



## KONFERENCIA KIADVÁNY CONFERENCE PROCEEDING

**50. Műszaki Kémiai Napok Jubileumi Konferencia  
50th Engineering Chemistry Jubilee Conference**

**2022. április 26-28  
Pannon Egyetem, Veszprém, Egyetem u. 10.**

**A konferencia rendezői:  
Pannon Egyetem Mérnöki Kar  
Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetika Kutató Csoport**

**honlapcím: <https://mkn.uni-pannon.hu>**

**A kiadványt összeállította és szerkesztette: Balogh András és Klein Mónika  
ISBN 978-963-396-234-3**

**Támogatóink:**



**ABL&E–JASCO Magyarország Kft.**  
*Laboratóriumi műszerek és berendezések forgalmazása*

# 50. Műszaki Kémiai Napok

## Tudományos Bizottság

### Elnök

Bélafiné Bakó Katalin

### Tagok

Abonyi János  
Chován Tibor  
Guttman András  
Gyenis János  
Hancsók Jenő  
Hodur Cecília  
Horváth Krisztián  
Járvás Gábor  
Mika T. László  
Modla Gábor  
Németh Áron  
Németh Sándor  
Pethő Dóra  
Szalai István  
Szépvölgyi János  
Varga Csilla  
Varga Tamás  
Vonderviszt Ferenc

## Szervező bizottság

### Titkár:

Klein Mónika

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>SZENNYVÍZBŐL VALÓ VÍRUSKONCENTRÁLÁSI ÉS NUKLEINSAV KIVONÁSI MÓDSZEREK HUMÁN VÍRUSOKRA (METHODS FOR VIRUS CONCENTRATION AND NUCLEIC ACID EXTRACTION FROM WASTEWATER FOR HUMAN VIRUSES)</b>	<b>11</b>
--	-----------

Adamcsik Orsolya, Oláhné Horváth Borbála, Domokos Endre Gábor, Somogyi Viola, Jakab Ferenc, Somogyi Balázs, Gerencsérné Berta Renáta, Galambos Ildikó

<b>SIMULATION OF SUSTAINABLE MANUFACTURING SOLUTIONS: TOOLS FOR ENABLING CIRCULAR ECONOMY</b>	<b>12</b>
---	-----------

Athar Ajaz Khan, János Abonyi

<b>N-GLIKÁN MINTAELŐKÉSZÍTÉS MÓDSZEROPTIMALIZÁLÁSA KAPILLÁRIS ELEKTROFORÉZIS RENDSZEREKRE (N-GLYCAN SAMPLE PREPARATION METHOD OPTIMIZATION FOR CAPILLARY ELECTROPHORESIS)</b>	<b>13</b>
---	-----------

Auer Felícia, Szigeti Márton, Járvás Gábor, Guttman András

<b>REINVENTING THE CHEMICALS AND MATERIALS INDUSTRY FOR A NET-ZERO, NATURE-POSITIVE WORLD</b>	<b>14</b>
---	-----------

Bhavik R. Bakshi

<b>POLIELEKTROLIT MULTIRÉTEGŰ NANOSZŰRŐ MEMBRÁNOK IONCSERE KAPACITÁSA (THE ION EXCHANGE CAPACITY OF POLYELECTROLYTE MULTILAYER NANOFILTRATION MEMBRANES)</b>	<b>15</b>
--	-----------

Bóna Áron, Galambos Ildikó, Nemestóthy Nándor

<b>BACILLUS TÖRZSEK BIODETERGENS FERMENTÁCIÓJÁNAK MODELLEZÉSE MESTERSÉGES NEURÁLIS HÁLÓZATOK ALKALMAZÁSÁVAL (APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR MODELLING THE BIOSURFACTANT PRODUCTION FROM BACILLI)</b>	<b>16</b>
--	-----------

Czinkóczy Réka, Németh Áron

<b>A TÖBB-SZOFTVERES MODELLEZÉS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI A FOLYAMATMÉRNÖKSÉGBEN: BIOÜZEMANYAG ELŐÁLLÍTÓ TECHNOLÓGIA VIZSGÁLATA (APPLICATION OF MULTI-SOFTWARE MODELLING IN PROCESS SYSTEM ENGINEERING: A BIOFUEL PRODUCTION CASE STUDY)</b>	<b>17</b>
--	-----------

Csendes Viktória Flóra, Egedy Attila, Kummer Alex

<b>PARTICLE FILTER ALKALMAZÁSA MOBILITÁSI MINTÁZATOK ELEMZÉSÉRE (PARTICLE FILTER FOR MOBILITY PATTERN ANALYSIS)</b>	<b>18</b>
---	-----------

Darányi András Pál, Ruppert Tamás, Abonyi János

<b>MATHEMATICAL MODELS IN THE DEVELOPMENT OF WASTE-RECYCLING TECHNOLOGICAL LINES</b>	<b>19</b>
Egedy Attila	
<b>INVESTIGATION OF PYROLYSIS OF ANIMAL MANURE IN A LABORATORY SCALE TUBULAR REACTOR: THE EFFECT OF PROCESS TEMPERATURE AND RESIDENCE TIME</b>	<b>20</b>
Maria Elena Lozano Fernandez, Tomasek Szabina, Miskolczi Norbert	
<b>ERITRIT FERMENTÁCIÓ OPTIMÁLÁSA NAGY ÁTERESZTŐKÉPESSÉGŰ VIZSGÁLATTAL (OPTIMIZATION OF ERYTHRITOL FERMENTATION BY HIGH THROUGHPUT ASSAY)</b>	<b>21</b>
Eszterbauer Edina, Németh Áron	
<b>ELUENSEK ÉS OSZLOPOK A TERÁPIÁS FEHÉRJÉK KATIONCSEREKROMATOGRÁFIÁJÁBAN (MOBILE AND STATIONARY PHASES IN CATION-EXCHANGE CHROMATOGRAPHY OF MONOCLONAL ANTIBODIES)</b>	<b>22</b>
Farsang Evelin, Horváth Krisztián	
<b>FELSZÍNI VIZEK NITRIT- ÉS NITRÁTTARTALMÁNAK VIZSGÁLATA KAPILLÁRIS ELEKTROFORÉZIS MÓDSZERREL (ANALYSIS OF NITRITE AND NITRATE IN SURFACE WATERS BY CAPILLARY ELECTROPHORESIS)</b>	<b>23</b>
Farsang Róbert, Szigeti Márton, Járvás Gábor, Guttman András	
<b>AMIFIFIL ABA TRIBLOKK-KOPOLIMEREK MINT ÖNSZERVEZŐDŐ GYÓGYSZERHORDOZÓ NANORÉSZECSKÉK RENDKÍVÜL NAGY KAPSZULÁZÁSI HATÉKONYSÁGGAL (AMPHIPHILIC ABA TRIBLOCK COPOLYMERS AS SELF-ASSEMBLING DRUG DELIVERY NANOPARTICLES WITH OUTSTANDING SOLUBILIZATION CAPACITY)</b>	<b>24</b>
Fecske Dóra, Kasza György, Szarka Györgyi, Iván Béla	
<b>CAPILLARY GEL ELECTROPHORESIS CHARACTERIZATION OF OMALIZUMAB, AN ANTI-ASTHMA BIOTHERAPEUTIC PRODUCT</b>	<b>25</b>
Filep Csenge, Sárközy Dániel, Szigeti Márton, Guttman András	
<b>LÁTHATÓ FÉNNYEL GERJESZTHETŐ ANTIBAKTERIÁLIS HATÁSÚ KATALIZÁTOROK: TERVEZÉSTŐL A GYÁRTÁSIG (VISIBLE LIGHT-EXCITABLE, ANTIBACTERIAL CATALYSTS: FROM DESIGN TO PRODUCTION)</b>	<b>26</b>
Fónagy Orsolya, Kovács Margit, Szabóné Bárdos Erzsébet, Horváth Ottó, Makó Éva, Juzsakova Tatjana	
<b>KAMRAGÁZTISZTÍTÓ TECHNOLÓGIA MODELLEZÉSE (MODELLING OF COKE OVEN GAS PURIFICATION TECHNOLOGY)</b>	<b>27</b>
Fóty Nikolett, Egedy Attila, Nagy Lajos, Hegedűs Iván	
<b>THE ADSORPTION ISOTHERM OF CATIONIC DYES FROM AQUEOUS SOLUTION USING VARIOUS RICE HUSK</b>	<b>28</b>
Hadid Sukmana, Cecilia Hodúr	

**TELEPÜLÉSI SZILÁRD HULLADÉK SZINTÉZISGÁZ CÉLÚ  
ÁTALAKÍTÁSA TERMIKUS ÉS TERMO-KATALITIKUS  
PIROLÍZISSEL (SYNGAS PURPOSE CONVERSION OF MUNICIPAL  
SOLID WASTE VIA THERMAL AND THERMO-CATALYTIC  
PYROLYSIS)** 29

Horváth Dominik, Tomasek Szabina, Miskolczi Norbert

**METILÉNDIANILIN KÉPZŐDÉSÉHEZ KAPCSOLÓDÓ REAKCIÓ  
MECHANIZMUSOK FELTÉRKÉPEZÉSE ÉS MODELL ALAPÚ  
ELEMZÉSE (EXPLORATION AND MODEL-BASED ANALYSIS OF  
REACTION MECHANISMS RELATED TO THE FORMATION OF  
METHYLENEDIANILINE)** 30

Horváth Gergely, Kummer Alex, Varga Tamás

**N-GLIKÁNPROFIL MEGHATÁROZÁSA HUMÁN TELJES VÉRBŐL ÉS  
VÉRSZÉRUMBÓL (N-GLYCAN PROFILING FROM HUMAN TOTAL  
BLOOD AND SERUM)** 31

Hörömpöly Klaudia, Járvás Gábor, Guttman András

**MODELL NÉLKÜLI SZOMSZÉDSÁGON ALAPULÓ ELJÁRÁSOK  
VÁLTOZÓK KIVÁLASZTÁSÁRA (MODEL FREE NEIGHBORHOOD-  
BASED METHODS FOR FEATURE SELECTION)** 32

Ipkovich Ádám, Abonyi János

**BIOGÁZFERMENTÁCIÓ NYOMON KÖVETÉSE DIELEKTROMOS ÉS  
REOLÓGIAI MÉRÉSI MÓDSZEREKKEL (MONITORING BIOGAS  
FERMENTATION USING DIELECTRIC AND RHEOLOGICAL  
MEASUREMENT METHODS)** 33

Jákói Zoltán, Hodúr Cecilia, Beszédes Sándor:

**FLAGELLIN FEHÉRJÉN ALAPULÓ ÚJFAJTA OLTÓANYAG  
MOLEKULÁK FEJLESZTÉSE (DEVELOPMENT OF NOVEL VACCINE  
MOLECULES BASED ON FLAGELLIN PROTEIN)** 34

Jankovics Hajnalka, Kovács Noémi, Tóth Éva, Husztiné Nagy  
Georgina, Elahe Yazdi Nezafat, Vonderviszt Ferenc

**OPTIMIZATION OF BACILLUS LICHENIFORMIS FOR  
BIOSURFACTANT PRODUCTION USING RESPONSE SURFACE  
METHODOLOGY** 35

Jesse Sakiyo, Aron Nemeth

**SZILÁRD HULLADÉKOT ELGÁZOSÍTÓ REAKTOR MODELLEZÉSE  
(MODELLING OF A SOLID WASTE PROCESSING REACTOR)** 36

Kákonyi Márta, Bárkányi Ágnes, Chován Tibor, Németh Sándor

**KOMPOZIT SZÁLHÚZÓ EXTRUDER TERVEZÉSE ÉS ÉPÍTÉSE 3D  
NYOMTATÁSHOZ (DESIGNING AND BUILDING A 3D PRINTING  
COMPOSITE FILAMENT EXTRUDER)** 37

Kámán András, Egedy Attila, Jakab Miklós

**SZÉN-DIOXID MEGKÖTÉSI SEBESSÉG VIZSGÁLATA ELTÉRŐ MEGVILÁGÍTÁSÚ MIKROALGA TENYÉSZETEKBEN (INVESTIGATION OF CARBON-DIOXIDE FIXATION RATE OF MICROALGAE CULTIVATION UNDER DIFFERENT LIGHTING)** 38

Kiss Bernadett, Németh Áron

**FONALASGOMBA TÖRZSEK POLITEJSAV-DEPOLIMERÁZ AKTIVITÁSÁNAK TANULMÁNYOZÁSA (INVESTIGATION OF FUNGAL STRAINS' POLYLACTIC ACID-DEGRADING ACTIVITY)** 39

Kohári-Farkas Csilla, Kilin Ákos, Jordán Anikó, Tamaskó Péter, Laszlovszky Gábor, Nguyen Duc Quang

**ITAKONSAV ELŐÁLLÍTÁSA. ELEKTRODIALÍZIS ALKALMAZÁSA ITAKONSAV KINYERÉSÉRE** 40

Komáromy Péter

**MIKROBIÁLIS ELEKTROKÉMIAI RENDSZEREK FEJLESZTÉSE ÚJ TÍPUSÚ POLIMER IONCSERÉLŐ MEMBRÁNOK ALKALMAZÁSÁVAL (DEVELOPMENT OF MICROBIAL ELECTROCHEMICAL SYSTEMS USING NOVEL POLYMER ION EXCHANGE MEMBRANES)** 44

Koók László, Bakonyi Péter, Nemestóthy Nándor, Bélafiné Bakó Katalin

**KOMMUNÁLIS SZENNYVÍZISZAP ÉRTÉKNÖVELT, ENERGETIKAI CÉLÚ HASZNOSÍTÁSA TERMOLITIKUS FOLYAMATOKON KERESZTÜL, IPARI MÉRETEKBEN (VALUE-ADDED UTILIZATION OF MUNICIPAL SEWAGE SLUDGE FOR ENERGY PURPOSES THROUGH THERMOLYTIC PROCESSES ON AN INDUSTRIAL SCALE)** 45

Kovács József, Miskolczi Norbert, Domokos Endre

**N-GLIKÁNOK SZEKVENÁLÁSÁRA ALKALMAS REKOMBINÁNS ENZIMEK TERVEZÉSE ÉS ELŐÁLLÍTÁSA (DESIGN AND PRODUCTION OF RECOMBINANT ENZYMES FOR SEQUENCING N-GLYCANS)** 47

Kovács Noémi, Farsang Róbert, Szigeti Márton, Guttman András, Vonderviszt Ferenc, Jankovics Hajnalka

**INTRODUCTION OF A CAPILLARY GEL ELECTROPHORESIS BASED WORKFLOW FOR BIOTHERAPEUTICS CHARACTERIZATION: SIZE, CHARGE, AND N-GLYCOSYLATION VARIANT ANALYSIS OF BAMLANIVIMAB** 48

Kulcsár Tímea, Sárkozy Dániel, Szigeti Márton, Farsang Róbert, Gebri Enikő, Guttman András

**DEVELOPMENT OF SENSORS FOR DETECTION OF HEAVY METALS IN WATER** 49

Lábadi Zoltán, Bácsics Petra, Jankovics Hajnalka, Deshabrato Mukherjee, Vonderviszt Ferenc, Petrik Péter

<b>SZEKUNDER METABOLITOK ELŐÁLLÍTÁSA STREPTOMYCES COELICOLOR BAKTÉRIUMMAL (PRODUCTION OF SECONDARY METABOLITES WITH STREPTOMYCES COELICOLOR)</b>	<b>50</b>
Lajtai-Szabó Piroska	
<b>IONCSERE-KROMATOGRÁFIA A TECHNOLÓGIA SZOLGÁLATÁBAN (ION EXCHANGE CHROMATOGRAPHY AT THE SERVICE OF TECHNOLOGY)</b>	<b>51</b>
Lukács Diána, Horváth Krisztián	
<b>KITÓZÁNBEVONATOK SZERKEZETÉNEK MÓDOSÍTÁSA N- ACETILEZÉSSEL: PERMEABILITÁSI VIZSGÁLATOK (STRUCTURAL MODIFICATION OF CHITOSAN COATINGS BY N- ACETYLATION: PERMEABILITY STUDIES)</b>	<b>52</b>
Márton Péter, Nagy Örs Tamás, Kovács Dorina, Szolnoki Beáta, Madarász János, Nagy Norbert, Szabó Gabriella Stefánia, Hórvölgyi Zoltán	
<b>IMPROVEMENTS IN THE MEASURING TECHNIQUE OF EMPAS FOR BIOANALYTICAL ASSAYS</b>	<b>53</b>
Mészáros Gábor, Csanádi Laura, Keresztes Zsófia, Michael Thompson	
<b>MICROENCAPSULATION OF METRONIDAZOLE BY NANO SPRAY DRYING</b>	<b>54</b>
Mirella Mirankó, László Trif, Judit Tóth, Tivadar Feczkó	
<b>DESIGN OF STRUCTURED INTERFACE LAYERS FOR BIOSENSING IN CONVENTIONAL AND KRETSCHMANN-RAETHER ELLIPSOMETRY ARRANGEMENTS</b>	<b>55</b>
Mukherje Deshabrato, Petrik Peter	
<b>KUKORICAKEMÉNYÍTŐBŐL ÉS POLITEJSAVBÓL ELŐÁLLÍTOTT KOMPOZITOK ÖSSZEFÉRHETŐSÉGÉNEK JAVÍTÁSA NÖVÉNYI OLAJ ALAPÚ ÁGENSSEL (IMPROVING THE COMPATIBILITY OF COMPOSITES MADE FROM CORN STARCH AND POLYLACTIC ACID WITH VEGETABLE OIL-BASED AGENT)</b>	<b>56</b>
Nagy Bianka, Miskolczi Norbert	
<b>MATEMATIKAI MODELLEK GYÓGYSZERKÉSZÍTMÉNYEK VALÓS IDEJŰ FELSZABADÍTÁSÁHOZ (MATHEMATICAL MODELS FOR THE REAL-TIME RELEASE TESTING OF PHARMACEUTICAL FORMULATIONS)</b>	<b>57</b>
Nagy Brigitta, Varga Emese, Nagy Zsombor Kristóf	
<b>ERGOSZTERIN FERMENTÁCIÓ FOLYAMATFEJLESZTÉSE K. MARXIANUS ÉLESZTŐVEL (PROCESS DEVELOPMENT OF ERGOSTEROL FERMENTATION WITH K. MARXIANUS)</b>	<b>58</b>
Németh Áron, Musab Baris Eliacik	

<b>POLISZTIROL-L-POLI(DIMETILSZILOXÁN) SZINTÉZISE ÉS VIZSGÁLATA (SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF POLYSTYRENE-L-POLY(DIMETHYLSILOXANE) CONETWORKS)</b>	<b>59</b>
Petróczy Anna, Szanka István, Wacha András, Varga Zoltán, Yi Thomann, Ralf Thomann, Rolf Mülhaupt, Iván Béla	
<b>LEVENDULA ILLÓOLAJ ELŐÁLLÍTÁSA SZUPERKRITIKUS EXTRAKCIÓVAL (LAVENDER ESSENTIAL OIL PRODUCTION BY SUPERCRITICAL EXTRACTION)</b>	<b>60</b>
Preiner Sára, Pethő Dóra, Miskolczi Norbert	
<b>FOLYAMOK TÖBBRÉTEGŰ HÁLÓZATOKBAN (FLOWS IN MULTILAYER NETWORKS)</b>	<b>61</b>
Rácz-Szabó András, Ruppert Tamás, Abonyi János	
<b>FOTOVOLTAIKUS FELHASZNÁLÁSRA ALKALMAS FÉLVEZETŐ FÉM-OXID VÉKONYRÉTEGEK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS JELLEMZÉSE (PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF METAL-OXIDE SEMICONDUCTOR THIN FILMS FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS)</b>	<b>62</b>
Sándor Bálint, Madarász János, Plesz Balázs, Hórvölgyi Zoltán	
<b>SKÁLÁZÁSI JELENSÉGEK SZELEKTÍV NANOPÓRUSOKBAN (SCALING IN SELECTIVE NANOPORES)</b>	<b>63</b>
Sarkadi Zsófia, Boda Dezső, Valiskó Mónika	
<b>MODULÁRIS SZIMULÁTOR FEJLESZTÉSE A TELEPÜLÉSI CSOMAGOLÁSI HULLADÉK FELDOLGOZÁSI TECHNOLÓGIÁJÁHOZ (DEVELOPMENT OF A MODULAR SIMULATOR FOR MUNICIPAL PACKAGING WASTE PROCESSING TECHNOLOGY)</b>	<b>64</b>
Sarkady Attila, Bárkányi Ágnes, Egedy Attila, Kurdi Róbert	
<b>DEVELOPING AGAROSE-BASED SEPARATION GELS AND METHODS FOR THE ANALYSIS OF PROTEINS VIA CAPILLARY GEL ELECTROPHORESIS: TOWARDS CGE - COUPLED MASS SPECTROMETRY APPROACHES</b>	<b>65</b>
Sárközy Dániel, Guttman András	
<b>THE COMPLEXITY OF SUSTAINABILITY</b>	<b>66</b>
Sebestyén Viktor	
<b>LC-MS ADATOK HÁROM-DIMENZIÓS KIÉRTÉKELÉSE: SPEKTRUMOK DINAMIKUS SZŰRÉSE, KOMPONENSEK RELEVÁNS IONJAINAK MEGHATÁROZÁSA (THREE-DIMENSIONAL EVALUATION OF LC-MS DATA: DINAMIC SEPARATION OF SPECTRA AND DETERMINING THE RELEVANT IONS OF COMPONENTS)</b>	<b>67</b>
Simon József, Farsang Evelin, Lukács Diána, Horváth Krisztián	



**ALKIL-BENZOLOK ELVÁLASZTÁSA ÉS E RETENCIÓS MODELLEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA (SEPARATION OF ALKYL BENZENES AND COMPARISON OF RETENTION MODELS)** 68

Somfai Attila

**CELLULÓZ-ALAPÚ IONOSFOLYADÉK MEMBRÁN, MINT ÚJ TÍPUSÚ SZEPARÁTOR MIKROBIÁLIS ÜZEMANYAGCELLÁBAN (CELLULOSE-BASED IONIC LIQUID MEMBRANE AS A NEW TYPE OF SEPARATOR IN MICROBIAL FUEL CELL)** 69

Szakács Szabolcs, Bakonyi Péter, Bélafiné-Bakó Katalin, Nemestóthy Nándor

**TECHNOLÓGIAI FOLYAMATOK FELÜLVIZSGÁLATA PCA SEGÍTSÉGÉVEL (PCA AIDED SUPERVISION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES)** 70

Tarcsay Bálint Levente, Bárkányi Ágnes, Chován Tibor, Németh Sándor

**MEZOPÓRUSOS SZILIKABEVONATOK IMPREGNÁLÁSA ÖNGYÓGYULÓ HATÁS KIALAKÍTÁSA CÉLJÁBÓL (IMPREGNATION OF MESOPOROUS SILICA COATINGS TO CREATE A SELF-HEALING EFFECT)** 71

Titkó Simon, Márton Péter, Szabó Gabriella Stefánia, Hórvölgyi Zoltán

**KÖRNYEZETBARÁT KAOLINIT-NIO NANOKOMPOZITOK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS SZERKEZETVIZSGÁLATA (SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERISATION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY KAOLINITE-NIO COMPOSITES)** 72

Tóth Eliza, Zsirka Balázs, Vágvölgyi Veronika

**KOZMETIKAI ALAPANYAGOK FERMENTÁCIÓS ELŐÁLLÍTÁSA (COSMECEUTICAL INGREDIENTS PRODUCTION VIA FERMENTATION)** 74

Tóth Pál, Németh Áron

**TERMÉSZETES ÉS EMBER ALKOTTA FOLYAMAT STRUKTÚRÁK RECIRKULÁCIÓS MEGMARADÁSI ÚTVONALAINAK ELEMZÉSE (ANALYSIS OF RECYCLING CONSERVATIONAL PATHWAYS IN NATURAL AND HUMAN BUILT PROCESSES)** 75

Varga Mónika

**ILLÓOLAJOK HATÁSA POLITEJSAV SZEMCSEHALMAZOK ILLÓOLAJ ADSZORPCIÓS TULAJDONSÁGAIRA (EFFECT OF ESSENTIAL OILS ON POLYLACTIC ACID MICROPARTICLES ADSORPTION PROPERTIES)** 76

Virág Lilla, Bocsi Róbert, Pethő Dóra

**SEPARATION OF DISSOLVED GASES FROM AQUEOUS ANAEROBIC EFFLUENTS USING GAS-LIQUID MEMBRANE CONTACTORS** 77

Visnyei Merve, Bakonyi Péter, Nemestóthy Nándor, Béla-Bakó Katalin

**BIOMASSZÁK DEGRADÁCIÓJÁNAK KINETIKAI VIZSGÁLATA TGA-FTIR MÓDSZERREL (INVESTIGATION OF BIOMASS DEGRADATION BY TGA-FTIR METHOD)** 78

Zsinka Viktória, Miskolczi Norbert

**AGYAGÁSVÁNY ALAPÚ KOMPOZIT FOTOKATALIZÁTOROK FEJLESZTÉSE: A HŐKEZELÉS ÉS FÉM-OXIDOK HATÁSA (DEVELOPMENT OF CLAY-BASED PHOTOCATALYSTS: EFFECT OF HEAT-TREATMENT AND METAL-OXIDES)** 79

Zsirka Balázs, Vágvölgyi Veronika, Horváth Erzsébet, Kristóf János

# Szennyvízből való víruskoncentrációs és nukleinsav kivonási módszerek humán vírusokra

*Methods for virus concentration and nucleic acid extraction from wastewater for human viruses*

Adamcsik Orsolya<sup>1</sup>, Oláhné Horváth Borbála<sup>1</sup>, Domokos Endre Gábor<sup>2</sup>, Somogyi Viola<sup>2</sup>, Jakab Ferenc<sup>3</sup>, Somogyi Balázs<sup>3</sup>, Gerencsérné Berta Renáta<sup>1</sup>, Galambos Ildikó<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pannon Egyetem Soós Ernő Kutató Fejlesztő Központ, Víztechnológiai Kutatócsoport, H-8800 Nagykanizsa, Zrínyi u. 18.

<sup>2</sup> Pannon Egyetem Bio-, Környezet- és Vegyészmérnöki Kutató Fejlesztő Központ, H-8200 Egyetem u. 10.

<sup>3</sup> Pécsi Tudományegyetem Szentágotthai János Kutató Központ, Virologiai Nemzeti Laboratórium, H-7624 Pécs, Ifjúság útja 20.

---

## Összefoglaló/ Summary

Az időjárási viszonyoktól függően egyes humán patogén vírusok kisebb megbetegedési hullámokat okoznak bizonyos közösségekben. Szezonálisukat megfigyelve az enterálisan ürülő vírusok, mint például a: rotavírus, hepatitis-A, humán herpeszvírus, a szennyvízből kimutathatók és vizes közegen keresztül történő terjedéssel jellemezhetők. A szennyvíz alapú epidemiológiával rövid távú előrejelzésre van lehetőség, hogy a kismértékű járványokat nyomon követhessük. A szennyvízben előforduló, eltérő örökítőanyaggal (RNS, DNS) rendelkező vírusok jelenlétének kimutatására többféle koncentrációs protokoll elfogadott a világon. Számos szakirodalmi adat fellelhető a szennyvízből történő különböző víruskoncentrációs és nukleinsav extrakció témájában [1]. A kommunális szennyvízbefolyóból történő pontmintavétel két párhuzamosban, 1 liter steril üvegbe, a szállítás és tárolás 4°C-on hűtve történt, míg a minták feldolgozását 24 órán belül végeztük el. Kutatásunkban NaCl - PEG kisózáson és adszorpción alapuló víruskoncentrációs és nukleinsav kivonást alkalmaztunk [2]. A módszer adaptálása során a különböző lépések változatai is befolyásolták az eredményeket. A vírus detektálása valós idejű polimeráz láncreakcióval történt, vírusspecifikus primerek alkalmazásával. Vizsgálati eredményeinkben a SARS-CoV-2 kimutatásával igazoltan működik az általunk választott módszer. A szennyvíz alapú epidemiológiai megközelítéssel a vírusok közvetetten nyomon követhetők és egy korai előre jelző rendszer alakítható ki.

Certain human viruses spread easily depending on the weather. The seasonal appearance of the viruses could cause smaller infections in different kinds of groups. The enteral viruses like rotavirus, hepatitis A and human herpesvirus could be detectable in the sewage. The wastewater based epidemiology (WBE) could be used to track RNA and DNA viruses. One of the WBE advantage short-term predict the diseases. In the literature researchers used various protocols of virusconcentration and nucleic acid extraction [1]. Different influent communal wastewater was taken, 1 liter grab samples, two parallels, into sterile containers, transported at 4°C, processed immediately. In our research we used a previously published method, NaCl – PEG salting out – adsorption and nucleic acid extraction [2]. During the adaptation of the method, the variations of the different steps also influenced the results. The viruses was detected by quantitative polymerase chain reaction, and used virus specific primers. The results of our research present the SARS-CoV-2, the method we have chosen proved to work. The approach is suitable for the track certain viruses indirectly and can be used as an early warning system.

