

Academia  
Oamenilor de Știință  
din România



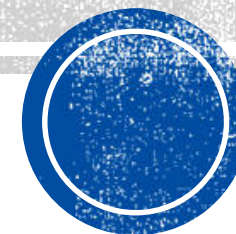
Academy  
of Romanian  
Scientists

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

**Etapa 3 a cercetării –**

**(perioada 5.12.2024 – 30.06.2025)**

*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

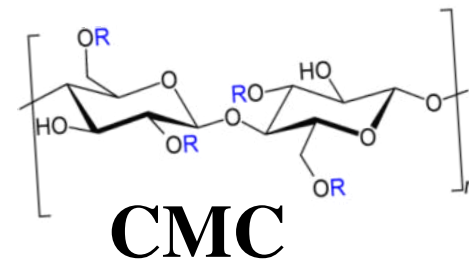
Analize și rezultate

- SEM
- FTIR
- TG-DSC

- UV-Vis
- PL
- TESTE BIOLOGICE



**Film antimicrobian**



**MCM41**



**UEC**

# ACTIVITĂȚILE PROIECTULUI

**Activitatea 4.** Obținerea și caracterizarea filmelor compozite pe bază de carboximetil celuloză, cu ulei esențial de cimbru.

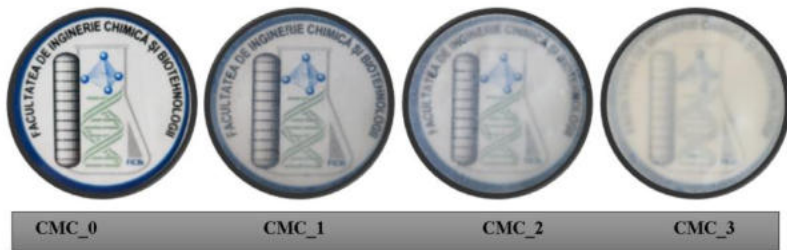
**Activitatea 5.** Determinarea activității antimicrobiene a filmelor compozite obținute (*Salmonella typhimurium*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli*).

Plan de implementare	Luna																																			
	1	2	3	4	Rap1				5	6	7	8	Rap2				9	10	11	12	13	14	Rap3				15	16	17	18	19	20	Rap4			
A1	■				Rap1				■				Rap2										Rap3										Rap4			
A2		■	■	■	Rap1								Rap2										Rap3										Rap4			
A3		■	■	■	Rap1								Rap2										Rap3										Rap4			
A4					Rap1								Rap2										Rap3										Rap4			
A5					Rap1					■	■	■	Rap2					■	■	■	■	■	Rap3					■	■	■	■	■	Rap4			
A6					Rap1								Rap2										Rap3										Rap4			
A7				■	Rap1					■	■	■	Rap2					■	■	■	■	■	Rap3					■	■	■	■	■	Rap4			

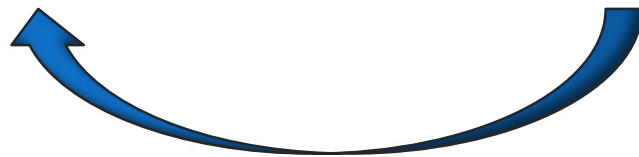
# ACTIVITATEA IV

## Obținerea și caracterizarea filmelor compozite pe bază de carboximetil celuloză cu MCM-41@UEC și ZnO

Compoziția filmelor pe bază de carboximetil celuloză @UEC

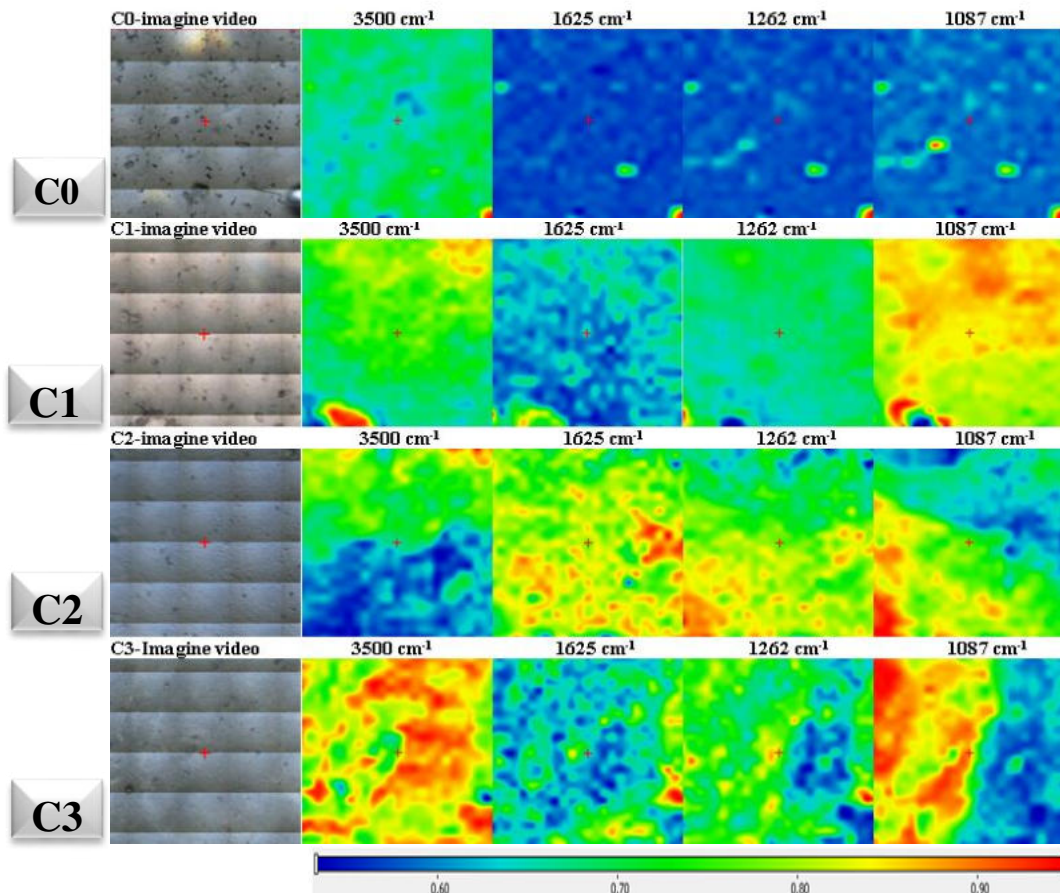


Nr	CMC	MCM41	UEC	ZnO
• 0	• 5g	• -	• -	• -
• 1	• 5g	• 0.25g	• 1.5mL	• 0.25g
• 2	• 5g	• 0.25g	• 1.5mL	• 0.50g
• 3	• 5g	• 0.25g	• 1.5mL	• 0.75g

