flotation, sand filtration, membrane bioreactor, adsorption, etc., are successful at removing large-sized microplastics (i.e., microplastics of several hundred microns). The tertiary treatment effluent was found to contain the highest concentration of microplastics with the smallest size fraction (<190 µm). This underlines the necessity for the last stage technologies to eliminate MPs, in particular MPs of small size.

Wastewater treatment has been crucial in improving effluent quality, but conventional methods may not effectively remove microplastics. Depending on the size, shape, and type of the micro- and nanoplastics as well as the water environment, there are many ways to remove them from water. Physical sorption and filtration, biological ingestion and removal, and chemical treatments are some of these removal techniques. Regarding the physical treatment method, adsorption on green algae, for example, uses sorption and filtering techniques to remove microplastics in which the surface charge of the particles has a significant impact on the sorption of microplastics on algae. Activated carbon, in both powdered (PAC) and granulated (GAC) forms, is a widely used technology for removing contaminants, especially microplastic, from water. It offers efficient removal and no harmful byproducts, making it a preferred choice. Additionally, tertiary technologies like membrane bioreactors and micro-screen filtration show promise in this regard. Coagulants like aluminium and iron salts are also employed to treat wastewater as a chemical treatment method, by which they can interact effectively with negatively charged pollutants like microplastic. These coagulants have been favoured in wastewater treatment plants due to their cost-effectiveness and efficiency in pollutant removal.

Our experiments started with creating synthetic mixed greywater (SGW) samples. For a 1L sample, 50% of the laundry and 50% of the bathrooms GW were added. The mixtures' composition and ratios remained constant during the whole experiment. These components were used to create the synthetic greywater samples: shampoo, detergent, shower gel, corn oil, fabric softener, and nutrient broth. Following the preparation of the synthetic greywater samples, microplastic particles including Polypropylene (PP), Polyvinyl chloride (PVC) and low-density Polyethylene (LDPE) were added to the SGW, and various characterization techniques were utilized to identify the parameters that can be utilized for assessing the effectiveness of the treatment process. The pH, turbidity, zeta potential, conductivity, 5-day biological oxygen demand (BOD), total organic content (TOC), chemical oxygen demand (COD) values were measured, and microscopic examination were also examined. The average values for the synthetic greywater parameters, including pH, zeta potential, conductivity, turbidity, BOD₅, COD, TOC, ANA were 8.02, -35.84 (mV), 1.01 (mS/cm), 91.83 (NTU), 261.66 (mg/L), 610 (mg/L), 129.03 (mg/L) and 42.41 (mg/L), respectively.

In our study, several techniques were utilized to investigate the removal of microplastic from SGW samples, and their efficacy was tested. The first step was to filter and isolate the microplastic particles from synthetic greywater using a cellulose nitrate membrane filter with 0.45 μm pores and $\varnothing 47$ mm. Polypropylene (PP) and Polyvinyl chloride (PVC) with a size of 500 μm by 0.600 g/L concentration were added to the synthetic greywater. The results demonstrated that although this so-called method A was a suitable technique for the separation of microplastic particles ($>45\mu\text{m}$), it was a time-consuming process and consumed a lot of energy (electricity). Therefore, it was expensive to separate microplastics from the sample, as well as the inability to treat the synthetic greywater.

The second stage involved adding activated carbon directly to the synthetic greywater samples containing Polypropylene (PP) microplastic with a size of 1000 μg by 0.600 g/L concentration in three amounts of 1.00, 3.00, and 5.00 grams. After 10 minutes, due to the samples' high turbidity, they were filtered using membrane filters (cellulose nitrate membrane filters). The outcomes under this method B showed a relative improvement. The turbidity parameter had the greatest decline, particularly in the 1-gram sample (91.83 to 18.36 NTU). The TOC value declined as well, practically to the same extent in every sample (from 129.03 to almost 100 mg/L). Comparing the synthetic greywater sample to the zeta potential value as an important parameter, little change occurred.