## Köszönetnyilvánítás/ Acknowledgement:

A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatásával, a 2020-1.1.6-JÖVŐ-2021-00007 számú projekt keretében valósult meg.

Financial support was received from the National Research, Development and Innovation Office (grant no. 2020-1.1.6-JÖVŐ-2021-00007).

---

[1]: Corpuz, M. V. A., Buonerba, A., Vigliotta, G., Zarra, T., Ballesteros, F., Campiglia, P., Belgiorno, V., Korshin, G., & Naddeo, V. (2020). Viruses in wastewater: occurrence, abundance and detection methods. *Science of the Total Environment*, 745, 140910. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140910>

[2]: Meleg, E., Bányai, K., Martella, V., Jiang, B., Kocsis, B., Kisfali, P., Meleg, B., & Szucs, G. (2008). Detection and quantification of group C rotaviruses in communal sewage. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(11), 3394–3399. <https://doi.org/10.1128/AEM.02895-07>

# Simulation of Sustainable Manufacturing Solutions: Tools for Enabling Circular Economy

Athar Ajaz Khan<sup>1</sup>, János Abonyi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Process Engineering, University of Pannonia, Veszprem, 8200, Veszprem, Hungary; athar.ajaz.khan@fmt.uni-pannon.hu*

<sup>2</sup>*MTA-PE Lendulet Complex Systems Monitoring Research Group, University of Pannonia, Veszprem, 8200, Veszprem, Hungary; janos@abonyilab.com*

---

## Summary

At the current worrisome rate of global consumption, the linear economy model of producing goods, using them, and then disposing of them, with no thought of the environmental, social, or economic consequences, is unsustainable and points to a manufacturing framework which is deeply flawed. Circular economy (CE) is presented as an alternative framework to address management of emissions, scarcity of resources and economic sustainability such that the resources are kept 'in the loop'. In the context of manufacturing and supply chains (SCs), the 6R's of rethink, refuse, reduce, reuse, repair and recycle have been proposed in line with the achievement of targeted net zero emissions. In order to bring that about the required changes the framework for assessing the state of manufacturing with regards to sustainability is a certain need. Objective model-based approaches such as simulation models find use in making the realization of CE possible. The simulation models find extensive use in along various aspects of CE in manufacturing and SC including analysis of the impacts and support for optimal re-design and operation. This review charts the evolution of various techniques from major modelling tools to the contemporary techniques based in the Industry 5.0 episteme. Using the PRISMA framework to sift through the published research, as gathered from SCOPUS and web of science, this review is based on 302 research papers spanning from 2015 to present. This review provides the overview of the simulation tools being put use in context of sustainability in manufacturing and SCs. This article has focuses on the three major simulation techniques in the literature namely, Discrete Event Simulation (DES), Agent Based Simulation (ABS) and System Dynamics (SD) and their hybrids. Despite the popularity of life cycle assessment (LCA) as tool for sustainability assessment of the manufacturing and related SCs, it has been shown to have various limitations which are by virtue of it being an apriori framework. These limitations have been alleviated through use of modelling techniques in tandem with LCA, the account of which this review also relates. The verification and validation in case of sustainability has been an Achilles's heel of simulation models. In light of the published literature this article puts forth recommendations for the verification and validation of simulation models within the sustainability framework

---

# **N-glikán mintaelőkészítés módszeroptimalizálása kapilláris elektroforézis rendszerekre**

*N-glycan sample preparation method optimization for capillary electrophoresis*

**Auer Felícia, Szigeti Márton, Járvas Gábor és Guttman András**

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet,*

*Transzlációs Glikomika Kutatócsoport*

*8200, Veszprém, Egyetem utca 10.*

---

## **Összefoglaló**

A fehérjék glikozilációja az egyik leggyakoribb poszt-transzlációs módosulás, a humán fehérjék mintegy 50 százaléka rendelkezik ún. O- vagy N- kötött oligoszacharid oldalláncokkal. A glikoziláció fontos szerepet tölt be a fehérjék végső térszerkezetének és szerkezeti stabilitásának kialakításában, a sejtek közti kölcsönhatásokban és az immunrendszer megfelelő működésében. Habár az élőszervezetben az O- és N-glikánok azonos jelentőségűek, az aszparaginhoz kötött N-glikánok a glikoproteinek gyakoribb poszttranszlációs módosításai közé tartoznak, becslések szerint a humán glikoproteinek 90 százaléka N-glikozilált.

Az N-glikánok megváltozott bioszintézisét mára már számos patofiziológias folyamatban leírták, köztük egyes autoimmun betegségekben és különféle tumorok esetén, emiatt az N-glikánok potenciális biomarkerek lehetnek. Emellett a glikoziláció befolyásolja a terápiában alkalmazott fehérjék stabilitását, hatásmechanizmusát és farmakokinetikai tulajdonságát. Az N-glikánok rendkívül fontos szerepe miatt egyre nagyobb szükség van a cukorláncok szerkezetének pontos vizsgálatára, melyet manapság a modern technológiai fejlesztések tesznek lehetővé. Az új glikánanalitikai módszerek - gyors, hatékony és megbízható - fejlesztése iránt egyre növekvő az igény.

A glikoproteinekről endoglikozidáz enzim segítségével (PNGase F) eltávolított cukoroldallánc keverékek vizsgálatának fontos lépése a minták komplexitásának csökkentése, amelyhez különböző mintaelőkészítési és célzott elválasztástechnikai (SFE) módszerek alkalmazhatóak. Az N-glikán profilírozás területén jelentős potenciállal rendelkezik a kapilláris elektroforézis módszere lézer indukált fluoreszcenciás detektálással kapcsolva (CE-LIF), melyet az elmúlt években egyre elterjedtebben használnak.

Munkám célja az N-glikán struktúrák vizsgálatához szükséges mintaelőkészítési módszer fejlesztése, mely alkalmas nagy hatékonyságú kapilláris elektroforézissel történő elválasztáshoz. A felszabadított N-glikánok vizsgálata nagy kihívást jelent, mivel igen komplex molekulák, nem tartalmaznak kromofór csoportokat és számos izomorf módosulatuk létezik. Ahhoz, hogy a cukoroldalláncokat detektálni tudjunk, szükséges azok derivatizálása valamilyen kromofór csoporttal. A kapilláris elektroforézisen alapuló elválasztások során az egyik leggyakrabban alkalmazott fluoreszcens jelölőanyag a 8-aminopirén-1,3,6-triszulfonsav (APTS), mely kiváló fluoreszcens tulajdonsággal és az elválasztáshoz szükséges töltéssel egyaránt rendelkezik. A cukoroldalláncok jelölése során az APTS fluoreszcens festéket nagy moláris feleslegben szükséges alkalmazni, majd a jelölést követően a mintában maradt reagálatlan APTS molekulák eltávolítása kiemelten fontos feladat, mivel a visszamaradt jelölőanyag nem csak a kisebb oligoszacharidok kimutatását zavarhatja, hanem a teljes profil detektálását is. A mintaelőkészítés optimalizálásakor különös figyelmet fordítunk a szíalsavas struktúrák megőrzésére, mivel azok fontos biológiai jelentőséggel bírnak. A munka során kidolgozásra kerül különböző biológiai eredetű mintákban található glikoproteinek célzott kifogása, affinitáson alapuló szilárdfázisú extrakciós módszer segítségével. A kutatás fejlesztési munka során kidolgozott mintaelőkészítési módszer hatékony eszköz lehet a biomarker, biotechnológia és biofarmakológia kutatásokban egyaránt.

---

# **Reinventing the Chemicals and Materials Industry for a Net-Zero, Nature-Positive World**

**Bhavik R. Bakshi**

*The Ohio State University, Department of Chemical and Biomolecular Engineering,  
Sustainable Engineering Research Group  
151 W. Woodruff Avenue, Columbus, OH 43210 US*

---

## ***Summary***

The chemicals and materials industry (CMI) is a major economic driver across the world and its products are essential for our well-being. However, this industry is responsible for 30% of direct greenhouse gas emissions and contributes to ecological degradation due to products such as plastics, artificial fertilizers, and novel chemical entities. It also contributes to land use change and loss of biodiversity. A formidable challenge facing the CMI is to continue meeting human needs in an economically feasible manner without damaging the environment and society while restoring nature.

This talk will introduce the challenges and describe advances toward reinventing the CMI to have netzero emissions and enable ecological restoration. We will describe a systematic framework for designing a sustainable circular economy of CMI products. This framework can also guide future research by identifying the most promising alternatives for further development, and develop a roadmap for industry transition to meet goals such as carbon neutrality. To encourage decisions toward a nature-positive world, we explicitly account for the role that nature plays in supporting industrial activities and design integrated networks of industrial and ecological systems. Several applications demonstrate how such techno-ecologically synergistic systems can be economically feasible while encouraging ecological protection and restoration. Many challenges remain for future work including convergence of engineering with relevant aspects of economics and social sciences.

---

# Polielektrolit multirétegű nanoszűrő membránok ioncsere kapacitása

## *The Ion Exchange Capacity of Polyelectrolyte Multilayer Nanofiltration Membranes*

**Bóna Áron<sup>1,2</sup>, Galambos Ildikó<sup>2</sup>, Nemestóthy Nándor<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Pannon Egyetem, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatóintézet  
Veszprém, Egyetem u. 10.

<sup>2</sup> Pannon Egyetem, Soós Ernő Víztechnológiai Kutató-Fejlesztő Központ  
H-8800 Nagykanizsa, Zrínyi M. u. 18.

---

### **Összefoglaló**

Az ún. *Layer-by-Layer* (LbL) eljárás segítségével előállított polielektrolit komplex aktív rétegű nanoszűrő membránok az elmúlt 20 évben intenzíven kutatott területe volt a membrántechnológiának, ami az elmúlt években sikeres ipari termékek kifejlesztéséhez is vezetett. A sok paraméterrel befolyásolható LbL folyamat kutatásában nagy erőfeszítésekkel keresik az optimális membránt a permeabilitás/visszatartás kompromisszum határait egyre inkább kitolva.

Ezen kutatások során jellemzően vezetőképesség alapú méréssel ellenőrzik a divalens sók visszatartását ( $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), melyekre jellemzően 80% feletti érték, de sok esetben akár 99% feletti érték mérhető. A LbL folyamat során döntőrészt NaCl elektrolitot használnak, ezáltal a polielektrolit komplex szabad kötőhelyein  $\text{Na}^+$  és  $\text{Cl}^-$  ionok találhatóak, melyek egy részét hosszas desztillált vizes öblítés és szűrés sem távolít el. Ugyanakkor a divalens sók kiszorítják, és a Donnan-effektus miatt negatív visszatartás mérhető az egyszeres töltésű ionokra nézve. 95% feletti sóvisszatartások esetén ez már jelentős mérési hibát okozhat.

Többféle LbL módszerrel előállított membránt vizsgáltunk ioncsere-kapacitásuk és sóvisszatartásuk tekintetében.

### **Abstract**

The polyelectrolyte complex active layer nanofiltration membranes prepared by the Layer-by-Layer (LbL) method has been an intensively researched area of membrane technology over the past 20 years, leading to the development of successful industrial products in recent years. In the research of the LbL process that can be influenced by many parameters, the optimal membrane is sought with great effort, constantly pushing the boundaries of the permeability / retention tradeoff.

During the research for optimal LbL membranes, the retention of divalent salts ( $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), which are typically above 80% but in many cases above 99%, is typically checked by conductivity-based measurements. In the LbL process, NaCl electrolyte is mainly used, so that the free binding sites of the polyelectrolyte complex contain  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$  ions, some of which are not removed by distilled water rinsing and filtration at length. On the other hand, divalent salts readily displace them, and due to the Donnan effect, negative retention can be measured for single-charge ions. For salt retentions above 95%, this can already cause a significant measurement error.

We compared the ion exchange capacity and salt retention of various membranes prepared by the LbL method.

---

# ***Bacillus* törzsek biodetergens fermentációjának modellezése mesterséges neurális hálózatok alkalmazásával**

*Application of artificial neural network for modelling the biosurfactant production from Bacilli*

**Réka Czinkóczy, Áron Németh**

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék  
H-1111 Budapest, Műegyetem rpt. 3.*

---

## **Összefoglaló/ Summary**

A *Bacillus* nemzetség széleskörűen ismert az általuk előállított változatos termékekről. Az egyik ilyen csoport, a biodetergens, melyek számos iparágban alkalmazhatók, és a 21. században a kémiai detergens alternatívájává válhatnak. Ezen felületaktív molekulák képesek a vizes oldat felületi feszültségét lecsökkenteni, valamint kiváló emulziós képességekkel is rendelkeznek, melyek különböző remediációs folyamatokban is felhasználhatóak.

Kutatásunk során, *Bacillus subtilis* DSM10-es és *Geobacillus stearothermophilus* DSM2313-as baktériumokkal végeztünk rázatott lombikos fermentációkat statisztikai kísérlettervezés alapján. Ezen adatokat felhasználva mesterséges neurális hálózatot építettünk külön-külön a 2 baktériumra, 4 bemenő paramétert (idő, pH, glükóz és  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  koncentráció) vizsgálva. Párhuzamosan 2-2 kimeneti paramétert tudtunk jósolni, melyből az egyik a biomassza-mennyiségre utaló optikai denzitás, a másik a termék hatékonyságára utaló felületi feszültség és emulziós index értékek voltak. Az épített neurális háló segítségével meg tudtuk jósolni a fermentálé vágásának idejét és különböző beállításoknál a LAG fázis hosszát.

A kutatási munka a Richter Gedeon Nyrt. Által létrehozott Richter Gedeon Talentum Alapítvány támogatásával, Richter Gedeon PhD ösztöndíj keretében készült.

A kutatások az ITM NKFIÁ által nyújtott TKP2020 NKA támogatásból, az NKFIH által kibocsátott támogatási okirat alapján valósultak meg (projekt azonosító: TKP2020 BME-NKA).

The genus *Bacillus* is widely known for the variety of products that they produce. Among them one such group is biosurfactants, which can be applied in several industries and will become an alternative to chemical surfactants in the 21<sup>st</sup> century. These molecules are able to reduce the surface tension of the aqueous solution and also have excellent emulsion properties that can be used in various remediation processes.

In our research, we performed shaking flask fermentations with *Bacillus subtilis* DSM10 and *Geobacillus stearothermophilus* DSM2313 based on statistical experimental designs. Using these data, we built an artificial neural network separately for the 2 bacteria, examining 4 input parameters (time, pH, glucose, and  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  concentrations). In parallel, we were able to predict 2-2 output parameters, one of which was the optical density indicating the amount of biomass, and the other the surface tension and emulsion index values indicating the efficiency of the product, respectively. Using the built neural networks, we were able to predict the harvesting time of fermentation broth and the length of the LAG phase at different settings.

This work was supported by the Gedeon Richter's Talentum Foundation, founded by Gedeon Richter Plc. (Gedeon Richter PhD fellowship).

The research reported in this paper and carried out at BME has been supported by the NRDIFund (TKP2020 NC, Grant No. BME-NC) based on the charter of bolster issued by the NRDIFund Office under the auspices of the Ministry for Innovation and Technology.

---



# A több-szoftveres modellezés alkalmazási lehetőségei a folyamatmérnökségben: Bioüzemanyag előállító technológia vizsgálata

*Application of multi-software modelling in process system engineering: A biofuel production case study*

**Viktória Flóra Csendes, Attila Egedy, Alex Kummer**

*University of Pannonia, Department of Process Engineering  
10, Egyetem St. Veszprém, H-8200*

---

## **Összefoglaló/ Summary**

A folyamatszimulátorok kulcsfontosságú elemei a vegyipari üzemek tervezésének. A hosszadalmas kísérletek elvégzése helyett a folyamatszimulátorok alkalmazásával időt takaríthatunk meg a mérnöki feladatok elvégzésénél, mint például a technológiai folyamatok optimalizálásánál. A stacioner és dinamikus modellek megoldására különféle kereskedelmi folyamatszimulátorok állnak rendelkezésre; előnyeik, hogy kiterjedt komponens, tulajdonság és berendezésmoделl adatbázissal rendelkeznek, beépített optimalizáló és érzékenység vizsgálatra alkalmas eszközök találhatók bennük felhasználóbarát kezelőfelülettel. Azonban ezek használatának is megvannak a maguk korlátai a folyamattervezés, optimalizálás és irányítás tekintetében. Csatolt rendszerek/szoftverek alkalmazásával kiaknázhathatjuk erősségeiket, így az egyedi eszközöknél hatékonyabb, integrált eszköz áll majd rendelkezésünkre, amely képes kezelni a felhasználó által meghatározott komplexebb problémákat is. A szimuláció alapú optimalizálás alkalmazható olyan népszerű folyamatszimulációs szoftverek esetében, mint az Aspen Plus, Aspen HYSYS, CHEMCAD, PRO/II vagy UniSim, olyan programozási platformokkal összekapcsolva, mint a MATLAB, Microsoft Excel (VBA), Python és Unity. A kapcsolat megteremtésének különböző megközelítési módjai ismertek, ezek a hibrid rendszerek felhasználhatók döntéstámogatásra, egyedi műveleti egységek tervezésére, irányítási struktúrák leképzésére és folyamatoptimalizálásra. Az esettanulmány a biomassza hasznosításának aktuális témakörével foglalkozik. Feladatunk a  $\gamma$ -valerolaktion előállításában résztvevő reakciók kinetikájának azonosítása, ahol a rendszer szimulációját Aspen HYSYS környezetben végezzük, és az azonosításhoz a globális optimalizáló algoritmust MATLAB környezetben alkalmazzuk.

Process simulators are key elements in designing chemical plants. With their application engineers can spare valuable time solving process bottlenecks, carry out sensitivity analysis, and optimize the technology without using extensive resources like physical experiments do. Different commercial process simulator softwares are used for solving steady-state and dynamic problems; their advantages include vast databases of components, properties and unit models, built-in optimization and sensitivity analysis tools with an easy to use interface. Although, they all have their limitations regarding process design, optimization and control. With the implementation of connection methodologies, we can utilize their strengths and have a more powerful, integrated tool in hand that can handle unique user-defined problems. Simulation-based optimization can be applied by coupling popular process simulation softwares like Aspen Plus, Aspen HYSYS, CHEMCAD, PRO/II or UniSim with programming platforms such as MATLAB, Microsoft Excel (VBA), Python and Unity. Through various approaches to connection, those hybrid systems can be used for decision support, performing custom unit operations, operator training, process optimization, and building control systems. In this work, we propose the use of process simulation software Aspen HYSYS linked together with programming and numeric computing platform MATLAB in a current topic of valorizing biomass to obtain green platform molecules. The case study aimed to show this connection through the kinetic identification of producing the high-value platform molecule  $\gamma$ -valerolactone based on laboratory-scale experiments.

---

# Particle filter alkalmazása mobilitási mintázatok elemzésére

## *Particle filter for mobility pattern analysis*

Darányi András Pál, Ruppert Tamás, Abonyi János

*Pannon Egyetem*

*8200 Veszprém, Egyetem utca 10.*

---

### **Összefoglaló**

A mobilitási mintázatok fontos információt hordoznak a mérnöki gyakorlatban. A dinamikus rendszerek modellezése során elengedhetetlen ezen információk feltárása. Egy gyártó rendszer digitális iker modell leképezése esetén az egyes objektumok helyzetének nyomon követésével teremtjük meg a modell alapjait, hiszen a pozíció adatok hatékony indexelési, visszakeresési lehetőséget biztosítanak az egyéb adatokhoz, információkhoz. Egy reaktor modellezése, szintén nem megvalósítható az áramlási viszonyok ismeretének hiányában. A dinamikus rendszerek leírására állapotter modelleket alkalmaznak, amely során a rendszer időben változó állapotait reprezentáló állapotjelzőket bizonytalanság terheli. Ezen bizonytalanságok kezelésére rekurzív becslő algoritmusokat alkalmaznak. A legszéleskörűbben alkalmazott eljárás a Kálmán-szűrő, amely az állapotbecslési hibát normál eloszlásúnak feltételezi. A gyakorlatban azonban, sokszor fordulnak elő esetek, ahol ez nem teljesül. Ilyen esetben alternatív módszerre van szükség, mely képes a normálistól eltérő eloszlású állapotvalószínűségeket is kezelni. Erre alkalmas módszer a Particle Filter algoritmus, amely az állapotra vonatkozó becslésünket tetszőleges eloszlásokkal képes jellemezni. Az előadás célja e technika ismertetése. Az alkalmazhatóságát, és a segítségével kinyerhető információkat mutatom be egy mintapéldán keresztül. A példa szerszámok gyártótérben való nyomon követését tartalmazza.

### **Summary**

Mobility pattern carries essential information for engineering practice. In dynamic systems modeling, it is essential to uncover this information. In the case of mapping a digital twin model of a manufacturing system, the tracking of individual objects provides the basis for the model since position data provide an efficient indexing and retrieval facility for other data and information. Reactor modeling is also not feasible without knowledge of the flow conditions. State-space models are used to describe dynamic systems, in which the state variables representing the time-varying states of the system are subject to uncertainty. Recursive estimator algorithms are used to deal with these uncertainties. The most widely used method is the Kalman filter, which assumes that the state estimation error is normally distributed. In practice, however, there are many cases where this presumption is broken. In such cases, an alternative method is needed that can handle state probabilities with a non-normal distribution. A suitable method is the Particle Filter algorithm, which can characterize our state estimate with arbitrary distributions. This presentation aims to present this technique. I will demonstrate its applicability and the information that can be extracted using it using an industrial example. The example includes the tracking of tools on the shop floor.

---

# Matematikai modellek alkalmazási lehetőségei hulladékfeldolgozó technológiák fejlesztésében

*Mathematical models in the development of waste-recycling technological lines*

**Egedy Attila, Bárkányi Ágnes**

*Pannon Egyetem*

*8200, Veszprém, Egyetem utca 10*

---

## **Összefoglaló**

Napjaink egyik legégetőbb problémája a fosszilis energiahordozók mennyiségének csökkenése, valamint a nagymértékű termelődő hulladék, és annak az újrahasznosítása. A körkörös gazdaság egyik fő kulcseleme pont a hulladékáramok visszaforgatásához kapcsolódik. Ezeknek a technológiáknak a fejlesztése sem képzelhető el számítógéppel támogatott eljárások és matematikai modellek nélkül. Azonban, mivel a tradicionális folyamatos technológiákhoz képest számos egyedi vonása van ezeknek a hulladékválogató/feldolgozó üzemeknek ezért modellezésük is számos kihívást rejt magában.

Ezek közül a változó alapanyagáram, a szilárd fázis kezelése, valamint az egyes specifikus válogatóberendezések (pl.: aprítók, optikák) képezik a fő problémaforrásokat modellezési szempontból.

A bemutatott munkában a folyamatmérnöki területen széles körben alkalmazott matematikai modellek alkalmazhatóságát mutatjuk be, hulladékfeldolgozási technológiák kapcsán. Kitérünk az előnyökre, hátrányokra, az egyes modellek kapcsán felmerülő információmennyiségre, valamint alkalmazási korlátokra egy lakossági szelektív hulladékválogató példáján.

## **Summary**

One of today's most pressing problems is the dwindling supply of fossil fuels and the large amount of waste produced and recycled. Therefore, one of the critical elements of the circular economy is precisely the recycling of waste streams. The development of these technologies is inconceivable without computer-aided processes and mathematical models. However, since these waste sorting/processing plants have many unique features compared to traditional continuous technologies, their modelling also poses some challenges.

Among these, the variable feedstock flow, the solid phase handling and the specific sorting equipment (e.g. shredders, optics) are the primary sources of problems from a modelling point of view.

The work presented here demonstrates the applicability of mathematical models, widely used in process engineering to waste treatment technologies. The advantages, disadvantages, the amount of information involved in each model and the limitations of their application are discussed using the example of a residential selective waste collection.

---

# Investigation of pyrolysis of animal manure in a laboratory scale tubular reactor: the effect of process temperature and residence time

**Maria Elena Lozano Fernandez, Tomasek Szabina, Miskolczi Norbert**

*University of Pannonia, Faculty of Engineering, Research Centre of Biochemical, Environmental and Chemical Engineering, MOL Department of Hydrocarbon & Coal Processing, H-8200, Veszprém, Egyetem u. 10*

---

## ***Summary***

Responsible and sustainable management of various resources is an important criterion for the circular economy, environmental protection and energy management. Each year, a significant amount of wastewater of human and animal origin is generated, which is a serious challenge for its further treatment. One of the possible solutions is the pyrolysis, in which the macromolecules of the raw material are converted into compounds with a shorter molecule chain by thermal and thermo-catalytic procedure. Depending on the operation parameters, the product yields, the product properties furthermore the techno-economic characteristics of the process should be differ significantly.

This work is dedicated to the pyrolysis of animal manure in a laboratory-scale tubular reactor in the temperature range of 300-900°C under a nitrogen atmosphere using different residence times. The composition of volatiles was followed by gas-chromatography, while the elemental composition of the residue was also investigated. It was found that the process parameters had a significant effect on both product yields and composition. Due to parallel and consecutive reactions, the hydrogen content has a maximum at 700°C. Generally, more C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub> hydrocarbons and less hydrogen or CO<sub>2</sub> were obtained at lower residence time.

## ***Acknowledgment***

This project (2019-2.1.13-TÉT\_IN-2020-00071) was financed by the Ministry of Innovation and Technology from the National Research Development and Innovation Fund, within the 2019-2.1.13-TÉT\_IN program.

---

# Eritrit fermentáció optimalizálása nagy áteresztőképességű vizsgálattal

Optimization of erythritol fermentation by high throughput assay

**Eszterbauer Edina, Dr. Németh Áron**

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Alkalmazott Biotechnológia és*

*Élelmiszertudományi Tanszék*

*H-1111 Budapest, Műegyetem rpt. 3.*

---

## Összefoglaló/ Summary

A népesség mai életmódja miatt növekszik a diabetes mellitusban és az elhízásban szenvedők száma. A vásárlók vágya az egészségük helyreállítására a cukor nélküli és a nullkalóriás ételek egész piacát hozta létre. Ennek a piacnak fontos része a cukoralkoholok, az úgynevezett poliolok előállítására. Mivel az eritrit termelése nehezebb, mint a többi poliolé, intenzív kutatásokat végeztek termelésének optimalizálására az eritrit koncentráció, a termelési sebesség (produktivitás) és/vagy a hozam javítása szempontjából.

Az eritrit ( $C_4H_{10}O_4$ ) egy természetben előforduló 4 szénatomos cukoralkohol vagy poliol, amely széles körben elterjedt. [1] Az eritrit 60-70%-ban olyan édes, mint az asztali szacharóz, mégis szinte nulla kalóriatartalmú (0,2 kcal/g), nem befolyásolja a vércukorszintet, nem okoz fogszuvasodást [2], antioxidáns hatású, megkötí a szabadgyököket, nincs glikémiás indexe, és növeli a fruktóz felszívódási képességét. [3]

A tervezett kísérlet eritrit termelés szempontjából végzett *Yarrowia* fermentáció. A fermentációkat mikrotiter lemez segítségével végeztem. Ennek az előnye, hogy nagyon sok kísérletet lehet elvégezni egyszerre. Az eritrit termelés során a nagy ozmózis nyomás és az alacsony pH miatt lassan nőnek a sejtek, így kevés fermentációt lehetne elvégezni időegység alatt. A mikrotiter lemez segítségével egy időben 24 különböző vagy több azonos tápközegben folytatott párhuzamos kísérletet is el tudtam végezni. A törzs eritrit termelő képességét, az eritrit fermentáció körülményeit vizsgáltuk, a termelés hatékonyságának növelése, azaz a minél nagyobb eritrit koncentráció elérésért. Ennek érdekében vizsgáltam a fermentáció során alkalmazott hőmérséklet, levegőztetés, pH, valamint a C:N arány hatását. Tanulmányok szerint a megfelelő ozmolaritás jelentős hatással van az eritrit termelésre, így ennek optimalizálását is megkíséréltem, hogy tovább növeljem az eritrit mennyiségét. Elsődleges szempont volt a két szubsztrát (glicerin, glükóz) összehasonlítása eritrit termelés szempontjából. Az eritrit termelés fokozása érdekében különböző adalék anyagok hatását néztem, ide tartozik a Na-citrát, mannit, fémion kiegészítés, különböző nitrátok, valamint a polietilén glikol (PEG). A megvizsgált adalékok közül a Na-citrát esetében tapasztaltam a legnagyobb eritrit növekedést.

Due to the current lifestyle of the population, there are an increasing amount of people suffering from diabetes mellitus and obesity. The desire of consumers is to restore their health has created a whole market for sugar-free and zero-calorie foods. An important part of this market is the production of sugar alcohols, called polyols. Because erythritol production is more difficult than other polyols, intensive research has been conducted to optimize production in terms of erythritol concentration, production rate (productivity), and / or yield improvement.