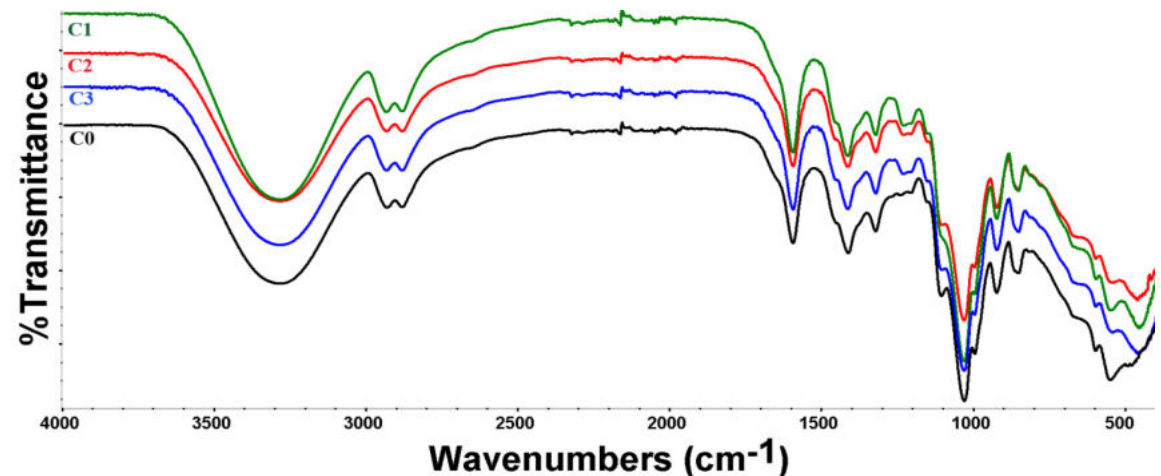


Rezultatele obținerii filmelor pe bază de carboximetil celuloză cu MCM41@UEC și ZnO

# ACTIVITATEA IV Microscopie și Spectroscopie FTIR

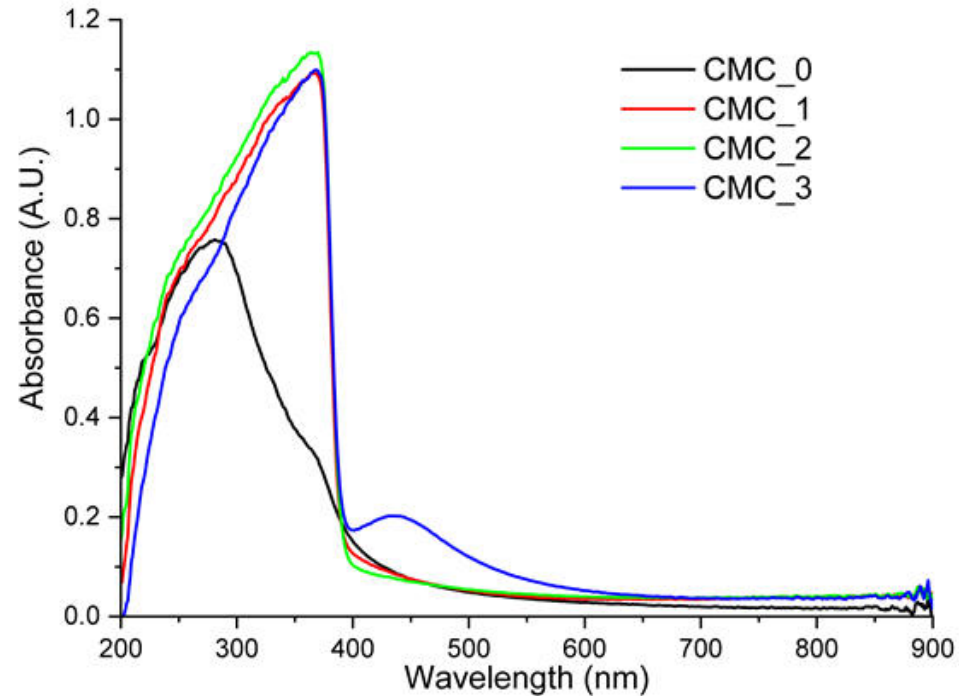


Hărțile de microscopie FTIR pentru C0 (CMC) și filme compozite pe bază de CMC și nanoparticule cu UEC: C1, C2 și C3 la 3500 cm<sup>-1</sup>, 1625 cm<sup>-1</sup>, 1262 cm<sup>-1</sup> și 1087 cm<sup>-1</sup>; zonele **roșii** indică o absorbție mai mare, în timp ce zonele **albastre** corespund unei absorbții mai scăzute.

