

Academia
Oamenilor de Știință
din România



Academy
of Romanian
Scientists

PROIECTAREA RAȚIONALĂ DE AMBALAJE BIODEGRADABILE, ANTIMICROBIENE, PE BAZĂ DE CELULOZĂ

Etapa 2 a cercetării –

(perioada 30 IULIE – 5 DECEMBRIE 2024)

Domeniul științific de încadrare: Științe chimice



Director de proiect: Dr. ing. Ludmila MOTELICA

Membru echipă: Dr. ing. Gabriela PETRIȘOR

Cercetare realizată în cadrul proiectului declarat câștigător în
Competiția de proiecte de cercetare a academei oamenilor de știință din România destinată tinerilor cercetători „
AOȘR-teams-III” ediția 2024-2025 „**Transformarea digitală în științe**”

SCOPUL CERCETĂRII

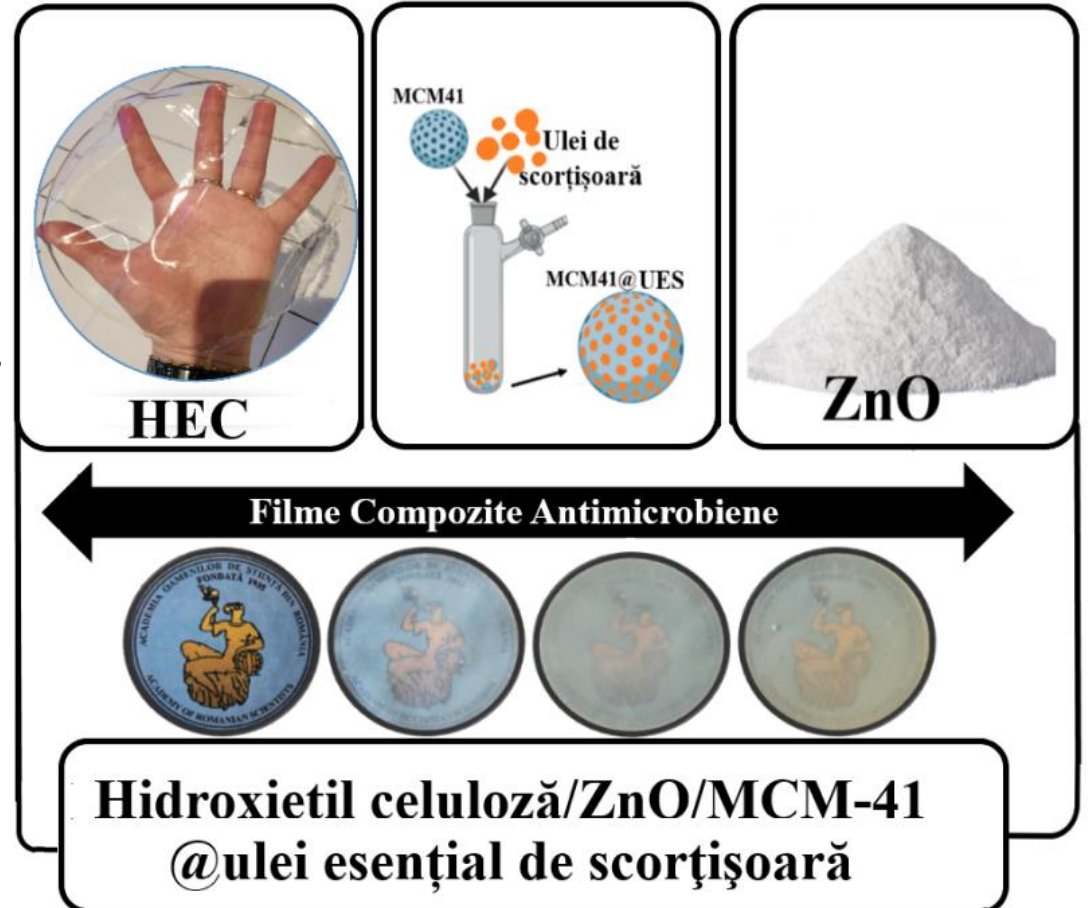
Scopul

Modul de obținere

Analize și rezultate

- ❖ SEM
- ❖ FTIR
- ❖ TG-DSC

- ❖ UV-Vis
- ❖ PL
- ❖ TESTE BIOLOGICE



ACTIVITĂȚI

- ❖ **Activitatea 4.** Obținerea și caracterizarea filmelor compozite pe bază de derivați ai celulozei, cu activitate antimicrobiană.
- ❖ **Activitatea 5.** Determinarea activităților antimicrobiene ale filmelor compozite obținute în A4.

Plan de implementare	Luna																						
	1	2	3	4	Rap1 30 iulie 2024	5	6	7	8	Art 1 ISI Rap2 5 decembrie 2024	9	10	11	12	13	14	Art 2 ISI Rap3	15	16	17	18	19	20
Activitati																							
A1	■	■	■	■		■																	
A2		■	■	■		■																	
A3		■	■	■		■																	
A4						■	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■			
A5							■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■			
A6																		■	■	■	■	■	
A7				■		■	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	



ACTIVITATEA IV -

Obținerea și caracterizarea filmelor compozite pe bază de hidroxietil celuloză cu MCM-41@UES și ZnO

Tabel. Compoziția filmelor pe bază de hidroxietil celuloză

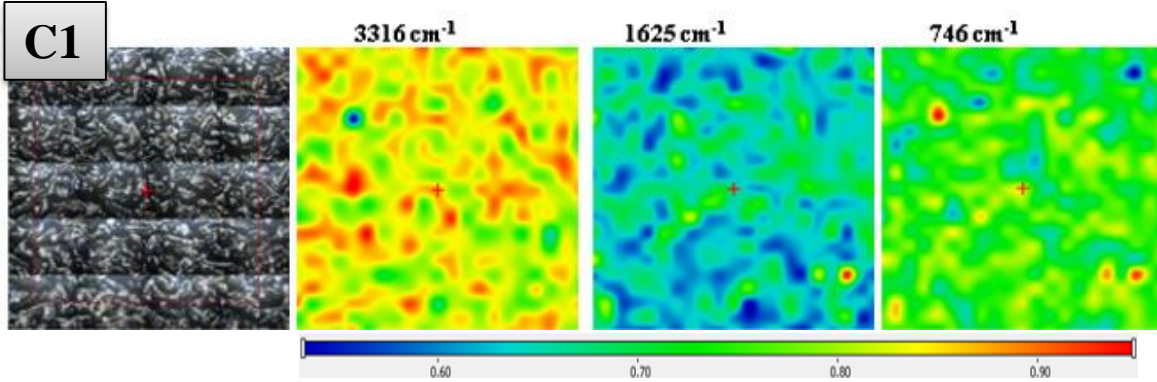
Proba	Hidroxietil celuloza (HEC)	MCM-41	Ulei esential de scortisoara (UES)	ZnO	Glicerina
C1	5 g	-	-	-	2 mL
C2	5 g	0.25 g	1.5 mL	0.25 g	2 mL
C3	5 g	0.25 g	1.5 mL	0.50 g	2 mL
C4	5 g	0.25 g	1.5 mL	0.75 g	2 mL