Erythritol ( $C_4H_{10}O_4$ ) is a naturally occurring sugar alcohol (polyol) that is widely used. Erythritol is 60-70% as sweet as table sucrose, but it has almost zero calories (0,2 kcal/g), doesn't affect blood sugar level, doesn't cause tooth decay [2], it has antioxidant effects, binds the free radicals, has no glycemic index, and increases the ability to absorb fructose. [3]

The planned experiment in terms of erythritol production was performed in fermentation by *Yarrowia*. During the fermentations microtiter plate was used. The advantage is that a lot of experiments can be done at the same time. Due to the high osmotic pressure and low pH during erythritol production, cells grow slowly, so for a thorough study many parallel fermentation need to be performed. Using the microtiter plate, I was able to perform 24 experiments in different or even in same media for parallel fermentations at the same time. The ability of the strain to produce erythritol and the conditions of erythritol fermentation were examined, in order to increase the efficiency of production, to achieve the highest possible erythritol concentration. I investigated the effect of temperature, aeration, pH and C:N ratio during the fermentation. Studies have shown that proper osmolarity has a significant effect on erythritol production, so I also tried to optimize it for further increasing in the amount of erythritol. The main consideration was to compare the two substrates (glycerol, glucose) for erythritol production. To increase erythritol production, I investigate the effects of various additives, including Na-citrate, mannitol, metal ions supplementation, various nitrates, and polyethylene glycol (PEG). Among the examined additives, I found the largest increase in erythritol in the case of Na-citrate.

---

[1] de Cock, P. (2012). Erythritol. *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*, 213-241.

[2] Godswill, A. C. (2017). Sugar alcohols: chemistry, production, health concerns and nutritional importance of mannitol, sorbitol, xylitol, and erythritol. *Int. J. Adv. Acad. Res*, 3, 31-66.

[3] Martáu, G. A., Coman, V., & Vodnar, D. C. (2020). Recent advances in the biotechnological production of erythritol and mannitol. *Critical reviews in biotechnology*, 40 (5), 608-622.

# Eluensek és oszlopok a terápiás fehérjék kationcsere-kromatográfiájában

## *Mobile and stationary phases in cation-exchange chromatography of monoclonal antibodies*

Farsang Evelin, Horváth Krisztián

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Természettudományi Központ  
Analitikai Kémia Kutatócsoport*

---

### **Összefoglaló**

A terápiás fehérjék gyógyászatban történő alkalmazása egyre nagyobb teret hódít, hiszen közvetlenül vagy közvetve a citotoxikus kismolekulák célba juttatásával a probléma helyén tudják kifejteni hatásukat. A laboratóriumban előállított monoklonális antitestek (mAb-ok) különböző módosulásai eltérő biológiai aktivitással rendelkezhetnek, ezért nagy hangsúlyt fektetnek az analitikai módszerek fejlesztésére. Az egyik legelterjedtebben alkalmazott technika az ioncsere-kromatográfia, ami a mAb-ok savas és bázikus módosulásainak elválasztását teszi lehetővé. Kationcsere-kromatográfia során a töltéssel rendelkező komponensek oszlopról való lemosása történhet hagyományos sógradiens alkalmazásával, vagy különböző, kereskedelmi forgalomban is kapható pH-gradiens pufferrendszerek segítségével.

Munkám célja olyan pH-gradiens eluens rendszerek kidolgozása, amelyek a forgalomban levő mozgófázisok alternatívájaként megfelelő szelektivitást és csúcsalapot biztosítanak mAb-ok elválasztásához. A kezdeti vizsgálatok alapján a 2-(N-morfolino)-etánszulfonsav (MES) és 1,3-diamino-2-propanol (DAP), valamint a citromsav és 2-ciklohexilamino-etánszulfonsav (CHES) alapú eluensek bizonyultak megfelelőnek. A kifejlesztett eluens rendszereket enyhe sógradienssel kiegészítve a különböző paraméterek vizsgálatával megállapítható, hogy a hőmérsékletnek nincs hatása a fehérjék retenciójára, így a sókoncentráció (cs) és a gradiens idő (tG) változtatásával, 6 kezdeti mérésre alapozva ( $2 \text{ tG} \times 3 \text{ cs}$ ) a módszer optimalizálható.

Az eredmények azt mutatják, hogy a megfelelő módszer kidolgozása érdekében jelentős hangsúlyt kell fektetni az álló- és a mozgófázis kiválasztására. Ennek igazolása érdekében az oszlopot elhagyó effluens pH-jának online monitorozásával vizsgáltam az oszlopon kialakuló tényleges pH-gradienst. Megállapítható, hogy a nem megfelelően megválasztott álló- és mozgófázis pár gyenge szelektivitású elválasztást eredményez a pH-válasz görbén tapasztalható meredek emelkedő szakaszoknak köszönhetően.

---

### **Hivatkozások:**

- [1] E. Farsang, A. Murisier, K. Horváth, A. Beck, R. Kormány, D. Guillaume, S. Fekete, Tuning selectivity in cation-exchange chromatography applied for monoclonal antibody separations, part 1: alternative mobile phases and fine tuning of the separation, *J. Pharm. Biomed. Anal.* 168 (2019) 138–147
- [2] A. Murisier, E. Farsang, K. Horváth, M. Lauber, A. Beck, D. Guillaume, S. Fekete, Tuning selectivity in cation-exchange chromatography applied for monoclonal antibody separations, part 2: Evaluation of recent stationary phases, *J. Pharm. Biomed. Anal.* 175 (2019) 320-328
- [3] E. Farsang, K. Horváth, A. Beck, Q. Wang, M. Lauber, D. Guillaume, S. Fekete, Impact of the column on effluent pH in cation exchange pH gradient chromatography, a practical study, *J. Chromatogr. B* 1626 (2020) 461350

---

### **Köszönetnyilvánítás:**

A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal NKFIH FK128350 számú projektje támogatta.

---

# Felszíni vizek nitrit- és nitráttartalmának vizsgálata kapilláris elektroforézis módszerrel

*Analysis of nitrite and nitrate in surface waters by capillary electrophoresis*

**Farsang Róbert, Szigeti Márton, Járvas Gábor és Guttman András**

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Bio-nanotechnológiai és*

*Műszaki Kémiai Kutatóintézet, Transzlációs Glikomika Kutatócsoport*

*8200. Veszprém, Egyetem utca 10.*

---

## Összefoglaló

Az emberi tevékenység hatására az elmúlt évszázadban – főként a műtrágyázás hatására - a nitrogénciklus felborulása figyelhető meg. A felszíni vizek nitrit- és nitrátion koncentrációjának ismerete kiemelkedő jelentőségű a környezet állapotának felmérése, illetve az egészségügy szempontjából. Ezek a szennyezők jelentősen hozzájárulnak az eutrofizációhoz, nagyobb koncentrációjuk az ivóvízben pedig methemoglobinémiához vezethet.

A nitrit és nitrát meghatározására használt módszereket három típusba sorolják az analitikai megközelítés alapján: 1) közvetlen meghatározás (kolorimetria, potenciometria, UV-sugárzás abszorpció, kromatográfia); 2) a nitrát ammóniumra vagy nitrogén-oxidra történő redukciója, majd a termék koncentráció kimutatása (kolorimetria, potenciometria, fluorimetria, coulometria); és 3) a nitrát színváltozással járó komplexképződéses reakciója. Magyarországon a vizek nitrit- és nitrátion koncentrációjának meghatározása szabványosított fotometriás eljárásokkal történik, amelyek alsó detektálási határa viszonylag magas mindkét komponensre nézve (~0,006 mg/L NO<sub>2</sub>-N; illetve ~0,23 mg/L a NO<sub>3</sub>-N).

A nitrit- és nitrátion koncentrációjának meghatározására lehetőség van UV/VIS detektorral csatolt kapilláris elektroforézis módszerrel (CE). A CE egy nagy hatékonyságú elválasztástechnikai módszer, amely esetében az elektromos töltéssel rendelkező komponenseket egy kis belső átmérőjű (20 µm – 150 µm), elektrolit oldattal töltött kvarckapillárisban választjuk el. A nitrit- és nitrátion egyaránt egyszeres negatív töltéssel rendelkeznek, viszont a hidrodinamikai átmérőjük különbözik, így az elektromos tér hatására a kapillárisban különböző sebességgel mozognak, ennek következtében elektroforézis módszerrel elválaszthatók egymástól. Emellett mindkét vizsgálandó ionnak van a fény 200 nm-es hullámhossza körül elnyelése, így UV/VIS detektálással közvetlenül vizsgálhatók.

A munkám során egy nitrit- és nitrátion mennyiségi meghatározására alkalmas CE módszert fejlesztettem, amely a két komponens esetén öt nagyságrendű koncentrációtartományban lineáris kalibrációt tesz lehetővé, amelyet nem lineáris regresszióval, 1/x<sup>2</sup>-es súlyozással hoztam létre. Ezen túl a módszer mindkét komponensre alacsony alsó kimutatási mérőhatárral rendelkezik (LOD - mindkét komponens esetében a nitrogénre vonatkoztatva 0,0061 mg/L - 25 mg/L). A kidolgozott CE módszer előnyei a szabványosított fotometriás módszerrel szemben a következők:

- Rövidebb analízisidő, a két komponens egyidejű vizsgálata
  - Nem használ veszélyes vegyszereket
  - A nitrátion esetén 3 nagyságrenddel nagyobb érzékenység
  - Nem szükséges mintaelőkészítés (szűrés)
  - Automatizálható a mérés
-

# Amififil ABA triblokk-kopolimerek mint önszerveződő gyógyszerhordozó nanorészecskék rendkívül nagy kapszulázási hatékonysággal

*Amphiphilic ABA triblock copolymers as self-assembling drug delivery nanoparticles with outstanding solubilization capacity*

**Fecske Dóra<sup>1,2</sup>, Kasza György<sup>1</sup>, Szarka Györgyi<sup>1</sup>, Iván Béla<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet, Polimer Kémiai Kutatócsoport, 1117 Budapest, Magyar tudósok krt. 2.

<sup>2</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Hevesy György Kémia Doktori Iskola, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

---

## Összefoglaló/ Summary

Napjainkban egyre nagyobb igény van olyan szintetikus polimer alapú hatóanyag-hordozó rendszerekre, melyek biokompatibilis polimer szegmensekből épülnek fel és a felvett hatóanyagot szabályozott módon képesek leadni. Ennek megfelelően munkánk során hiperelágazásos poliglicidol (HbPG) és poli(tetrahidrofuran) alapú amififil ABA triblokk-kopolimerek előállítását, önszerveződő viselkedését és hatóanyag-hordozó rendszerként történő alkalmazhatóságát vizsgáltuk. Olyan blokk-kopolimereket állítottunk elő, melyekben változott a hidrofób/hidrofil arány és a szintézishez három különböző molekulatömegű PTHF makroiniciátort alkalmaztunk. Egy bizonyos polimer koncentráció (*cmc*) fölött a kapott ABA triblokk-kopolimerek nanoméretű micellákká önszerveződtek, melyek felhasználhatóak hidrofób hatóanyagok kapszulázására és szállítására, így lehetővé téve azok vízoldhatóságának és biohasznosulásának növelését. Az előállított triblokk-kopolimerek *cmc* értékei igen alacsonyak voltak és összhangban álltak a belső hidrofób PTHF mag méretének változásával. Az önszerveződő polimer micellák hatóanyag-hordozó képességét egy természetes, vízben rosszul oldódó, rákellenes modell hatóanyag, a kurkumin szolubilizációjával vizsgáltuk. A vizsgálatok szerint a micellák a vízhez képest akár 1500-szor több hatóanyagot képesek oldatba vinni, melynek mennyisége az alkalmazott blokk-kopolimer összetételével, főként a PTHF blokk molekulatömegével és a polimer oldatok koncentrációjával befolyásolható. A kurkuminnal töltött micellák a hatóanyagot időben elnyújtottan adták le, és a hatóanyag leadásának sebessége a hidrofób/hidrofil arány változtatásával, valamint a felvett hatóanyag mennyiségével befolyásolható. Mindezek alapján kijelenthető, hogy az általunk előállított ABA triblokk-kopolimerek ígéretes gyógyszerhordozó jelöltek.

Currently, there is an increasing demand for synthetic polymer-based drug delivery systems which contain biocompatible polymer segments, and the encapsulated drug can be released by controlled manner. Hence, synthesis, self-assembling and drug delivery properties of biocompatible hyperbranched polyglycerol (HbPG) and poly(tetrahydrofuran) (PTHF) based amphiphilic ABA triblock copolymers and their applicability for drug encapsulation and delivery of hydrophobic drugs were investigated. Block copolymers with varying hydrophobic to hydrophilic ratios were prepared by using three different molar mass amine-telechelic PTHF macroinitiators. Above the critical micelle concentration (*cmc*), the ABA triblock copolymers self-assemble into nanosized micelles which can be used for encapsulation and delivery of hydrophobic drugs to improve the water solubility and the bioavailability of such agents. The *cmc* values of the synthesized triblock copolymers were very low and changed in accordance with the inner PTHF molecular weight. Curcumin, which is a natural, water insoluble anticancer agent was investigated as a model drug, to demonstrate the potential application of the self-assembled triblock copolymer micelles as delivery systems. It was found that the micelles can encapsulate up to 1500 times more curcumin than its water solubility, and the encapsulated drug content can be controlled by the composition of the triblock copolymers, mainly by the molar mass of the inner PTHF block and the concentration of their solutions as well. Sustained drug release of the triblock copolymer nanosized micelles was obtained, which can be controlled by the hydrophobic/hydrophilic ratio and the concentration of the encapsulated drug. In summary, the prepared ABA triblock copolymers are promising candidates as advanced drug solubilization and delivery systems.

---

## Köszönetnyilvánítás/ Acknowledgement

Köszönjük a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) (NN129366, K135946, PD139162) és a BIONANO\_GINOP-2.3.2-15-2016-00017 támogatását.

This work was supported by the National Research, Development and Innovation Office (NN129366, K135946, PD139162) and the BIONANO\_GINOP-2.3.2-15-2016-00017 project.



***Capillary gel electrophoresis characterization of omalizumab,  
an anti-asthma biotherapeutic product***

**Csenge Filep<sup>1</sup>, Daniel Sarkozy<sup>1</sup>, Marton Szigeti<sup>2</sup>, Andras Guttman<sup>1,2</sup>**

*<sup>1</sup>Horváth Csaba Laboratory of Bioseparation Sciences, Research Center for Molecular  
Medicine, Faculty of Medicine, Doctoral School of Molecular Medicine, University of  
Debrecen,*

*98 Nagyerdei Krt, H-4032 Debrecen, Hungary*

*<sup>3</sup>Translation Glycomics Group, Research Institute of Biomolecular and Chemical  
Engineering, University of Pannonia*

*10 Egyetem Street, H-8200 Veszprem, Hungary*

---

***Summary***

Omalizumab, a glycoprotein biologic drug, is one of the most frequently used antibody therapeutics to reduce asthma exacerbations, improve lung function and reduce oral corticosteroid use. Glycosylation is one of the most common post-translational modifications that greatly affects the efficacy-e.g. effector function, clearance time-, safety and stability of mAb-based biopharmaceuticals. Therefore, glycosylation of biologics is an important critical quality attribute (CQA). Glycosylation profile of these proteins dependent on the producing cell line, the manufacturing process and their changes. For this reason, N-glycosylation analysis is of high importance during production and release. Capillary electrophoresis (CE) is one of the frequently used tools to characterize protein therapeutics at protein and glycan levels, which are key parts both for drug development and quality control. In this work, capillary gel electrophoresis methods were applied to comprehensively characterize omalizumab. Capillary sodium dodecyl sulfate gel electrophoresis (SDS-CGE) with UV detection was used for subunit integrity, intact and reduced analysis, to check the amount of the non-glycosylated subset of the heavy chain of the molecule. Capillary gel electrophoresis with laser induced fluorescent detection was used for N-glycosylation analysis. To identify the separated carbohydrate structures in the released N-glycan pool, exoglycosidase based oligosaccharide sequencing was conducted. The results suggested no ADCC function due to the mostly core fucosylated biantennary glycans found. However, the presence of the high mannose structures probably effects the clearance rate of the drug.

---

# Látható fénnel gerjeszthető antibakteriális hatású katalizátorok: tervezéstől a gyártásig

*Visible light-excitable, antibacterial catalysts: from design to production*

Fónagy Orsolya<sup>1</sup>, Kovács Margit<sup>1</sup>, Szabóné Bárdos Erzsébet<sup>1</sup>,  
Horváth Ottó<sup>1</sup>, Makó Éva<sup>2</sup>, Juzsakova Tatjana<sup>3</sup>

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar*

<sup>1</sup> Természettudományi Központ, Környezeti és Szervetlen Fotokémia Kutatócsoport

<sup>2</sup> Műszaki Tudományok Kutató-Fejlesztő Központ, Anyagmérnöki Intézeti Tanszék

<sup>3</sup> Bio-, Környezet- és Vegyészmérnöki Kutató Fejlesztő Központ, Fenntarthatósági

*Megoldások Kutatólaboratórium*

*8200 Veszprém, Egyetem utca 10.*

---

## Összefoglaló/ Summary

TiO<sub>2</sub> is a widely used and inexpensive photocatalyst with adequate activity. It is biologically and chemically inert, also resistant to photocorrosion. However, it can be excited only by UV light, so it can utilize only a small proportion of the solar radiation reaching the Earth's surface. Recently, our research group achieved encouraging results in the synthesis of visible light-excitable catalysts, producing various nitrogen- and silver-modified TiO<sub>2</sub> catalysts by sol-gel, precipitation reduction, and photoreduction processes [1]. In the case of scaling-up, the listed production methods are less favorable due to their solvent requirements or complexity. Mechanochemical modification with grinding is an environmentally friendly process. It is easy to carry out in solid phase without the addition of any solvents and formation of by-products. Another advantage of the procedure is that the catalyst does not need to be washed and separated from any liquid phase at the end of the synthesis.

In our recent work, we studied the possibility to mechanochemically modify (Degussa/Aeroxid) P25 TiO<sub>2</sub> with nitrogen and silver to prepare a visible light excitable catalyst suitable for self-cleaning and antibacterial surfaces. As a nitrogen precursor hexamethylenetetramine and urea were used, while silver was introduced into the system in the form of silver nitrate. The effect of milling conditions, such as the amount and form of the modifying substances, the treatment time, the ratio of the weights of the material to be ground and the grinding ball, and the reproducibility were investigated. Our goal was to select production conditions that are feasible and application-oriented in the event of scale-up. The mineral composition of the modified photocatalysts was measured by X-ray powder diffraction and the surface properties were characterized by specific surface area measurements. The photocatalytic activities of the catalysts prepared by the new mechanochemical method were examined in visible light with coumarin as a hydroxyl radical scavenger and the antibacterial effect was tested by bioluminescence determination of *Vibrio fischeri* bacteria.

According to our results the further modification of N-TiO<sub>2</sub> with silver decreased the photocatalytic activity, while improved the antibacterial property. To maximize both effects, mechanical mixtures of the separately modified catalysts (N-TiO<sub>2</sub>, Ag-TiO<sub>2</sub>) were also examined in different ratios.

---

## Irodalomjegyzék

[1] Wafi A., Szabó-Bárdos E., Horváth O., Pósfai M., Makó É., Juzsakova T., Fónagy O, *Nanomaterials*, 10 (11), 1–19 (2020)

# Kamragáztisztító technológia modellezése

## *Modelling of coke oven gas purification technology*

Nikolett Radó-Fóty, Attila Egedy, Lajos Nagy, Iván Hegedűs  
University of Pannonia  
8200 Veszprém, Egyetem u. 10

---

### Összefoglaló

2021 ősziére az energiaárak intenzív emelkedése kezdődött meg, mely egyre nagyobb terhet jelent az ipari vállalatoknak. A növekvő költségek hatása mérsékelhető a melléktermékként vagy hulladékként keletkező energiaforrások hatékony felhasználásával. A koksoló üzemek esetében a melléktermékként keletkező kamragáz alkalmas a földgáz kiváltására. Ehhez azonban nélkülözhetetlen a kamragáz nagy hatékonyságú tisztítása részben a szigorodó környezetvédelmi előírások, részben a tüzelő berendezések megóvása érdekében.

A meglévő technológiák hatékonyságának növelésében a folyamat szimulátorok nagy segítséget nyújthatnak. Egy részletes és megfelelően validált folyamat szimulátor megalkotása meglehetősen összetett feladat, különösképpen olyan komplex, többkomponensű elválasztási technológiák esetében, mint a kamragáztisztítás. Ezen eszközökkel részletesen tanulmányozhatóak a technológiai rendszerek általános és sajátos jellemzői, a különböző paraméterek hatása a végbemenő folyamatokra.

Kutató munkánk során egy meglévő kamragáztisztító technológia stacioner szimulátorát képeztük le Aspen Plus folyamat szimulátor program alkalmazásával. A gáztisztítás három sorba kapcsolt mosótoronyból épül fel, melyben a kamragázzal ellenáramban kerülnek bevezetésre a mosófolyadékok. A modell validálását laboratóriumi analízisek segítségével végeztük el. Ezt követően a befolyásolható és a nem befolyásolható paraméterek hatását vizsgáltuk meg. Előbbi paraméterek közé tartozik a mosófolyadékok mennyisége, valamint a hőmérséklete, melyek változtatására az üzemeltetés során van lehetőség. Utóbbi paraméterek közé tartozik a kamragáz mennyisége és kéntartalom, melyek vizsgálata különösen fontos az egyre kiszámíthatatlanabb szénbeszállítás miatt. Végül a modell segítségével optimalizációs vizsgálatokat folytattunk, melynek célja, hogy a gáz összetételre vonatkozó előírások mellett megtaláljuk az energetikailag legkedvezőbb üzemi körülményeket.

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával

készült.   
NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS ALAP

### Summary

By the autumn of 2021, energy prices have started to rise sharply, placing an increasing burden on industrial companies. The impact of these rising costs can be moderated by the efficient use of energy sources generated as by-products or waste. In the case of coke oven plants, coke oven gas generated as a by-product can be used as a substitute for natural gas. However, high-efficiency cleaning of coke oven gas is essential, partly to meet increasingly stringent environmental regulations and partly to protect the combustion equipment.

Process simulators can be very helpful in improving the efficiency of existing technologies. Building a detailed and properly validated process simulator is a challenging task, especially for complex multi-component separation technologies such as cleaning of coke oven gas. These tools allow detailed studies of the general and specific characteristics of the process systems and the influence of different parameters on the processes taking place.

In our research work, we implemented a steady-state simulator of an existing coke oven gas cleaning technology using Aspen Plus process simulator software. The gas cleaning system consists of three scrubbing towers connected in series, in which washing liquids are introduced in countercurrent with the coke oven gas. The model was validated by laboratory analyses. Subsequently, the effects of the parameters that can and cannot be influenced were investigated. The former parameters include the amount of washing liquids and its temperature, which can be changed during operation. The latter parameters include the amount of coke oven gas and sulphur content, which are particularly important due to the increasingly unpredictable coal supply. Finally, the model was used to carry out optimisation studies with the aim of finding the most energetically beneficial operating conditions under the gas composition requirements.

Prepared with the professional support of the Doctoral Student Scholarship Program of the Co-operative Doctoral Program of the Ministry of Innovation and Technology financed from the National Research,

Development and Innovation Fund.   
NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS ALAP

# The Adsorption Isotherm of Cationic Dyes from Aqueous Solution Using Various Rice Husk

H. Sukmana<sup>1</sup>, C. Hodur<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doctoral School of Environmental Science, University of Szeged, Szeged, 6720, Hungary

<sup>2</sup>Department of Biosystems Engineering, University of Szeged, Szeged, 6725, Hungary

Email: [sukmanahadid@gmail.com](mailto:sukmanahadid@gmail.com)

---

## Summary

The textile industry is one of the largest global pollutants and consumes many chemicals and water transformed into wastewater. For example, cationic dyes used in the textile industry include methylene blue (MB) and basic red 9 (BR9). These dyes can cause negative effects on humans and living organisms. Wastewater treatment is needed to remove pollutants in dye wastewater. One of the best techniques is adsorption because low-cost and simple process.

On the other hand, adsorbent material from the natural resource for adsorption is still under development; rice husk (RH) is potential material as bio-adsorbent. RH has chemical stability, advanced mechanical quality, and rich functional groups such as carboxyl and silanol. This study aims to compare adsorption isotherm of methylene blue and basic red 9 using Hungarian and Indonesian rice husk as bio-adsorbent.

The RH for the experiment was obtained from Hungary and Indonesia. RH was washed and dried. Finally, the rice husk was crushed and ground down until <250  $\mu\text{m}$ . The characterisation of RH was investigated by lignin-cellulose analysis and zeta potential. The results show that Hungarian rice husk (HRH) has properties of 45.74 % cellulose and 27.65 % lignin, while Indonesian rice husk (IRH) has properties of 47.80 % cellulose and 23.14 % lignin. The zeta potential analysis indicates both RH has a negative charge.

The adsorption equilibrium data of MB and BR9 were investigated using the Langmuir and Freundlich isotherm models. The result is shown the Langmuir isotherm fits best with the experimental adsorption data. The coefficient correlation was achieved ( $R^2$ ) >0.97, and the  $R_L$  values are <1, indicating the favourable adsorption process. In our study, the adsorption capacity of IRH and HRH for MB removal was achieved at 42.735 mg/g and 39.063 mg/g, respectively.

According to MB adsorption studies, using the various origin of the rice husks affects MB's adsorption capacities. The adsorption capacity of RH is related to chemical compositions such as silica and lignin. The use of chemical fertiliser, soil chemistry, location, technology, and climate could be contributing to creating a different chemical composition of RH. In addition, using raw rice husk without modification could give more benefits such as simplicity, practice, and low cost.

Furthermore, the different adsorption capacities of BR9 removal have been investigated in the previous research using various adsorbents such as fishbone, pistachio nutshells, malted sorghum mash, and astragalus root. According to our result, the adsorption capacity of IRH and HRH for BR9 removal were obtained at 77.519 mg/g and 38.314 mg/g, respectively. The IRH gives a higher adsorption capacity than HRH for MB and BR9 adsorption. Many agriculture and waste materials were used as adsorbents for BR9 removal; however, raw rice husk was never reported yet to the best of our knowledge. Therefore, raw rice husk could become a potential adsorbent in BR9 adsorption.

---

# Települési szilárd hulladék szintézisgáz célú átalakítása termikus és termo-katalitikus pirolízissel

*Syngas purpose conversion of municipal solid waste via thermal and thermo-catalytic pyrolysis*

**Horváth Dominik, Tomasek Szabina, Miskolczi Norbert**

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Bio-, Környezet- és Vegyészmérnöki Kutató-Fejlesztő  
Központ, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék  
Veszprém, Egyetem u. 10*

---

## **Összefoglaló**

A globálisan keletkező hulladékok mennyisége a népesség és annak életszínvonalának növekedésével évről évre egyre növekszi. A hulladék-probléma jelen korunk egyik legnagyobb kihívása, melynek megoldására globális és Európai Unió szinten is egyre komolyabb erőfeszítéseket tesznek. Az Európai Unió hulladék stratégiájának egyik legfontosabb eleme az ún. „körforgásos gazdaság” megvalósítása. A körforgásos gazdaság elérésének egyik leghatékonyabb módja a kémiai újrahasznosítás, melynek során a különféle hulladékokat kémiai eljárással (pl. pirolízis és/vagy elgázosítás) olyan vegyületekké (szén-monoxid és hidrogén) alakítják át, melyek alapanyagai lehetnek a metanol és/vagy a Fischer-Tropsch szintéziseknek.

Kísérleteink során hulladékválogatói technológiából származó anyagok termikus és termo-katalitikus pirolízisét vizsgáltuk csőreaktorban és TG-FTIR készülékben. A termo-katalitikus kísérletekben katalizátort és vízgőz bevezetést is alkalmaztunk. Vizsgáltuk a hőmérséklet, az alapanyag és a katalizátor alkalmazásának hatásait a termékhozamokra és a gázfrakció összetételére. Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy az alapanyag összetételének, az alkalmazott katalizátornak és a hőmérsékletnek egyaránt jelentős hatása volt a céltermék hozamokra. A szintézisgáz hozamot emellett a vízgőz bevezetése is előnyösen befolyásolta.

## **Köszönetnyilvánítás**

Az elvégzett kutatómunka a TKP2021-NKTA-21 azonosító számú „Környezetterhelés jelentős mértékű csökkentésére irányuló innovatív technológiák fejlesztését (és elterjesztését) megalapozó kutatások (TKP)” című pályázat támogatásával valósult meg.

---

## **Summary**

Due to the growth in living standards and human population, the amount of wastes are increasing globally. The waste problem is one of the great challenges nowadays, therefore more and more serious efforts are being made at globally and in the European Union. One of the most significant part of EU's waste strategy is the implementation of the so called “circular economy”. Chemical recycling is one of the most efficient method to achieve circular economy, whereby wastes are converted via chemical processes (e.g. pyrolysis and/or gasification) into compounds (carbon-monoxide and hydrogen) which are suitable feedstocks for methanol- and/or Fischer-Tropsch synthesis.

In our work, several thermal and thermo-catalytic pyrolysis was carried out in TG-FTIR apparatus and a tubular reactor with feedstocks from waste-sorter technologies. In the thermo-catalytic experiments catalyst and steam was used. Effects of temperature, feedstock, and catalysts application for the product yield and gaseous fraction composition was investigated. Based on the results, significant effect of feedstock composition, applied temperature and catalyst on the product yield was concluded. Synthesis gas yield was also favorably affected by the steam.

