

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru

Cercetare și Dezvoltare _____

" " _____ 2025

AVIZAT

Secția AȘM _____

" " _____ 2025

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL**(pentru etapa 2025)****privind implementarea proiectului din cadrul concursului
„Stimularea excelenței cercetărilor științifice 2025-2026”**

Proiectul

„Morfologia ZnONP în interacțiune cu microorganisme**fotosintetizatoare - efecte și mecanisme de răspuns”***(titlul proiectului)*

Cifra proiectului

25.80012.7007.26SE

Prioritatea Strategică

III „Biotehnologii și Protecția Mediului”

Rector U.T.M.

dr. hab. Viorel BOSTAN*(numele, prenumele)*

Președintele

Consiliului științific UTM

dr. hab. Vasile TRONCIU*(numele, prenumele)*

Conducătorul proiectului

dr. Tatiana CHIRIAC*(numele, prenumele)*

L.Ș.

Chișinău, 2025

CUPRINS:

1. Scopul etapei 2025 conform proiectului depus la concurs.....	3
2. Obiectivele etapei 2025.....	3
3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2025.....	3
4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei 2025.....	4
5. Rezultatele obținute.....	5
6. Diseminarea rezultatelor la foruri științifice.....	10
7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului 2025.....	11
8. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului 2025.....	12
9. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului 2025.....	12
10. Dificultăți în realizarea proiectului: financiare, organizatorice, legate de resursele umane.....	12
11. Recomandări, propuneri.....	12
12. Lista lucrărilor științifice, publicate în anul 2025 (Anexa 1).....	13
13. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect 2025 în limba română și în limba engleză (Anexa 2).....	15
14. Executarea devizului de cheltuieli din contractul de finanțare pentru anul 2025 (Anexa 3)..	17
15. Componenta echipei conform contractului de finanțare pentru anul 2025 (Anexa 4).....	18

1. Scopul etapei 2025 conform proiectului depus la concurs (obligatoriu)

Determinarea efectelor nanoparticulelor de ZnO sub formă de nanomultipode (ZnONP-MP) asupra microorganismelor fotosintetizatoare de interes biotehnologic *Arthrospira platensis* (spirulina) și *Porphyridium purpureum* (*cruentum*)

2. Obiectivele etapei 2025 (obligatoriu)

O 1: Evaluarea impactului nanoparticulelor de ZnO cu morfologie nanomultipodă (ZnONP-MP) asupra producerii de biomasă și compoziției biochimice la cultivarea cianobacteriei *Arthrospira platensis* în condiții controlate;

O 2: Determinarea efectelor nanoparticulelor de ZnO nanomultipode (ZnONP-MP) asupra producerii de biomasă și biosintezei moleculelor de interes biotehnologic la cultivarea microalgei roșii *Porphyridium purpureum* în condiții controlate.

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2025 (obligatoriu)

Conform Planului de realizare pentru anul 2025 a proiectului, au fost planificate 2 activități principale, a câte 6 acțiuni distincte pentru fiecare activitate după cum urmează:

Activitatea 1: Expunerea *Arthrospira platensis* (spirulina) la nanomultipode de ZnO pe durata cultivării și analiza efectelor asupra profilului biochimic și răspunsului cianobacteriei la această interacțiune:

A1.1 Pregătirea mediului nutritiv pentru cultivarea experimentală a cianobacteriei *Arthrospira platensis* în prezența ZnONP-MP;

A1.2 Pregătirea inoculului, standardizarea culturii start de *Arthrospira platensis* și transferul în vasele experimentale;

A1.3 Prepararea suspensiei de ZnONP-MP, stabilirea concentrațiilor finale testate și a punctelor de contact (timpurile de adăugare) folosite pentru suplimentarea la cultura de *Arthrospira platensis*;

A1.4 Expunerea culturii de *Arthrospira platensis* la ZnONP-MP pe durata ciclului de creștere la parametri optimi de cultură;

A1.5 Determinarea biomasei, parametrilor fotosintetici și efectelor asupra metabolismului primar (proteine, carbohidrați, pigmenți);

A1.6 Interpretarea rezultatelor și evaluarea răspunsului adaptativ al *Arthrospira platensis* la interacțiunea cu ZnONP-MP.