Following the second method's successful results, the activated carbon column (medium) was employed as the third phase of the treatment procedure. 2 cm of gravel layers were placed at the top and bottom of the column, and 10 cm of activated carbon were placed in the middle. The synthetic greywater sample was then examined using the activated carbon column (method C) at slow and fast discharge rates respectively 3.33 and 200 min/L while containing Polypropylene (PP) microplastic with a size of 1000 μm and a concentration of 0.600 g/L. In general, slow discharge rate filtration showed better results. Turbidity was obtained from 91.83 to 117.25 and 29.93 NTU, TOC from 129.03 to 63.28 and 7.28 mg/L and zeta potential value from -35.84 to -38.30 and -4.22 (mV) in fast and slow discharge rates, respectively. More tests were conducted on the synthetic greywater samples with the low-density Polyethylene (LDPE) microplastic with a size of 500 μm and a concentration of 0.600 g/L using the activated carbon column with a discharge rate close to the slow state (5.5 min/L), in accordance with the encouraging results from the slow rate treatment. Turbidity values in these tests changed from 47.9 to 21.45 NTU; TOC values from 122 to 25.58 mg/L; zeta potential value changed from -38.9 to -25.55 (mV); COD values changed from 675.75 to 153.69 mg/L. The reference parameter used in this procedure was the synthetic greywater sample containing microplastic. The last method D combined the usage of the activated carbon column with coagulation-flocculation method to further enhance the outcomes of the third method. The previous

experiment's characteristic of synthetic greywater containing microplastics was present in this experiment as well. Ferric chloride (FeCl_3) was used as a coagulant with a concentration of 325 mg per 1-liter contaminated sample. The results revealed that the use of FeCl_3 promotes the treatment process and even absorbs some microplastic particles, as shown by the changes in turbidity, TOC, zeta potential, COD, and pH. Turbidity value decreased from 51.44 to 4.03 NTU; TOC decreased from 121.5 to 1.95 mg/L; zeta potential value increased from -35.0 to -10.55 (mV); and COD decreased from 751.25 to 55.25 mg/L.

According to the results of our study, the use of an activated column is the most effective method for simultaneously treating synthetic greywater samples and removing microplastics because of its availability, affordability, and environmental friendliness. Additionally, a coagulant can be employed to boost the effectiveness of this approach given that this material is also readily available and affordable. It significantly improves parameters like turbidity, TOC, COD, and zeta potential and the best outcome is obtained when activated carbon and FeCl_3 as a coagulant are used together, according to the findings of microscopic analysis as well.

An Euromex Bscope microscope was used to determine the level of microplastics in greywater using magnification of 4x and 10x before and after treatment for the last method (combination of coagulation and activated carbon column). This investigation proved that there was no microplastic in the treated sample, supporting the findings of the measured parameters like turbidity and others. However, it is advised that future research and investigations make use of accurate techniques like scanning electron microscopy (SEM), Raman spectroscopy, and other techniques. Future plans may include investigating the usage of different coagulants, smaller-sized microplastics, and reused water for plant growth tests.

Keywords: greywater; microplastic removal; activated carbon; coagulation-flocculation.

Advances in biomass growth of *Chlorella vulgaris* under various CO₂ and pH achieving sustainable microalgae cultivation

Nadya Nurul Amalina¹, Péter Tamás Nagy², Tamás Magyar^{3,*}

¹M.Sc. student, ²associate professor, ³senior lecturer

^{1,2,3}*Institute of Water and Environmental Management, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, University of Debrecen*

*Corresponding Author E-mail: magyar.tamas@agr.unideb.hu

ABSTRACT

Microalgae have an increasing interest in various sectors. They are photosynthetic organisms that utilize the sunlight to make various organic compounds from carbon fixation. Microalgae can be beneficial for the sustainability; it can assist with the achieving of several SDGs such as zero hunger (SDG-2), clean water and sanitation (SDG-6) as well as affordable and clean energy (SDG-7). However, the production of microalgae biomass is limited due to various nutritional and environmental conditions such as pH and CO₂ concentration in the nutrient solution. So it is crucial to investigate the effects of different pH level and CO₂ injections on microalgae (*Chlorella vulgaris*) cultivation.

The aim of this research was to investigate the biomass growth of *Chlorella vulgaris* microalgae with special regards to the pH level of the nutrient solution (7, 9.6, 10.2 and 11.0) and CO₂ injection (0 ml/min, 2 ml/min, 3.5 ml/min and 5 ml/min). The samples were investigated over a 6 weeks of period from a chemical as well as biological point of view. For the chemical measurements, PF-12 plus photometer with VisoColor test kits were used and the following parameters were measured: NH₄⁺, NO₃⁻, K⁺, PO₄³⁻, chemical oxygen demand (COD), pH and electric conductivity (EC). AlgaeToximeter II was used to determine the biological parameters such as chlorophyll concentration in different microalgae classes and microalgae activity rate. Moreover, the change in chlorophyll A was tracked over the examination period by a UV-Vis spectrophotometer.