## **Acknowledgement**

The research work was made with the support of the project TKP2021-NKTA-21: "Researches establishing the development (and dissemination) of innovative technologies to significantly reduce environmental impact".

---

# Metiléndianilin képződéséhez kapcsolódó reakció mechanizmusok feltérképezése és modell alapú elemzése

*Exploration and model-based analysis of reaction mechanisms related to the formation of methylenedianiline*

**Horváth Gergely, Kummer Alex, Varga Tamás**

*Pannon Egyetem, Folyamatmérnöki Intézeti Tanszék*

*Veszprém, Egyetem utca 10.*

---

## Összefoglaló

Az izocianátok (MDI, TDI, stb.) gyártása nemzetközileg jelenleg is nagy volumenben történik a gyártási kapacitások dinamikus növekedése mellett, így a lejátszódó folyamatok leírására, a termékek minőségének javítására, az alapanyaghatékonyságra és melléktermékek képződésének visszaszorítására egyre nagyobb ipari igény mutatkozik napjainkban. A kutatás célja a releváns reakciók és kinetikák megismerése, mérési adatokon alapuló identifikálása, pontosítása, majd különböző modellezési metodikák alkalmazásával javaslattevél az izocianát gyártások általános fejlesztésére, hatékonyságának és termékminőségek növelésére az Ipar 4.0 szemléletet követve. A metilén-difenil-diizocianát (MDI) termékelegy gyűrűeloszlással és egyéb hozam jellegű paraméterekkel jellemezhető a végtermék megfelelősége, minősége. Ezen paraméterek a szintézis első lépésében, vagyis a metilén-dianilin (MDA) képződése során szabályozhatók. Jelen munkában a szakirodalomban fellelhető, a reakció rendszerrel és a termékelegy minőségét befolyásoló paraméterekkel kapcsolatban rendelkezésre álló információk megismerésével, rendszerezésével és azok összevetésével az MDA szintézis kulcskomponensei, -reakciói, illetve a szintézis kritikus paraméterei meghatározásra kerültek. Ezen kritikus paraméterek például az alkalmazott anilin/formalin molarány, az anilin/sósav molarány, a kondenzációs- és átrendeződési folyamatok hőmérséklete, tartózkodási idő, stb. A heterogén katalitikus reakciók folyamatához a szakirodalmi adatok reprodukálásának érdekében kinetikai modell került fejlesztésre. A cél, hogy a modell validálása során a technológia fejlesztése szempontjából megfelelő részletességű reakció rendszer, valamint a modell kidolgozása során alkalmazott egyszerűsítésekből adódó információ veszteség hatásai és az abból adódó nehézségek meghatározásra kerüljenek.

---

## Summary

The production of isocyanates (MDI, TDI, etc.) is currently taking place on a large international scale with a dynamic increase in production capacities, so that there is a growing industrial need today to describe the processes involved, improve product quality, feedstock efficiency and reduce by-product formation. The aim of the research is to understand the relevant reactions and kinetics, to identify and refine them based on measured data, and to propose general improvements in isocyanate production, efficiency and product quality using different modelling methodologies, following the Industry 4.0 approach. The methylenediphenyl diisocyanate (MDI) product mixture ring distribution and other yield-related parameters are used to characterise the suitability and quality of the final product. These parameters can be controlled in the first step of the synthesis, i.e. during the formation of methylenedianiline (MDA). In the present work, the key components, -reactions and critical parameters of the MDA synthesis have been determined by understanding, systematizing and comparing the information available in the literature on the reaction system and the parameters affecting the quality of the product mixture. These critical parameters are, for example, the used aniline/formalin molar ratio, the aniline/hydrochloric acid molar ratio, the temperature, residence time, etc. of the condensation and rearrangement processes. The aim is to validate the model in order to identify the reaction system at a level of detail that is appropriate for technology development, as well as the effects of information loss due to simplifications used in the development of the model and the resulting difficulties.

# ***N*-glikánprofil meghatározása humán teljes vérből és vérszérumból**

*N-glycan profiling from human total blood and serum*

**Hörömpöly Klaudia, Járvás Gábor, Guttman András**

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet,  
Transzlációs Glikomika Kutatócsoport*

*8200, Veszprém Egyetem utca 10.*

---

## ***Összefoglaló/ Summary***

A fejlett nyugati típusú társadalmakban fokozatosan nő a krónikus betegségek előfordulásának aránya, valamint az ezek okozta halálozási gyakoriság is gyors ütemben emelkedik. Világszerte kihívást jelent a daganatos betegségek időben történő diagnózisa, kezelése. Több kutatás irányul olyan új biomarkerek felfedezésére, melyekkel már a korai stádiumban kimutathatók lehetnek egyes rákos elváltozások. A kísérleteket legtöbbször emberi vérrrel végzik, mert számos olyan potenciális markert tartalmaz (például egyes fehérjék felszínéhez kötött oligoszacharid struktúrák, a szételő tumorsejtek DNS-e), amelyek segítségével a betegség jelenléte felderíthető. A biomarkerek meghatározhatják a betegség kialakulásának kockázatát, eszközként szolgálhatnak a kezdeti diagnózis és a betegségek megállítása céljából, valamint figyelemmel kísérhetik a betegség előrehaladását és a gyógyszeres kezelés hatását.

A gyakorlatban többször előfordulhat olyan eset, amikor a kísérletekhez vett vér, valamint szérum minták eltérő időközönként és ismételten kerülnek felolvasztásra, majd visszafagyasztásra. Ennek jelentős hatása lehet a módszerek reprodukálhatóságára és megbízhatóságára, hiszen az eltérő tárolási idő miatt esetleg bekövetkező változások befolyásolhatják a kapott eredményeket. Munkám során egészséges emberi vér és szérum mintákból felszabadított N-kötött glikán profilokat vizsgáltam abból a szempontból, hogy hogyan hat rájuk a többszöri lefagyasztás és felolvasztás, miközben figyeltem a mintaelőkészítések közt eltelt időintervallumok hatását is. A minta feldolgozása során denaturáltam a fehérjéket, ezt követően pedig endoglikozidáz emésztéssel lehasítottam a fehérjén található Asn-kötött oligoszacharidokat. Az így nyert cukrokat fluoreszcensen jelöltem és lézer indukált fluoreszcens detektálással kapcsolt kapilláris elektroforézissel elválasztottam. A kapott glikán profilokat összehasonlítva választ kaptam arra, hogy milyen hatással van ezekre a többszöri lefagyasztás és kiolvasztás.

Hiszek abban, hogy megfigyeléseim hozzájárulhatnak a glikán biomarkerek klinikai validálásához, továbbá azok gyakorlati alkalmazásához.

# Modell nélküli szomszédságon alapuló eljárások változók kiválasztására

*Model free neighborhood-based methods for feature selection*

**Ádám Ipkovich, Prof. János Abonyi**

*MTA-PE "Lendület" Complex Systems Monitoring Research Group, University of Pannonia,  
Hungary, Veszprém, Egyetem utca 10.*

---

## *Összefoglaló/ Summary*

Neighborhood-based machine learning algorithms are straightforward and popular methods with use in regression, classification, measurement of the quality of dimensionality projection. Their strength is in their ability to describe the relationship between a set of independent and dependent variables without a costly optimization and parameter identification scheme. Moreover, if the model is built upon independent variables that have no correlation to the dependent variable, the performance significantly decreases. Thus, the use of model free algorithms is encouraged for feature selection.

The  $k$ -nearest neighbors ( $k$ -NN), False nearest neighbors, trustworthiness and continuity, and the novel NRFS methods are based on the closest neighbors in terms of Euclidean distance in the independent and dependent variables.  $k$ -NN is often used in regression and classification problems, where the distance of the nearest neighbors provides a class or a prediction to the dependent variable.  $k$ -NN is often used with leave-one-out cross validation that measures the performance of  $k$ -NN. The false nearest neighbors (FNN) compares the closest neighbors in both the independent and dependent variables and determines whether closest neighbor is the same in both. FNN excels at generating local models that can be summarized to describe overall model performance. The trustworthiness & continuity (T&C) method measures the projection quality of the independent variables to the dependent variable, and *vice versa* based on the ranking of neighbors. The abovementioned methods are generalized in the novel Neighborhood Ranking-based Feature Selection (NRFS) method that examines the rankings of the Euclidean distances in both set of variables by taking the ranking distances of the independent and dependent variables. Furthermore, this method is established as a special case of distance correlation.

The NRFS is benchmarked on previously tried databases, such as the Friedman database, where the local neighborhood that considers the ranking in the independent variables and compares that to the corresponding rank in the dependent variable.

---



# **Biogázfermentáció nyomon követése dielektromos és reológiai mérési módszerekkel**

*Monitoring biogas fermentation using dielectric and rheological measurement methods*

**Jákói Zoltán<sup>1,2</sup>, Hodúr Cecilia<sup>1</sup>, Beszédes Sándor<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Biológiai Rendszerek Műszaki Intézete*

<sup>2</sup>*Szegedi Tudományegyetem, Környezettudományi Doktori Iskola*

*6725 Szeged, Moszkvai krt. 9*

---

## **Összefoglaló**

A szennyvíziszapok anaerob fermentációja egy ígéretes és hatékony módszer a szennyvíz- és szennyvíziszap kezelésben, mivel egyidejűleg képes azok szervesanyag-tartalmát csökkenteni miközben egy megújuló energiaforrás – biogáz – is képződik. Ugyanakkor natív, kezeltlen ipari eredetű szennyvíziszapok, mint szubsztrátok felhasználása az anaerob lebontáshoz sok esetben nehézségekkel járhat, éppen ezért a kutatásunkat elsősorban olyan mérési módszerek – dielektromos és reológiai paraméterek meghatározásának – alkalmazhatóságára fókuszáltuk, melyek képesek lehetnek az anaerob rothasztási folyamat nyomon követésére. Kutatásunk egyik elsődleges célja volt, hogy kapcsolatot keressünk az előbb említett tulajdonságok és a keletkező biogázproduktum között, annak érdekében, hogy igazoljuk ezen módszerek alkalmazhatóságát. Emellett azt is vizsgáltuk, hogy a mikrohullámú besugárzás, mint előkezelés hogyan befolyásolja a fermentációs folyamatot. Kísérleti eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a mikrohullám alkalmazásával a maximálisan elérhető biogázhozam 14%-kal növekedett, valamint a fermentációnak alávetett szennyvíziszap minták abszolút viszkozitása 13%-kal csökkent; ugyanakkor a biogáztermelődési tendenciát a mikrohullámú besugárzás alapjaiban nem változtatta meg. Mindemellett a kutatási eredményeink azt is alátámasztják, hogy a dielektromos paraméterek és az abszolút viszkozitás mérése alkalmas a fermentációs folyamat nyomon követésére – egyértelmű korrelációt állapítottunk meg a biogázhozam, a dielektromos állandó, a dielektromos veszteségi tényező és a minták abszolút viszkozitása között.

---

## **Summary**

Anaerobic digestion of wastewater sludge is a promising and efficient method in wastewater and sludge treatment, as it can simultaneously reduce their organic matter content while producing a renewable energy source - biogas. However, the use of native, untreated industrial wastewater sludge as substrates for anaerobic digestion can often present difficulties, hence our research focused on the applicability of measurement methods - dielectric and rheological measurements - that can monitor the process of the anaerobic digestion. One of the primary objectives of our research was to seek a relationship between the aforementioned properties and the biogas yield, in order to verify the applicability of these measurement techniques. We also investigated how microwave irradiation as a pre-treatment method affects the fermentation process. Based on our experimental results, we found that microwave irradiation increased the maximum achievable biogas yield by 14% and reduced the absolute viscosity of the sludge samples subjected to fermentation by 13%; however, it did not fundamentally alter the biogas production trend. Moreover, our research results also confirm that the measurement of dielectric parameters and absolute viscosity can be used to monitor the fermentation process - a clear correlation between biogas yield, dielectric constant, dielectric loss factor and absolute viscosity of the samples was found.

# **Flagellin fehérjén alapuló újfajta oltóanyag molekulák fejlesztése**

*Development of novel vaccine molecules based on flagellin protein*

**Jankovics Hajnalka, Kovács Noémi, Tóth Éva, Husztiné Nagy Georgina,**

**Yazdi Nezafat Zeinab, Vonderviszt Ferenc**

*Pannon Egyetem*

*Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet*

---

## **Összefoglaló**

A koronavírus járvány elleni küzdelemhez kapcsolódóan egy újfajta fehérje alapú oltóanyag molekula fejlesztésén dolgozunk, ami egyszerre hordoz virális antigént és a veleszületett immunválaszt stimuláló szegmenseket is. A baktériumok mozgásszervét, a flagelláris filamentumokat felépítő flagellin fehérjéről ismert, hogy a konzerválódott terminális régiói a TLR5 receptorral való intenzív kölcsönhatás révén stimulálják a veleszületett immunrendszert. Ötletünk lényege, hogy a koronavírus tüskefehérje célsejt felismeréséért felelős receptorkötő doménjét beültetjük a flagellin változékony középső részébe, és így egy olyan fúziós fehérjét állítunk elő, ami egyszerre stimulálja a veleszületett és a szerzett immunrendszert is, és ezáltal képes hatékony immunválaszt kiváltani. Az elképzelés működőképességét csirke és sertés koronavírus modelleken demonstráljuk. További ígéretes lehetőség, hogy a flagellin polimerizációs képességénél fogva a flagellin-CTD fúziós fehérjékből kontrollált hosszúságú nanorudak építhetők vagy akár nanoszálakat képezhetnek a gazdasejtek felszínén, sok száz példányban megjelenítve a beépített virális antigént. Ezeket a vírus-szerű részecskéket és vírusrészeket prezentáló baktériumok potenciális oltóanyagok lehetnek. Ez a koncepció egyéb vírusok elleni oltóanyagok fejlesztésénél is előnyös lehet.

Projekt támogatás: NKFIH 2020-2.1.1-ED-2020-00013

# Optimization Of *Bacillus licheniformis* for Biosurfactant Production Using Response Surface Methodology

**Sakiyo Jesse John, Aron Nemeth**

*Budapest University Of Technology And Economics,  
Department Of Applied Biotechnology And Food Science  
Hungary, Budapest, Műegyetem rkp. 3, 1111, jsakiyo@edu.bme.hu*

---

## **Summary**

Biosurfactants are surface-active compounds that can reduce surface tension in both aqueous solutions and hydrocarbon mixtures, which in recent times have become more valuable due to having lower toxicity and are generally referred to as green or organic surfactant for products which is much better than the chemical surfactant to enhance the biodegradation rates and bioavailability of organic contaminants. Microbial biosurfactants are mainly produced by fungi, yeast, and bacteria. Bacteria, especially bacillus, are one of the essential biosurfactant producers. This study investigated the kinetics of cell growth, and biosurfactant production was monitored and the effect and interactions between (A) pH in the range of 5, 7, and 9, (B) Incubation time, (C) glucose concentration in the range of 10 to 30 g/L (D) Surface tension and emulsification index to maximum biosurfactant production. The analysis was carried out using a central composite design (CCD) model with four factors and five levels.

---

# **Szilárd hulladékot elgázosító reaktor modellezése**

## *Modelling of a solid waste processing reactor*

### **Kákonyi Márta, Bárkányi Ágnes, Chován Tibor, Németh Sándor**

*Pannon Egyetem, Folyamatmérnöki Intézeti Tanszék*  
*8200 Veszprém Egyetem utca 10.*

---

#### **Összefoglaló**

A szilárd hulladék jelenlegi kezelésének (lerakás, égetés) egy alternatív és hatékony módja lehet a hulladék elgázosítása. Az elgázosítás során szintézisgáz keletkezik, amely előnye, hogy tárolható, szállítható és értékes vegyipari termékek alapanyaga is lehet. Ennek köszönhetően pl. hő- és villamos energia akkor és ott állítható elő, ahol arra szükség van, lakossági és ipari felhasználásra egyaránt. Az elgázosító technológia hozzájárul a szén-dioxid kibocsátás csökkentéséhez fosszilis tüzelőanyagok kiváltásával és a hulladék lerakástól való eltérítésével, illetve fontos eleme lehet a körkörös-gazdaságnak.

Egy downdraft típusú reaktor matematikai modelljét készítettük el, amely csőszerű, vertikális berendezés, a szilárd anyag és a gáz is felülről lefelé halad a reaktorban. A mozgóágyas elgázosító reaktorban lezajló folyamatok az alapanyag száradása, pirolízise, a szilárd anyag és a keletkezett gázok parciális oxidációja, majd redukciója. Ennek megfelelően a reaktor belső tere négy elkülöníthető részre, zónára osztható.

A reaktor zónáiban a szilárd és gázfázisra komponens és tömegmérlegeket írtunk fel, amelyek segítségével a gáz összetétele becsülhető. Először szakaszos rendszerben végeztünk vizsgálatokat arra vonatkozóan is, hogy a szimuláció számítási idejének csökkentése elérhető-e a pirolízis és oxidációs zóna összevonásával, illetve arra is, hogy a redukciós folyamatok lejátszódása után milyen termék-gáz összetétel várható, azt összehasonlítottuk mérési eredményekkel.

Majd, a folyamatos üzemű reaktor matematikai modelljét is felírtuk, a berendezésben az áramlási viszonyokat kaszkád elemekkel közelítettük, amelyek között a tömeg- és hőáram teremt kapcsolatot.

#### **Summary**

An alternative effective way to the current solid waste treatment (landfill, incineration) is the gasification of the waste. During gasification synthesis gas can be produced, which has the advantage that it can be transported and stored, and it can be the raw material of valuable chemicals. Therefore, for example heat and electricity can be generated where and when they are needed either for residential or industrial use. Gasification technology contributes to reducing carbon-dioxide emissions by replacing fossil fuels as well as diverting waste from landfills and can be an important part of the circular economy.

A mathematical model of a downdraft-type reactor which is tubular, vertical equipment, solid and gas flowing from top to bottom in the reactor, was developed. The processes that take place in the moving bed gasification reactor are the drying and pyrolysis of the raw material, as well as the partial oxidation and the reduction of the solid and the produced gases. Thus, the interior of the reactor can be divided into four separable zones.

Component and mass balances of the solid and gas phases were described in the zones of the reactor. First it was studied in a batch system whether the reduction of the calculation time of the simulation could be achieved by fusing the pyrolysis and the oxidation zone. It was also examined what product gas composition can be expected after the completion of the reduction process, then it was compared with experimental results.

Then mathematic model of the continuous reactor was also developed, the flow conditions were described applying a cascade model that consists of elements connected by mass-and heat balances

---

# **Kompozit szálhúzó extruder tervezése és építése 3D nyomtatáshoz**

*Designing and building a 3D printing composite filament extruder*

**Kámán András, Dr. Egedy Attila, Jakab Miklós**

*Pannon Egyetem*

*8200, Veszprém, Egyetem utca 10*

---

## **Összefoglaló**

Az egyik legnagyobb hátránya az additív gyártástechnológiáknak, a kész termékek mechanikai tulajdonságainak romlása a réteges felépítésük következtében. Ezt kiküszöbölendő egyre elterjedtebben használnak fel különféle kompozit anyagrendszereket. A műanyag FDM (fused deposit modeling) nyomtatóknál terjedt el főként széles körben az anyagrendszerek különböző módszerekkel történő kompozitálása. Ezeknek a kompozit anyagrendszereknek az előállításához és nyomtatásához kopásálló alkatrészekre van szükség, egyes megoldásoknál további modifikációk igen csak drágítják az eljárásokat.

Kompozit műanyag szálak előállítására kopásálló szálhúzó extruderre van szükség. Az ilyen kompozit szálak húzására is alkalmas extruderrel szemben támasztott követelményeket a piacon kapható extruderek nem elégítik ki maradéktalanul, fő funkciójuk a már kinyomtatott szálak újra nyomtathatóvá tétele. Ezért saját tervezés alapján a követelményeknek megfelelő extruder építésébe kezdtem teljesen az alapoktól. Habár maga a szálhúzás technikája egyszerű, a szál átmérőjének egyenletessége nagyban befolyásolja az elkészült termék végső tulajdonságait, így annak szűk határok között tartása kulcsfontosságú. Ennek érdekében az extruder több paramétere is állítható lesz a végső termék átmérőpontossága érdekében, ilyen az extruder szár sebessége, hőzónák száma és hőmérséklete és szál húzásának sebessége. A kísérleti stádium elején manuális módosításokkal kívánom elérni a megfelelő átmérőt, későbbi stádiumban a teljes rendszer üzemelése automata lesz.

## **Summary**

One of the biggest drawbacks of the additive manufacturing technologies is the deterioration of the mechanical properties due to the layered structure. For the mitigation of this effect the use of composite material groups are becoming more common. The use of composite material groups are mainly utilized in the plastic FDM (fused deposit modeling) printer sector. The basic requirement for these composite material groups are abrasion-resistant components, further modifications may be needed with some of the different printing methods, which could raise the cost of the printer significantly.

An anti-abrasive extruder is required for the fabrication of plastic composite materials. The commercially available plastic extruders lack some of the key factors when the fabrication of composite filaments is in question, their main application consists of the recycling of used 3D printed filaments. For these reasons I started designing and building a new extruder that would meet these requirements from the ground up. However the technic of filament extrusion is quite simple, the consistency of the filament diameter greatly affects the properties of the end product and so the tight tolerance of the filament diameter is key. Some of the extruder parameters will be adjustable in order to guarantee that the end product holds the tight tolerances, for example the extruder screw speed, the heat zones number and temperature and the pulling speed of the filament. In the early stage of the project manual adjustments will be required in order to achieve the adequate diameter; later the whole process will be automated.

# Szén-dioxid megkötési sebesség vizsgálata eltérő megvilágítású mikroalga tenyészetekben

## *Investigation of carbon-dioxide fixation rate of microalgae cultivation under different lighting*

**Bernadett Kiss, Áron Németh**

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
1111 Budapest, Műegyetem rkp 3.*

---

### **Összefoglaló**

Különböző természetes és mesterséges források felelősek a CO<sub>2</sub>-kibocsátásért. Számos stratégiát dolgoztak ki a lakossági, kereskedelmi létesítmények és iparágak CO<sub>2</sub>-kibocsátásának csökkentésére, valamint ezen környezeti probléma által okozott hatások minimalizálására. A CO<sub>2</sub> algák általi megkötése az egyik megoldási lehetőség erre, amely során a napfény a CO<sub>2</sub> szénre redukálására, biomassza növelésre szolgál.[1] Ezért napjainkban egyre többen foglalkoznak alga tenyésztéssel.

A tenyésztési rendszereknél a napfény ugyan költséghatékony, de hátránya, hogy az időjárás és az évszak változásai nagyban befolyásolják. Nappali és éjszakai ciklusokat be tudunk állítani lámpákkal tenyésztéskor. A mesterséges megvilágítások, például a fénycsővek és a LED-lámpák jobban kezelhetők állíthatóak, kiterjesztik a tenyésztési időszakot, és ezért egyre nagyobb érdeklődésre tesznek szert. A LED-ek fényforrásként való alkalmazása a mikroalgák előállításához ígéretes választás a technológiai és gazdasági megvalósíthatóság növelésére.[2]

Kutatásaim során különböző mikroalga törzseket (*Chlorella vulgaris*, *Nannochloropsis sp*) vizsgáltam különböző tenyésztési rendszerekben a CO<sub>2</sub> megkötési sebesség meghatározására. Különböző világítási típusokat és hullámhosszokat alkalmaztam a biomassza termelés fokozására.

A kutatások az ITM NKFIÁ által nyújtott TKP2020 NKA támogatásból, az NKFIH által kibocsátott támogatói okirat alapján valósultak meg (projekt azonosító: TKP2020 BME-NKA).

### **Summary**

Various natural and man-made sources are responsible for CO<sub>2</sub> emission. Many strategies have been formulated to reduce CO<sub>2</sub> emissions from residential as well as commercial establishments and industries, furthermore to minimize the effects caused by this environmental problem. CO<sub>2</sub> fixation by algae can provide a solution for that, i.e. sunlight being used to reduce CO<sub>2</sub> to carbon content of biomass [1]. Therefore, nowadays, more and more people are engaged with algae cultivation.

At the cultivation systems the sunlight is cost-effective but has the disadvantages of changes in weather and season. Day and night cycles are easily modelled by lamps as well. Artificial illuminations, such as fluorescent lamps and light-emitting diode (LED) bulbs, are more manageable and adjustable furthermore also can extend the yearly cultivation period, thus have a growing interest. Applying LEDs as light source for microalgae production is a promising choice to enhance the technological and economical feasibilities. [2]

During my research different microalgae strains (*Chlorella vulgaris*, *Nannochloropsis sp.*) were investigated in different cultivation systems to determine and compare the CO<sub>2</sub> fixation rate. I applied various lighting sources with different wavelength to enhance the biomass production.

The research reported in this paper and carried out at BME has been supported by the NRD Fund (TKP2020 NC, Grant No. BME-NC) based on the charter of bolster issued by the NRD Office under the auspices of the Ministry for Innovation and Technology.

---

[1] S.P.Singh, Priyanka Singh, *Effect of CO<sub>2</sub> concentration on algal growth: A review* Renewable and Sustainable Energy Reviews 38:172–179 (2014)

[2] Hao Yuan, Yi Wang, Yanaoming Xi, Zeyi Jiang, Xinru Zhang, Xinyu Wang, Xinxin Zhang, *Light-Emitting Diode Power Conversion Capability and CO<sub>2</sub> Fixation Rate of Microalgae Biofilm Cultured Under Different Light Spectra*. Energies 13, 1536 (2020)

# Fonalgomba törzsek politejsav-depolimeráz aktivitásának tanulmányozása

*Investigation of fungal strains' polylactic acid-degrading activity*

**Kohári-Farkas Csilla, Kilin Ákos, Jordán Anikó, Tamaskó Péter,  
Laszlovszky Gábor, Nguyen Duc Quang**

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Élelmiszertudományi és technológiai Intézet  
Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék*

---

## **Összefoglaló**

A természetes alapú, megújuló erőforrásokból (növényi biomasszából) előállítható és biológiai úton lebontható polimerek elterjedt képviselője a politejsav, köszönhetően annak, hogy a hagyományos, szintetikus polimerek fizikai, mechanikai tulajdonságaival hasonlóságot mutat. Az intenzív kutatások eredményeként a politejsav előállításnak ma már nagyon jó hozamú, ipari szintű eljárásai ismertek, továbbá a tulajdonságok javításában és fokozásában is sikereket érnek el. A polimer-kutatások a használatot követő lebontás tanulmányozására is kitérnek, azonban ennek háttere részleteiben teljesen még nem ismert. A politejsav igen nagy ellenállást mutat a mikrobiális támadásnak, ezért a természetes környezetben zajló degradációs folyamat nagyon hosszú időt, hónapokat, éveket, akár évtizedeket is követelhet, ami miatt a szelektíven gyűjtött politejsav-alapú eszközök teljes lebontását jelenleg ipari komposztálóknak, mesterséges abiotikus környezetben végzik el. A kutatások terén ezért egyre nagyobb figyelemben részesítik a mikrobiális bontás mechanizmusának részletesebb megismerését, mikrobiális oltókultúrák, valamint enzimmészítmények fejlesztését, ezáltal a környezetbarátabb technológia kivitelezését. Jelen kutatómunka a Biomérnök és Erjedésipari Technológia Tanszék eredményeit ismerteti komposztból is izolálható fonalgomba törzsek szelektálására, depolimeráz-aktivitásuk és bontási teljesítményük jellemzésére vonatkozóan.

## **Summary**

Polylactic acid is a common representative of renewable and biodegradable polymers produced from plant biomass, due to its similarity in physical and mechanical properties to conventional synthetic polymers. As a result of intensive research, there have been improvements in enhancing its properties and industrial-grade production processes with high yields are feasible. Polymer research also includes the study of post-use degradation, the details of which are not yet fully understood. Polylactic acid has a very high resistance to microbial attacks, so degradation in the natural environment takes a very long time, often at least months, years or even decades. To reduce the timeframe for the degradation, industrial composters can be applied under controlled environment conditions. Therefore, more and more attention is being paid to understanding the mechanism of microbial degradation in detail and to developing eco-friendly processes using microbial inoculum cultures and enzyme preparations. The present work of the Department of Bioengineering and Alcoholic Drink Technology summarizes the results in the selection of filamentous fungal strains mostly isolated from compost by their depolymerase activity and degradation performance.