Activitatea 2. Expunerea microalgei roșii *Porphyridium purpureum* la nanomultipode de ZnO (ZnONP-MP) pe durata ciclului de cultivare și analiza tipului de răspuns de adaptare biologică la această interacțiune:

A2.1 Pregătirea mediului nutritiv specific pentru cultivarea experimentală a microalgei *Porphyridium purpureum* în condiții controlate și în prezența ZnONP-MP;

A2.2 Pregătirea inoculului și standardizarea culturii de start de *Porphyridium purpureum*;

A2.3 Prepararea suspensiei de ZnONP-MP, stabilirea concentrațiilor utilizate în testare și definirea momentelor de adăugare pe parcursul ciclului de cultură al *P. purpureum*.

A2.4 Expunerea *Porphyridium purpureum* la ZnONP-MP pe durata ciclului de creștere;

A2.5 Determinarea producerii de biomasă și a biosintezei moleculelor de interes;

A2.6 Analiza comparativă a răspunsului *Porphyridium purpureum* la diferitele concentrații de ZnONP-MP.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei 2025

Activitatea 1:

A1.1 A fost pregătit mediul nutritiv pentru cultivarea experimentală a cianobacteriei *Arthrospira platensis* în prezența ZnONP-MP. A fost cântărită și dizolvată în apă distilată următoarea compoziție de nutrienți: NaNO_3 - 2,5 g/L; NaHCO_3 - 8,0 g/L; NaCl - 1,0 g/L; K_2SO_4 - 1,0 g/L; Na_2HPO_4 - 0,2 g/L; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,2 g/L; H_3BO_3 - 0,00286 g/L; $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - 0,00181 g/L; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - 0,00008 g/L; MoO_3 - 0,000015 g/L; Sol. FeEDTA - 0,5 mL/L;

A1.2 A fost pregătit inoculul și standardizată cultura „start” de *Arthrospira platensis*. Cultura din ziua a 7-a de creștere a fost filtrată și transferată în mediul proaspăt pregătit, ajustând concentrația la 0,4 - 0,45 g/L masă uscată. Pentru experimente, volume de 100 mL au fost distribuite în trei replicare în baloane Erlenmeyer conice de 250 mL;

A1.3 Nanoparticulele de ZnO (1,0 mg/mL) cu diametrul mediu al brațelor de aproximativ 200 nm, lungimea acestora de $<1 \mu\text{m}$ conform determinărilor SEM, au fost dispersate în apă distilată și supuse sonicării, la putere medie, în impulsuri scurte de câte 30 secunde, cu pauze pentru răcire, timp de aproximativ 5 - 10 minute, obținându-se o suspensie omogenă, fără agregate vizibile. Având în vedere sensibilitatea ridicată a culturii de *Arthrospira platensis* la diverse substanțe, au fost stabilite următoarele concentrații experimentale: 0,01 mg/L; 0,05 mg/L; 0,1 mg/L; 0,5 mg/L; 1,0 mg/L; 5,0 mg/L; 10 mg/L; 20 mg/L; 30 mg/L. Aceste concentrații au fost administrate în următoarele momente ale ciclului de creștere: ziua 1, ziua 3 și ziua 5;

A1.4 *Arthrospira platensis* a fost cultivată timp de 7 zile în condiții optime monitorizate constant: temperatura 28 - 30 °C, pH-ul mediului 8,0 - 9,5, iluminarea de 37 μM fotoni/ $\text{m}^2 \cdot \text{s}$ în primele 72 de ore, și 55 μM fotoni/ $\text{m}^2 \cdot \text{s}$ pe durata următoarelor 96 ore, după care spirulina (martor și probele experimentale) au fost filtrate, iar biomasa a fost standardizată la 10 mg/mL pentru teste biochimice;