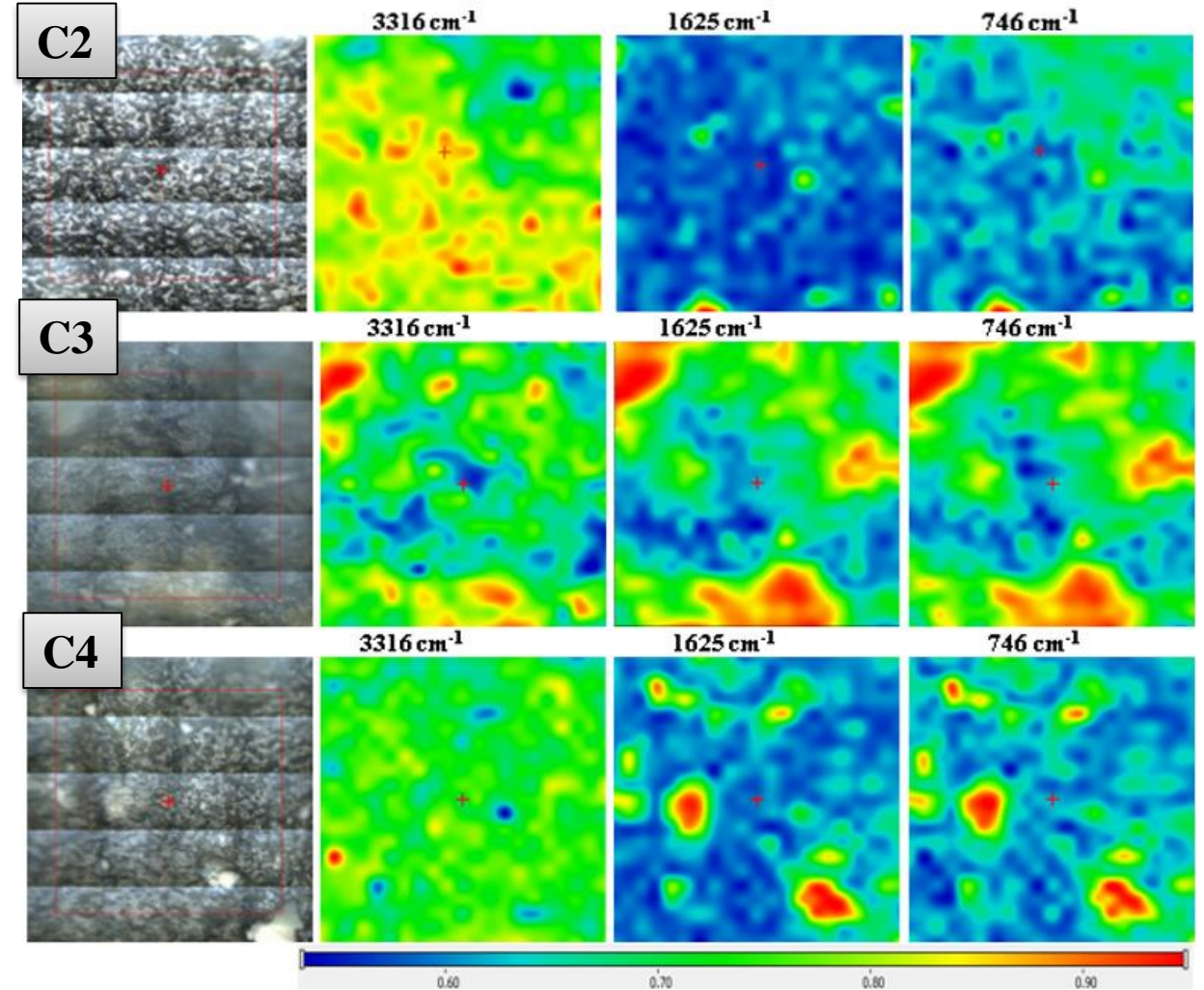
Procesul de obținere a filmelor pe bază de hidroxietil celuloză cu MCM-41@UES și ZnO