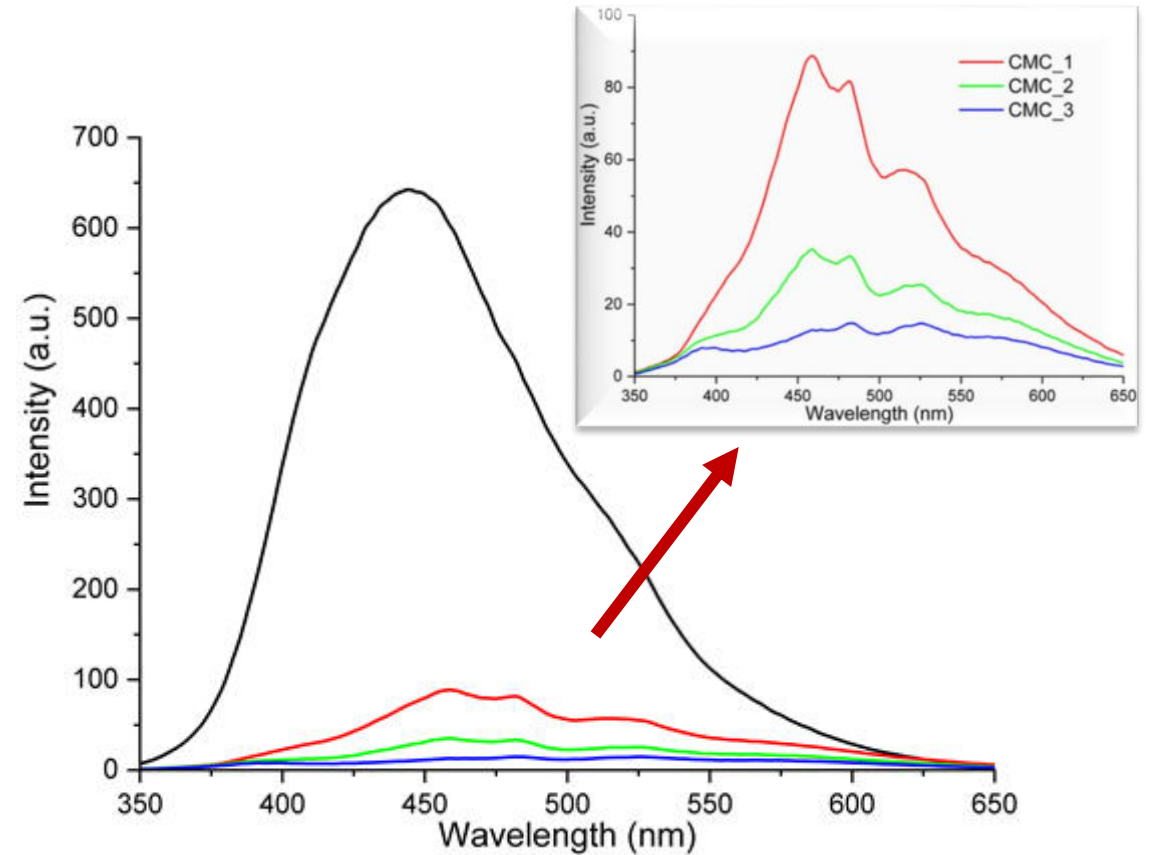


Spectrele FTIR pentru C0(CMC) și filme compozite pe bază carboximetil celuloză C1-C3

# ACTIVITATEA IV UV-Vis @ PL

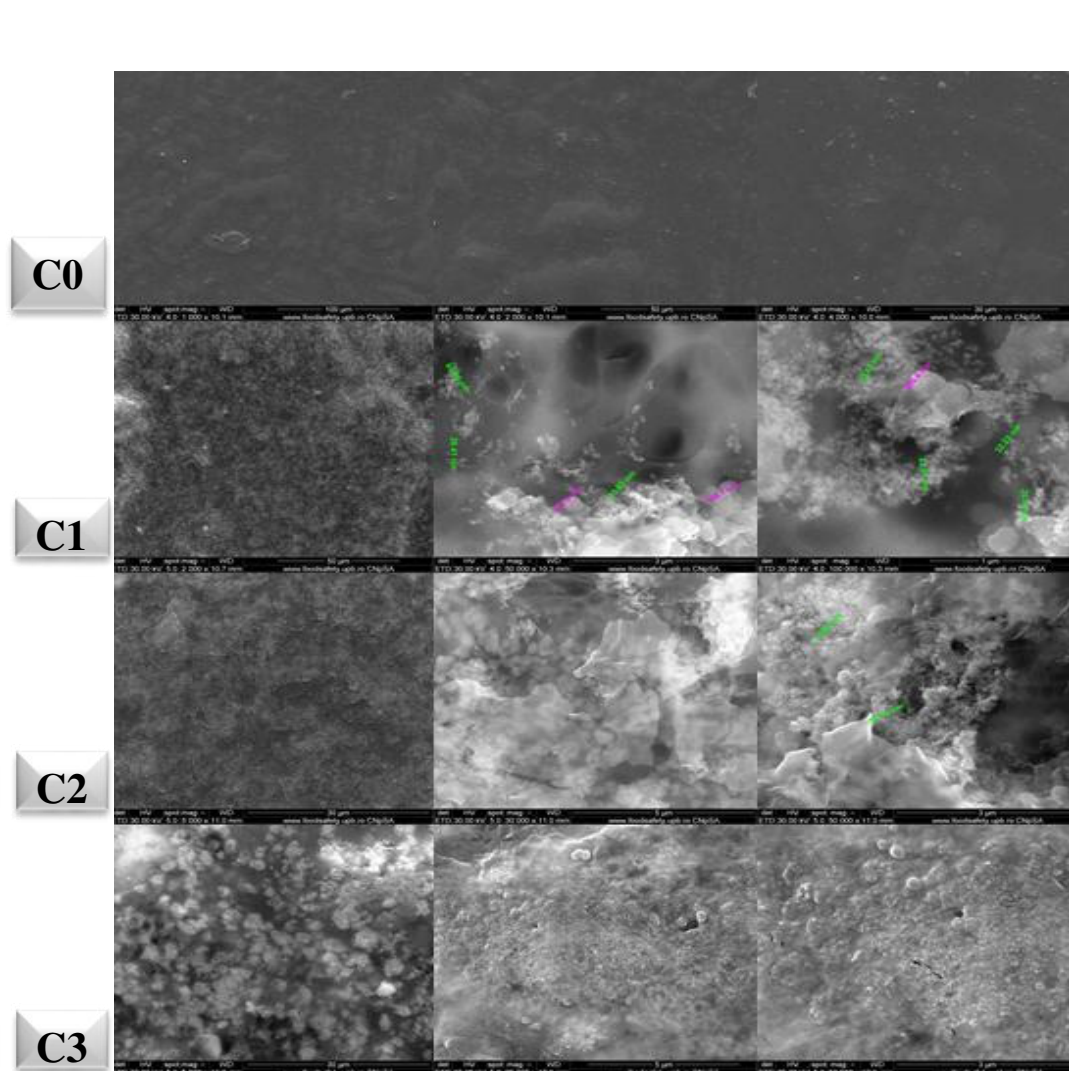


Spectrele UV-Vis pentru C0 (CMC) și filme compozite pe bază de carboximetil celuloză C1-C3.