A1.5 Au fost determinate biomasa, conținutul de proteine, carbohidrați și pigmenți, precum și nivelul de dialdehidă malonică, spectrofotometric și cu recalcul cantitativ. Rezultatele au fost prelucrate statistic și exprimate ca media $\pm$ abaterea standard (SD). Diferențele statistic semnificative între martor și probele experimentale au fost evaluate prin testul t-Student ($p < 0,05$). Analiza statistică a fost efectuată în Microsoft Excel 2019, versiunea MSO 16.0.10406.20006;

A1.6 Rezultatele obținute au fost interpretate, evaluându-se răspunsul adaptativ al cianobacteriei la diferitele concentrații de nanoparticule de ZnO cu morfologie multipodă.

Activitatea 2:

A2.1 A fost pregătit mediul nutritiv specific pentru cultivarea experimentală a microalgei *Porphyridium purpureum* în condiții controlate și în prezența ZnONP-MP. Compoziția mediului nutritiv: KCl - 16,04 g/L; NaCl - 12,52 g/L; KNO_3 - 1,24 g/L; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 2,5 g/L; CaCl_2 - 0,118 g/L; $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - 0,5 g/L; KI - 0,05 g/L; KBr - 0,05 g/L; 1 mL/L soluție de microelemente conținând: H_3BO_3 - 2,86 mg/L; $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - 1,81; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - 0,08; MoO_3 - 0,015; FeEDTA - 0,5 mL/L;

A2.2 A fost pregătit inoculul, iar concentrația inițială („start”) a culturii microalgale a fost standardizată pentru a asigura omogenitatea și densitatea optimă la începutul experimentului. Cultura aflată în ziua a 14-a de creștere a fost centrifugată la 4500 rot/min timp de 7 minute, iar biomasa obținută a fost resuspendată în mediu proaspăt, ajustând concentrația la 0,45 - 0,50 g/L masă uscată. Volumele experimentale de 50 mL au fost aplicate în triplicat în vase Erlenmeyer de 100 mL, cu fund rotund.

A2.3 Nanoparticulele de ZnO (1,0 mg/mL) cu diametrul mediu al brațelor de aproximativ **200 nm**, lungimea acestora de <1 μm, conform determinărilor SEM, au fost dispersate conform procedurii descrise în A 1.3, iar concentrațiile experimentale stabilite pentru interacțiunea cu cultura de *Porphyridium purpureum* (0,1 mg/L; 1,0 mg/L; 10 mg/L; 20 mg/L; 30 mg/L) au fost adăugate în ziua 1, ziua 6 și ziua 10 de creștere.

A2.4. *Porphyridium purpureum* a fost cultivat timp de 14 zile în condiții optime monitorizate constant. Pe întreaga perioadă de creștere, iluminarea a fost menținută la 72 μmol fotoni/m²/s, temperatura în intervalul 25–28 °C, iar pH-ul între 6,8 - 7,2. La finalul cultivării, probele martor și experimentale au fost centrifugate, iar biomasa a fost standardizată la 10 mg/mL pentru testele biochimice.

A2.5. A fost determinată biomasa și principalele biomolecule de interes: pigmenții ficobilinici, proteinele, carbohidrații, polizaharidele, precum și MDA- indicatorul stresului oxidativ, utilizând metodele spectrofotometrice și formule de calcul cantitativ.

A2.6. Au fost prelucrate statistic și interpretate comparativ rezultatele obținute, fiind evaluat răspunsul adaptativ al microalgei *Porphyridium purpureum* la nanoparticulele de ZnO cu morfologie multipodă.