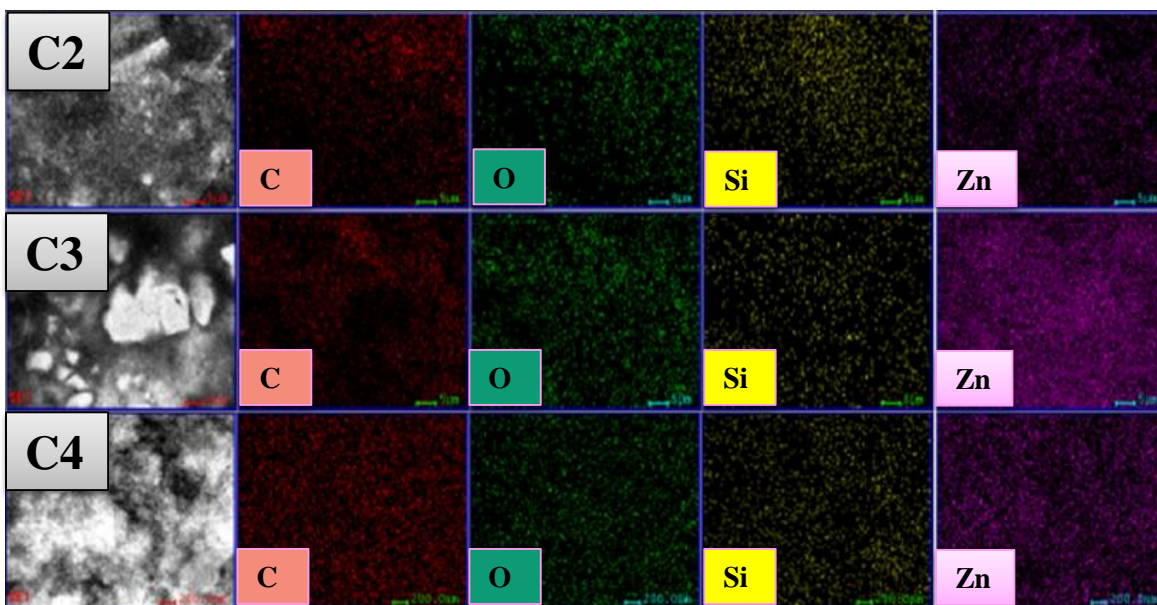
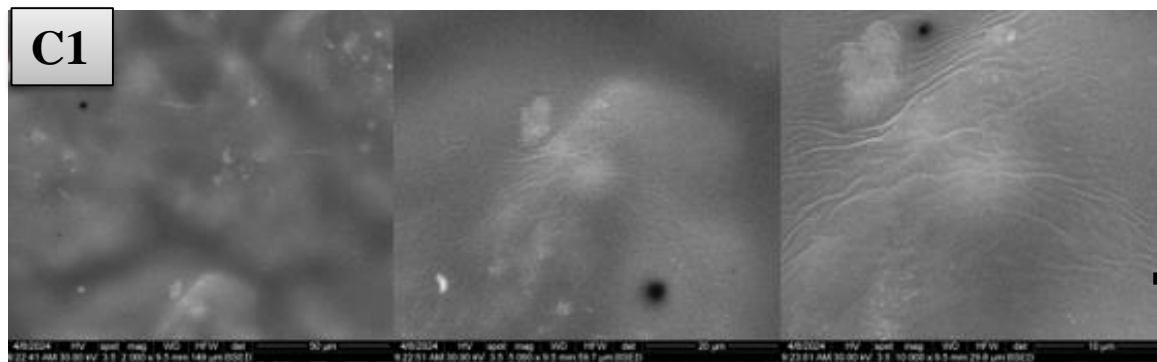
ACTIVITATEA IV - Microscopie FTIR



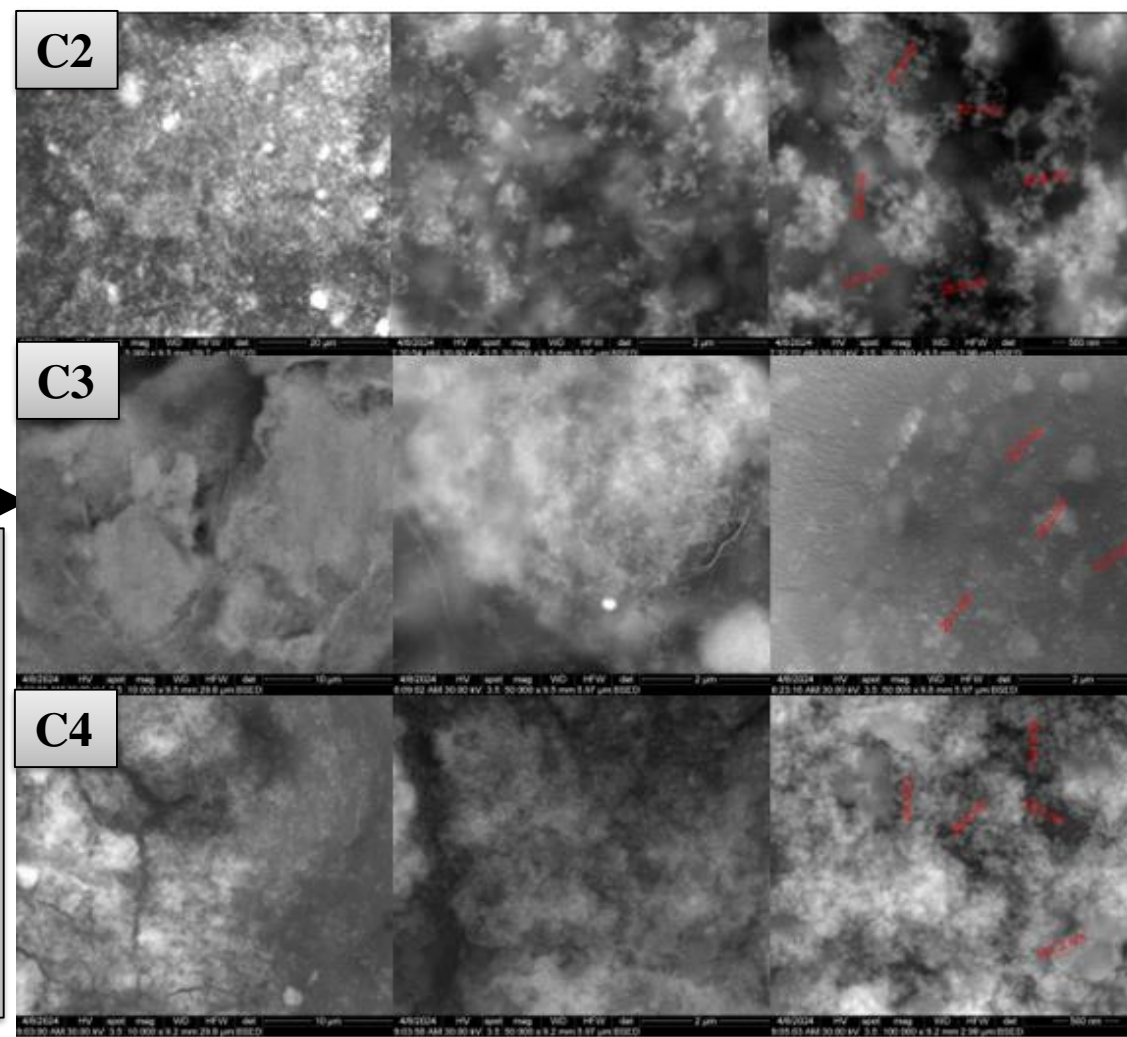
Hărți de microscopie FTIR pentru C1 (HEC) și filme compozite pe bază de HEC și nanoparticule cu UES: C2, C3 și C4 la 3316 cm^{-1} , 1625 cm^{-1} și 746 cm^{-1} ; zonele **roșii** indică o absorbantă mai mare, în timp ce zonele **albastre** corespund unei absorbante mai scăzute.



ACTIVITATEA IV - SEM & EDS



Hărțile elementale EDS pentru filmele compozite pe bază de hidroxietil celuloză C2-C4.