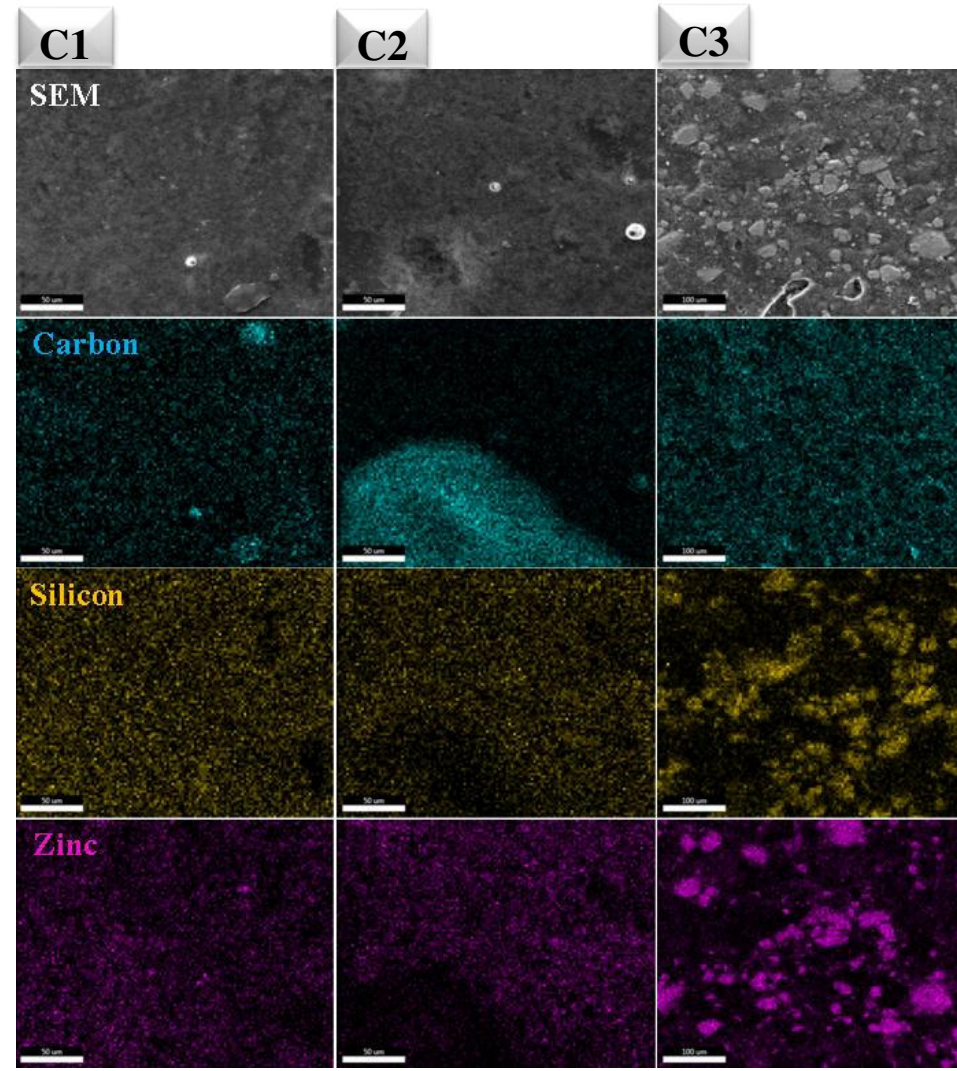


Spectrele de fluorescență pentru C0 (CMC) și filmele compozite pe bază de carboximetil celuloză C1-C3

# ACTIVITATEA IV SEM & EDS

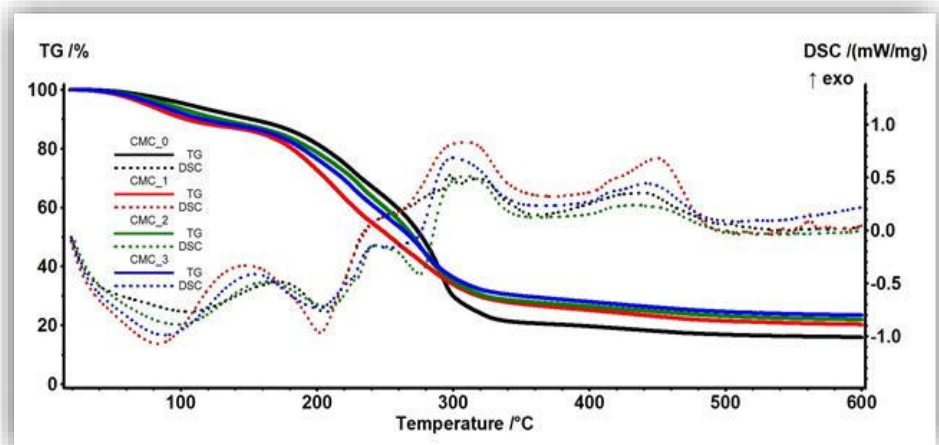


Micrografiile SEM pentru C0 (CMC) și filmele compozite pe bază de carboximetil celuloză C1-C3.



Hărțile elementale EDS pentru filmele compozite pe bază de carboximetil celuloză C1-C3.

# ACTIVITATEA IV TG-DSC



Analiza termică pentru filmele de CMC@MCM-41@UEC și ZnNPs

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

Proba	Pierdere de masa (%) RT-160°C	Efect termic	Pierdere de masa (%) 160-360°C	Efect termic	Masa reziduala (%) 600°C
CMC_0	10.90%	Endo 104.1°C	68.45%	Endo 205.7°C Exo 296.6°C	15.95%
CMC_1	15.01%	Endo 82.9°C	58.22%	Endo 202.3°C Exo 310.1°C	20.26%
CMC_2	13.22%	Endo 97.8°C	58.99%	Endo 207.5°C Exo 310.4°C	21.94%
CMC_3	13.95%	Endo 88.0°C	56.54%	Endo 201.0°C Exo 300.1°C	23.40%

