

## RAPORT STIINTIFIC SI TEHNIC

Program 2: Cresterea competitivitatii economiei romanesti prin cercetare, dezvoltare si inovare  
Subprogramul 2.1. Competitivitate prin cercetare, dezvoltare si inovare  
Tip proiect: Proiect experimental – demonstrativ – PED

**Denumirea proiectului:** O noua tehnologie „verde” pentru tratarea avansata a apei  
bazata pe membrane de polisulfone functionalizate/lichide ionice

**Contract nr:** 310PED/2020

**Cod proiect:** PN-III-P2-2.1-PED-2019-3013

**Acronim proiect:** GreenTechMembr

**Coordonator:** Institutul de Chimie Macromoleculara „Petru Poni”, Iasi

**Partener:** Universitatea Politehnica Timisoara

**Director de proiect:** dr. Anca Filimon

**Etapa 2 (2021) - Optimizarea proprietatilor membranelor polisulfonice functionalizate cu lichide ionice si a conditiilor de aplicare a acestora in procese de microfiltrare utilizand unitatea de tratare (MTU) cu demonstratorul experimental (SLMs, PIMs) integrat**

**Perioada de raportare:** ianuarie – decembrie 2021

### I. Rezumatul etapei

**Obiectivul general al proiectului GreenTechMembr** vizeaza dezvoltarea unei noi tehnologii pentru tratarea apei, (TRL4) prin integrarea unui demonstrator experimental pentru utilizarea acesteia intr-un proces tehnologic de microfiltrare (TRL3), plecand de la un model conceptual de nivel TRL2. In acest sens, in conformitate cu planul de realizare stabilit, **in anul 2021** s-au inceput cercetarile privind optimizarea proprietatilor membranelor polisulfonice functionalizate cu lichide ionice (PSFQ/IL) care vor fi integrate si utilizate ca medii de separe intr-o unitate de tratare a apei cu membrane (MTU). Pentru realizarea acestui obiectiv, **Etapa 2** a avut la baza urmatoarele activitati:

*Activitatea 2.1 - Proiectarea si realizarea de membrane fibroase PIMs*

*Activitatea 2.2 - Optimizarea parametrilor de suprafata functie de compozitia membranelor in vederea aplicarii lor in  
MTU*

*Activitatea 2.3 - Testarea membranelor ca biocid si stabilirea mecanismului de inhibare fata de diferitelor tipuri de  
bacterii*

*Activitatea 2.4 - Optimizarea parametrilor de functionare a unitati de tratare (MTU) in functie de compozitia  
membranelor obtinute (demonstratorul experimental (SLMs, PIMs))*

*Activitatea 2.5 - Punerea in functiune a instalatiei tehnologice propuse pentru tratarea apei*

*Activitatea 2.6 - Caracterizarea morfologica si structurala a membranelor dupa utilizare in MTU*

*Activitatea 2.7 - Diseminarea rezultatelor*

In cadrul **activitatii 2.1 de tip dezvoltare experimentală**, s-au obtinut materiale fibroase prin electrofilarea solutiilor formate din polisulfona modificata chimic cu grupe cuaternare de amoniu (PSFQ) si diverse lichide ionice (clorura de trihexil tetradecil fosfoniu (Cyphos IL-101) si clorura de metil trialchil amoniu (Aliquat 336)). Pentru obtinerea cu succes a materialelor fibroase care modeleaza proprietatile membranelor, studiul reologic a permis controlul si optimizarea parametrilor solutiei in corelatie cu parametrii de functionare a aparatului si parametrii de mediu (temperatura, umiditatea).

Prin urmare, a fost selectata concentratia de 25 g/dL pentru a obtine fibre cu dimensiuni in intervalul submicronic.

Dezvoltarea de noi suprafete cu o gama de structuri si caracteristici imbunatatite a reprezentat scopul cercetarilor efectuate in **activitatea 2.2 de tip dezvoltare experimentală**. In vederea realizarii membranelor performante cu aplicabilitate in tratarea apei, controlul si stabilirea echilibrului hidrofob/hidrofil, morfologia suprafetei si efectul de permeabilitate sunt proprietati necesare care ofera informatii importante despre materiale membranare obtinute. In acest scop, au fost evaluate proprietatile de suprafata prin masurarea unghiului de contact. Morfologia, dictata de rugozitate, proprietatile locale de suprafata si existenta formatiunilor poroase, a fost investigata prin tehnica microscopiei de forta atomica. Pe de alta parte, ca o incercare initiala in evaluarea performantei membranelor obtinute in aplicatii practice, in procesele tehnologice de tratare a apelor, a fost determinata capacitatea de sorbtie a vaporilor de apa pentru membranele polisulfonice functionalizate cu lichide ionice, in regim dinamic, din izotermele de sorbtie, utilizand tehnica DVS (Sorbția Dinamica a Vaporilor). Astfel, prin metodologia propusa au fost analizate, evaluate si selectate membranele care au prezentat caracteristici si performante imbunatatite pentru scopul propus.