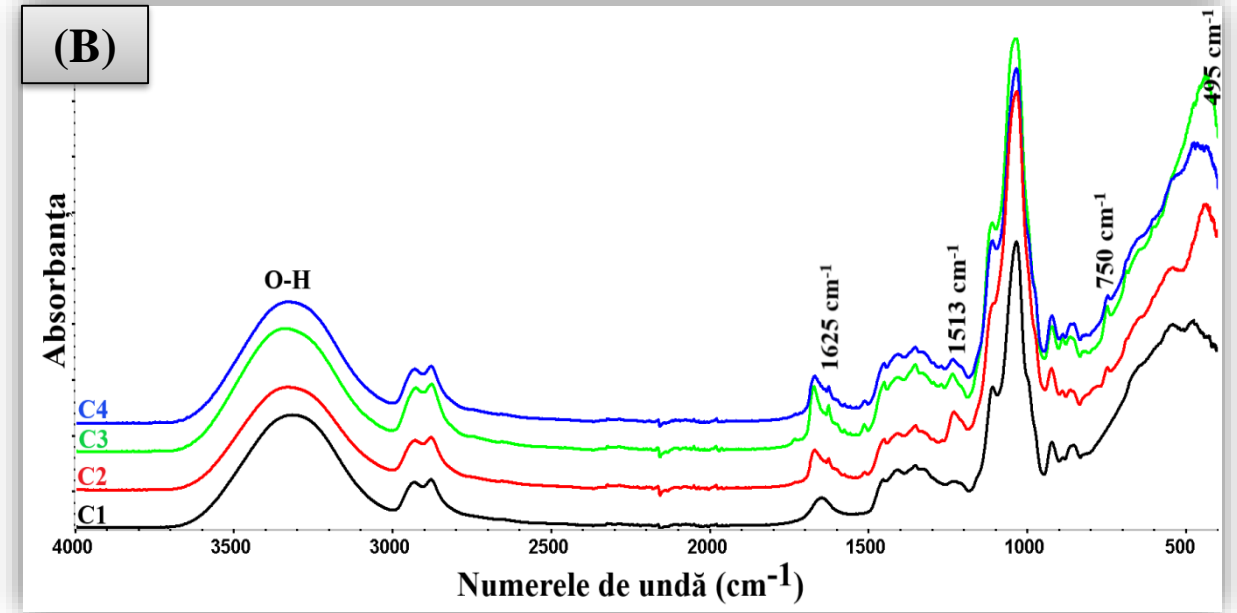
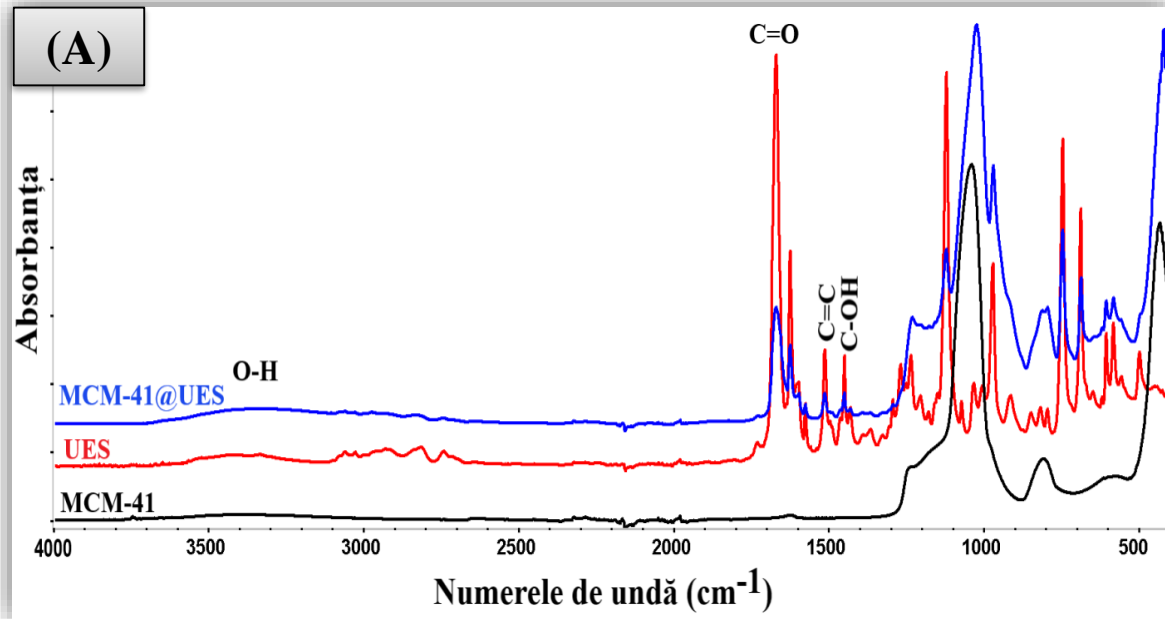


MCM-41@ZnO

Micrografiile SEM pentru C1 (HEC) și filmele compozite pe bază de hidroxietil celuloză C2-C4.