*A kutatómunka a KFI\_16-1-2017-0077 és EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005 projektek anyagi támogatásával készült.*

*The research was done with the financial support of the KFI\_16-1-2017-0077 and EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005 projects.*

---

# **Itakonsav kinyerése valós fermentléből, elektrodialízissel és kristályosítással**

*Recovery of Itaconic acid from real fermentation broth by electrodialysis and crystallisation*

**Komáromy Péter, Rózsenszki Tamás, Bakonyi Péter, Nemestóthy Nándor, Bélafiné Bakó Katalin**

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Bio-, Környezet- és Vegyészmérnöki Kutató-Fejlesztő Központ, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutató Csoport*

---

## **Összefoglaló**

Az itakonsav egy kettős kötést is tartalmazó, di-karbonsav. Szerkezetéből adódóan kiválóan alkalmas a műanyag iparban a legkülönbözőbb polimerek alapvegyületeként. Jelenleg az itakonsav előállítása túlnyomó részt fermentatív úton történik. A kutatások fő célja az itakonsav előállítás és kinyerés költségeinek csökkentése annak érdekében, hogy az itakonsavval kiválthatók legyenek a petrokémiai alapú polimerek. Az itakonsav kinyerés egyik lehetséges módja az elektrodialízis, mely költséghatékony és környezet barát módon alkalmazható poláris vegyületek elegyekből történő elválasztására. A hagyományos elektrodialízist bipoláris membránnal kiegészítve, az itakonsavon kívül egy másik komponenst is ki lehet nyerni tisztán, mely a fermentációban is felhasználható. A kísérletek során valós itakonsav fermentációból származó fermentlevet dolgoztunk fel bipoláris membránt is tartalmazó elektrodialízissel. A fermentlével végzett elektrodialízist modell oldatokkal végzett optimalizálási kísérlet sorozat előzött meg. A fermentlé elektrodialízisekor 70 % feletti terméknyerést értünk el. Az elektrodialízist követően az itakonsavat két lépéses kristályosítással, programozott szárítással nyertük ki. A kristályosítás végén az itakonsav 99,5 %-os tisztaságú volt.

---

## **Summary**

Itaconic acid is a di-carboxylic acid containing a double bond. Its structure gives it excellent suitability as a base compound for a wide variety of polymers in the plastics industry. Currently, itaconic acid is predominantly produced by fermentation. Today's research is focused on reducing the cost of producing and recovering itaconic acid in order to replace petrochemical-based polymers with itaconic acid. Electrodialysis is a possible way of recovering itaconic acid, which is a cost-effective and environmentally friendly way of separating polar compounds from mixtures. By supplementing conventional electrodialysis with a bipolar membrane, another component in addition to itaconic acid can be recovered in pure form, which can be used in fermentation, too. In the experiments, fermentation broth from real itaconic acid fermentation was processed by electrodialysis with bipolar membranes. Electrodialysis with fermentation broth was preceded by a series of optimisation experiments with model solutions. A product recovery of over 70 % was achieved in the electrodialysis of the fermentation broths. Following electrodialysis, the itaconic acid was recovered by two-step crystallisation with programmed drying. At the end of crystallization, itaconic acid was recovered with 99,5 % purity.

---

## **Bevezetés**

Az itakonsav szerkezetéből adódóan alkalmas a polimerizációra, melynek során poli-itakonsav keletkezik, vagy más polimerek alapvegyülete lesz. Ebből adódóan a felhasználása nagyon sokrétű: a hagyományos polimeriparban, mint speciális műanyagok, rugalmas ragasztók, bevonatok készítésénél használható. Napjainkban egyre többet alkalmaznak bio-alapú zöld oldószerként. Hidrogél kompozitként gyógyászati alkalmazása is ismert, például a szemészet, fogászat és egyes retard hatású gyógyszerkészítményekben. Ezek alapján nem véletlen, hogy 2004-ben az US-Department of Energy beválasztotta



a 12 legígéretesebb, biológiai úton előállítható alap vegyületek közé [1]. A kutatások fő célja, hogy az itakonsav előállítás költségeit csökkentsék, azért, hogy kiváltható legyen a petrokémiai alapú polimer alapanyagok alkalmazása. Ezzel egy fenntartható, környezetbarát megoldás születne.

A fermentatív itakonsav előállítás két fő részre bontható: a fermentáció és a feldolgozás (downstream). Ennek megfelelően a költségek csökkentésénél is ez a két fő irány. Egyes számítások szerint a fermentatív úton előállított termékek árában 30 - 40 % a termék-kinyerés és tisztítás költsége [2]. Az iparban jelenleg az itakonsav tartalmú fermentléből a terméket többszöri kristályosítással és aktívszenes kezeléssel, majd szárítással nyerik ki [3]. A többlépéses elválasztás célja, hogy az itakonsavat nagy tisztaságban elválasszák a fermentáció egyéb komponenseitől: szubsztrát maradéktól, illetve a fermentáció során kis mennyiségben keletkező melléktermékektől. Jellemzően ezek a melléktermékek (pl. borostyánkősav, almasav,  $\alpha$ -ketoglutársav stb.), okozzák a nyersen kikristályosított itakonsav elszíneződését. Ezek a kristályosítási lépések és az aktívszenes kezeléskor alkalmazott eluálás jelentős mennyiségű hulladékot termel.

### **Kísérleti rész**

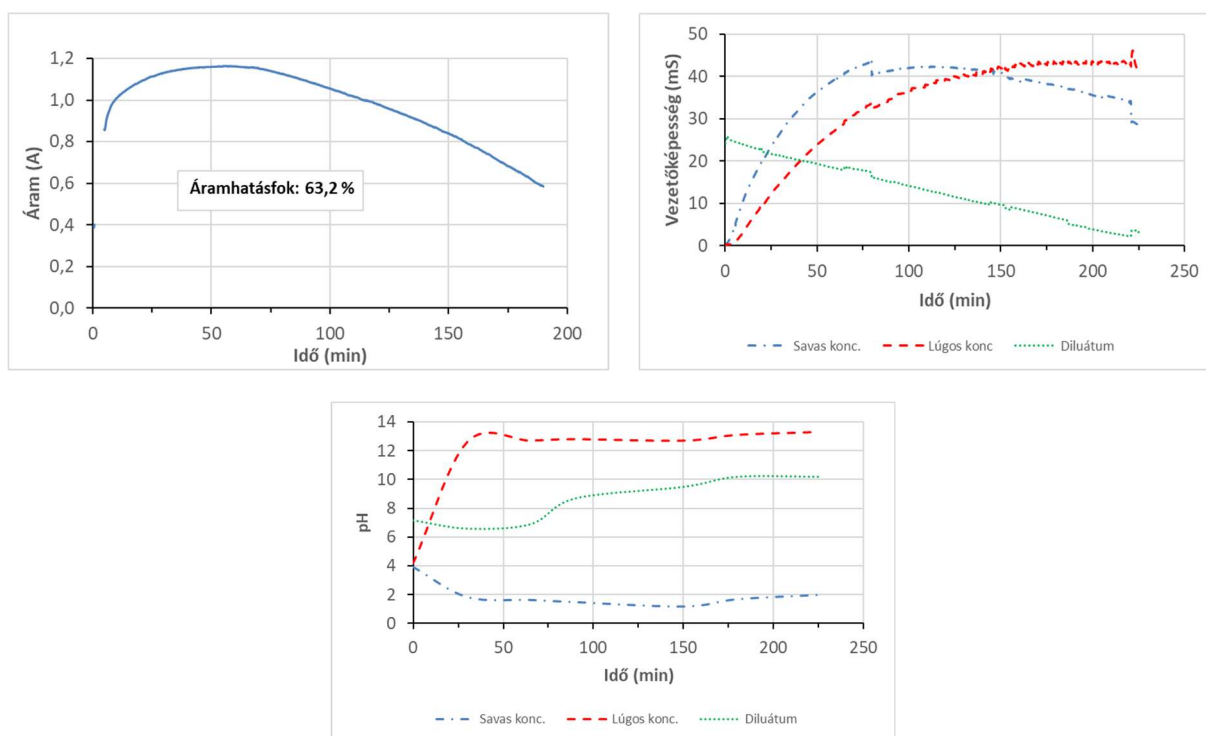
Az elektrodialízis olyan elválasztási mód, mely megfelelően összeállított rendszer esetén gyakorlatilag hulladék mentes. Az elektrodializátor ioncserélő membránokból áll, mely a különböző folyadéktereket elválasztja. A membrán egységet két elektród zárja le. Az elektródokra adott egyenfeszültség hatására kialakult elektromos erőter az ionos komponenseket vándorlásra készíti. A megfelelő sorrendben összerakott membránok az ionok vándorlásának útvonalát határozzák meg. A szabályozott vándorlás hatására a kezdetben betöltött elegy, mely jellemzően anionos, kationos és apoláris komponenseket tartalmazott, a folyamat végére szétválik és töltésének megfelelően 3 külön térrészben dúsul.

Az elektrodialízist úgy irányítottuk, hogy a kísérleteink szempontjából értékes itakonsav tartalmú oldatot a szobahőfokú oldhatóság közelébe betöményítettük. Ezt követően az oldatot tovább pároltuk és az itakonsavat kikristályosítottuk. A nedves kristályokat programozott fűtés mellett súlyállandóságig szárítottuk.

Az elektrodialízis kísérletek során *Aspergillus terreus* törzs által fermentált itakonsav tartalmú oldatot használtunk. A fermentlevet a membrán egység idő előtti elszennyeződésének elkerülésére a fermentáció végén visszasterilizáltuk és lecentrifugáltuk. Az elektrodialízishez a felülúszó, sejt-mentes folyadék részt használtuk. A kísérleteket MemBrain® (P EDR-Z/4x) típusú labor méretű elektrodializátorral végeztük. A berendezés Ralex AMH anioncserélő, Ralex CM kationcserélő membránokat, valamint Ralex bipoláris membránokat tartalmazott. A membránok meghatározott sorrendjében összeállított membrán tripletből 10 egységet építettünk be. A kezdeti fermentlevet az elektrodialízis végére három fő komponensre választottuk szét: a savas koncentrátumban dúsult az itakonsav, a lúgos koncentrátumban a NaOH, míg a maradék glükóz oldat a diluátumban maradt. A bipoláris membrán beépítésének köszönhetően az itakonsavat nem só, hanem sav formájában kaptuk meg, míg a NaOH oldat visszavezethető a fermentációba pH szabályzásra, illetve a maradék cukor oldat a hiányzó tápkomponensekkel kiegészítve, sterilizálás után visszatáplálható a fermentációba. Ezzel a módszerrel gyakorlatilag hulladék mentesen, minden komponens hasznosítva lehetett elválasztani az itakonsavat a fermentlétől.

Az elektrodialízis során mértük és rögzítettük a fő paramétereket: vezetőképesség, áram, pH. Az itakonsav tartalmat fotométerrel, illetve HPLC-s méréssel is meghatároztuk. A mérések paramétereit részletesebben korábbi cikkünkben írtuk le [4].

A fermentlével végzett elektrodialízis kísérleteket megelőzően optimalizálási méréseket végeztünk modell oldatokkal, melyek összetétele megegyezett a fermentlé fő komponenseivel. Az optimalizálást az itakonsavra számolt áramhatásfok alapján végeztük. Ezek alapján a vizsgált tartományban meghatároztuk az optimális kezdeti itakonsav tartalmat (32,8 g/L) és a cellafeszültséget (17,8 V). A kísérletek során igyekeztünk ezeket az értékeket alkalmazni. Ez természetesen csak közelítően sikerült, mivel valós fermentlével dolgoztunk. A kezdeti pH változtatásával vizsgáltuk a pH hatását elektrodialízis hatékonyságára. Az **1. ábrán** egy mérés során online rögzített adatok láthatók összefoglalóan.



**1. ábra** A paraméterek változása valós fermentlé elektrodialízise során

Az elektrodialízist követően az itakonsav tartalmú savas koncentrátum oldattal végeztük el a kristályosítási lépéseket. Annak érdekében, hogy növeljük a kristályosítás hatékonyságát, az elektrodialízist a diluátum cseréjével addig folytattuk, amíg a savas koncentrátum itakonsav tartalma elérte az itakonsav szobahőfokú oldhatóságát (kb. 60 g/L). Ehhez az itakonsavban elszegényedett diluátum oldatot lecseréltük friss itakonsav tartalmú oldatra, miközben a savas koncentrátum oldat változatlan maradt. Az így magas itakonsav tartalmú oldatot 80 °C, majd 100 °C-n bepároltuk és a kristályok megjelenése után (kb. 300 g/L) állandó keverés mellett hagytuk kihűlni. Ezt követően a kristályokat leszűrtük, majd átkristályosítottuk ioncserélt vízben. A szűrt, nedves kristályokat programozottan (60 °C - 80 °C, végül 105°C), súlyállandóságig szárítottuk, hogy elkerüljük a néhány tized %-ban még esetleg jelen lévő szennyezők okozta elszíneződést. A második kristályosítás után HPLC-s méréssel meghatároztuk az itakonsav tartalmat A **2. ábrán** az átkristályosított itakonsav képe látható.



**2. ábra** Valós fermentléből elektrodialízálással nyert itakonsav kristályok

## Eredmények

A kísérletek eredményeit összefoglalva elmondható, hogy a bipolárist membránt is tartalmazó elektrodialízis berendezéssel szelektíven szét tudtuk választani a fermentlé fő komponenseit. A valós fermentlé elektrodialízise során a termékkinyerés 70 % körüli volt, míg az itakonsavra számolt áramhatásfok optimális esetben 60 % feletti. Tekintettel arra, hogy a fermentáció termékgátolt folyamat, ezért a távlati célunk az volt, hogy az elektrodialízist egy integrált fermentor-elektrodializátor rendszerként vizsgáljuk, ahol az itakonsav mentes szubsztrát oldatot vissza lehet vezetni a fermentorba. Ennek megfelelően az elektrodialízises kísérleteknél figyelembe vettük a fermentáció optimális paramétereit (itakonsav koncentráció, pH, hőmérséklet stb.), így nem tudtunk minden esetben az elektrodialízis optimumán dolgozni. A kapott értékek így is jók a szakirodalomban elért eredményekkel összevetve [5].

A kristályosítás során 99,5 % tisztaságban sikerült kinyerni az itakonsavat. Ezt leginkább két fontos lépéssel értük el: Egyrészt a forrón telített oldatot lehűlés közben folyamatosan kevertettük. Így finom mikrokristályokat kaptunk. Ellenkező esetben a nagy szemcsés kristályok zárványok formájában tartalmazták a fermentlé egyéb komponenseit, melyektől szűréssel sem lehetett megszabadulni és rontották az itakonsav kristály minőségét. Első sorban barnás elszíneződést okoztak. A másik alapvető megoldás a programozott szárítás. A víztartalom nagy része a 60 °C-s szárítás során távozott. Így 105 °C-n elegendő volt rövid tartózkodási idő a súlyállandóság eléréséhez. Ezzel is elkerültük a kristályok elszíneződését.

## Irodalomjegyzék

1. Werpy, T., & Petersen, G. (2004). Top Value Added Chemicals from Biomass Volume I. *Us Nrel*. <https://doi.org/10.2172/15008859>
2. Straathof, A. J. J. (2011). The Proportion of Downstream Costs in Fermentative Production Processes. In *Comprehensive Biotechnology, Second Edition* (Vol. 2, pp. 811–814). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-088504-9.00492-X>
3. Fekete, E., & Karaffa, L. (2013). *Ipari Biotechnológia, Egyetemi jegyzet*. Debreceni Egyetem.
4. Rózsenszki, T., Komáromy, P., Korösi, E., Bakonyi, P., Nemestóthy, N., & Bélafi-Bakó, K. (2020). Investigation of itaconic acid separation by operating a commercialized electro dialysis unit with bipolar membranes. *Processes*, 8(9), 1031–1043. <https://doi.org/10.3390/pr8091031>
5. Wang, X., Wang, Y., Zhang, X., Feng, H., & Xu, T. (2013). In-situ combination of fermentation and electro dialysis with bipolar membranes for the production of lactic acid: Continuous operation. *Bioresource Technology*, 147, 442–448. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.08.045>

# Mikrobiális elektrokémiai rendszerek fejlesztése új típusú polimer ioncserélő membránok alkalmazásával

## *Development of Microbial Electrochemical Systems Using Novel Polymer Ion Exchange Membranes*

**Koók László, Bakonyi Péter, Nemestóthy Nándor, Bélafiné Bakó Katalin**

*Pannon Egyetem, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutató Csoport  
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.*

---

### **Összefoglaló**

A mikrobiális elektrokémiai rendszerek olyan berendezések, melyben mikrobák elektrokémiai aktivitását használjuk fel elektromos energia vagy redukált katódos termékek (pl. hidrogén, metán, szerves savak, alkoholok, stb.) előállítására [1]. A reaktor egy fő eleme az elektródtereket elválasztó, jellemzően szelektív membrán, melyen keresztül megvalósul az iontranszfer az anolit és katolit közt. Az általános működési sémák szerint a széleskörűen alkalmazott protonszelektív membránokon keresztül protonok transzportja megy végbe, ugyanakkor az elektrolitok összetétele (szennyvíz alapú anolit) és a membránok nem tökéletes permszelektivitása miatt jellemzően egyéb pozitív töltésű ionok (pl.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) transzportja dominál [2]. Ennek eredményeképp a rendszer hatékonyságát limitáló anyagtranszport veszteségek lépnek fel. Ezen veszteségek kiküszöbölése lehetséges az általánosan alkalmazott pl. Nafion típusú membránok kedvezőbb tulajdonságú szeparátorokkal való kiváltásával. A különböző funkciós csoportokkal ellátott homogén PSEBS (polisztirol-blokk-poli(etilén-butilén)-blokk polisztirol) blend membránok ígéretes alternatívát jelenthetnek a költséges protonszelektív Nafion membránok helyett kedvező anyagátadási és funkciós stabilitási tulajdonságaiknál fogva.

### **Summary**

Microbial electrochemical systems are devices in which the electrochemical activity of specific microbes can be utilized for producing electricity or reduced cathodic compounds such as hydrogen, methane, organic acids or alcohols, etc [1]. One of the main reactor components is a – usually selective – membrane separating the electrode chambers, through which the ion transfer between the anolyte and catholyte electrolytes occurs. General working principles refers to sole proton transfer through the widely used proton exchange membranes, however, due to the anolyte composition (wastewater-based electrolyte) and the non-ideal permselectivity of the applied membranes, the ion transfer is dominated by other ions (e.g.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) other than protons [2]. The resulting mass transfer losses will thus limit the overall system efficiency. Such losses can be overcome by using membrane separators with more advantageous properties compared to e.g. the frequently used Nafion. PSEBS (polystyrene-block-poly(ethylene-ran-butylene)-block-polystyrene) blend membranes may present a promising alternative to Nafion in microbial electrochemical technologies due to their beneficial mass transfer features and sufficient functional stability.

---

### **Köszönetnyilvánítás**

A kutatómunkát részben az Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium NKFIH-471-3/2021 azonosító számú projekt támogatta. Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-4 Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott támogatásával készült.



### **Irodalomjegyzék**

- [1] Logan, B.E., Hamelers, B., Rozendal, R., Schröder, U., Keller, J., Freguia, S., Aelterman, P., Verstraete, W., Rabaey, K., *Environmental Science and Technology*, 40, 5181-5192 (2006)
- [2] Harnisch, F., Schröder, U., Scholz, F., *Environmental Science and Technology*, 42, 1740-1746 (2008)

# **Kommunális szennyvíziszap értéknövelt, energetikai célú hasznosítása termolitikus folyamatokon keresztül, ipari méretekben**

*Value-added utilization of municipal sewage sludge for energy purposes through thermolytic processes on an industrial scale*

**Kovács József, Miskolczi Norbert, Domokos Endre**

*Pannon Egyetem, Vegyészmérnöki- és Anyagtudományok Doktori Iskola  
8200 Veszprém, Egyetem u. 10*

---

## **Összefoglaló**

A kommunális szennyvíziszap újrafelhasználása megoldott, erre a célra igen sok megoldás létezik, melynek legjellemzőbb technológiája a komposztálás. A jelenlegi hasznosítási folyamatok azonban több okból korlátozottak: komoly veszélyt rejtenek a bonyolult szerves polimerek, mikroműanyagok, antibiotikumok-, hormon- és a gyógyszermaradványok jelenléte, melyek a szennyvíziszapokban koncentrálnak. A szennyvíziszapok értéknövelt hasznosítását jelenleg sokan vizsgálják, ugyanakkor a kutatások döntő hányada kis mennyiségű minták vizsgálatára, és a fizikai paraméterek meghatározására, és azok hatásaira fókuszál. A nagy, kifejezetten nagyobb, 1 tonna feletti anyagok vizsgálatának száma azonban minimális. Annak ellenére, hogy az ipari méretekben felhasznált szennyvíziszap termo-katalitikus hasznosítása ismert és megoldott technológia, az ipari méretű, termolitikus technológiát alkalmazó üzemek száma elenyésző. Szükséges tehát a szennyvíziszap újrafelhasználási hagyományos eljárásait (komposztálás, rothasztás) összehasonítani, a termolitikus technológiával.

Célkitűzésink során a szennyvíztisztításban visszamaradó, iszapszerű hulladékok ártalmatlanításával, értéknövelésével és az azokból történő értékesíthető végtermék-előállítás szakmai alapjainak bemutatásával, továbbá az eljárások LCA analízissel történő összehasonlításával foglalkoztunk. Célunk volt az eljárások és az azok során keletkezett termékek teljes életútja során vizsgálni, modellezni és bemutatni azok környezetre gyakorolt potenciális hatásait. Ennek során egy ipari méretek mellett alkalmazható technológia került kiválasztásra, mely az LCA elemzések alapján az emberi egészségre és az ökoszisztéma állapotára gyakorolt hatások, illetve a környezeti erőforrások felhasználását tekintve a legelőnyösebb hatással bír.

## **Köszönetnyilvánítás**

*A 2019-2.1.13-TÉT\_IN-2020-00071 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2019-2.1.13-TÉT\_IN pályázati program finanszírozásában valósult meg.*

---

## ***Summary***

The reuse of municipal sewage sludge can be considered solved, and there are many solutions for this purpose, the most typical technology of which is composting. However, current reusing processes are limited for a number of reasons: the presence of complex organic polymers, micro plastics, antibiotics, hormones and drug residues, which are concentrated in sewage sludge, inhibiting their use - and re-use as they remain in the end products generated during the processes. The value-added utilization of sewage sludge is currently being studied by many researchers, however, the vast majority of research focuses on the examination of small amounts of samples and the determination of physical parameters and their effects. However, the number of tests for large, significantly larger substances above 1 tonne is minimal. Despite the fact that the thermo-catalytic utilization of sewage sludge used on an industrial scale is a known and solved technology, the number of industrial-scale plants using thermolytic technology is negligible. It is necessary therefore to compare the “traditional” methods of sewage sludge reuse (composting, digestion) with thermolytic technology.

The aim of this work was to present the professional bases of the disposal and increase of the value of the sludge-like waste left in wastewater treatment and the production of the final product that can be sold as product, to show the industrial application of the technology and to compare the process and conventional processes with LCA analysis. Thus, our goal was to study, model and demonstrate the potential effects of the processes and the products generated during them throughout their life cycle. During the presentation, a technology that can be used on an industrial scale will be selected, which, based on LCA analyses, will have the most beneficial impact on human health and the state of the ecosystem, as well as the use of environmental resources.

## ***Acknowledgement***

*This project (2019-2.1.13-TÉT\_IN-2020-00071) was financed by the Ministry of Innovation and Technology from the National Research Development and Innovation Fund, within the 2019-2.1.13-TÉT\_IN program*

---

# **N-glikánok szekvenálására alkalmas rekombináns enzimek tervezése és előállítása**

*Design and production of recombinant enzymes for sequencing N-glycans*

**Kovács Noémi, Farsang Róbert, Szigeti Márton,**

**Guttman András, Vonderviszt Ferenc, Jankovics Hajnalka**

*Pannon Egyetem*

*Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet*

---

## **Összefoglaló**

A glikoziláció a fehérjék egyik leggyakoribb poszttranszlációs módosítása az eukarióta sejtekben. A folyamat során keletkező glikoproteinekben a fehérjékhez kötődő komplex szénhidrátok (más néven glikánok) kulcsszerepet játszanak a proteinek tulajdonságaiban, többek közt biológiai aktivitásukban, oldhatóságukban és immunogenitásukban.

A glikánok kiemelkedő szerepe miatt napjainkban nagy jelentőséggel bírnak azok az új glikomikai módszerek, melyekkel az összetett cukrok szénhidrátprofilja és összetétele jellemezhető. Az egyik leggyakrabban használt módja az exoglikozidáz enzimekkel történő szekvenálás. Az analízis során az oligoszaharidokat egymást követően specifikus enzimekkel emésztjük, ez által pontosan meghatározhatjuk a komplex cukrok szekvenciáját, illetve szerkezetét, beleértve a helyzeti és kapcsolódási izomerekre vonatkozó információkat is.

Az összetett szénhidrátok analizálásának egyik gátja a szekvenáláshoz használt exoglikozidázok magas ára, ami az enzimek körülményes termeltetése és tisztítása okoz. Emiatt munkánk során olyan rekombináns enzimeket terveztünk, melyeket bakteriális expressziós rendszerekben nagy hozammal, olcsón állíthatók elő, és a hozzájuk kapcsolt 6HIS címkének köszönhetően egyszerűen tisztíthatók. A 6HIS címke lehetővé teszi az enzimek immobilizálását is, amely jobb hozzáférést biztosít a glikozidázok aktív centrumaihoz és támogatja nagy áteresztőképességű munkafolyamatok automatizálását.

Az előállított exoglikozidázok megfelelő összetételű keverékével egy olyan enzimrendszert hoztunk létre, mely alkalmas a glikánok gyors, nagy hatékonyságú enzimatis emésztésére mind vizes fázisban, mind immobilizált formában. Ezzel a rendszerrel az oligoszaharidok szekvenálása jóval egyszerűbbé és költséghatékonyabbá tehető.

Munkánk a BIONANO\_GINOP-2.3.2-15-2016-00017 projekt támogatásával valósult meg.

# **Introduction of a capillary gel electrophoresis based workflow for biotherapeutics characterization: size, charge, and N-glycosylation variant analysis of bamlanivimab**

**Timea Kulcsar<sup>1</sup>, Daniel Sarkozy<sup>1</sup>, Marton Szigeti<sup>2</sup>, Robert Farsang<sup>2</sup>, Eniko Gebri<sup>3</sup>, Andras Guttman<sup>1,2</sup>**

*<sup>1</sup>Horváth Csaba Memorial Laboratory of Bioseparation Sciences, Research Center for Molecular Medicine, Faculty of Medicine, Doctoral School of Molecular Medicine, University of Debrecen, Debrecen, Hungary*

*<sup>2</sup>Translational Glycomics Group, Research Institute for Biomolecular and Chemical Engineering, University of Pannonia, Veszprém, Hungary*

*<sup>3</sup>Department of Dentoalveolar Surgery and Dental Outpatient Care, Faculty of Dentistry, University of Debrecen*

Bamlanivimab is primarily a neutralizing monoclonal antibody, some of its effector function related activity was also emphasized. The effector function of antibody therapeutics is greatly affected by their *N*-linked carbohydrates at the conserved Fc region, possibly influenced by the manufacturing process. Various capillary gel electrophoresis methods are widely accepted in the biopharmaceutical industry for the characterization of therapeutic antibodies. In this paper we introduce a capillary gel electrophoresis based workflow for i) size heterogeneity analysis to determine the presence/absence of the non-glycosylated heavy chain (NGHC) fragment (SDS-CGE); ii) capillary gel isoelectric focusing for possible *N*-glycosylation mediated charge heterogeneity determination, e.g., for excess sialylation and finally, iii) capillary gel electrophoresis for *N*-glycosylation profiling and sequencing. Our results have shown the presence of negligible amount of non-glycosylated heavy chain (NGHC) while 25% acidic charge variants were detected. Comprehensive *N*-glycosylation characterization revealed the occurrence of approximately 8.2% core-afucosylated complex and 17% galactosylated *N*-linked oligosaccharides, suggesting the possible existence of ADCC effector function in addition to the generally considered neutralizing effect of this particular therapeutic antibody molecule.



# Development of sensors for detection of heavy metals in water

**Z. Lábadi, P. Bácsics, H. Jankovics,**

**D. Mukherjee, F. Vonderviszt, P. Petrik**

*Institute of Technical Physics and Materials Science, Centre for Energy Research,*

*P.o.Box 49, H-1525 Budapest, Hungary*

*Research Institute of Biomolecular and Chemical Engineering, University of Pannonia,*

*P.O. Box 125, Veszprém 8200, Hungary*

---

## **Summary**

Testing water contamination in the laboratory is usually a time-consuming and expensive method. Therefore, there is a need for cheap field-applicable methods, even if it is only used for signaling the necessity of a more accurate laboratory investigation. Our approach to build a ppm range selective heavy metal sensor is based on specific proteins deposited onto conductive surface and the sensing process itself based on electrochemistry. The first step of the process is the preparation of proteins with genetic modification that have selective nickel-binding ability. For this purpose, bacterial flagellar filaments were used, whose D3 domains were engineered to create a metal-binding site. The protein layer was immobilized on a gold electrode with a crosslinking agent solution called DSP, then characterized using SPR-SE, AFM, and XPS techniques. Si wafer integrated sensor chips were used for testing the Ni-binding ability of flagellar filaments by cyclic voltammetry in pH=7.4 buffer solutions. After testing the CV characteristics in Ni-free solution, variable amounts of nickel solution were added into the measurement cell in order to study the effect of Ni(II) concentration on the CV curves. Analysis of the cyclic voltammetry curves showed the presence of reductive peaks with intensities monotonously increasing with the added Ni concentration. The results showed that the sensor is capable of semi-quantitative measurement of the presence of Ni contamination below 50  $\mu\text{M/L}$ . This concentration range is ideal for testing Ni in water around the EPA limit for drinking waters. Enhanced voltammetry techniques (i.e., stripping voltammetry) made the detection of the Ni contamination possible below the health limit. We also found that the measurements carried out in artificial environment (i.e., in buffer solution) are also feasible in natural waters. Further investigations confirmed that the sensor designed with special proteins is selective for nickel. Presence of Cu, Fe and/or Sn ions neither affected the Ni binding ability of the sensor, nor gave reduction peaks around the potential range of Ni reduction. As a conclusion we can claim that our sensor construction provides a basis for a field applicable, selective Ni sensor which semi-quantitatively detects Ni contamination in natural waters. A competitively priced instrument able to be used in field and to detect nickel concentrations at the health limit can be a breakthrough in the testing of drinking water.