**Activitatea 2.3 de tip dezvoltare experimentală**, a permis, prin rezultatele obtinute privind activitatea antimicrobiana, stabilirea potentialului materialelor obtinute de a actiona ca agenti antimicrobieni impotriva diferitelor tipuri de bacterii Gram-pozitive, Gram-negative (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*) si fungi (*Candida albicans*) pentru sterilizarea apei. Sensibilitatea celor trei microorganisme fata de sistemele analizate (PSFQ, PSFQ/Aliquat 336 si PSFQ/Cyphos IL-101) a fost observata in urma aparitiei zonelor de inhibitie.

In cadrul **activitatilor 2.4 si 2.5 de tip dezvoltare experimentală**, s-au optimizat parametrii de functionare a unitatii de tratare MTU utilizand membranele obtinute din sistemele formate din PSFQ si diverse lichide ionice la tratarea apelor cu continut de  $Cd^{2+}$  si s-a determinat performanta componentei integrate PIM, SLM in tratarea apelor cu continut de diclofenac (DCF). In acest context, s-a constatat ca este necesar un timp de contact cat mai mare intre membrana si apa ce urmeaza a fi tratata. Astfel, pentru realizarea acestui lucru si obtinerea unui grad inalt de eliminare a poluantilor din ape se recomanda recircularea permeatului in mai multe cicluri de tratare. In plus, prezenta lichidului ionic duce la o imbunatatire semnificativa a performantelor de filtrare a membranelor studiate, eficienta lor crescand cu cresterea continutului de lichid ionic din structura membranei. Membranele polisulfonice functionalizate cu lichide ionice pe baza de amoniu (PSFQ/Aliquat 336) au dezvoltat o performanta mai mare decat membranele polisulfonice functionalizate cu lichide ionice pe baza de fosfoniu (PSFQ/Cyphos IL-101), asa cum s-a demonstrat si din studiile realizate in **activitatile 2.2 si 2.3**.

Studiile efectuate in cadrul **activitatii 2.6**, studii ce vor fi continuate si in etapa urmatoare (**Etapa 3/2022**), au evidentiat impactul substantial pe care il au lichidele ionice asupra morfologiei suprafetei. Aceasta nu se modifica dupa utilizarea membranelor in procesele de tratare a apelor prin filtrare, iar eficienta lor se mentine constanta pentru 4 cicluri de filtrare/spalare.

La **activitatea 2.7 de tip suport** au participat toti membrii consorțiului. Au fost elaborate **2 lucrari stiintifice ISI (1 acceptata/publicata si 1 trimisa spre publicare)**, **7 lucrari sustinute** in cadrul unor conferinte nationale/internationale, **1 capitol carte** (trimis spre publicare – Ed. Wiley) si **1 cerere brevet**. De asemenea, au fost elaborate/coordonate **2 lucrari: licenta si disertatie**. Pentru promovarea proiectului si diseminarea rezultatelor acestuia au fost sustinute (de catre coordonator CO (ICMPP) si partenerul P1 (UPT)) **2 prezentari** in cadrul unor evenimente in domeniul temei proiectului **care au fost premiate** (rezultate vizibile pe pagina web a **proiectului GreenTechMembr** <https://icmpp.ro/greentechmembr/>).

### Lucrari ISI:

1. Processing of quaternized polysulfones solutions as tool in design of electrospun nanofibers: Microstructural characteristics and antimicrobial activity, A. Filimon, N.Olaru, F. Doroftei, A. Coroaba, S. Dunca, Journal of Molecular Liquids, 330, 115664 (2021)
2. New insights on solvent implications in the design of materials based on cellulose derivatives using experimental and theoretical approaches, A. Filimon, M.D. Onofrei, Materials, 14, 6627 (2021)
3. Green blends based on ionic liquids with improved performance for membrane technology: Perspectives for environmental applications, A. Filimon, L. Lupa, A.M. Dobos, O. Dumbrava, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects (trimisa spre publicare, 2021).

### Capitol carte:

1. Processing of biocomposites materials for membranes applications in water treatment, A.M. Dobos, A. Bargan, L. Lupa, A. Filimon, in: Handbook of Bioplastics and Biocomposites Engineering Applications, Wiley-Scrivener Publisher (trimis spre publicare 2021).