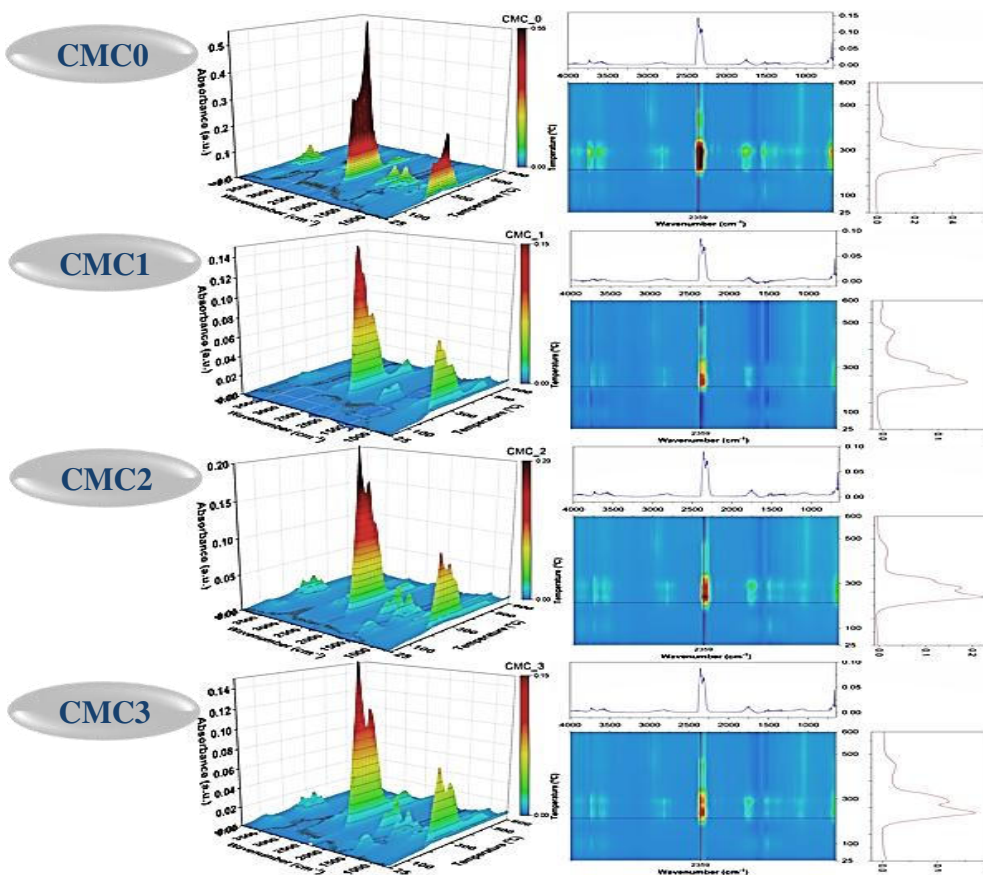
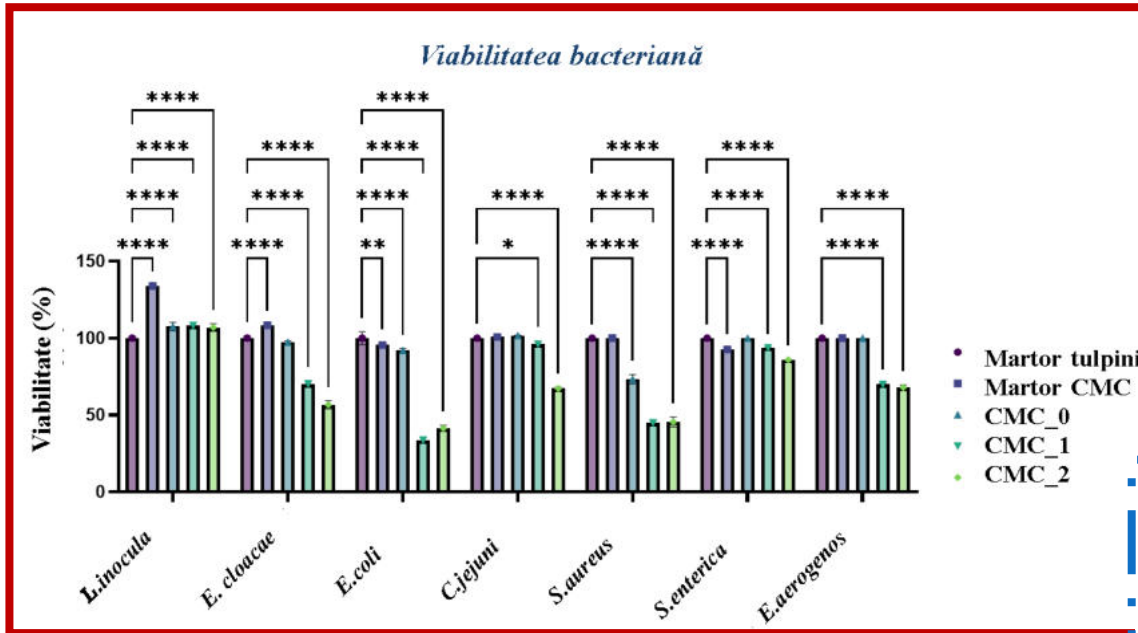


Diagrama FTIR 3D pentru proba C0 și C3; respectiv proiecțiile lor 2D FTIR în temperatura planului/numărul de undă (coloana din dreapta); în partea de sus a fiecărei proiecții 2D se află spectrul FTIR la 210°C; în partea dreaptă a fiecărei proiecții 2D este următorul număr de undă de 2359 cm<sup>-1</sup> corespunzător eliminării CO<sub>2</sub>.