5. Rezultatele obținute (descriere narativă 3-5 pagini) (obligatoriu)

Morfologia nanoparticulelor determină în mare măsură proprietățile lor funcționale, deoarece forma, dimensiunea și suprafața specifică influențează interacțiunea cu microorganismele, celulele umane și diverse matrici tehnologice. Pe de altă parte, manifestarea efectelor nanoparticulelor depinde și de contextul fiziologic al celulelor expuse.

Efectele nanomultipodelor de ZnO (ZnONP-MP) asupra cianobacteriei Arthrospira platensis (spirulina) au fost evaluate în trei momente fiziologice distincte ale ciclului de cultivare: *ziua 1 (faza lag)*: imediat după inoculare când biomasa este redusă, celulele se adaptează și sunt foarte sensibile la stres, nanoparticulele pot influența inițierea creșterii culturii; *ziua 3 (faza exponențială)*: diviziunea celulară, biosinteza pigmentilor și biomoleculelor sunt maxime; expunerea la ZnONP-MP permite evaluarea efectelor asupra unei biomase intens metabolice; *ziua 5 (faza pre-staționară)*; densitatea celulară este mare, resursele nutritive devin limitate, iar stresul fiziologic crește; expunerea în această etapă evidențiază impactul ZnONP-MP asupra unei biomase deja dezvoltate și supra modificărilor pigmentilor și a potențialei stimulări sau inhibări a acumulării de compuși de rezervă.

Aplicarea ZnONP-MP asupra *Arthrospira platensis* a evidențiat răspunsuri dependente de starea metabolică și de nivelul biomasei. Dozele mici (0,01 - 5 mg/L) au avut un efect modulator asupra metabolismului, în timp ce dozele mari (10 - 30 mg/L) au indus răspunsuri caracteristice stresului celular.

Efectele expunerii Arthrospira platensis din ziua 1 de cultivare la ZnONP-MP

Biomasa: Concentrațiile mici (0,01 - 5,0 mg/L) au menținut un conținut de biomasă ușor redus la finalul cultivării, în timp ce concentrațiile mari (10-20 mg/L) au păstrat valorile comparabile cu martorul;

Proteinele: Dozele de 0,01 - 5 mg/L nu au modificat semnificativ conținutul proteic, însă cele de 10-30 mg/L au determinat o reducere de 14,85-32,34% ($p < 0,05$);

Carbohidrații: Concentrațiile mici au menținut nivelul carbohidraților similar martorului, iar cele mari au redus valorile cu 13,0 - 21,67% ($p < 0,05$);

Clorofila și Carotenoizii: Clorofila a rămas nemodificată la dozele de 0,01 - 5 mg/L, iar la 30 mg/L a înregistrat o creștere de 9,71% ($p < 0,05$). Carotenoizii nu au variat semnificativ, cu excepția concentrației de 10 mg/L, unde s-a observat o creștere de 14,75% ($p < 0,05$);

Ficobiliproteinele: Concentrațiile mari (10 - 30 mg/L) au redus ficobiliproteinele totale cu 20,02 - 70,88% ($p < 0,05$). La 10 mg/L s-a observat o reducere selectivă a aloficocianinei cu 43,93% ($p < 0,05$), fără modificarea C-ficocianinei. La 20 mg/L ambele componente au scăzut cu 36,10%, respectiv 32,38% ($p < 0,05$), iar la 30 mg/L reducerea a fost de 64,48% pentru C-ficocianină și 79,08% pentru aloficocianina ($p < 0,05$);

Lipidele: Conținutul lipidic a variat în limitele valorilor martorului;

Malon dialdehida (MDA): Indicator al stresului oxidativ, MDA a crescut cu 25,75 - 44,31% la unele concentrații mici și cu 12,57 - 74,25% la concentrațiile mari, confirmând inducerea stresului oxidativ încă din ziua 1.