Support from the National Development Agency Grant of OTKA Nr. K131515 is greatly acknowledged.

**Szekunder metabolitok előállítása**  
***Streptomyces coelicolor* baktériummal**  
***Production of secondary metabolites with Streptomyces coelicolor***  
**Lajtai-Szabó Piroska**  
*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, BKV-KFK,*  
*Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatócsoport*  
*8200 Veszprém, Egyetem utca 10.*

---

**Összefoglaló**

Kutatómunkám témája szekunder metabolitok előállítása *Streptomyces coelicolor* baktériummal, mely a gombákhoz hasonló morfológiával rendelkező, micéliumképző talajbaktérium. Ez a mikroorganizmus többféle antibiotikumot képes termelni, melyek közül a kísérleteim elsődleges célterméke az aktinorodin, de emellett az undecylprodigiosin termelését is nyomon követtem.

A kutatás során vizsgáltam a kiindulási tápközeg szacharózkoncentrációjának a termékképzésre és a fermentációt jellemző egyéb paraméterekre gyakorolt hatását rázott lombikos kísérletekben. A kiindulási szacharózkoncentráció hatását nem sikerült egyértelműen megállapítani, mivel a párhuzamos beállításokhoz tartozó lombikok között több paraméternél is lényeges eltérést tapasztaltam. Ugyanakkor a pH, a termékképződés és a glükózfelhasználás között szoros összefüggést tapasztaltam.

Ezt követően Biostat B reaktorban végeztem fermentációt. A termékképződés a lombikos kísérletekhez képest hamarabb indult és magasabb koncentrációt sikerült elérni, valamint a képződött biomassza mennyisége is közel háromszor nagyobb volt.

---

**Summary**

The aim of my research was the production of secondary metabolites with *Streptomyces coelicolor*, which is a mycelium forming soil bacterium with a morphology similar to fungi. This microorganism produces many antibiotics from among my primary product was actinorodin but the formation of undecylprodigiosin was also measured.

During the research, the influence of initial sucrose concentration on product formation and other fermentation parameters was investigated in shake flask experiments. The effect of initial sucrose concentration could not be clearly determined as some significant differences were experienced between parallel experiments in case of more parameters. However, a close connection between pH, product formation and glucose consumption was obtained.

After that, fermentation was carried out in Biostat B reactor. Compared to shake flask experiments, product formation started earlier and higher concentration could be achieved; moreover, the amount of biomass was almost threefold higher.

---

# **Ioncsere-kromatográfia a technológia szolgálatában**

## *Ion exchange chromatography at the service of technology*

**Dr. Lukács Diána, Dr. Horváth Krisztián**

*Pannon Egyetem, Természettudományi Központ*

*8200 Veszprém, Egyetem utca 10.*

---

### **Összefoglaló/ Summary**

A csatolt vizsgálati technikák mellett egyre inkább háttérbe szorulnak az alacsonyabb hatékonyságú mérőrendszerek. Számos analitikai feladat megoldására azonban az egyszerűbb üzemeltetésű és kisebb költségigényű eljárások is megfelelő megoldást biztosítanak. A kromatográfiai technikákban rejlő lehetőségek hatékony kihasználása a gyakorlati tapasztalatok mellett kiterjedt elméleti ismereteket is megkövetel, így az állófázisokra, retenciós-elúciós mechanizmusokra, mátrixhatásokra összpontosító kutatások továbbra is létjogosultsággal rendelkeznek.

A technológiai létesítményekben, az üzemeltetés, karbantartás, javítás és alkatrész gyártás során felhasználni kívánt segédanyagok, tömítőanyagok tisztaságát, különösen korróziós szempontból, rendszeresen ellenőrizni, szabályozni és minősíteni kell. Korróziós kockázatot elsősorban a klorid, fluorid és kén tartalom jelent, míg a korrózió jelensége a nehézfém-tartalom megváltozásával igazolható. A klorid és fluorid tartalom meghatározásának egyik leginkább alkalmazott műszeres analitikai technikája az anioncsere-kromatográfia (AIEXC).

A technológiai (pl.: atomerőművi) segédanyagok elemzését megelőző minta-előkészítés egyik elfogadott módja a nagy nyomású feltáró (High Pressure Asher, HPA) használata, melynek segítségével, modellezve a reaktorbeli körülményeket, tömény savban, programozott hőmérsékletprofil alapján, magas nyomás mellett történik a minták feltárása.

A klorid és fluorid ionok tömény savas mátrixban való meghatározása már önmagában is komoly analitikai feladat, melyet az esetlegesen előforduló egyéb anionos szennyezők (pl.: acetát, formiát) tovább nehezítenek. A savas közeg és a további zavaró ionok jelenléte miatt ezen technológiai segédanyagok vizsgálata egyedi, megfelelően érzékeny és szelektív, mátrixspecifikus anioncsere-kromatográfiai módszerek kidolgozását igényli.

### **Irodalomjegyzék**

- [1] Haddad, P.R.; Jackson, P.E. Ion Chromatography - Principles and Applications, 3rd ed.; Elsevier: Amsterdam, 1990.
- [2] Guiochon, G.; Felinger, A.; Shirazi, D.G.; Katti, A.M. Fundamentals of Preparative and Nonlinear Chromatography; Academic Press: Amsterdam, 2006.
- [3] Snyder, L.R.; Kirkland, J.J.; Dolan, J.W. Introduction to Modern Liquid Chromatography, 3rd ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011.
- [4] Moldoveanu, S.C.; David, V. Essentials in Modern HPLC Separations. Amsterdam: Elsevier, 2013.
- [5] Knapp, G.; Grillo, A. A high-pressure asher for trace analysis, American Laboratory, vol. 18, no. 3, pp. 76–79, 1986.

### **Köszönetnyilvánítás**

A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal FK128350 számú projektje támogatta.

---

# Kitozánbevonatok szerkezetének módosítása *N*-acetilezéssel: permeabilitási vizsgálatok

*Structural modification of chitosan coatings by N-acetylation: permeability studies*

Márton Péter<sup>a</sup>, Nagy Örs Tamás<sup>b</sup>, Kovács Dorina<sup>a</sup>, Szolnoki Beáta<sup>a</sup>,  
Madarász János<sup>a</sup>, Nagy Norbert<sup>c</sup>, Szabó Gabriella Stefánia<sup>b</sup>, Hórvölgyi  
Zoltán<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 1-3., Magyarország

<sup>b</sup>Babes-Bolyai Tudományegyetem  
400028, Kolozsvár (Cluj-Napoca), Arany János út 11., Románia

<sup>c</sup>Műszaki fizikai és Anyagtudományi Intézet  
1121 Budapest, Konkoly Thege Miklós út 29-33., Magyarország

---

## Összefoglaló/ Summary

A kitozán (mely egy kitinből előállított biopolimer) alkalmazása számos iparágban elterjedt biokompatibilis és biodegradábilis tulajdonsága miatt. A kutatómunka során vékony (ca. 350 nm-es) kitozánbevonatokat állítottunk elő üveg- és cinkhordozókon mártásos technikával. A bevonatokat kémiai módon módosítottuk ecetsavanhidriddel, hogy növeljük azok acetilezettségi fokát. Az acetilezettségi fokban és ezzel együtt a vékonyréteg szerkezetében bekövetkező változásokat infravörös- és UV-látható spektroszkópiával tanulmányoztuk. A kitozánbevonatok felületi tulajdonságait nedvesedési vizsgálatokkal és atomerő-mikroszkópiás mérésekkel jellemeztük. Az üveghordozóra felvitt bevonatok áteresztőképességét színezékfelvételi tesztekkel, míg a cinkhordozón kialakított rétegek permeabilitását elektrokémiai (potenciódinamikus polarizációs és elektrokémiai impedancia spektroszkópiás) mérésekkel tanulmányoztuk. Az alkalmazott módszerek az acetilezettségi fok növekedésével a bevonatok áteresztőképességének jelentős növekedését igazolták. Az eredmények a későbbiekben a szabályozott hatóanyag-leadó rendszerek fejlesztése során lesznek használhatóak.

The application of chitosan (which is a biopolymer made from chitin) is widespread in many industries due to its biocompatible and biodegradable properties. In this work, thin (ca. 350 nm) chitosan coatings were prepared on glass and zinc substrates by dip-coating method. The coatings were chemically modified with acetic anhydride to increase their degree of acetylation (DA). The change in the DA and the structure of the coatings was measured by infrared- and UV-Vis spectroscopy. The surface properties of the coatings on glass substrate were studied by wettability measurements and Atomic Force Microscopic studies. The permeability of the chitosan layer depending on the DA were characterized by dye (Rhodamine-6G) impregnation (glass substrate), potentiodynamic polarization and electrochemical impedance spectroscopy methods (zinc substrate). These methods showed significant increase in the permeability of the coatings with increasing DA, due to the structural changes in the coatings. The results of the research can be useful in the development of controlled drug delivery systems.

---

# Elektromágneses piezoelektromos akusztikus szenzor méréstechnikájának fejlesztése bioanalitikai alkalmazásokhoz

## *Improvements in the measuring technique of EMPAS for bioanalytical assays*

Mészáros Gábor<sup>1</sup>, Csanádi Laura<sup>1</sup>, Keresztes Zsófia<sup>1</sup>, Michael Thompson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet,*

*Funkcionális Határfelületek Kutatócsoport*

*1117 Budapest, Magyar Tudósok krt. 2.*

<sup>2</sup>*Torontoi Egyetem Kémia Tanszéke, Toronto, Kanada*

*e-mail: meszaros.gabor@ttk.hu*

---

### Összefoglaló/ Summary

Az elektromágneses piezoelektromos akusztikus szenzor (EMPAS) két előnyös tulajdonságot mutat a kvarckristály mikromérleghez (QCM) képest. Nincs szükség elektródokra a kvarckristály felületén, és az eszköz alap mechanikus rezonanciafrekvenciájának 1 GHz-et is meghaladó felharmonikusai is detektálhatók. Ebben az esetben az piezoelektromos eszközt egy, közvetlenül alá helyezett planárisan tekercselt induktivitáson segítségével gerjesztjük egy, a feltételezett rezonanciafrekvencia környezetében rámpaszerűen léptetett, hangfrekvenciás frekvenciamodulációt is tartalmazó nagyfrekvenciás jellel<sup>1</sup>. A válaszjelben a frekvenciamoduláció hatására amplitúdómoduláció is fellép, a demoduláció után kapott hangfrekvenciás válaszjelből pedig megállapítható adott rezonanciafrekvencia pontos pillanatnyi értéke, illetve ennek változása a kvarckristály felületén történő adszorpció folyamatnak megfelelően. A módszer fejlesztéseként a demoduláció után kapott hangfrekvenciás válaszjelnek nem csak az alapharmónikusát, hanem 2., 3., és 4. harmónikus komponensét is mérjük, ami lehetővé teszi az adott rezonanciához tartozó jósági tényező vagy disszipációs faktor meghatározását.

Különböző geometriájú gerjesztő tekercsek segítségével erős anizotrópiát észleltünk, ami azt jelenti, hogy szemben a szokásos QCM konfigurációval, a fellépő elektromágneses térnek a kvarclemesz síkjával párhuzamos komponense játszik szerepet a rezonancia kialakulásában. Megállapítottuk, hogy más domináns rezonanciák lépnek fel, amikor a kvarclemesz levegővel, és más rezonanciafrekvenciák, amikor a kvarclemesz gerjesztő tekercsel ellentétes oldala folyadékkal érintkezik.

EMPAS<sup>1</sup> (electromagnetic piezoelectric acoustic sensor) has two advantages over the classical QCM technique, namely no electrodes are required on the surface of the quartz crystal and overtones of the basic mechanical resonance frequency even over 1 GHz can be detected. The method is based on a high-frequency perturbation through a planar coil which is placed under the bare quartz crystal as close as possible. The high-frequency signal is stepped around the investigated resonant frequency while it is frequency modulated with an audio-frequency signal at the same time. The response signal will contain also an amplitude modulated component corresponding to the audio-frequency signal. After demodulation the change of the audio-frequency signal permits the determination of the actual value of the resonant frequency which depends on the adsorbed mass on the surface of the quartz crystal. As a development, in addition to the fundamental frequency of the demodulated audio-frequency signal, we measured also the 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> harmonics as well allowing the determination of the quality factor of the corresponding resonance.

Applying different geometries of the coil we obtained strong anisotropic behavior indicating that in contrast to the conventional QCM, the component of the electromagnetic field parallel to the plane of the crystal plays role in the formation of the resonance. We also found different dominant resonances in the case when the quartz crystal is in contact with air and different ones when it is in contact with solution phase on the side opposite to the coil.

[1] Ch. Evers, A. Thorbjorn, M. Lund, M. Skepo, *Langmuir* 28 (2012) 11843-11849.

[2] G. Mészáros, S. Akbarzadeh, B. De La Franier, Zs. Keresztes and M. Thompson, *Chemosensors* 9 (2021) an. 58

# Microencapsulation of metronidazole by nano spray drying

*Metronidazol mikokapszulázása nano porlasztva szárítással*

**Mirella Mirankó<sup>a,b</sup>, László Trif<sup>a</sup>, Judit Tóth<sup>a</sup>, Tivadar Feczkó<sup>a</sup>**

*<sup>a</sup>Research Centre for Natural Sciences*

*Institute of Materials and Environmental Chemistry*

*1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2., Hungary,*

*<sup>b</sup>University of Pannonia, Egyetem u. 10, H-8200, Veszprém, Hungary*

---

## **Summary**

In this study metronidazole drug was encapsulated by two different water-soluble polymers, i.e. hydroxypropyl methylcellulose and polyvinylpyrrolidone. The encapsulation was carried out by nano spray dryer Büchi B-90 equipment. The influence of operational and formulation parameters was investigated on the physical characteristics (morphology, particle size, solid phase state, thermal behaviour) of the products, process yield and entrapment efficiency. The variable operational parameters were the temperature and flow rate of drying air. The concentration of active ingredient and polymers were varied as formulation parameters. The nano spray drying process resulted in solid dispersion samples. The morphology of the products was investigated by scanning and transmission electronmicroscopy. The structure of the products was investigated by differential scanning calorimetry and X-ray diffraction analysis. The entrapped MTZ was in crystalline form in each polymer as confirmed by DSC and powder X-ray diffraction measurements. The active ingredient was incorporated into the amorphous polymer matrix. Melting point decrease phenomena were observed by differential scanning calorimetry and peak broadening by powder X-ray diffraction measurements, which could be the result of formation of small drug crystallites. The transmission electron microscopy images proved the presence of 20 - 50 nm drug crystals in the polymer matrix, which is in good correlation with the calculated coherent scattering domain sizes from the X-ray diffraction data. The melting point decreased in the dried products compared to the bulk drug, which could be interpreted with the nano-sized crystals of the active ingredient incorporated into the amorphous polymer matrix of the microparticles. The DSC, powder X-ray and TEM analysis supported the assumption that the MTZ-polymer composites are nanostructured solid dispersion in which the nanometer size crystals of active ingredient distributed in the amorphous polymer matrix.

# **Design of structured interface layers for biosensing in conventional and Kretschmann-Raether ellipsometry arrangements**

**Deshabrato Mukherjee and Peter Petrik**

*Institute for Technical Physics and Materials Science*

*Centre for Energy Research*

*Konkoly Thege str. 29-33, 1121 Budapest*

---

## ***Summary***

Interface layers in optical cells have a dual purpose: (1) they adsorb molecules to be detected (possibly selectively) and (2) enable optical enhancement. The optical sensitivity can be increased using a high electric field at the layer interface where the biomolecules are to be detected. The electric field decays exponentially into the analyte. This behavior is dependent on the thicknesses and optical properties of the surface layers. The structure has to be adjusted depending on the purpose: the required penetration depth into the analyte, the wavelength range, the optical configuration including the angle of incidence or the type of the cell, i.e., using the Kretschmann-Raether (KR) configuration. Spectroscopic ellipsometry (SE) combined with the KR configuration is capable of measuring laterally structured surfaces as well, in which the correlation length of the surface features is in the order of the wavelength. The optical response of surface structures can be calculated using proper optical models. The aim of this study is to identify possible surface structures that provide a high sensitivity for the measurement of interface phenomena in a liquid cell. Scattering, plasmonics effect, multilayer electric field enhancement and other techniques are possible candidates for the improvement of the optical performance of the cell. The optical response of the layer systems is modeled and simulated using different optical software in order to estimate the sensitivity and determine the best configurations.

Support from the National Development Agency Grant of OTKA Nr. K131515 is greatly acknowledged.

**Kukoricakeményítóből és politejsavból előállított kompozitok  
összeférhetőségének javítása növényi olaj alapú ágenssel**  
*Improving the compatibility of composites made from corn starch and polylactic acid with  
vegetable oil-based agent*

**Nagy Bianka, Miskolczi Norbert**

*Pannon Egyetem*

*8200 Veszprém, Egyetem utca 10.*

---

**Összefoglaló**

A fenntarthatóság jegyében kialakuló növekvő érdeklődés a biológiailag lebomló polimerek, mint a hagyományos, kőolaj alapú műanyagok alternatívájának kifejlesztéséhez vezetett. Alacsony költsége és biodegradálhatósága következtében a biopolimereként keményítóből előállított termékek vonzó alternatívát jelentenek. Ugyanakkor a keményítő legfőbb kihívása az, hogy mind a mechanikai tulajdonságokban, mind a hőstabilitásban és a nedvesség abszorpcióban korlátokat mutat. A tulajdonságok javítása érdekében más polimerekkel keverve csökkenthetők, vagy kiküszöbölhetők a hátrányos tulajdonságok. A keményítővel és a kedvező szakítószilárdsággal és modullal rendelkező politejsavval képzett kompozitok számos előnnyel rendelkeznek, többek között biológiai lebonthatósággal és kis sűrűséggel. A két komponens legfőbb hátránya, hogy korlátozott az elegyedési tartományuk, összeférhetetlenek, azaz nem mutatnak szinergikus hatásokat, melynek következtében mechanikai tulajdonságuk nem mindig kielégítő. Munkánk során olyan növényi olaj alapú, maleinsavanhidridet is tartalmazó adalék szintetizálása volt a cél, mely képes javítani a keményítő és a politejsav összeférhetőségét. Referenciaként maleinsavanhidriddel ojtott politejsavat vizsgáltunk. Az adalékhatás vizsgálatokat préseléses technikával előállított szobahőmérsékletű és 80 °C hőmérsékleten kondicionált próbatesteken tanulmányoztuk. Megállapítottuk, hogy a növényi olaj alapú adalékok hatása a legnagyobb mértékben a Charpy-féle ütőszilárdságban nyilvánult meg.

**Summary**

The growing interest in sustainability has led to the development of biodegradable polymers as an alternative to conventional petroleum-based plastics. Due to their low cost and biodegradability, starch products like biopolymers are attractive alternatives. The main challenge of starch is that it shows limitations in both mechanical properties and thermal stability as well as in moisture absorption. However, blending starch with other polymers could reduce or eliminate these adverse properties. Composites of starch and polylactic acid with favorable tensile strength and modulus have a number of advantages, including biodegradability and low density. The main disadvantage of these two components is their limited miscibility and incompatibility. They are not showing synergistic effects; hence, their mechanical properties are not always satisfying. The aim of our work was to synthesize a vegetable oil-based additive with maleic anhydride that can improve the compatibility of starch and polylactic acid. For reference, maleic anhydride grafted polylactic acid was used. The additive effects were investigated on compression technique made specimens both at room temperature and at 80 °C conditions. We have found that the effects of vegetable oil-based additives were most pronounced in the changes of the Charpy impact strength.

---



# Matematikai modellek gyógyszerkészítmények valós idejű felszabadításához

*Mathematical models for the real-time release testing of pharmaceutical formulations*

**Nagy Brigitta, Varga Emese, Nagy Zsombor Kristóf**

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar,  
Szerves Kémia és Technológia Tanszék  
1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3.*

---

## Összefoglaló

A gyógyszeriparban egyre nő az igény a termékek gyors, roncsolásmentes vizsgálatára, valamint az ellenőrzött minőségű termékek gyors piacra juttatására. Ezt szolgálja a Folyamatfelügyelő- és Analizáló Technika (Process Analytical Technology, PAT) irányelve, ami a kritikus minőségi paraméterek folyamat közbeni, valós idejű követését és szabályzását célozza. A valós idejű felszabadítás (Real-time release testing, RTRT) elve szerint pedig a folyamat, a kritikus anyag- és folyamatparaméterek pontos ismeretével, és ezek folyamat közbeni monitorozásával azonnali, kockázatelemzésen alapuló döntések hozhatók a termék minőségéről, amik helyettesíthetik a végtermékek ellenőrzését. Azonban egyes termékminőséget jellemző kritikus tulajdonságok, pl. a tabletták kioldódása és törési szilárdsága nem mérhetők közvetlenül roncsolásmentes módon, ezért szükség van ezeknek matematikai módszerekkel történő modellezésére.

Ennek a kutatásnak a célkitűzése volt ezért valós idejű felszabadítást lehetővé tevő módszerek fejlesztése gyógyszerkapszulák és -tabletták *in vitro* kioldódásának, illetve a tabletták törési szilárdságának becslésére. Ehhez roncsolásmentes, valós-idejű spektroszkópiai méréseket (NIR- és Raman-spektroszkópia) és egyéb, a gyártás során regisztrálható, folyamat- és anyagi paramétereket (pl. tablettázási préserő, szemcseméret-eloszlás) használtunk. Megvizsgáltuk, és összehasonlítottuk, hogy hogyan alkalmazhatók a mesterséges neurális hálózatok, valamint fizikai-kémiai összefüggéseken alapuló matematikai modellek a termékminőség előrejelzésére. Az eredmények megmutatták, hogy az épített modellek alkalmasak lehetnek az *in vitro* kioldódás és a törési szilárdság valós idejű jellemzésére, emellett pedig hozzájárulhatnak a gyártás folyamatainak megértéséhez és a folyamatoptimalizáláshoz is.

A munka az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

---

# Ergoszterin fermentáció folyamatfejlesztése *K. marxianus* élesztővel

*Process development of ergosterol fermentation with K. marxianus*

**Németh Áron, Musab Baris Eliacik**

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Alkalmazott Biotechnológia és*

*Élelmiszertudományi Tanszék*

*H-1111 Budapest, Szt. Gellért tér 4.*

---

## Összefoglaló/ Summary

Az közelmúlt világválságos időkben még inkább felértékelődött a D-vitamin szerepe, annak immunmoduláló hatása miatt. A D2 és D3 vitaminok hasonlóan pozitív hatásokkal rendelkeznek az egészségünkre nézve. A D2-vitamin előanyaga az ergoszterin, amely a gombák sejtfalában a humán koleszterinhez hasonló funkciót (pl. fluiditás kontrol) tölt be, így mikrobiológiai úton előállítható.

Korábbi közleményünkben<sup>1</sup> már bemutattuk, hogy a *K. marxianus* élesztőből hogyan tudunk tejsavó alapú fermentációval ergoszterint kinyerni, illetve stressz hatására hogyan nő meg a fajlagos ergoszterin tartalom.

A jelen vizsgálatunk tárgyát fentiekhez képest az adta, hogy a laboratóriumi optimalizált módszer során a sterilizálásakor kicsapódott savó fehérjét eltávolítottuk, majd szerves nitrogénforrással (pl. tripton) állítottuk be a gomba számára megfelelő tápközeg összetételét. Megvizsgáltuk, hogy ha a tejsavó fehérjét enzimes bontásnak vetjük alá, akkor az oldatba vitt oligopeptidek kiküszöbölhetik-e a kiegészítő szerves N-források alkalmazását.

Az új eljárással költséget lehet megtakarítani a tripton megspórolásával, ugyanakkor az enzimes kezelésnek is van költsége, ezért technológia szimulációt végeztünk annak megvizsgálására, hogy mikor éri meg az enzimes kezeléssel kiváltani a tripton adagolást.

In the recent pandemic time, the role of vitamin-d became more appreciated, because of its immune-modulating effect. Vitamin D2 and D3 are reported with similar positive effects on human health. The provitamin of D2 is the ergosterol, which can be widely found in cell walls of fungi, which have there similar function (like control of membrane fluidity) like cholesterol in humans, thus it can be manufactured microbiologically.

In our previous report<sup>1</sup>, we presented, how dairy whey-based fermentation of *K. marxianus* yeast can be used for manufacturing ergosterol, and furthermore how the application of stress could enhance specific ergosterol content of the yeast cells.

In this study the subject of our investigation was in comparison to the above, that during the optimized laboratory process the heat-flocculated whey proteins were removed after sterilization, and additional organic nitrogen source was (like tryptone) introduced to set the appropriate media composition and fulfil the requirements of the yeast. We studied the enzymatic whey protein degradation in term of increased solubility and replacement of additional organic N-source. While the developed process can save tryptone's cost, the application of enzymatic degradation can increase the costs as well. Therefore, we built up a techno-economic simulation to demonstrate when it is economically feasible to apply enzymatic protein degradation instead of tryptone addition.

---

<sup>1</sup> Vidra, Aladar ; Kaleta, Zoltan ; Nemeth, Aron ✉

Systematic Investigation of Ergosterol Fermentation by *Kluyveromyces marxianus* Y.00243 via Statistical Design, PERIODICA POLYTECHNICA-CHEMICAL ENGINEERING 65 : 4 pp. 517-524. , 8 p. (2021)

# Polisztirol-*l*-poli(dimetilsziloxán) kotérhálók szintézise és vizsgálata

*Synthesis and characterization of polystyrene-*l*-poly(dimethylsiloxane) conetworks*

Anna PETRÓCZY<sup>1,2</sup>, István SZANKA<sup>1</sup>, András WACHA<sup>3</sup>, Zoltán VARGA<sup>3</sup>, Yi THOMANN<sup>4,5</sup>, Ralf THOMANN<sup>4,5</sup>, Rolf MÜLHAUPT<sup>4,5</sup>, Béla IVÁN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Polimer Kémiai Kutatócsoport, AKI, TTK, 1117 Budapest, Magyar tudósok krt. 2

<sup>2</sup>Hevesy György Kémia Doktori Iskola, ELTE, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

<sup>3</sup>Biológiai Nanokémia Kutatócsoport, AKI, TTK, 1117 Budapest, Magyar tudósok krt. 2

<sup>4</sup>Anyagkutató Központ, Freiburgi Egyetem D-79104 Freiburg, Stefan-Meier-Str. 21

<sup>5</sup>Interaktív Anyagok és Bioinspirált Technológiák Központja, Freiburgi Egyetem

D-79110 Freiburg, Georges-Köhler-Allee 105

---

## Összefoglaló/ Summary

Napjainkban az egymással nem elegyedő, kovalens kötéssel egybekapcsolt polimer láncokból felépülő kotérhálók kutatására igen nagy figyelem összpontosul. Előnyös tulajdonságaik speciális szerkezetükből adódnak, ahol a különböző, szabadon egymással nem elegyedő, makroszkópiusan szétváló polimer szegmensekből egy kofolytonos nanofázisokból álló szerkezetű anyag jön létre. Munkánk során különböző összetételű, poli(stirol/divinilbenzol)ból és poli(dimetilsziloxán)ból (P(St/DVB)-*l*-PDMS) felépülő polimer kotérhálókat állítottunk elő szabad gyökös kopolimerizációval, melynek során eltérő számatlag molekulatömegű metakriloxipropil-telekelikus poli(dimetilsziloxán)t (MA-PDMS-MA) alkalmaztunk keresztkötőként. Az így előállított kotérháló sorozatok különböző mennyiségben tartalmaznak PDMS-t állandó St:DVB arány mellett, vagy adott PDMS tartalom mellett eltérő St:DVB aránnyal. Minden minta esetén igen nagy, 90% körüli gélhányadot kaptunk, mely alapján a szintézis sikeresnek tekinthető. A kotérhálók összetételét elemáanalízissel határoztuk meg, melynek eredménye jó egyezést mutatott a bemérési mennyiségekkel. A P(St/DVB)-*l*-PDMS minták szerkezetét kisszögű röntgenszórással (SAXS), atomerőmikroszkópiával (AFM) és különböző oldószerekben végzett duzzadási kísérletekkel vizsgáltuk. Ezen módszerek alapján, az előállított kotérhálók kofolytonos nanofázisszeparált szerkezettel rendelkeznek. A P(St/DVB)-*l*-PDMS kotérhálóból megkíséreltünk nanopórusos polisztirolt előállítani a PDMS szegmensek szelektív eltávolításával. Gravimetriás mérések, SAXS, és <sup>1</sup>H-NMR a trifluoecetsavas maratási eljárás sikerességét támasztják alá, mely során a PDMS szegmensek több mint 90%-a eltávolítható. A maratott kotérhálókról készített SAXS mérések alapján nanopórusok jelenlétére következtethetünk. Mindezek alapján a P(St/DVB)-*l*-PDMS kotérhálók ígéretes templátként szolgálhatnak nanopórusos polisztirol előállításához, amely számos felhasználási lehetőséget kínál.