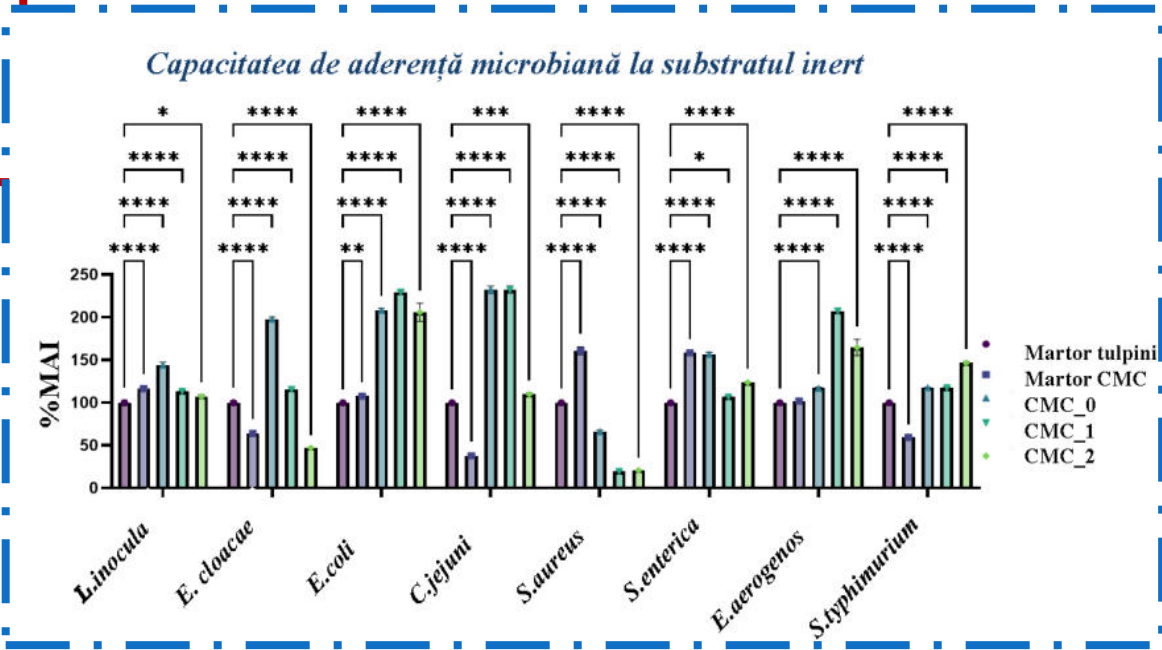
# ACTIVITATEA V

## Determinarea capacității de aderență microbială și a viabilității microorganismelor

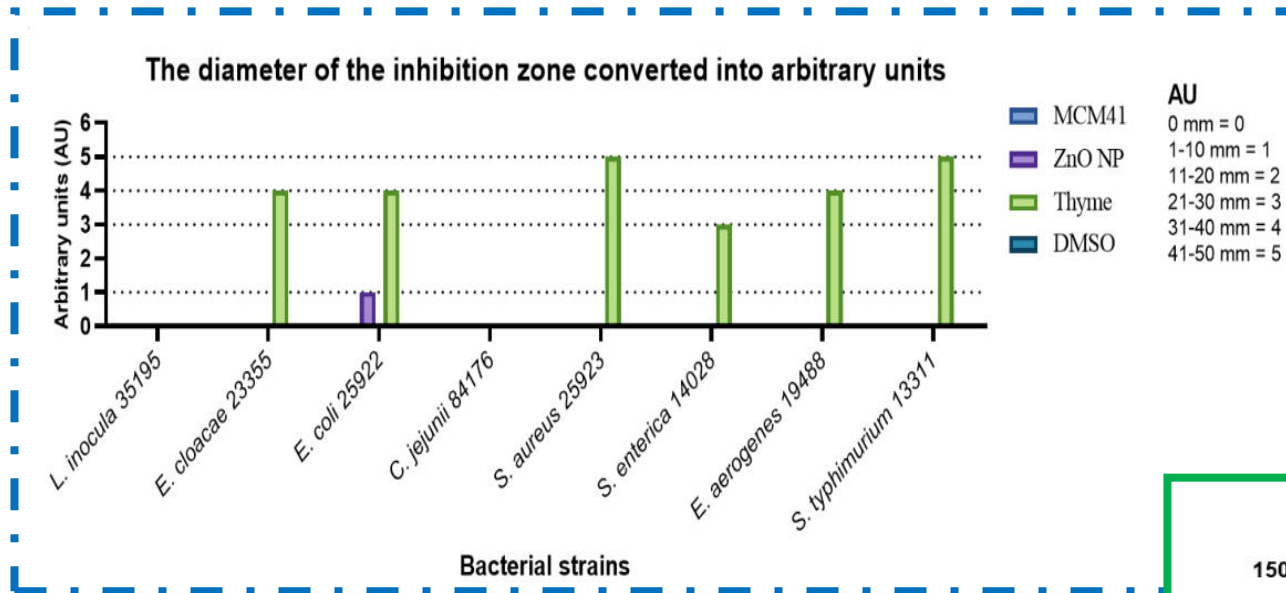


Reprezentare grafică a determinării viabilității microbiene în prezența materialelor CMC tratate cu ulei esențial de cimbru, ZnO NP și MCM-41.

Reprezentarea grafică a capacității de aderență microbială la substratul inert în prezența materialelor CMC tratate cu ulei esențial de cimbru, ZnO NP și MCM-41.