### Manifestari stiintifice nationale/internationale:

1. Tratarea avansata a apei bazata pe membrane de polisulfone functionalizate/lichide ionice, T. Novacut, S.N. Tolea, L. Lupa, A. Filimon; Apa - Esenta vietii, Apa pretuita in centrul vietii imbunatatite, AquaSensTim 2021, Timisoara, Romania, 22 martie 2021 (**comunicare orală**)
2. Utilizarea membranelor pe bază de lichide ionice în procesul de îndepărtare a ionilor de  $Cd^{2+}$  din soluții apoase, T. Novacut, L. Lupa, A. Filimon; Simpozionul Științific Studentesc Al Facultății De Chimie Industrială Și Ingineria Mediului, Timisoara, 15 iunie 2021 (**poster**)
3. Tratarea apelor cu conținut de diclofenac prin separare membranară, A. Gosa, L. Lupa, A. Filimon; Simpozionul Științific Studentesc Al Facultății De Chimie Industrială Și Ingineria Mediului, Timisoara, 15 iunie 2021 (**comunicare orală**)
4. New “green” technology for advanced water treatment based on functionalized polysulfones/ionic liquids membranes (GreenTechMembr), A. Filimon, L. Lupa; The 25th International Exhibition of Inventions “INVENTICA 2021”, Iași, Romania, 23-25 iunie 2021 (**poster**)
5. Applying of modified materials with ionic liquids in advanced water treatment technologies, L. Lupa, L. Coheci, R. Lazau, A. Filimon, P. Negrea; International Meet & Expo on Materials Science and Nanomaterials (MATERIALSMEET2021), Valencia, Spain, 11-13 octombrie 2021 (**comunicare orală**)
6. Ionic liquids-based polysulfone membranes for cadmium removal from aqueous solutions, L. Lupa, S.N. Tolea, O. Dumbrava, A. Filimon; 11th International Conference on Environmental Engineering and Management, Environmental Engineering for a Clean and Healthy Planet, Muttenz, Switzerland, 8-10 septembrie 2021 (**comunicare orală**)
7. Performance of quaternized polysulfone membranes in environmental applications dictated by the ionic liquid nature, A. Filimon, O. Dumbrava, A.M. Dobos, M.D. Onofrei; International Scientific Events: Materials, Methods & Technologies, Burgas, Bulgaria, 19-22 august 2021 (**comunicare orală**)

### Prezentare proiect:

1. A. Filimon, Lavinia Lupa; New “green” technology for advanced water treatment based

on functionalized polysulfones/ionic liquids membranes (GreenTechMembr); The 25th International Exhibition of Inventions “INVENTICA 2021”, Iași, Romania, 23-25 iunie 2021

2. T. Novacut, S.N. Tolea, L. Lupa, A. Filimon; Tratarea avansata a apei bazata pe membrane de polisulfone functionalizate/lichide ionice, Apa - Esenta vietii, AquaSensTim – 2021, Timisoara, Romania, 22 martie 2021

#### **Cerere brevet:**

1. Sistem de testare a membranelor functionalizate la tratarea apelor  
L. Lupa, P. Negrea, L. Coheci, A. Filimon  
Cerere de brevet de inventie, nr. 24576/26.11.2021

#### **Premii:**

1. A. Filimon, L. Lupa; New “green” technology for advanced water treatment based on Functionalized polysulfones/ionic liquids membranes (GreenTechMembr); The 25th International Exhibition of Inventions “INVENTICA 2021”, Iași, Romania, 23-25 iunie 2021 (**Diploma excelenta, Medalie de Argint**)
2. T. Novacut, S.N. Tolea, L. Lupa, A. Filimon; Tratarea avansata a apei bazata pe membrane de polisulfone functionalizate/lichide ionice; Apa - Esenta vietii, AquaSensTim – 2021, Timisoara, Romania, 22 martie 2021 (**Mentiune**)

#### **Alte rezultate:**

1. **Lucrare de licenta:** *Utilizarea membranelor pe bază de lichide ionice în procesul de îndepărtare a ionilor de  $Cd^{2+}$  din soluții apoase*, Tania Novacu  
Coordonator: L. Lupa, A. Filimon
2. **Lucrare de disertatie:** *Tratarea apelor cu conținut de diclofenac prin separare membranară*, student masterand Gosa Adela  
Coordonator: L. Lupa, A. Filimon

**In cadrul proiectului echipa de implementare si-a indeplinit sarcinile, toate activitatile propuse pentru aceasta etapa au fost realizate.**

Director proiect,

dr. Anca Filimon