Nowadays, significant attention is paid to polymer conetworks which contain immiscible, covalently bonded polymer chains. Their beneficial properties derive from their special structure, where different, immiscible polymer chains form a cocontinuous nanophase separated morphology. Polystyrene-*l*-poly(dimethylsiloxane) (PSt-*l*-PDMS) polymer conetworks were synthesized by free radical copolymerization with various composition. For the synthesis, methacryloxypropyl-telechelic poly(dimethylsiloxane)s (MA-PDMS-MA) were used as crosslinkers with various number average molecular weights. Conetwork samples with different St and DVB ratios were prepared with constant PDMS content, and also with fixed St and DVB ratios having various PDMS contents as well. The syntheses were successful with high gel fraction values of around 90% in all cases. The composition of the resulting polymer conetworks were determined by elemental analysis which are in good agreement with the feed ratios. The structure of the PSt-*l*-PDMS polymer conetworks were investigated by Small Angle X-ray Scattering (SAXS), Atomic Force Microscopy (AFM) and swelling experiments in different solvents. Based on these methods the conetworks have cocontinuous nanophase separated structure. We have attempted to the selective etching of the PDMS segments with trifluoroacetic acid (TFA) from the P(St/DVB)-*l*-PDMS conetworks. Based on the gravimetric, SAXS and <sup>1</sup>H NMR measurements, the TFA treatment was successful, the PDMS removal without any additional swelling of the conetworks was higher than 90%. The SAXS measurements of the etched samples indicate the presence of the nanopores. In summary, the P(St/DVB)-*l*-PDMS conetworks are promising candidates as templates for nanoporous polystyrene which offer several high added value application possibilities.

---

**Köszönetnyilvánítás:** Köszönjük a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) (NN 129366, K135946) és a BIONANO\_GINOP-2.3.2-15-2016-00017 támogatását.

# Levendula illóolaj előállítása szuperkritikus extrakcióval

*Lavender essential oil production by supercritical extraction*

**Preiner Sára, Dr. Pethő Dóra, Dr. Miskolczi Norbert**

*Pannon Egyetem*

*8200, Veszprém Egyetem utca 10.*

---

## Összefoglaló

A különböző növényekből kinyert illóolajoknak már régóta nagy szerepe van számos iparágban. Használják őket az élelmiszeriparban, a kozmetikai iparban illatanyagként, illetve a gyógyászatban is. A levendulából kinyert illóolaj, melyet elsősorban a *Lavandula angustifolia* fajtájú levendulából állítanak elő az egyik legszélesebb körben alkalmazott illóolaj, mely nyugtató hatású, kellemes illatának köszönhetően számos kozmetikai termék egyik fő összetevője, illetve egyre többet alkalmaznak ételek ízesítésére is.

Az illóolajok kinyerésére számos eljárás ismert, úgymint a vízgőz desztilláció, sajtolás, oldószeres extrakció, illetve szuperkritikus oldószeres extrakció. A szuperkritikus extrakció előnye a többi eljárással szemben, hogy egyszerű nyomáscsökkentés hatására nagy tisztaságú illóolaj előállítása lehetséges. A termék minőségének javulása mellett megemlíthető az eljárás nagy hatékonysága. A leggyakrabban alkalmazott szuperkritikus fluidum a szén-dioxid. Az oldószer extrakcióval szembeni előnyös tulajdonságait tovább lehet javítani valamilyen koszolvens alkalmazásával.

Kísérleteim során *Lavandula angustifoliából* állítottam elő illóolajat szuperkritikus extrakcióval. A kinyeréshez szén-dioxid oldószerrel alkalmaztam, melynek tulajdonságai befolyásolhatók a folyamatban. Kísérleteim célja a szuperkritikus extrakció során változtatott paraméterek hatásának a vizsgálata a termék kihozatalára, valamint összetételére. A kísérleteket három különböző nyomáson, illetve két különböző hőmérsékleten végeztem állandó oldószer térfogatáram és koszolvens mennyiség mellett egy órán keresztül. A mérések során vizsgáltam az alapanyag előkészítés hatását, illetve az levendula különböző részeiből kinyerhető illóolaj minőségét és mennyiségét.

Kulcsszavak: levendula, szuperkritikus extrakció, illóolaj

---

## Summary

The essential oils extracted from different plants have a major role in different industries. They are used in the food industry just like in the cosmetics industry as fragrance and in medicine. The lavender essential oil, which is mainly extracted from *Lavandula angustifolia* is one of the most widely used essential oils. Lavender oil has a calming effect, it is used in many cosmetic products and is increasingly used to flavor foods.

Many methods are known in order to extract essential oil. These are the steam distillation, pressing, solvent extraction and supercritical extraction. The supercritical extraction has some advantages over the other processes, since high purity essential oil can be produced only by depressurization and also the high efficiency of the process have to be mentioned. The most commonly used supercritical fluid is the carbon-dioxide. The great extraction properties of the solvent can be improved by the use of cosolvent.

In my experimental work I prepared essential oil from *Lavandula angustifolia* by supercritical extraction. Carbon-dioxide solvent was used in the experiments since the properties of it can be influenced in the process. The aim of my measurement was to investigate the effects of the parameters changed during the extraction on the yield and composition of the product. The experiments were performed at three different pressures and two different temperatures with a constant solvent flow rate and cosolvent volume for one hour. During the measurement the effect of the raw material preparation was examined from different parts of the lavender.

Key words: lavender, supercritical extraction, essential oil

---

# Folyamatok többrétegű hálózatokban

## *Flows in multilayer networks*

**Rácz-Szabó András, Ruppert Tamás, Abonyi János**

*MTA-PE Lendület Complex Systems Monitoring Research Group, Department of Process Engineering, University of Pannonia, Egyetem u., 10, POB 158, H-8200 Veszprém, Hungary;*

---

### **Összefoglaló**

A folyamatok egymás követő tevékenységek sorozataként értelmezhető, melyekből hálózat készíthető. Ezen tevékenységek csoportosíthatóak értékteremtő és nem értékteremtőként. Ennélfogva értelmezhetjük a folyamatot többrétegű hálózatként, ahol a definiált rétegeket az előbb említett csoportosítással határozzuk meg. Mindegyik réteg egy Markov-modellnek tekinthető. Ezen felül vizsgálhatjuk a folyamatok kiegyensúlyozottságát is, illetve különböző stratégiákat tudunk feltárni, valamint összehasonlítani, amelyek segítségével minimalizálhatóak a nem értékteremtő tevékenységek. A cél a létrejövő magasabb rendű időfüggő hálózat alapján jó stratégiák feltárása és minősítése. Az előadás azon túl, hogy ismerteti a koncepciót, New York taxi utazások üresjáratainak elemzése esettanulmányon keresztül részletesen mutatja be az alkalmazhatóságot.

---

### **Summary**

Processes can be interpreted as a series of consecutive activities which define a network. These activities can be value-creating and non-value-creating ones. Therefore, the processes can be interpreted as multilayer networks, where the layers are defined by the grouping above. Each layer can be interpreted as a Markov model. We can also examine the balance of the flows and explore and compare different strategies that can be used to minimize non-value-creating activities. The goal is to explore and qualify these strategies based on the defined time-dependent higher-order network. In addition to describing the concept, the lecture analyzes the applicability of New York taxi travel idle through a case study.

---

### **Irodalomjegyzék**

- [1] Alderson, D. L., Funk, D., Gera, R., *Analysis of the global maritime transportation system as a layered network*, Journal of Transportation Security volume 13, pages 291–325 (2020)
- [2] De Domenico, M., Lancichinetti, A., Arenas, A., Rosvall, M., *Identifying modular flows on multilayer networks reveals highly overlapping organization in interconnected systems*, Physical Review X (2015)
- [3] Ibrahim, AA., Lonardi, A., Bacco, CD., *Optimal transport in multilayer networks for traffic flow optimization*, Algorithms (2021)

# Fotovoltaikus felhasználásra alkalmas félvezető fém-oxid vékonyrétegek előállítása és jellemzése

*Preparation and characterization of metal-oxide semiconductor thin films for photovoltaic applications*

**SÁNDOR Bálint, MADARÁSZ János, PLESZ Balázs,  
HÓRVÖLGYI Zoltán**

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3*

---

## **Összefoglaló**

Korunk egyik jelentős kihívása az egyre növekvő villamosenergia igény. Ennek egy lehetséges karbonmentes megoldása a napelemek használata. A jól bejáratott kristályos szilícium napelemek mellett egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a különböző vékonyréteg napelemek.

Világító diódákhoz (LED-ekhez) és vékonyréteg napelemekhez egyaránt szükségesek úgynevezett lyukvezető és elektronvezető rétegek. Ezek az elnevezések olyan vezetési sajátságot jelölnek, amelyet az adott félvezetőben jelen lévő többségi töltéshordozó határoz meg. E két vezetési típus közötti különbség felel többek között az elektronikus egyenirányításáért is. Amennyiben egy elektron- és egy lyukvezető réteg közé egy direkt sáv szerkezetű fényelnyelő (abszorber) félvezető réteget is helyezünk, akkor elektromos teljesítményt csatolhatunk ki belőle, megfelelő megvilágítás mellett. Ez a jelenség a fotovoltaikus effektus, amelyet kihasználva napelemként használhatjuk a felvázolt vékonyréteg szerkezetet.

Ebben a munkában egy általunk javasolt eljárással nikkell(II)-oxidból, valamint titán-dioxidból kialakított vékonyrétegeknek vizsgáltuk az optikai, szerkezeti és elektromos tulajdonságait. Előbbit lyukvezető, utóbbit elektronvezető réteggé tervezzük felhasználni vékonyréteg napelemek előállítására.

---

## **Summary**

Nowadays our ever-growing need for electrical energy poses a great challenge. We can answer with a carbon neutral solution by using solar cells. Aside from the conventional crystalline silicon solar cells, thin film solar cells are gaining much more attention.

Both in light emitting diodes (LEDs) and in thin film solar cells there must be these two types of semiconductor layers which are called hole transport layer (HTL) and electron transport layer (ETL) depending on its major charge carrier. The difference between these two types of electrical conduction is responsible for electrical rectification among other things. If a light-absorbing semiconductor layer with a direct band gap is also placed between an HTL and an ETL, electrical power can be extracted from it under adequate illumination. This phenomenon is called photovoltaic effect and it enables the given thin layer structure to function as a solar cell.

In this presentation we show our approaches to prepare nickel(II) oxide and titanium dioxide films which we would like to use as HTL and ETL respectively for preparing thin film solar cells in the future.

---

# Skálázási jelenségek szelektív nanopórusokban

## *Scaling in selective nanopores*

Sarkadi Zsófia, Boda Dezső, Valiskó Mónika

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Komplex Molekuláris Rendszerek Kutatócsoport*

---

### **Összefoglaló/ Summary**

A nanopórusok membránba ágyazott nanoméretű csatornák, melyek az ionok szabályozott transzportját valósítják meg a membrán két oldalán elhelyezkedő tömbfázisok között. A mesterségesen előállított nanopórusok belső falára kémiai úton töltésmintázatot visznek fel, ezáltal a nanopórus a különböző bemenő paraméterekre különféle kimeneti függvényeket ad, melyekből valamilyen válaszfüggvény állítható elő. Ilyen válaszfüggvény az egyenletesen töltött nanopórusoknál a szelektivitás. A szelektivitás megadja, hogy milyen ionok (kationok vagy anionok) haladhatnak át a csatornán nagyobb valószínűséggel. A nanopórus skálázhatósága azt jelenti, hogy a válaszfüggvény egyértelmű függvénye egy olyan skálaparaméternek, ami a rendszerparamétereiből egyszerű analitikai függvénnyel állítható elő. Egyszerű szimulációs modellek segítségével megmutatjuk, hogy a szelektivitásra működik a skálázhatóság és hogy a skálázási paraméter a Dukhin szám illetve annak különböző kiterjesztései véges nanopórusokra illetve multivalens elektrolitokra. Vizsgálataink arra világítanak rá, hogy a skálázhatóság elsősorban az átlagtér közelítésen alapuló elméletek (pl. Poisson-Boltzmann) esetében működik, azaz akkor, ha a rendszerünkben nem túl erősek az elektrosztatikai ionkorrelációk. Amennyiben ezek a korrelációk erősek (pl. multivalens ionok esetében), eltérést tapasztalunk a skálázási viselkedéstől.

**Nanopores are nanoscale channels embedded in a membrane, separating two baths and providing controlled transport of ions between the bulk phases. A charge pattern is chemically deposited on the inner wall of the engineered nanopores, which gives different output functions for different input parameters, from which a device function can be generated. Such a device function is selectivity in the case of uniformly charged nanopores. The selectivity determines which ions (cations or anions) are more likely to pass through the channel. The scaling of the nanopore means that the device function is a unique function of a scaling parameter that can be generated from the system parameters by a simple analytical function. Using simple simulation models, we show that scaling works for selectivity and that the scaling parameter is the Dukhin number and its various extensions for finite nanopores and multivalent electrolytes. Our studies reveal that scaling works mainly for theories based on mean-field approximation (e.g. Poisson-Boltzmann), i.e. when the electrostatic ion correlations in our system are not very strong. If these correlations are strong (as they are for multivalent ions), we get a deviation from the scaling behavior.**

---

# **Moduláris szimulátor fejlesztése a települési csomagolási hulladék feldolgozási technológiájához**

*Development of a modular simulator for municipal packaging waste processing technology*

**Sarkady Attila, Bárkányi Ágnes, Egedy Attila, Kurdi Róbert**

*Pannon Egyetem*

*8200, Veszprém, Egyetem utca 10*

---

## **Összefoglaló**

Célunk egy matematikai modellezésen alapuló tervezőeszköz kifejlesztése hulladéktechnológiai sorok számára.

A technológiai sorok hosszú távra történő tervezése számos akadályba ütközhet. A bemenő anyag jellege időben számos tényező miatt változhat. A lakosság gazdasági helyzete, a csomagolóanyagok változása és az új jogszabályok megjelenése (pl. kötelező betétdíjrendszer bevezetése) jelentősen megváltoztathatják a válogatandó hulladékok összetételét (beleértve a szelektív és a vegyes szilárd hulladékot is). A hasznosító-ipar által elvárt tisztasági kritériumok szintén a tervezést befolyásolják.

A fenti változások lekövetésére és a javasolt technológiai változtatásokra a tudásalapú tervezés (matematikai modellezés) nyújthat segítséget azáltal, hogy előre jelezheti az alkalmazott technológia kimeneteit, segítheti azok megtervezését, vagy módosítását. Mivel nem rendelkezünk pilot rendszerekkel, a modellezéshez szakértői tapasztalatokra tudunk támaszkodni. A modellezés során szelektív csomagolási hulladékválogató sort szimuláltunk, melynek eredményét szakértők validálták.

A sikeres validációt követően a modell kiterjeszhető különböző hulladékáramokra és összetettebb rendszerekre.

## **Summary**

Our aim is to develop a design tool for waste technology lines based on mathematical modelling.

Long-term planning of technological lines can face several obstacles. The nature of the input material can vary over time due to a number of factors. The economic situation of the population, changes in packaging materials and the emergence of new legislation (e.g. the introduction of a mandatory deposit scheme) may significantly change the composition of the waste (including selective and mixed solid waste) to be sorted. The purity criteria required by the recovery industry will also influence the design.

Knowledge-based design (mathematical modelling) can help to track these changes and proposed technology changes by predicting the outputs of the technology used, helping to plan or modify them. As we do not have pilot systems, we could rely on expert experience for modelling. The modelling simulated a selective packaging waste sorting line, the results of which were validated by experts.

After successful validation, the model can be extended to different waste streams and more complex systems.

---



# ***Developing agarose-based separation gels and methods for the analysis of proteins via capillary gel electrophoresis: Towards CGE - coupled mass spectrometry approaches***

**Daniel Sarkozy<sup>1</sup> and Andras Guttman<sup>1,2</sup>**

*<sup>1</sup>Horváth Csaba Laboratory of Bioseparation Sciences, Research Center for Molecular Medicine, Faculty of Medicine, Doctoral School of Molecular Medicine, University of Debrecen, 98 Nagyerdei Krt, H-4032 Debrecen, Hungary*

*<sup>2</sup>Translation Glycomics Group, Research Institute of Biomolecular and Chemical Engineering, University of Pannonia 10 Egyetem Street, H-8200 Veszprem, Hungary*

---

## **Summary**

Capillary gel electrophoresis (CGE) has long been used for the analysis of proteins, mostly either with entangled polymer networks or translationally cross-linked gels. In this presentation capillary sodium dodecyl sulfate agarose-, and native agarose gel electrophoresis methods are introduced for the analysis of therapeutic protein subunits with UV detection, and a preliminary CGE method with MS detection for low molecular weight protein standards.

For the size-based separation of immunoglobulin subunits via capillary SDS agarose gel electrophoresis, the light (LC~24 kDa) and heavy (HC~50 kDa) chain fragments of a monoclonal antibody therapeutic drug were used to optimize the sieving matrix composition of agarose/Tris-borate-EDTA (TBE) systems. The agarose and boric acid contents were systematically varied between 0.2–1.0% and 320–640 mM, respectively. The influence of several physical parameters such as viscosity and electroosmotic flow were also investigated, the latter to shed light on its effect on the electrokinetic injection bias. Three dimensional Ferguson plots were utilized to better understand the sieving performance of the various agarose/TBE ratio gels, especially relying on their slope (retardation coefficient, KR) value differences.

For the native capillary agarose gel electrophoresis coupled mass spectrometry approach, Ribonuclease A, Lysozyme and human Insulin were tested for gel buffer and MS optimization. In this method, a commercially available co-axial sheath liquid CE-MS interface was extended to alleviate such disadvantageous factors like siphoning and ionization suppression.

---

## **References**

- [1] Hjerten, S. Agarose as an anticonvection agent in zone electrophoresis. *Biochim. Biophys. Acta* 1961, 53, 514–517.
- [2] Wu, M.; Kusukawa, N. SDS agarose gels for analysis of proteins. *Biotechniques* 1998, 24, 676–678.
- [3] Serwer, P. Agarose gels: Properties and use for electrophoresis. *Electrophoresis* 1983, 4, 375–382.
- [4] Guttman, A. Capillary sodium dodecyl sulfate-gel electrophoresis of proteins. *Electrophoresis* 1996, 17, 1333–1341.
- [5] Filep, C.; Guttman, A. Effect of the Monomer Cross-Linker Ratio on the Separation Selectivity of Monoclonal Antibody Subunits in Sodium Dodecyl Sulfate Capillary Gel Electrophoresis. *Anal Chem.* 2021, 93, 3535–3541.
- [6] J. A. Loo, H. R. Udseth, and R. D. Smith - Peptide and protein analysis by electrospray ionization-mass spectrometry and capillary electrophoresis-mass spectrometry. *Analytical Biochemistry*, 179(2), (1989) 404-412.

# **A fenntarthatóság komplexitása**

*The complexity of sustainability*

**Sebestyén Viktor**

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Bio-, Környezet- és Vegyészmérnöki Kutató-Fejlesztő  
Központ, Fenntarthatósági Megoldások Kutatólaboratórium  
Veszprém, Egyetem u. 10*

---

## ***Összefoglaló***

Az ENSZ által 2015-ben elfogadott 2030-as menetrend komoly kihívások elé állítja az aláíró országokat, hogy teljesítsék a 17 kitűzött célt. A fenntartható fejlődési célok, alcélok és indikátorok komplex rendszert alkotnak, amelyben a szinergiák és kompromisszumok azonosítása és figyelembevétele fontos feladat a siker érdekében. Ebben a munkában az adat- és hálózattudomány eszköztárának alkalmazásával kerülnek megvilágításra a rendszer összefüggései és regionális különbségei az elérhető idősoros adatok alapján identifikált adatvezérelt modelleken keresztül.

---

## ***Summary***

The 2030 Agenda, adopted by the UN in 2015, poses severe challenges for signatory countries to meet the 17 goals set. Sustainable development goals, targets, and indicators form a complex system in which identifying and considering synergies and trade-offs is an essential task for success. In this work, the context and regional differences of the system are elucidated using data-driven models identified based on the available time-series data, using the tools of data- and network science.

---

# LC-MS adatok három-dimenziós kiértékelése: Spektrumok dinamikus szűrése, komponensek releváns ionjainak meghatározása

*Three-dimensional evaluation of LC-MS data: Dynamic separation of spectra and determining the relevant ions of components*

**Simon József<sup>1,2</sup>, Farsang Evelin<sup>1</sup>, Lukács Diána<sup>1</sup>, Horváth Krisztián<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Eötvös Loránd Kutatási Hálózat, Természettudományi Kutatóközpont, MS Metabolomika Kutatólaboratórium*

*Intézmény címe 1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.*

<sup>2</sup>*Pannon Egyetem, Analitikai Kémia Kutatócsoport  
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.*

---

## **Összefoglaló/ Summary**

A tömegspektrometriában (MS) ismeretlen vegyületekkel dolgozni a mai napig kihívást jelent. Különösen amikor az összetett minta miatt kapcsolt technikát kell használni. Gázkromatográfiával kapcsolva viszonylag szerencsénk van. Amennyiben az elválasztás megfelelő, tiszta spektrumokat kaphatunk. Folyadékromatográfia (LC) esetében azonban gyakran alacsony jel-zaj viszonytal kell számolni teljes pásztázás felvételekor. Ezt a módot természetesen igyekszünk kiváltani kifinomultabb felvételekkel, kijelölt ionok mérésével, vagy lehetőség szerint tandem technikákkal. Azonban gyakran, főleg a módszerfejlesztés kezdetekor ezt nem tudjuk elkerülni.

Amikor a teljes tartományt pásztázzuk, egy adott komponenshez tartozó csúcsok meghatározása sokszor problémát jelenthet. Főleg amikor átfedő csúcsok vannak jelen, vagy alacsony koncentrációkkal kell dolgozni. A ma használatos kiértékelő szoftverek mind zajszűrés algoritmusokkal felszerelve érkeznek. Ezek azonban csak limitált segítséget nyújtanak, mivel nem veszik figyelembe a kromatogram és a spektrum együttes több-dimenziós változások által vezérelt lefutását.

Egy olyan szoftver, ami az LC-MS adathalmazt egyként, tehát egy három-dimenziós entitásként kezeli, sokkal jobb esélye van dinamikusan meghatározni és elkülöníteni az adott időpillanatban releváns ionokat a háttérzajtól. Ezen felül szükség van további kemometriai módszerek alkalmazására, amik tovább segítik a spektrum és a kromatogram kapcsolatainak felderítését. Ezen munka keretein belül az alterációs analízis és a főkomponens elemzés lehetőségeit derítjük fel és megtesszük ezek beható összehasonlítását. Mindezt összegezve kialakítható egy olyan szoftver, ami képes a nyers LC-MS adathalmazt felbontani az analitikus beavatkozása nélkül a releváns komponensekre és megadni azok pontos kromatográfiai és tömegspektrometriai adatait.

---

# Alkil-benzolok elválasztása és e retenciós modellek összehasonlítása

*Separation of alkylbenzenes and comparison of retention models.*

**Somfai Attila**

*Pannon Egyetem, Veszprém*

---

## **Összefoglaló**

A „Folyadékromatográfia kinetikai modelljeinek alkalmazása retenciós folyamatok vizsgálatára” című doktori témám keretében, első körben alkil-benzolokat vizsgáltam. A cél az volt, hogy két kinetikai modellt összehasonlítsak és megvizsgáljam azt, hogy a modelleket felhasználva, mennyire lehet jól megbecsülni egyes anyagok várható viselkedését. Az alkil-benzolok egymáshoz hasonló fizikai és kémiai viselkedése alkalmassá teszi őket arra, hogy a retenciós idő változását nyomon tudjuk követni különböző hőmérsékleti és áramlási sebességek mellett. Ezen információk segítségével ki tudjuk számolni a szükséges paramétereket és meg tudjuk nézni, hogy a reakciódiszperzív és a sztochasztikus modell mennyire jól használható. A másik nagyon fontos szempont, hogy modellezni tudjuk azt is, hogy egymáshoz hasonlóan kémiai és fizikai paraméterekkel rendelkező anyagok miként viselkednek a megváltozó körülmények hatására. A megkötődések száma és a megkötődési idők, hogyan változnak és milyen tendenciák figyelhetők meg. Ez nagyon fontos lehet a környezeti analitikában is, különféle szennyezők vizsgálatánál, hogy a kromatográfias paramétereket, hogy célszerű változtatni pl. olaj szennyezések esetén, ahol a mintában több egymáshoz nagyon hasonló anyagot kell szétválasztanunk és azonosítanunk.

---

## **Summary**

In the framework of my doctoral dissertation entitled “Application of Kinetic Models of Liquid Chromatography to the Study of Retention Processes”, I first investigated alkylbenzenes. The aim was to compare two kinetic models and examine how well the expected behavior of each substance can be estimated using the models. The similar physical and chemical behavior of alkylbenzenes allows them to monitor changes in retention time at different temperatures and flow rates. With this information, we can calculate the required parameters and see how well the reaction-dispersive and stochastic models can be used. Another very important aspect is that we can also model how substances with similar chemical and physical parameters behave under changing conditions. The number of attachments and the times of attachment, how they change, and what trends can be observed. This can also be very important in environmental analysis, when testing various contaminants, so that the chromatographic parameters should be changed e.g. in the case of oil contaminants, where several very similar substances in the sample have to be separated and identified.

# Cellulóz-alapú ionosfolyadék membrán, mint új típusú szeparátor mikrobiális üzemanyagcellában

*Cellulose-based ionic liquid membrane as a new type of separator in microbial fuel cell*

**Szakács Szabolcs, Bakonyi Péter, Bélafiné-Bakó Katalin, Nemestóthy Nándor**

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, BKV-KFK,  
Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatócsoport  
8200 Veszprém, Egyetem utca 10.*

---

## **Összefoglaló**

Mikrobiális üzemanyagcellák az elmúlt évtizedben a sokat kutatott témák közé tartozik a bennük rejlő lehetőségeknek köszönhetően, ilyen pl.: szennyvízkezelés és az energiatermelés. A mikrobiális üzemanyagcellák a bioelektrokémiai rendszerek családjába tartozik. A mikrobiális üzemanyagcella, röviden MÜC, a galváncellákhoz hasonlóan anód és katód téréből állnak, azzal a különbséggel, hogy a MÜC-ben az anód tér elektrokémiailag aktív mikroorganizmusokat tartalmaz és anaerob. Ellenben a katód oldallal, amely szigorúan aerob. A két térész eltérő környezete miatt e cellák működéséhez elengedhetetlen eleme a membrán, mely feladatát tekintve bizonyos anyagokra szelektív szeparátor, ebből kifolyólag a mikrobiális üzemanyagcellákat érintő kutatásoknak gyakori témája. Eme előadás célja bemutatni egy új típusú szeparátort, mely cellulóz és ionos folyadék keverékéből felépülő géles állagú membrán. Ionos folyadék hőhatására a cellulóz szerkezetét befolyásolja, majd víz jelenlétében egy alaktartó, géles állagú anyag keletkezik, mely membránként alkalmazható. Az előbb említett membrán különféle anyagátadási és elektrokémiai vizsgálatnak lett kitéve melyekből kiderült, hogy a tudományos világban elfogadott etalon a Nafionhoz hasonló eredményeket produkált és mikrobiális üzemanyagcellában is megálta helyét, ezáltal bebizonyosodott, hogy használható alternatíva lehet MÜC-ben de nem kizárt egyéb bioelektrokémiai rendszerben történő hasznosítása is.

---

## **Summary**

Microbial fuel cells are among the most studied topics in the last decades thanks to its potential in wastewater treatment and energy production. Microbial fuel cells are part of bioelectrochemical systems. Microbial fuel cells or shortly: MFCs are just like a galvanic system contains two chambers, the anodic and cathodic chamber. The main difference is that the MFCs anodic chamber contains electrochemically active microorganisms and being anaerobic, while the cathodic chamber is strictly aerobic. Because of the aforementioned difference between the chambers the membrane is an essential element of the system and thus it's a commonly discussed topic of studies related to MFCs. This study's goal is to introduce a new type of separator which is an ionic liquid altered cellulose based gel like membrane. Ionic liquid will affect the structure of cellulose fibres under heat treatment and in the presence of water the result will be a shape retainer gel like substance that can be used as a separator. The aforementioned membrane was subject of mass transfer and various electrochemical examinations and was tried out in actual MFC and the results suggest this membrane is in par with the Nafion, which membrane is the standard in the scientific community. Thus it can be used as an alternative substitute of the Nafion or maybe even in other bioelectrochemical systems.