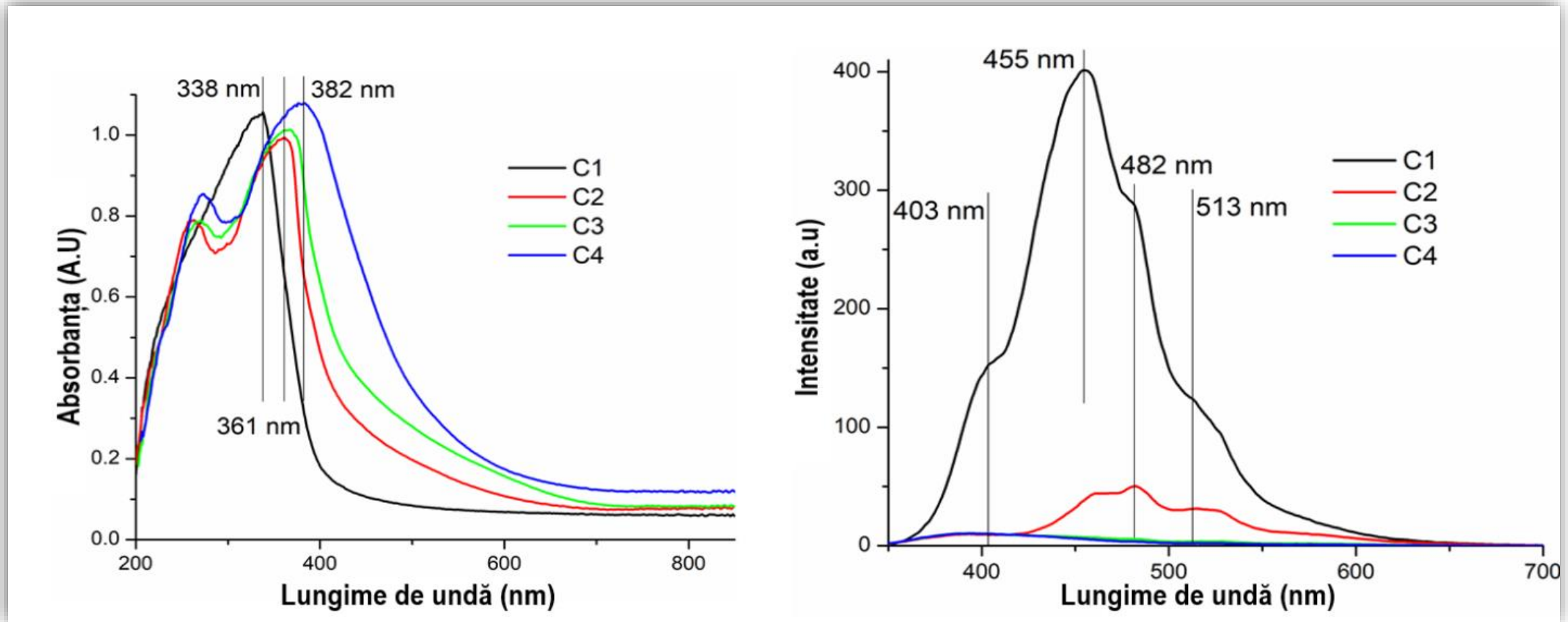
ACTIVITATEA IV - Spectroscopie FTIR



Spectrele FTIR pentru ulei esențial de scorțișoară, MCM-41, MCM-41@UES (A); C1 (HEC) și filme compozite pe bază de HEC C2-C4 (B).



ACTIVITATEA IV - UV-Vis @ PL

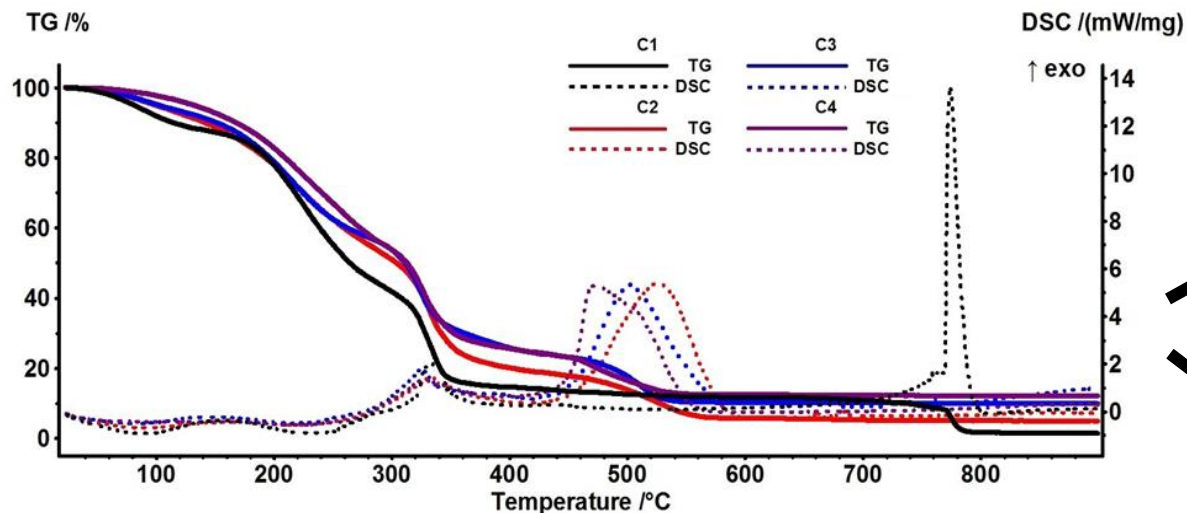


Spectrele UV-Vis pentru C1 (HEC) și filme compozite pe bază de hidroxetil celuloză C2-C4.

Spectrele de fluorescență pentru C1 (HEC) și filmele compozite pe bază de hidroxetil celuloză C2-C4



ACTIVITATEA IV - TG-DSC

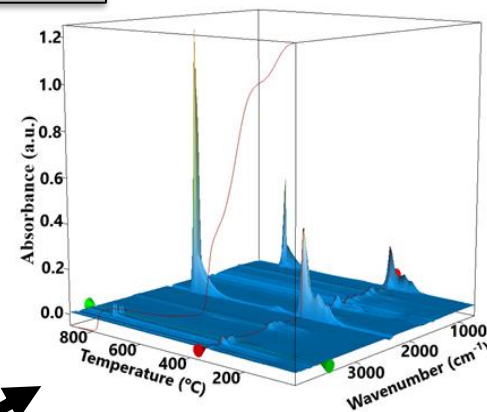


Analiza termică pentru filmele de HEC@MCM-41@UES și ZnNPs

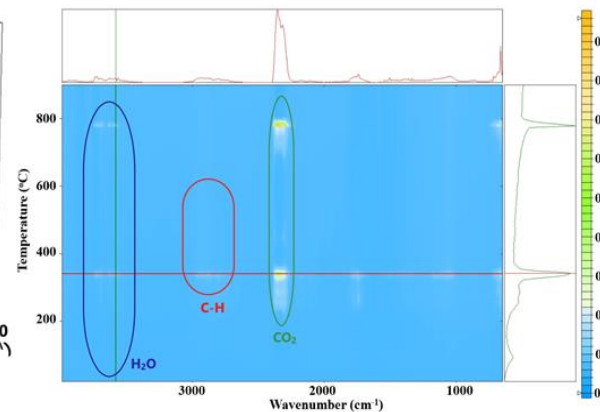
Tabel. Date principale din analiza termică a filmelor compozite HEC/ZnO/MCM-41@UES

PROBA	T5% (°C)	T10% (°C)	T15% (°C)	Pierdere de masă (%) RT-150°C	Efect endo-deshidratare (°C)	Pierdere de masă (%) 150-300°C	Pierdere de masă (%) 300-600°C	Efect Exo (°C)	Masa reziduală
C1	81.6	115.4	173.1	12.62%	88.3	45.54%	30.07%	774.0	1.38%
C2	100.1	141.9	171.3	11.20%	88.3	37.82%	45.34%	525.4	5.03%
C3	101.4	150.7	178.1	9.91%	83.6	36.55%	43.35%	515.1	9.91%
C4	131.4	167.8	191.5	7.27%	93.3	39.03%	41.33%	471.3	12.15%