Based on the experiments performed in this study, the highest biomass growth was achieved in case of the 2 ml min⁻¹ of CO₂ injected sample with the value of 2,211 µg L⁻¹ in chlorophyll concentration, followed by the 3.5 ml min⁻¹ of CO₂ injected sample (1,504.6 µg L⁻¹ in chlorophyll concentration). Comparing the sample of 2 ml min⁻¹ of CO₂ injection to the control one (0 ml min⁻¹), the biomass increase was found to be +60.8%, however the injected CO₂ drastically decreased the microalgae activity rate from the initial value of 66.6% to 35.23%. Variable pH also had a significant effect on the biomass growth of *Chlorella vulgaris* microalgae. Neutral pH (7) resulted in the highest chlorophyll concentration with the value of 1,853.5 µg L⁻¹, moreover it was found that alkaline pH (9.6, 10.2 and 11.0) could have an impulsive stimulation effect on the biomass increase in the first 10 days. In the future, combining the 2 ml min⁻¹ of CO₂ injection with an alkaline pH nutrient solution could be a promising solution in order to shorten the cultivation time, while resulting in higher biomass generation, thus contributing to the sustainability.

Keywords: biomass growth; microalgae cultivation; nutrient solution; sustainability

Comparison of electrochemical storage technologies for PV power

Ogunmola Ifeoluwa O.^{1*}, Janos Szendei²

¹Msc Student, ²Associate Professor

¹ *Department of Mechanical Engineering, University of Debrecen, Faculty of Engineering, Debrecen, Hungary,*

² *Department of Environmental Engineering, University of Debrecen, Faculty of Engineering, Debrecen, Hungary*

*Corresponding Author E-mail: ogunmolaifeoluwa3@gmail.com

ABSTRACT

Energy storage has been a challenge right from the beginning of the renewable energy revolution, the challenge in the case of solar power commonly depicted as "the duck curve".

Among energy storage options for PV power storage, rechargeable batteries have long been in use in the quest of flattening the daily load curve.

In the analysis of several battery types, we can see that due to the thermal runaway properties, limited density, and short life cycle of these batteries, they seem inadequate as permanent solutions to PV power storage demand.

Additionally, emerging technologies like solid-state batteries, hydrogen storage and pumped hydro storage show promising potential for overcoming the limitations of the available batteries in energy storage applications.

Keywords: *Lithium Batteries; Sodium batteries; Lead-acid batteries; Redox flow batteries*

Study of Nutrients Recovery from Greywater using Natural Zeolite

Rami Tommalieh¹, Andrea Izbéki-Szabolcsik², Ildikó Bodnár³

¹Master's student in Environment Engineering, ²Assistant lecturer, ³College professor,

^{1,2,3} *Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, University of Debrecen, 2-4 Otemeto Street, Debrecen, H-4028 Hungary*

ABSTRACT

Global agriculture is facing unprecedented pressure as a result of the increase in global population, limited agriculture areas, depletion in energy resources, climate change, and exhaustion and unbalance distribution of phosphate mines. As the world's population is projected to exceed 9 billion by 2050, an even larger demand for food is expected. Meanwhile, agricultural lands are not expanding due to limited cultivation areas, soil degradations, depletion in fresh water supplies, and the high associated costs. Instead, farmers are relying more on the use of fertilizers to produce fast short-term yields per hectare of soil. However, the unsustainable application of chemical fertilizers and overcultivation to meet food demands reduce soil and freshwater quality, and cause detriment environmental problems.

Plants absorb most of their nutrients in forms of Nitrogen (N), Phosphorous (P), and Potassium (K) from the soil. However, these nutrients must be replenished by fertilizers since natural replenishment can take prolonged period of time. Despite that the atmosphere consists of almost 80% of N, most of it cannot be used by plants due to its non-reactive nature. Today, almost 70% of reactive N available in the form of ammonia (NH₃) is procured using the Haber-Bosch process. This process consumes 1-2% of the global energy production. Furthermore, most of this significant energy investment is lost in conventional fertilizers as a result of their low Nutrient Use Efficiency (NUE). The NUE measures the ability of plants to absorb and transport nutrients. For conventional fertilizers, only 18-20% of P is absorbed by plants. Most of P is lost because it reacts with Ca²⁺ ions present in soil to produce insoluble phosphate form that is unusable by plants. On the other hand, only 30-35% of N is utilized by plants. Unused N is quickly processed by microorganisms and lost by chemical and physical processes including leeching and volatilization. Consequently, leeching of N can contaminate groundwater, lakes, ponds, and rivers resulting in risks of eutrophication. Therefore, recovery of nutrients from alternative sources and its reapplication in agriculture as an alternative to conventional chemical fertilizers has become of utmost importance.