---

# **Technológiai folyamatok felülvizsgálata PCA segítségével**

## *PCA aided supervision of technological processes*

**Tarcsay Bálint Levente, Bárkányi Ágnes, Chován Tibor, Németh Sándor**  
*Pannon Egyetem*  
8200, Veszprém, Egyetem utca 10

---

### ***Összefoglaló***

A modern technológiai rendszerek tervezése és üzemeltetése során a produktivitás és gazdaságosság mellett előtérbe került a technológiák környezettudatossága és biztonságossága is. A biztonságos működtetés mind jogi, mind szociális szempontból is kulcskérdéssé vált, így az elmúlt évtizedek során számos biztonságtechnikával foglalkozó módszer született. Ezek közül is kiemelkedő fontosságúak a technológiai rendszerekben megjelenő hibafelismeréssel és osztályozással foglalkozó (Fault Detection and Isolation avagy FDI) módszerek. Az FDI módszerek közül komoly érdeklődésnek örvendenek a rendszerek felülvizsgálatára szolgáló adat alapú módszerek, Bayes hálók, neurális hálók, sztochasztikus modellek, stb. Ezen módszerek előnye a jó alkalmazhatóságuk a technológiai rendszerek sokszor nemlineáris jellegének leírására illetve, hogy a technológiák esetében készen rendelkezésre álló, nagy mennyiségű üzemeltetési adat révén viszonylag egyszerűen bevezethetők. A jelenlegi munkában egy újszerű adat alapú módszert kívánunk bemutatni technológiai rendszerek felülvizsgálatára. A módszer a rendszer viselkedésének leírását főkomponens analízis (PCA) segítségével végzi, a hibák jelenlétének felismerése a Hotelling-féle  $T^2$  statisztika segítségével történik. A hibák osztályozása és a hibatípusok elkülönítése ezután trajektória felismerési módszerekkel zajlik a főkomponensek által jellemzett állapotterben, az online megfigyelés során kapott hiba trajektóriák és korábban, PCA módszerrel előállított minta trajektóriák összehasonlításával.

### ***Summary***

During the design and operation of modern technological systems concerns of safety and environmental consciousness have become prominent alongside considerations of productivity and profitability. Safe operation of systems has become a focal point both from the perspective of legal and social restrictions sparking the development of various methods over the last decades focusing on increasing safety and reliability of systems. Amongst these methods which focus on detecting and isolating process faults and abnormalities (Fault Detection and Isolation, aka FDI methods) are especially prominent. Amongst the FDI methods techniques which utilize process data to supervise technological systems such as Bayesian networks, neural networks, stochastic models, etc. are of considerable importance. The advantages of these methods lie in their ability to accurately portray the often times non-linear behavior of technological systems and the fact that working technologies have a wealth of operation data which makes the implementation of data-based methods relatively simple. In the current work a novel data-based method will be presented for the supervision of technological systems. The method utilizes principal component analysis (PCA) for the characterization of the process, subsequently anomalies and faults are detected using Hotelling's  $T^2$  statistic. Classification of faults is conducted using trajectory tracking methods within the PCA state-space through comparison of online fault signatures and template fault signatures previously obtained through PCA.

---

# Mezopórusos szilikabevonatok impregnálása öngyógyuló hatás kialakítása céljából

*Impregnation of mesoporous silica coatings to create a self-healing effect*

**Titkó Simon<sup>a</sup>, Márton Péter<sup>a</sup>, Szabó Gabriella Stefánia<sup>b</sup>, Hórvölgyi Zoltán<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 1-3, Magyarország*

<sup>b</sup>*Babeş-Bolyai Tudományegyetem 400028, Kolozsvár (Cluj-Napoca), Arany János út 11, Románia*

---

## Összefoglaló/ Summary

A korrózióvédő bevonatok új típusát képezik az öngyógyító bevonatok. A mezopórusos bevonatok meglévő pórusrendszerükben korróziós inhibitorok képesek akkumulálni, amelyekből az inhibitor a mechanikai sérülések helyén kiszabadul, szorbeálódik a szubsztrátum felületén, és további védőhatást biztosít [1]. Ez egyszerűbb lehetőséget kínál az öngyógyuló hatás kialakítására, mint a hagyományos nanokapszulázás. Munkánk célkitűzése az volt, hogy mezopórusos szilikabevonatokba kellő mennyiségű modellhatóanyagot impregnáljunk, és biztosítsuk azt, hogy a hatóanyag csak mechanikai sérülés esetén kerüljön a vizes közegbe.

Ebből a célból üveghordozók felületén mártásos technikával létrehozott, mintegy 130 nm vastag, mezopórusos szilikabevonatokot impregnáltunk cetil-trimeti-ammónium-bromiddal (CTAB). A minták utólagos hidrofobizálásával (szililezésével) csapdáztuk a hatóanyagokat a pórusokban, amivel megakadályoztuk azok vizes közegben történő spontán kiáramlását. A bevonatok vastagságát, törésmutatóját, porozitását, illetve inhibitor-felvételét UV-látható spektroszkópiai vizsgálatokkal határoztuk meg, míg a felületi tulajdonságok megváltozását nedvesedési vizsgálatokkal jellemeztük. Eredményeink szerint a pórusok térfogatának 50-70%-át kitöltik az inhibitor-molekulák, a hidrofobizált felület vízperemszöge nagyobb, mint 90°, és a csapdázott hatóanyagmolekulák még hosszabb, vizes közegű áztatás során sem képesek elhagyni a pórusokat, ezért alkalmasak az öngyógyuló hatás további vizsgálataira.

A novel type of corrosion protection is self-healing coatings. Mesoporous coatings are able to accumulate corrosion inhibitors in their pore system, from which the inhibitor is released at the site of mechanical damage, adsorbs on the surface of the substrate, and provides further protective effect [1]. This offers an easier way to create a self-healing effect than conventional nanocapsulation. The aim of this work was to impregnate the mesoporous silica coatings with a sufficient amount of inhibitor and to ensure that the agent releases to the aqueous medium only in the event of mechanical damage.

Approximately 130 nm thick mesoporous silica coatings were formed on glass substrates by dip-coating method. The coatings were impregnated with cetyltrimethylammonium bromide (CTAB). Subsequent hydrophobization (silylation) of the samples trapped the inhibitor in the pores to prevent their spontaneous release in aqueous medium. The thickness, refractive index, porosity and inhibitor uptake of the coatings were determined by UV-visible spectroscopy, while the change in surface properties was characterized by wetting studies. According to the results, 50-70% of the pore volume was filled with inhibitor molecules, and the water contact angles of the hydrophobized samples were greater than 90°. The trapped molecules are unable to leave the pores even in the case of a prolonged immersion in an aqueous medium, therefore the system would be suitable for further studies of the self-healing effect.

---

## Irodalomjegyzék/References

[1] G. Szabó, E. Albert, J. Both, L. Kócs, G. Sáfrán, A. Szőke, Z. Hórvölgyi, L. M. Mureşan: Influence of embedded inhibitors on the corrosion resistance of zinc coated with mesoporous silica layers, *Surfaces and Interfaces* 15, 216-223 (2019)

# Környezetbarát kaolinit-NiO nanokompozitok előállítása és szerkezetvizsgálata

## *Synthesis and structural characterisation of environmentally friendly kaolinite-NiO composites*

**Tóth Eliza, Zsirka Balázs\*, Vágvölgyi Veronika**

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Természettudományi Központ, Analitikai Kémia  
Kutatócsoport*

*H-8200 Veszprém, Egyetem utca 10*

---

### **Összefoglaló/ Summary**

Napjainkban a korszerű környezettechnológiai alkalmazások (pl. víztisztítás, véggáztisztítás) területén elengedhetetlenek az olcsó, hatékony és környezetbarát adszorbensek, illetve katalizátorok. Ezen kitételeknek jól megfelelnek a természetes agyagásványok, amelyek már széleskörben alkalmazott ipari nyersanyagok. A felhasználás szempontjából előnyös a szerkezetük, fizikai- és kémiai tulajdonságaik, módosíthatóságuk és környezetbarát jellegük. Az agyagásványok fotokatalizátorként vagy adszorbensként történő felhasználása a környezeti elemek kármentesítésben különösen ígéretes terület. Az 1:1 típusú agyagásványok kismértékű, önálló fotokatalitikus aktivitása jelentősen megnövelhető átmenetifém-oxidok felületi rögzítésével.

Munkánk célja kaolinit hordozón, különböző nikkeltartalmú, nikkelt-oxid kompozitok laboratóriumi előállítása, csapadékképzés és termikus kezelés kombinációjával. Vizsgáltuk a Ni(OH)<sub>2</sub> prekursor előállítás körülményeinek hatását a termék minőségére. A csapadékképzés hőmérséklete meghatározza, hogy a közti termék (Ni(OH)<sub>2</sub>) melyik polimorf módosulata keletkezik nagyobb arányban. Az előállítás mindkét általunk vizsgált hőmérsékleten (szobahőmérséklet, 90 °C) sikeres volt, de számunkra a 90 °C fokon végzett szintézis, a későbbi felhasználás szempontjából kedvezőbb eredményt adott. A kialakított prekursor és a kaolin hordozó összetételét röntgen-diffrakció (XRD), szerkezetük minősítését infravörös-spektroszkópia (FTIR-ATR) alkalmazásával végeztük. Az anyagok termikus stabilitását és így az előállítás hőkezelési hőmérsékletét termikus analízis (TG/DTG) segítségével állapítottuk meg. Az eredmények alapján kiválasztottuk az optimális előállítási körülményeket, majd ennek alkalmazásával különböző NiO tartalmú (5-30 m/m%) kaolinit kompozitokat állítottunk elő. A kialakított NiO fázis azonosítását és a szerkezeti változásokat XRD és FTIR-ATR módszerekkel követtük nyomon. A szintetikus NiO és egy kaolinit-NiO kompozit morfológiájának (lemezes és tekerces szerkezet azonosítása) és összetételének meghatározása (elemeloszlás térkép felvétele) transzmissziós elektronmikroszkópia (TEM) és energiadisperzív röntgenspektroszkópia (TEM-EDX) alkalmazásával történt. A kompozitok NiO tartalmát termikus analízis segítségével határoztuk meg. A minták aktivitását UV bevilágítás melletti, folyadékfázisú oxálsav teszthez tartozó eltávolításán keresztül vizsgáltuk.

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült (Dr. Zsirka Balázs).

---



Effective, cheap and environmentally friendly adsorbents and catalysts are essential in recent environmental technology applications, such as water- or flue gas-treatments. Natural clay minerals are widely used industrial raw materials, due to their advantageous and modifiable structural, physical and chemical properties, and environmentally friendly characteristics. The use of clay minerals as photocatalysts and adsorbents in environmental remediation projects is particularly promising. The low photocatalytic activity 1:1 type clay minerals can be enhanced by surface-deposition of transition metal oxides.

The aim of this recent study is the laboratory synthesise of kaolinite-nickel-oxide composites and the investigation of their structural properties. The kaolinite-nickel-oxide composites were synthesised via the combination of chemical precipitation and heat treatment. The conditions of  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  precursor preparation was studied. The temperature of the chemical precipitation determines which polymorph of  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  will be synthesised in a higher percentage. The preparation was successful in both cases (room temperature,  $90^\circ\text{C}$ ), but we have to take into account the future use thus the  $90^\circ\text{C}$  synthesis is more favourable. The composition of the precursor and the kaolin support was studied by powder X-ray diffraction (XRD), while their structure was studied by Fourier-Transformed Infrared Spectroscopy (FTIR-ATR). The thermal stability and the heat treatment temperature was determined by Thermal Analysis (TG/DTG). Based on the results, the optimal conditions was selected and had been used to synthesise kaolinite composites with various NiO content (5-30 m/m%). Identification of the prepared NiO phase and structural changes was followed by XRD and FTIR-ATR techniques. The morphology and the composition of the synthetic NiO and a kaolinite-nickel-oxide composite was investigated by Transmission Electron Microscopy (TEM) and Energy Dispersive X-ray analysis (TEM-EDX). The NiO content of the prepared composites was determined by Thermal Analysis. The photochemical activity of the samples was probed by the removal of an oxalic acid test compounds upon UV irradiation in liquid phase.

The work was supported by the ÚNKP-20-4 New National Excellence Program of the Ministry for Innovation and Technology from the source of the National Research, Development and Innovation Fund (Balázs Zsirka).

---

# Kozmetikai alapanyagok fermentációs előállítása

## *Cosmeceutical ingredients production via fermentation*

**Tóth Pál, Dr. Németh Áron István**

*Budapesti Műszaki és Gazdaság Tudományi Egyetem  
Vegyész és Biomérnöki Kar Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék  
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.*

---

### **Összefoglaló**

A kozmetikumok használata 7000 évre nyúlik vissza. Ókori Egyiptomban, majd a Római Birodalomban is használtak már kozmetikumokat, például egyes legendák szerint Kleopátra kecsketejben fürdött, hogy megőrizze bőrének fiatalosságát.[2] Később az angol királyi udvarban is népszerűvé vált a tejfürdő, Katalin a Tudor-ház utolsó királynője, majd később I. Erzsébet is rendszeresen tejfürdőt használt szépségének megőrzése érdekében. A mai modern világban újra előtérbe kerültek a természetes alapanyagok használata a kozmetikumokban. Ide tartoznak a különböző fermentumok is, melyek alapját a tejiparban használt törzsek képezik. A laborunk hosszú évek óta foglalkozik tejsav termelő törzsekkel, de eddig nem végeztünk kozmetikai irányú méréseket. Kutatómunkám során hat törzset választottam ki (Lactobacillus Casei, Lactobacillus Reuteri, Lactobacillus Rhamnosus, Lactobacillus Acidophilus, Lactococcus Lactis, Bifidobacter adolescentis), melyeknek filtrátumaival és lizátumaival végeztem bőr hidratációs valamint antioxidáns méréseket. Ezen túlmenően a Hungarikumnak minősülő alginit ásvánnyal is készítettem fermentleveket, melyeknek szintén vizsgáltam a hidratációs hatását bőrön. Továbbá vizsgáltam az alginit a fermentációkra gyakorolt hatását is. A kapott eredmények hozzájárulnak, ahhoz, hogy a jövőben még több fenntarthatóbb, jobb hatásfokú kozmetikai alapanyagok széleskörben legyenek elterjedve.

---

### **Summary**

The use of cosmetics dates back 7,000 years. Cosmetics were used in ancient Egypt and later in the Roman Empire; for example, according to some legends, Cleopatra bathed in goat's milk to preserve the youthfulness of her skin. [2] Later, the milk bath became popular in the English royal court, Catherine was the last queen of the Tudor house, and later Elizabeth I, the queen of England regularly used a milk bath to preserve her beauty. In today's modern world, the use of natural ingredients in cosmetics has come to the fore again. Also included are various enzymes based on strains used in the dairy industry. Our laboratory has been dealing with lactic acid producers for many years, but so far, we have not performed any measurements in the cosmetic direction. In my research, I selected six strains (Lactobacillus Casei, Lactobacillus Reuteri, Lactobacillus Rhamnosus, Lactobacillus Acidophilus, Lactococcus Lactis measurement, Bifidobacter adolescents). In addition, I also made fermentation broths for the Hungaricum with an actual alginite mineral, the hydration effect of which was also examined on the skin. I also investigated the impact of alginite on fermentation. The results will be obtained so that even more sustainable, more efficient cosmetic ingredients will be widely available in the future.

---

# **Analysis of recycling conservational pathways in natural and human built processes**

*Természetes és ember alkotta folyamat struktúrák  
recirkulációs megmaradási útvonalainak elemzése*

**Varga Mónika**

*Hungarian University of Agriculture and Life Sciences  
1 Páter Károly, Gödöllő, 2100, Hungary*

---

## **Summary**

Natural process systems are more sustainable and resilient, than the recently constructed complex mankind-built ones, obviously. One of the reasons of this significant difference comes from the nature organized recycling of the underlying building elements. This presentation focuses on the complete transferring and cyclic pathways in the net structure of process systems. Starting from the analysis of these holistic properties in simplified cellular biosystem examples (chloroplast and mitochondria), some characteristic features are derived for the nature embedded solutions of local and global conservation, in sense of the model specific conservation laws. Next, the appearance of these features is illustrated by the simplified structure of well-known hydrogen energy production systems. Afterwards the conscious application of the same principles is discussed for the simplified structure of rare element recycling process system for electronical waste. Finally, the automatic generation of dynamic simulation models from the process net structures is demonstrated with a previously studied recycling aquaculture process.

## **Összefoglaló**

A természetes folyamat rendszerek nyilvánvalóan fenntarthatóbbak és ellenállóképesebbek, mint azok a rendszerek, amelyeket az emberiség saját szükségleteinek ellátására alakított ki. Ennek a jelentős eltérésnek az egyik oka az, hogy a természetes rendszerekben az építőelemek újrahasznosítása jobban megszervezett. Az előadás a folyamatok struktúráját leíró hálók teljes átvezető útjainak és köreinek vizsgálatát mutatja be. Először sejtbiológiai példák (kloroplaszt és mitokondrium) egyszerűsített folyamat struktúráiban elemezzük ezeket a holisztikus jellemzőket. Ennek alapján tipikus elvek körvonalazhatók azokról a természetes folyamatokba kódolt megoldásokról, amelyek biztosítják a lokális és globális megmaradásokat (a modell-specifikus megmaradási törvények szellemében). Ennek ismeretében illusztráljuk, hogy miként jelennek meg ezek az elvek egyes jól ismert hidrogén alapú energia termelő rendszerek egyszerűsített struktúrájában. Ezt követően azt vizsgáljuk, hogyan lehetne tudatosan alkalmazni ezeket az elveket elektronikus hulladékokból ritka elemeket recikláló körfolyamatok megszervezésénél. Végül egy korábban vizsgált akvakultúra körfolyamat példáján megmutatjuk, hogy az előzőek szerinti háló struktúrákból kiindulva hogyan generálhatók a körfolyamatok dinamikus szimulációs modelljei.

---

# Illóolajok hatása politejsav szemcsehalmozatok illóolaj adszorpciós tulajdonságaira

*Effect of essential oils on polylactic acid microparticles adsorption properties*

**Virág Lilla, Dr. Bocsi Róbert, Dr. Pethő Dóra**

*Pannon Egyetem*

*8200, Veszprém, Egyetem utca 10.*

---

## Összefoglaló

A biológiailag lebomló polimerek szerepe az iparban folyamatosan növekszik. Kedvező tulajdonságaik következtében alkalmasak lehetnek a kőolaj-alapú polimerek helyettesítésére. A biológiailag lebomló polimerek csoportjába sorolható a politejsav (*PLA*), melyet széles körben alkalmaznak, mint orvostechnikai eszközök, implantátumok, csomagoló fóliák, szálak és szövetek. Alkalmazási területeit egyes tulajdonságai, mint például kis mechanikai szilárdsága korlátozzák.

Az illóolajok a *PLA*-nak egyrészt antimikrobiális tulajdonságokat kölcsönöznek, emellett lágyítják a polimert. Lágyító tulajdonságuk végett, megváltoztatja a polimer szerkezeti és mechanikai tulajdonságait, melynek következtében változtatja a polimer oldószer adszorpcióját.

A kísérlet sorozat annak vizsgálatára irányult, hogy a különböző illóolajok, hogyan befolyásolják *PLA* mikroszemcsék illóolaj adszorpciós képességét illetve, hogy az illóolaj felvétel milyen kapcsolatban van az illóolajok oldhatósági paraméterével. Három féle illóolaj oldatával végeztük el a kísérletet, két különböző oldószer alkalmazása mellett. A vizsgálathoz két különböző oldószerrel előállított *PLA* mikroszemcse halmazt alkalmaztunk, három szemcseméret mellett.

Illóolaj jelenlétében a két különböző oldószer alkalmazásával készített *PLA* mikroszemcse halmazok eltérő adszorpciós tulajdonságokat mutattak. Diklórmetán oldószerrel készített szemcsék fajlagos illóolaj felvétele nagyobb volt (0,8-3,4 mg *EO/g PLA*), mint a kloroformmal készített szemcsehalmozatoké (0,6-1,6 mg *EO/g PLA*). Az oldószerfelvétel nem változott jelentősen (~60%) sem az oldószer típusának, sem a *PLA* szemcseméretének a függvényében. Az illóolaj oldhatósága befolyásolja a fajlagos illóolaj felvételt. A Hansen féle oldhatósági paraméter 3 paramétere közül az illóolaj polaritása a meghatározóbb az adszorpcióra nézve.

kulcsszavak: politejsav, oldhatóság, Hansen féle oldhatósági paraméter, illóolaj adszorpció

---

## Summary

The importance of biodegradable polymers are continuously growing in industry. They are good choices to replace fossil-based polymers for packaging and medical applications. Polylactic acid (*PLA*) is one of them that is extensively used for applications in medical devices, medical implants, fibers of packaging containers, textiles. Its fields of application are limited by certain properties, such as the low mechanical strength of the polymer. Essential oils provide the *PLA* with antimicrobial properties and they act as a plasticizer. Due to their plasticizing properties, it alters the structural and mechanical properties of the polymer, as a result it changes the polylactic acid solvent sorption properties.

In our work we investigated how different essential oils effect the absorption capacity of the *PLA* microparticles and how it is related to the solubility parameter of essential oils. The experiment was performed with three different essential oil solutions, using two different solvents. We used two sets of *PLA* microparticles prepared with different solvents, in three different particle sizes.

In the presence of essential oil, the *PLA* microparticles showed different adsorption properties depending on the solvent used for the production. The particles prepared with dichloromethane solvent had a higher specific essential oil uptake (between 0,8-3,4 mg *EO/g PLA*) than granules prepared with chloroform (between 0,6-1,6 mg *EO/g PLA*). The solvent uptake did not change significantly (~60%) depending on either the solvent type or the *PLA* particle size. The solubility of the essential oil affects the specific essential oil uptake. Among the components of the Hansen's solubility parameter, the polarity of essential oil is more determiner for adsorption

keywords: polylactic acid, solubility, Hansen's solubility parameter, essential oil adsorption

---

# **Separation of dissolved gases from aqueous anaerobic effluents using gas-liquid membrane contactors**

**Merve Visnyei, Péter Bakonyi, Nándor Nemestóthy, Katalin Bélafi-Bakó**

*University of Pannonia, Research Group on Bioengineering, Membrane Technology and  
Energetics, H-8200 Veszprém, Egyetem u. 10*

---

## ***Summary***

Anaerobic digestion of wastewater is a commonly used technology to produce biogas by converting organic waste into well-stabilized sludge. Since the process is operated in a completely closed environment, it is crucial that the dissolved gases in the produced effluent are in equilibrium with the biogas in the headspace, which results in a significant quantity of dissolved methane and dissolved carbon dioxide being lost in the effluent solution. The recovery of dissolved methane is thus critical in ensuring increased anaerobic energy production while minimizing greenhouse gas environmental impacts. In this research work, synthetic effluents were prepared by purging methane/carbon dioxide into deionized water. A membrane contactor was employed as mass transfer equipment for the recovery rates of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> gases dissolved in synthetic effluents by applying a nonporous hollow-fiber membrane. The effect of sweep gas flow rate on the removal efficiency was also investigated. Results showed that the recovery rate of CH<sub>4</sub> was slightly affected by increasing the sweep gas flow rate, while the recovery rate of CO<sub>2</sub> was enhanced considerably.

---

# **Biomasszák degradációjának kinetikai vizsgálata TGA-FTIR módszerrel**

*Investigation of biomass degradation by TGA-FTIR method*

**Zsinka Viktória, Miskolczi Norbert**

*Pannon Egyetem, Bio-, Környezet- és Vegyészmérnöki Kutató-Fejlesztő Központ, MOL*

*Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék*

*8200, Veszprém, Egyetem utca 10.*

---

## **Összefoglaló**

A munkánk során különböző eredetű biomasszák hőbomlási jellemzőit, illetve kinetikai együtthatóit vizsgáltuk TGA-FTIR berendezés segítségével 20 ml/perc nitrogénáram alkalmazásával, 20 és 800°C hőmérséklet-tartományban 5, 20 és 50°C/perc felfűtési sebességgel. A kapott eredmények alapján meghatároztuk a TG és a DTG görbéket, illetve a hőbomlási folyamatok aktiválási energiáit, a pre-exponenciális tényezőit, a termodinamikai jellemzőket, valamint a komprehenzív pirolízis indexet. A kinetikai paraméterek meghatározása során a következő modellmentes módszereket alkalmaztuk: Kissinger, Kissinger-Akahira-Sunose (KAS), Ozawa-Flynn-Wall (OFW), Friedman, Coast-Redfern, illetve az osztott aktiválási energia (DAEM). A felsorolt módszerek közül a KAS, az OFW, valamint a Friedman módszer esetében különböző konverzió értékeknél meghatároztuk a főbb kinetikai, valamint a termodinamikai paramétereket (entalpiaváltozás, Gibbs szabadenergia, entrópia változás). A hőbomlás vizsgálatát követően a keletkezett gázokat, illetve azok intenzitását vizsgáltuk az idő és a hőmérséklet függvényében. Általánosan elmondható, hogy az alkalmazott alapanyagok több lépcsőben bomlottak lignocellulóz és nedvességtartalmuk miatt, valamint a keletkezett gáztermékek nagy mennyiségben tartalmaztak hidrogént, szén-monoxidot, szén-dioxidot és metánt.

---

## **Summary**

In this work, the change in thermal degradation and in kinetic parameters of biomass of different origins was investigated using TGA-FTIR. During the measurements 20 ml/min nitrogen flow was and 5, 20, 50 °C/min heating rate were utilized between 20-800°C temperature range. Based on the results the TG and DTG curve was determined, as well as the activation energy, the pre-exponential factor of the thermal degradation, the thermodynamic parameters and the comprehensive pyrolysis index. Throughout the identification of kinetics the following model-free methods were used Kissinger-Akahira-Sunose (KAS), Ozawa-Flynn-Wall (OFW), Friedman, Coast-Redfern, and the distributed activation energy (DAEM). Besides, in case of KAS, OFW and Friedman methods the activation energy, the pre-exponential factor and the thermodynamic parameters (change in enthalpy, Gibbs free energy, change in entropy) were determined at different conversion values. Afterward, the arisen gases and their intensity from the thermal degradation were investigated in the function of time and temperature. Generally, it can be noted that the used raw materials were degraded in more steps owing to their lignocellulosic character and moistures content, besides, the obtained gas was mostly contained hydrogen, carbon monoxide, carbon dioxide and methane.

---

# **Agyagásvány alapú kompozit fotokatalizátorok fejlesztése: a hőkezelés és fém-oxidok hatása**

*Development of clay-based photocatalysts: effect of heat-treatment and metal-oxides*

**Zsirka Balázs\*, Vágvölgyi Veronika, Horváth Erzsébet, Kristóf János**

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Természettudományi Központ, Analitikai Kémia*

*Kutatócsoport*

*H-8200 Veszprém Egyetem u. 10.*

---

## **Összefoglaló/ Summary**

Kaolinite, and its hydrated polymorph, halloysite, are natural 1:1 type, layered phylloaluminosilicates. Environmental technologies, especially water and air quality protection require the use of robust, cheap and environmental-friendly adsorbents and catalysts. Easily accessible clay minerals offer a wide range of applications due to their diverse structure, surface properties, modifiability, and environmental friendliness. The use of clay minerals in environmental remediation is very promising. Photocatalytic activity of natural clays are reported, however their efficiency can be significantly enhanced by controlling the composition, morphology, surface defect sites or by artificial addition of photocatalytically active transition metal oxides. Clay-based nanocomposites with enhanced photoactivity can be prepared by this latter method, however the synthesis conditions can significantly influence their properties.

The synthesis and structural elucidation of various halloysite- and kaolinite-based nanocomposites is presented in our work. Synthesis method and precursors were chosen to minimize formation of toxic pollutants and offer a clean, direct way to composite preparation. Composites were prepared by sol-gel/chemical precipitation followed by heat treatment. Since heat-treatment is a frequently applied, key step in nanocomposite preparation, and elevated temperatures can cause structural alteration in the phylloaluminosilicate structure, the effect of heat-treatment at various temperatures and time intervals were investigated. The thermal behaviour of the prepared samples were followed by thermal analysis (TG/DTG), while the structural changes were investigated by means of X-ray diffraction (XRD), infrared spectroscopy (FTIR-ATR), electron microscopy (TEM) and <sup>27</sup>Al-MAS NMR. Halloysite nanocomposites were prepared by the surface deposition of transition-metal oxides (TiO<sub>2</sub>, ZnO, NiO). Clay-based nanocomposites were prepared and their successful synthesis was verified by XRD and Raman spectroscopy. The specific surface area and pore volume of the samples were determined by nitrogen adsorption (BET/BJH). Nanocomposite morphology were investigated by TEM-EDX. Optical band gaps indicating the required energy for the excitation were determined by the Tauc method from the results of UV-Vis-DRIFT measurements. The photocatalytic activity of samples were investigated by the aqueous phase decomposition of various compounds (oxalic acid, 4-nitrophenol) upon 365nm UV irradiation. It was found that the controlled structural defect sites in the phylloaluminosilicate structure along with the presence of transition-metal oxides significantly enhanced the photocatalytic activity.

The work was supported by the ÚNKP-20-4 New National Excellence Program of the Ministry for Innovation and Technology from the source of the National Research, Development and Innovation Fund (Balázs Zsirka).

---