(C1)

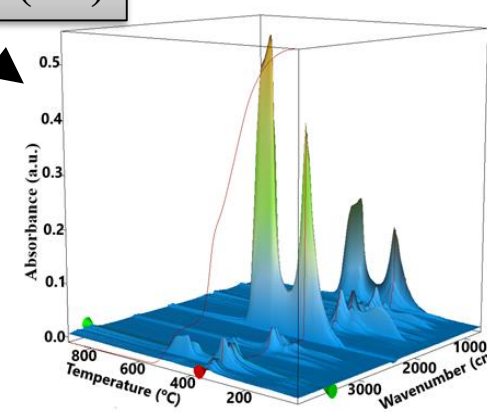


(a)

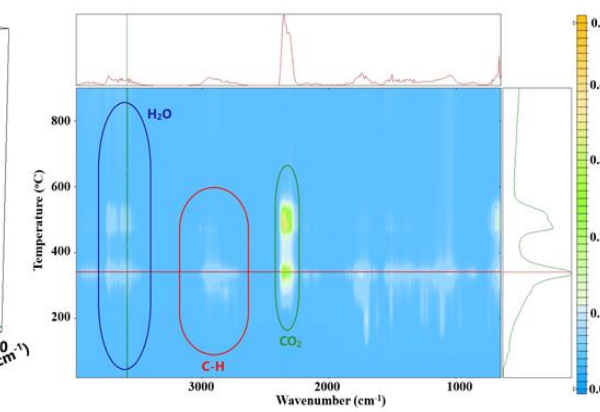


(b)

(C4)



(c)



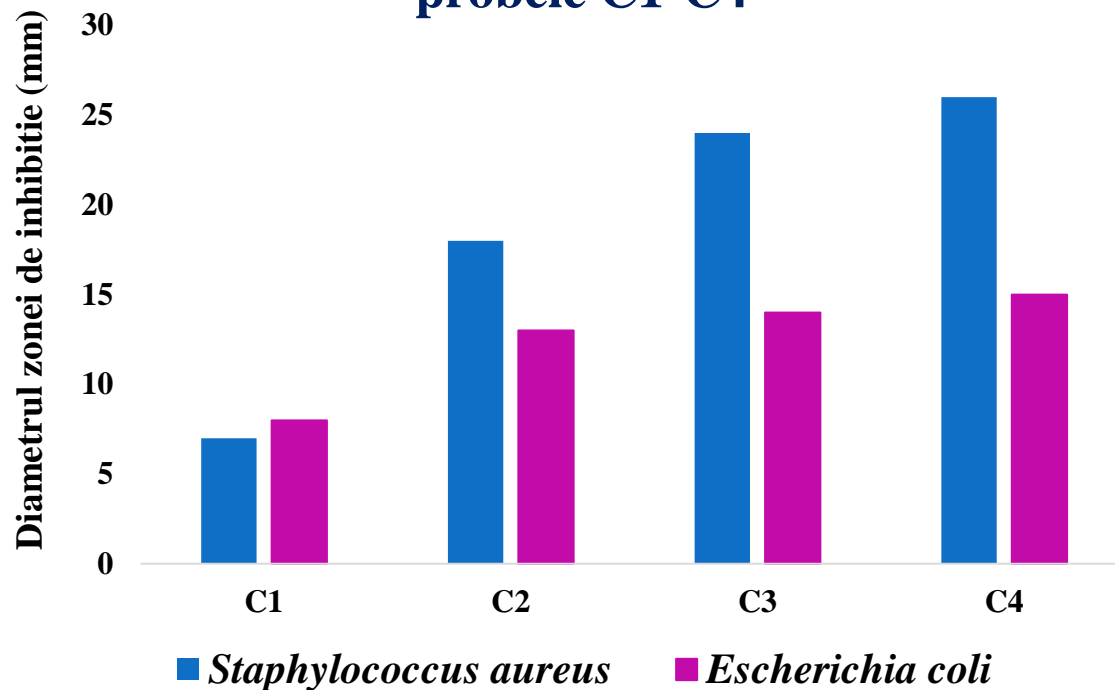
(d)

Diagrama FTIR 3D pentru proba C1 (a) și C4 (c); respectiv proiecțiile lor 2D în planul temperatură/număr de undă C1 (b) și C4 (d); In partea de sus a fiecărei proiecții 2D se află spectrul FTIR la temperatura de 341 °C; în partea dreaptă a fiecărei proiecții 2D este urma în evoluție pentru numărul de undă 3582 cm⁻¹ atribuit vibrației O-H din apă.