Household greywater (GW) comprises of wastewater generated from sinks, showers, bathtubs, laundry, and in specific cases low-strength kitchen wastewater can be considered as GW. Elevated amounts of nutrients can be found in domestic GW in forms of ammonium (NH₄⁺) and orthophosphates (PO₄³⁻) from sources ranging from ammonium salts used in kitchens to cationic and anionic surfactants from laundry detergents. Different societal conditions can affect the composition of household GW including lifestyle, diet, socioeconomic status, as well as access to clean water. This has created a challenge in generalizing the composition of household GW for the preparation of synthetic GW samples for experimental purposes.

Since GW excludes wastewater generated from toilets and kitchen sinks, it is considered low-strength wastewater which contains lower amount of pathogens and pollutants due to the absence of urine, feces, and toilet paper. Nevertheless, GW still contains 30% of the total organic compounds and 10-20% of nutrients present in household wastewater. The discharge of

untreated GW into the environment can cause a large-scale influx of reactive N and P which holds significant impacts on human health and environment, alike. Therefore, the recovery of nutrients from GW holds tangible potential to reduce the load associated with the production of reactive N and P, which subsequently, will reduce the influx of nutrients into the environment. This will lead to efficient utilization of nutrients and will reduce the risk of adverse effects on human health and the environment. Moreover, recovery of nutrients would reintroduce recovered N and P as fertilizer which will reduce its price, and hence the overall price of food. Ammonium (NH_4^+) is one of the major contaminants present in GW that is found in laundry wastewater due to the utilization of cationic surfactants such as quaternary ammonium salts, dialkyldimethylammonium chlorides, distearyldimethylammonium chloride and alkyl dimethylbenzylammonium chlorides in fabric softeners and laundry disinfectant agents.

Adsorption is amongst the most popular processes to recover nutrients from wastewater due to its simplicity, efficiency and abundance in the environment. The key consideration is the choice of adsorption material used for the recovery process. Adsorption materials can be both naturally occurring or synthetic zeolites. However, since domestic GW contains inorganic P in its anionic dihydrogen phosphate (H_2PO_4^-) and monohydrogen phosphate (HPO_4^{2-}), and N in anionic forms of nitrate (NO_3^-) and nitrite (NO_2^-) and cationic form of NH_4^+ , natural zeolite can only be used for the direct recovery of NH_4^+ . This is due to the chemical properties of natural zeolites which are naturally occurring microporous crystalline tectosilicates with net negative charged sites which are balanced by exchangeable cations, typically alkali or alkaline-earth metals. These cations can exchange with other cations present in the solution during contact which highly depends on the selectivity of the natural zeolites. Once nutrients are recovered, they can be utilized as soil fertilizers to achieve a circular economy vision. Nutrients can be recovered through two major processes: (1) Desorption of nutrients from zeolites after regeneration and producing fertilizers (2) Applying the nutrient enriched zeolites directly into the soil. The reuse of recovered nutrients by applying it directly into the soil is possible since zeolite is considered one of the naturally inorganic conditioners which is widely applied to improve the chemical and physical properties of soil. When enriched, they act as a storage of nutrients which are readily available for plants uptake once required. This can also address the NEU limitation associated with application of conventional fertilizers. Thus, nutrient enriched zeolite can act as a slow-release fertilizers which are only available when required by the plants.

In order to analyse the ability of natural zeolite to recover NH_4^+ from GW, it was essential to primary develop synthetic GW samples under laboratory conditions. For this study, both synthetic shower/bathtub GW (BGW) and laundry GW (LGW) fractions were prepared and analysed for several different quality parameters including pH, turbidity, zeta potential, electrical conductivity (EC), BOD₅, TOC, ANA detergent values. The results of the quality parameters obtained for synthetic GW fractions were compared with results obtained for real GW to validate test conditions and mixing constituents. Results for the shower/bathtub fraction showed that pH, turbidity, zeta potential, EC, BOD₅ and TOC values align with the results obtained for real shower/bathtub GW samples. However, results of ANA detergent for synthetic BGW which corresponded to $31.66 \pm 9.87 \text{ mgL}^{-1}$ were observed to be higher than that obtained for real BGW. Similarly, the results obtained for synthetic LGW were observed to be aligned with the results obtained for the real laundry GW fraction. Nevertheless, synthetic LGW samples recorded BOD₅ value of $348 \pm 22 \text{ mgL}^{-1}$ which corresponded to lower BOD₅ value recorded for real LGW which amounted for $635.64 \pm 336.22 \text{ mgL}^{-1}$.