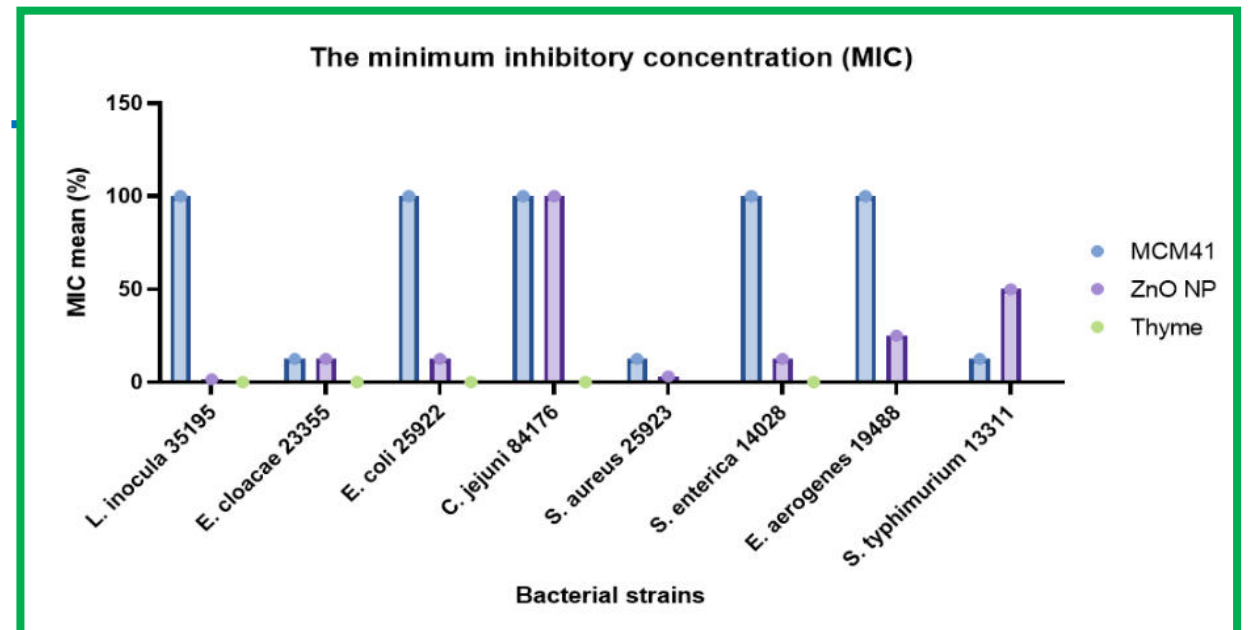


# ACTIVITATEA V Activitatea antimicrobiană

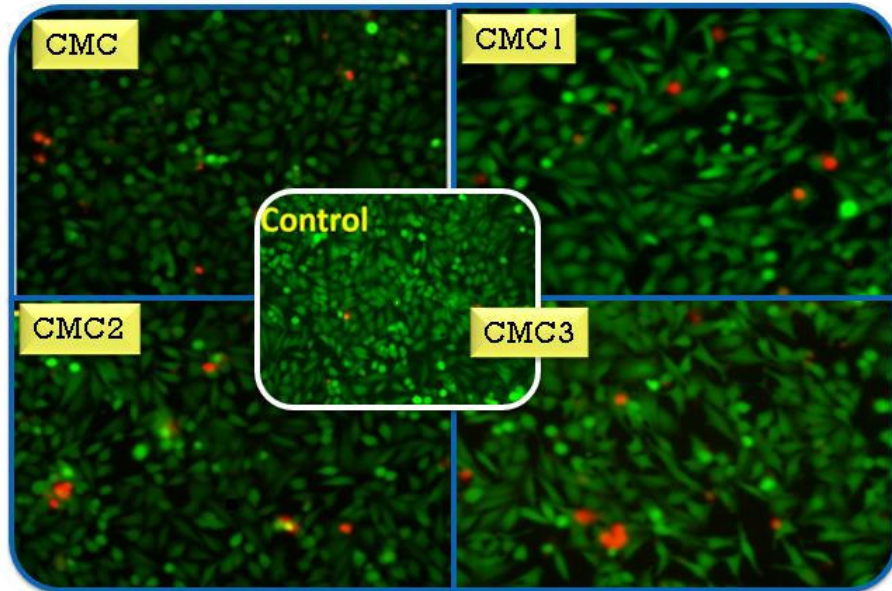


Reprezentarea grafică a diametrului zonelor de inhibiție convertite în unități arbitrare

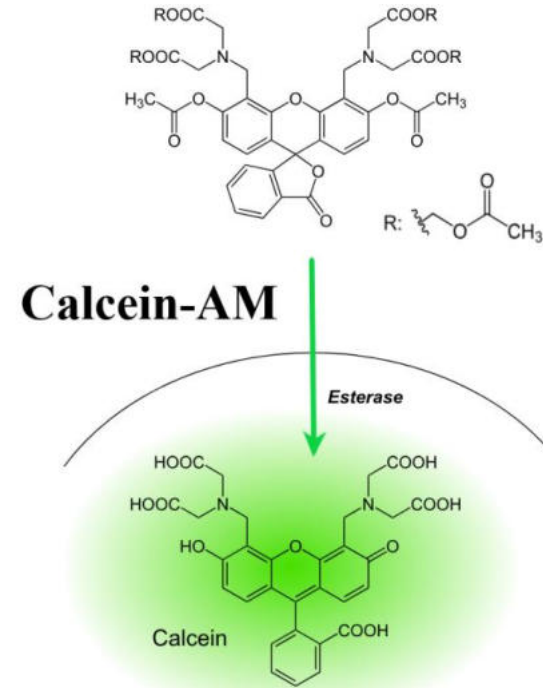
Reprezentare grafică a valorilor minime ale concentrației inhibitorii ale soluțiilor testate împotriva agenților patogeni de origine alimentară.



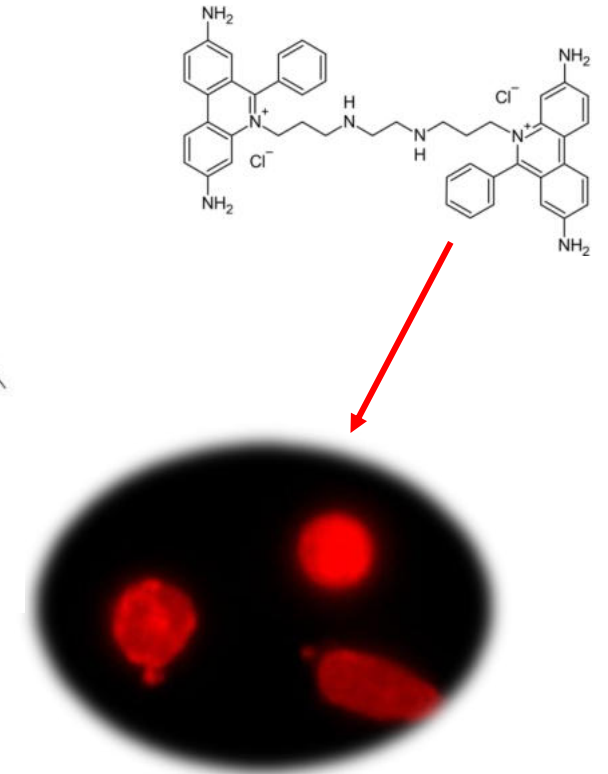
# ACTIVITATEA V Determinarea citotoxicității filmelor compozite



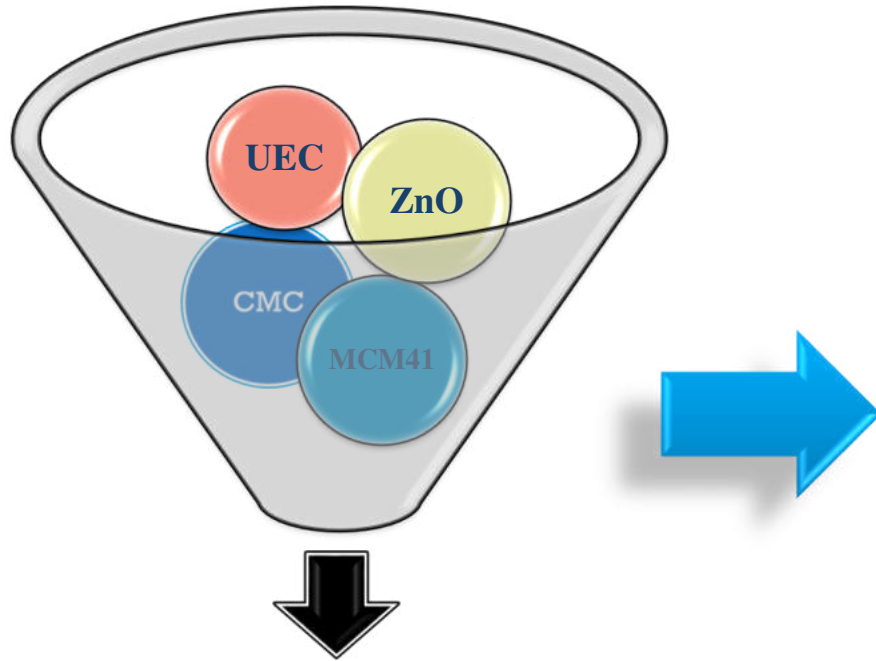
Colorarea celulelor vii sau moarte în prezența filmelor compozite CMC-C1<C3



## Ethidium Homodimer-1



# CONCLUZII



**Filme antimicrobiane**

- ❖ Filmele antimicrobiene, pe bază de carboximetil celuloză cu nanoparticule de oxid de zinc (ZnO) și silice mezoporoasă (MCM-41) încărcate cu ulei esențial de cimbru (UEC) pot fi utilizate în domeniul alimentar, prelungind termenul de valabilitate al alimentelor, păstrandu-le în condiții de siguranță.
- ❖ Filmele prezintă o activitate antimicrobiană puternică, pe un spectru larg de microorganisme; activitatea este generată de acțiunea sinergică a uleiului esențial de cimbru și a oxidului de zinc.
- ❖ Încapsularea uleiului esențial de cimbru în silicea mezoporoasă asigură o eliberare mai lentă prelungind activitatea antimicrobiană și asigurând păstrarea în condiții de siguranță microbiologică a alimentelor pentru o durată mai mare.
- ❖ Filmele compozite au un cost redus, sunt biodegradabile, și nu au o activitate citotoxică.