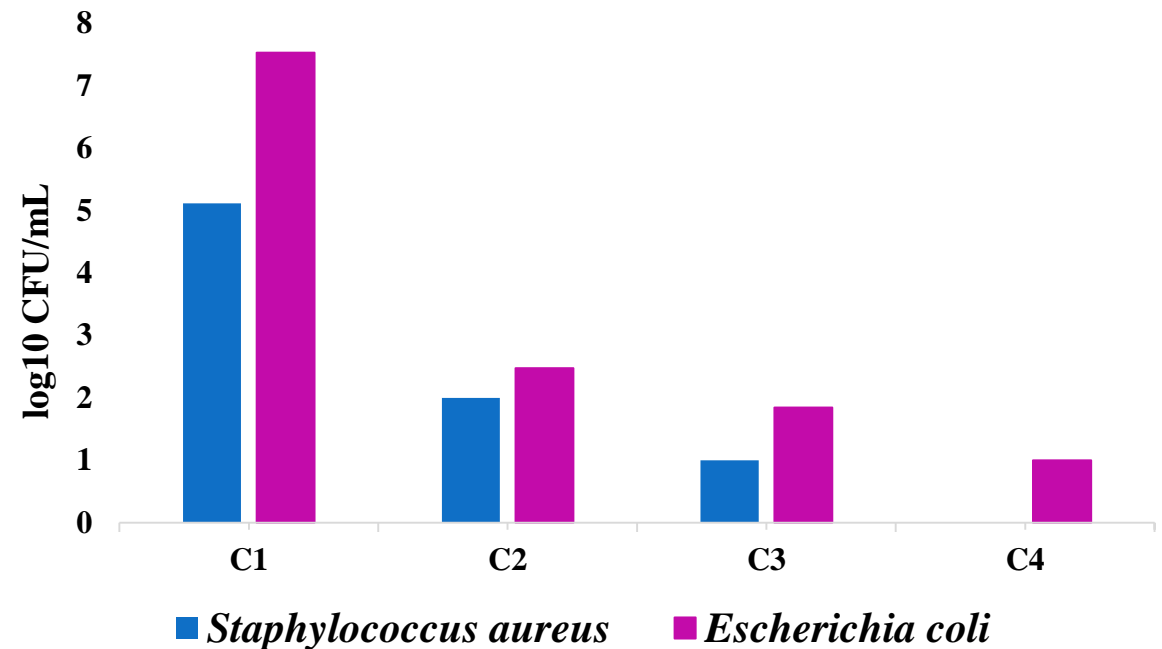


ACTIVITATEA V- Determinarea activităților antimicrobiene

Diametrul zonei de inhibiție (mm) pentru probele C1-C4

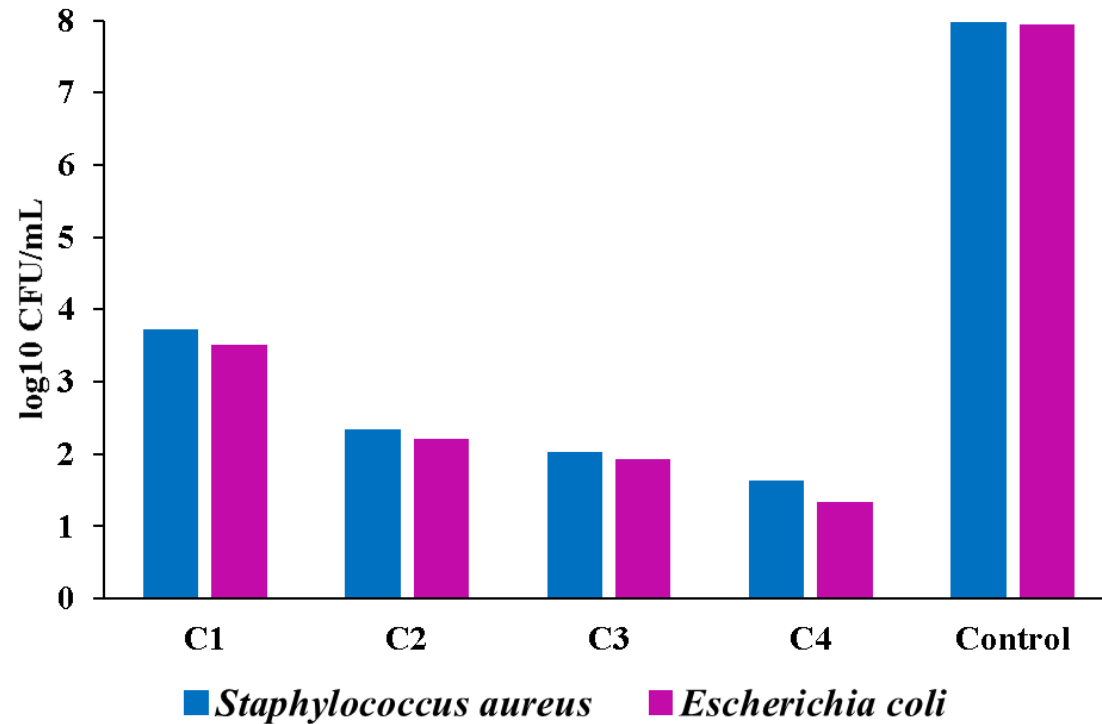


Dezvoltarea biofilmului la 24h pentru probele C1-C4

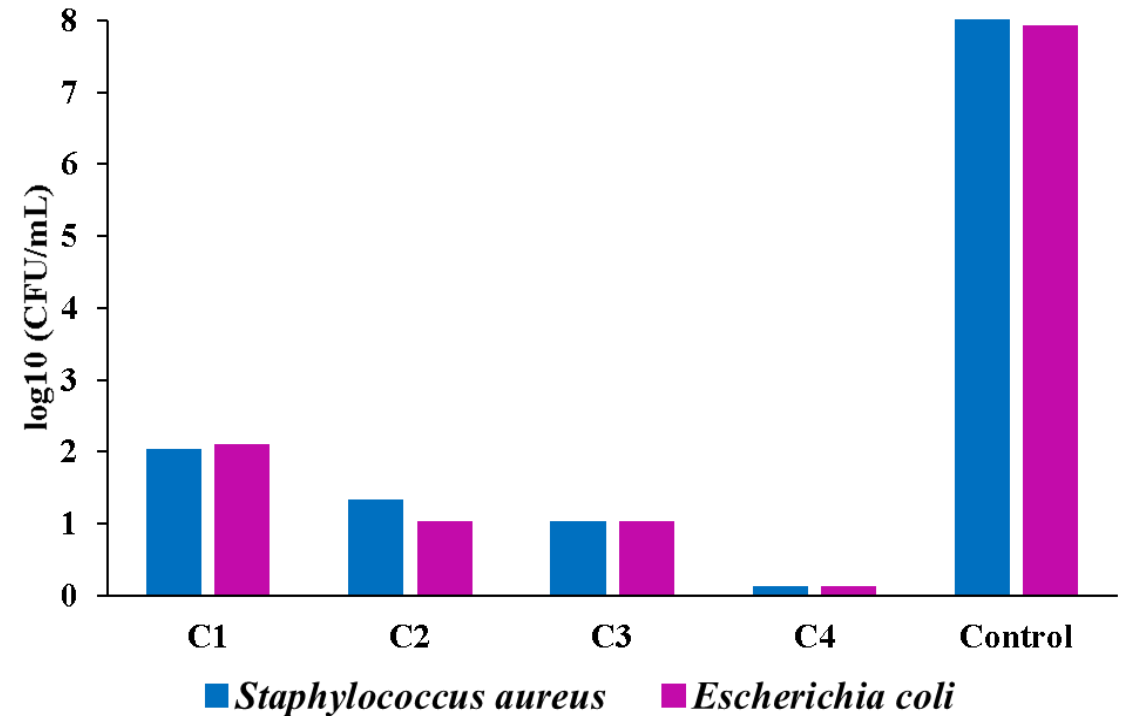


ACTIVITATEA V- Determinarea activităților antimicrobiene

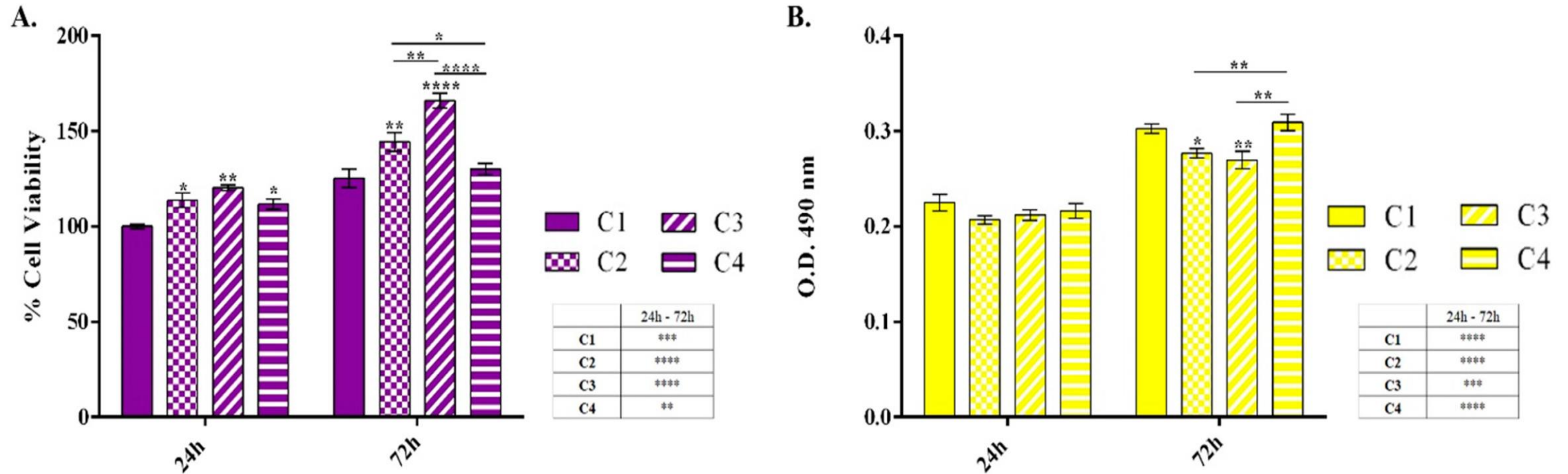
Viabilitatea în soluție salină sterilă 1h



Viabilitatea în soluție salină sterilă 6 h



ACTIVITATEA V- Biocompatibilitatea filmelor



Reprezentare grafică: (A) viabilitatea și proliferarea keratinocitelor HaCaT umane după un contact cu materialele de 24 și 72 de ore; (B) potențialul cytotoxic măsurat ca nivel al LDH după un contact celulă-material de 24 și 72 de ore. Datele sunt reprezentate ca valorile medii a trei experimente independente ± eroarea standard. Semnificație statistică: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; **** $p \leq 0,0001$.



CONCLUZII

Filmele compozite inovatoare au fost realizate folosind compuși netoxici precum hidroxietil celuloza (aditiv alimentar), ZnO considerat sigur, silice mezoporoasă (aditiv alimentar) și ulei esențial de scorțișoară (extract de condimente).

Încapsularea uleiului esențial de scorțișoară în porii MCM-41 asigură o rezervă de compuși antimicrobieni naturali care vor fi eliberați lent obținând astfel o activitate antibacteriană de lungă durată.

Combinarea mai multor agenți antimicrobieni într-un singur film compozit este o strategie de succes pentru a obține un efect puternic prin sinergie.



DISEMINAREA REZULTATELOR

■ Conferințe:

- **Ludmila Motelica**^{1,2,3,*}, **Gabriela Petrisor**, Denisa Fikai^{1,3}, Ovidiu Oprea^{1,2,3}, Anton Fikai^{1,2,3}, Trusca Roxna³, Ecaterina Andronescu^{1,2,3}, Alina Holban⁴ – ” *Antimicrobial Cellulose-Based Films with Zinc Oxide and Mesoporous Silica Loaded with Cinnamon Essential Oil*” - 23rd Romanian International Conference on Chemistry and Chemical Engineering Constanța Mamaia, ROMANIA – September 4 – 7, 2024; <https://riccce.chimie.upb.ro/management/content/doc/program/short-program/doc.pdf>

- **Ludmila Motelica**^{1,2,3,*}, **Gabriela Petrisor**^{1,3}, Denisa Fikai^{1,2}, Anton Fikai^{1,2,3}, Ovidiu Oprea^{1,2,3}, Ecaterina Andronescu^{1,2,3}, Ariana Hudita⁴ and Alina Holban⁴ – ” *Antimicrobial Hydroxyethyl-Cellulose-Based Composite Films with Zinc Oxide and Mesoporous Silica Loaded with Cinnamon Essential Oil*” Applications of Chemistry in Nanosciences and Biomaterials Engineering NanoBioMat 2024 – Winter Edition

■ Salon de inventica:

- *Oinnovative*vidiu Oprea, **Ludmila Motelica**, Anton Fikai, Denisa Fikai. Ecaterina Andronescu – ” *composition for biodegradable, antimicrobial packaging based on cellulose derivatives, zinc oxide nanoparticles and mesoporous silica loaded with essential oils*” EUROPolitehnicus- International Innovation and Invention Show-1st edition; 22-24 November 2024- Bucharest



LUCRĂRI ISI CU AFILIEREA AOȘR ÎN 2024

- **Gabriela Petrisor, Ludmila Motelica, Denisa Fikai, Roxana Doina Trusca, Adrian Vasile Surdu, Georgeta Voicu, Ovidiu Cristian Oprea, Anton Fikai** – “*New drug delivery system with catechin loaded in mesoporous silica nanoparticles*” U.P.B. Sci. Bull., Series B, Vol. 86, Iss. 3, ISSN 1454-2331- 2024
- **Ludmila Motelica, Denisa Fikai, Gabriela Petrișor, Ovidiu-Cristian Oprea, Roxana-Doina Trusca, Anton Fikai, Ecaterina Andronescu, Ariana Hudita, Alina Maria Holban** –”*Antimicrobial cellulose-based composite films with zinc oxide and mesoporous silica loaded with cinnamon essential oil*” *Pharmaceutics* 2024, 16(9), 1225; 10.3390/pharmaceutics16091225- **Q1**



VĂ MULȚUMESC PENTRU ATENȚIE!