After comparing the quality parameters between synthetic and real GW, samples were then analysed for ionic concentrations using Ion Chromatography (IC) method. This allowed the quantification of the amount of nutrients (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- and PO_4^{3-}) and other ionic components (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , etc...) present in the synthetic GW fractions before and after treatment using natural zeolite. For the synthetic GW fraction, it was observed that the amount

of present nutrients is lower than that obtained for real BGW. For example, the average recorded amounts of NO_3^- , PO_4^{3+} , NH_4^+ in the synthetic BGW samples corresponded to $1.89 \pm 1.19 \text{ mgL}^{-1}$, $0.025 \pm 0.049 \text{ mgL}^{-1}$, and $0.183 \pm 0.36 \text{ mgL}^{-1}$, respectively. Whereas, for the real BGW the recorded values of NO_3^- , PO_4^{3+} , NH_4^+ were $3.77 \pm 0.39 \text{ mgL}^{-1}$, $11.84 \pm 16.95 \text{ mgL}^{-1}$, and $2.03 \pm 1.36 \text{ mgL}^{-1}$, respectively. On the other hand, the ionic concentrations of nutrients in the synthetic LGW were observed to be higher than the that of the synthetic BGW, but lower than that of the real LGW samples. The average measured concentrations of NO_3^- , PO_4^{3+} , NH_4^+ in synthetic LGW samples were $2.17 \pm 0.266 \text{ mgL}^{-1}$, $0.525 \pm 0.534 \text{ mgL}^{-1}$, and $0.705 \pm 0.872 \text{ mgL}^{-1}$, respectively. Whereas, for the real LGW samples, the average recorded concentrations of NO_3^- , PO_4^{3+} , NH_4^+ corresponded to $4.35 \pm 1.17 \text{ mgL}^{-1}$, $7.89 \pm 4.08 \text{ mgL}^{-1}$, and $13.82 \pm 6.52 \text{ mgL}^{-1}$, respectively.

In order to determine the efficiency of natural zeolite (NZ) in adsorbing nutrients, particularly, ammonium, 500 mL of the raw synthetic LGW was extracted into a beaker and predetermined amount of natural zeolite was added directly into the sample. The resulting sample was then mixed using a magnetic stirrer for 120 minutes. The experiment was repeated by increasing the amount of NZ in increments of 2.5g for every 500 mL of raw LGW sample. After mixing, the resulting samples were filtered using $0.45 \mu\text{m}$ cellulose membrane filters and stored for further IC analysis. Three samples were prepared by adding 2.5g, 5.0g, and 7.5g of NZ into each 500 mL sample of synthetic LGW. The average measured values of NO_3^- , PO_4^{3+} , NH_4^+ for the treated LGW using 2.5g NZ were $4.911 \pm 0.053 \text{ mgL}^{-1}$, below detection limit, and $0.085 \pm 0.035 \text{ mgL}^{-1}$, respectively. Whereas, for the treated LGW samples using 7.5g NZ, the average recorded values for NO_3^- , PO_4^{3+} , NH_4^+ were $9.514 \pm 0.045 \text{ mgL}^{-1}$, below detection limit, and $0.046 \pm 0.006 \text{ mgL}^{-1}$, respectively. The obtained results show that by increasing the amount of NZ, the amount of NH_4^+ decreases since ammonium is being exchanged with the exchangeable cations adhered to the net negative sites at the surface of the NZ. However, it was observed that by increasing the amount of NZ used for the treatment of synthetic LGW, the amount of nitrate also increases. This is due to the presence of nitrate in the NZ sample which was directly extracted from its mining site without performing any pretreatment to remove impurities and improve its adsorption properties.

Concerning the change in quality parameters after treatment, it was noticed that TOC and ANA detergent values significantly decreased after applying the NZ treatment. By treating the synthetic LGW using 2.5g NZ, the average TOC value decreased from 176.62 ± 14.26 to $115.50 \pm 2.12 \text{ mgL}^{-1}$, while, the average ANA detergent value decreased from 34.33 ± 2.06 to 28.70 mgL^{-1} . Whereas, the treatment with 7.5g NZ further decreased the average TOC value to $82.08 \pm 0.78 \text{ mgL}^{-1}$, and ANA detergent to 25.1 mgL^{-1} .

Future research plans include adjusting the composition and mixing conditions for the preparation of synthetic LGW samples to reflect higher nutrient content while investigating the effects associated with increasing the amount of primary constituents on quality parameters. The pretreatment of NZ to remove impurities and improve NH_4^+ adsorption capacity will be considered to determine the optimal adsorption capacity of the selected NZ. By investigating the quality parameters and ionic concentrations of synthetic GW samples before and after treatment with NZ, it is possible to observe potential side-effects of the application of NZ.

Keywords: Natural zeolite; Nutrients recovery; Ammonium adsorption; Ion exchange;