# DISEMINAREA REZULTATELOR

## Conferințe:

- **Gabriela Petrisor**<sup>1,2</sup>, **Ludmila Motelica**<sup>1,2,3,\*</sup>, Denisa Ficai<sup>1,3</sup>, Ovidiu Oprea<sup>1,2,3</sup>, Anton Ficai<sup>1,2,3</sup>, Trusca Roxna<sup>3</sup>, Ecaterina Andronescu<sup>1,2,3</sup>, Alina Holban<sup>4</sup> – ”*Antimicrobial composite packaging films*” Applications of Chemistry in Nanosciences and Biomaterials Engineering – NanoBioMat 2024” which will be held online during 19 – 21 June 2024.
- **Ludmila Motelica**<sup>1,2,3,\*</sup>, **Gabriela Petrisor**<sup>1,3</sup>, Denisa Ficai<sup>1,2</sup>, Anton Ficai<sup>1,2,3</sup>, Ovidiu Oprea<sup>1,2,3</sup>, Ecaterina Andronescu<sup>1,2,3</sup>, Ariana Hudita<sup>4</sup> and Alina Holban<sup>4</sup> –” *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
- **Ludmila Motelica**<sup>1,2,3,\*</sup>, **Gabriela Petrisor**, Denisa Ficai<sup>1,3</sup>, Ovidiu Oprea<sup>1,2,3</sup>, Anton Ficai<sup>1,2,3</sup>, Trusca Roxna<sup>3</sup>, Ecaterina Andronescu<sup>1,2,3</sup>, Alina Holban<sup>4</sup> – ” *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://ricce.chimie.upb.ro/management/content/docprogram/short-program/doc.pdf>

## Salon de invenție:

- Ovidiu Oprea, **Ludmila Motelica**, Anton Ficai, Denisa Ficai, Ecaterina Andronescu –” *Innovative 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-1<sup>st</sup> edition; **22-24 November 2024**- Bucharest
- Ovidiu Oprea, **Ludmila Motelica**, Anton Ficai, Denisa Ficai, Ecaterina Andronescu –”*Innovative composition for biodegradable, antimicrobial packaging based on cellulose derivatives, zinc oxide nanoparticles and mesoporous silica loaded with essential oils*”EuroInvent –European Exhibition of Creativity and Innovation **8-10 may 2025 Iasi Romania**
- Ovidiu Oprea, **Ludmila Motelica**, Anton Ficai, Denisa Ficai, Ecaterina Andronescu –”*Innovative composition for biodegradable, antimicrobial packaging based on cellulose derivatives, zinc oxide nanoparticles and mesoporous silica loaded with essential oils*” International Exhibition of Inventions and Innovative Entrepreneurship **6-7 June Rep. Moldova**



# LUCRĂRI ISI CU AFILIEREA AOSR ÎN 2024-2025

- **Ludmila Motelica**, Denisa Fikai, Ovidiu Oprea, Roxana Trusca, Anton Fikai, Maria Daniela Stelescu, Maria Sonmez, Mihaela Nituica, Gabriel Mustatea and Alina Maria Holban- “*Antimicrobial Packaging for Plum Tomatoes Based on ZnO Modified Low-Density Polyethylene*” International Journal of Molecular Sciences 2024, 25(11)
- **Gabriela Petrisor**, **Ludmila Motelica**, Roxana Doina Trusca, Andreea Luiza Mirt, Gabriel Vasilivici, Justinian-Andrei Tomescu, Cristina Manea, Ovidiu Oprea, Bogdan-Stefan Vasile, Anton Fica, Anca Daniela Raiciu – “*Antimicrobial Potency of Mesoporous Silica Nanoparticles Loaded with Melissa officinalis Extract*” Pharmaceutics 2024, 16(4), 525
- **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  Highly Cited Papers  Hot Paper.
- **Ludmila Motelica**, Geanina Voicu, Cristina Chircov, Adrian Vasile Surdu, Roxana Doina Trusca, Bogdan Steafan Vasile, Denisa Fikai, Ovidiu Cristian Oprea, Daciana Silvia Marta, Victor-Eduard Pateu, Maria Anghelache, Anton Fikai, Manuela Calin “*Aspartic acid functionalized magnetic nanoparticles for enhanced internalization in tumoral cell*” Volume 61, pages 265–283, (2025)
- Alina Florentina Vladu, Madalina Georgiana Albu Kaya, Roxana Doina Trusca, **Ludmila Motelica**, Vasile-Adrian Surdu, Ovidiu Cristian Oprea, Rodica Roxana Constantinescu, Bogdan Cazan, Denisa Fica, Ecaterina Andronescu, Anton Fikai “*The Role of Crosslinking Agents in the Development of Collagen–Hydroxyapatite Composite Materials for Bone Tissue Engineering*” Materials 2025, 18(5), 998; <https://doi.org/10.3390/ma18050998>
- Corina Dumitru, Ionela Andreea Neacsu, Ovidiu Cristian Oprea, **Ludmila Motelica**, Bianca Voicu Balasa, Cornelia-Ioana Ilie, Florica Marinescu, Alexandra Rispszky, Silviu-Mirel Pitiru, Ecaterina Andronescu- “*Biomaterials Based on Bee Products and Their Effectiveness in Soft Tissue Regeneration*” Materials 2025, 18(12), 2689; <https://doi.org/10.3390/ma18122689>
- Zeno Dorian Ghizdavet, Corina Anca Simion, Anton Fikai, Ovidiu-Cristian Oprea, Radu Claudiu Fierascu, Maria Loredana Marin, Doina-Roxana Trusca, Vasile-Adrian Surdu, **Ludmila Motelica**, Iuliana Madalina Stanciu, Alexandru Razvan Petre, Ileana Radulescu -Appl. Sci. 2025, 15(10), 5780; <https://doi.org/10.3390/app15105780>



**VĂ MULȚUMESC PENTRU ATENȚIE!**