Efectele expunerii Arthrospira platensis din ziua 3 de cultivare la ZnONP-MP

Biomasa: Concentrațiile mari au menținut conținutul de biomasă la nivelul martorului;

Proteinele: Dozele de 10-30 mg/L au redus conținutul de proteine cu 14,04-23,28% ($p < 0,05$).

Carbohidrații: Toate concentrațiile aplicate au determinat creșterea carbohidraților, de la 26,25% ($p < 0,05$) la 0,01 mg/L până la 46,48% la 30 mg/L, indicând activarea mecanismelor de adaptare și acumularea carbohidraților ca rezervă de carbon;

Clorofila și Carotenoizii: În majoritatea cazurilor, clorofila a scăzut cu 9,66 - 17,98% ($p < 0,05$). Carotenoizii au fost menținuți la nivelul martorului sau au crescut cu 7,73 - 15,23% la concentrațiile mici și cu 40,38% la 30 mg/L. Menținerea carotenoizilor la niveluri ridicate, concomitent cu reducerea clorofilei, evidențiază rolul lor compensator în atenuarea stresului oxidativ;

Ficobiliproteinele: Concentrațiile mici (0,01 - 5 mg/L) au redus ficobiliproteinele cu 9,44 - 22,13% ($p < 0,05$), iar cele mari (10 - 30 mg/L) au indus scăderi semnificative, de 51,86 - 90,78% ($p < 0,05$), în principal prin diminuarea C-ficocianinei;

Lipidele: Concentrațiile mici au determinat variații descendente ale lipidelor, în timp ce dozele de 10 - 30 mg/L au crescut semnificativ conținutul lipidic cu 65,83 - 125,93%, indicând un stres oxidativ puternic;

MDA: Valorile MDA au crescut în biomasa expusă la 10 - 30 mg/L, depășind martorul cu 36,29 - 50,89%, confirmând instalarea stresului oxidativ.

Efectele expunerii Arthrospira platensis din ziua 5 de cultivare la ZnONP-MP

Biomasa: Concentrațiile mici au redus ușor cantitatea de biomasă sub nivelul martorului, în timp ce concentrațiile mari au menținut valorile la nivelul martorului;

Proteinele: Dozele mici (1 - 5 mg/L) au redus proteinele cu 8,5 - 9,8% ($p < 0,05$), iar concentrațiile mari (10 - 30 mg/L) au provocat scăderi drastice de 52,11 - 58,0% ($p < 0,05$);

Carbohidrații: Nu s-au observat modificări semnificative; valorile au rămas comparabile cu martorul;

Clorofila și Carotenoizii: Clorofila a crescut la majoritatea concentrațiilor, cu 10,81 - 19,76% pentru dozele mici și 16,28 - 33,68% pentru cele mari ($p < 0,05$). Carotenoizii au scăzut ușor la dozele mici (6,87 - 7,19%) și cu 24,39% la 10 mg/L ($p < 0,05$);

Ficobiliproteinele: Pigmenții auxiliari au scăzut începând cu 5 mg/L (-75,70%, $p < 0,05$). Concentrațiile de 10 - 30 mg/L au redus ficobiliproteinele cu peste 95% pentru ambele componente;

Lipidele: Dozele mici nu au modificat lipidele, în timp ce concentrațiile mari (10 - 30 mg/L) au crescut conținutul cu 23,84 - 40,99% ($p < 0,05$), indicând stres oxidativ puternic;

MDA: Concentrațiile mari au determinat creșteri semnificative ale nivelului de malon dialdehidă, confirmând instalarea stresului oxidativ.

Modelul interacțiunii nanomultipodelor de ZnO cu cianobacteria Arthrospira platensis (Rezultat preconizat/realizat)

Analiza răspunsului *Arthrospira platensis* la ZnONP-MP a permis conturarea unui model care descrie modul în care nanomultipodele interacționează cu celulele în funcție de doză și de starea fiziologică a culturii.

(1) Interacțiunea ZnONP-MP cu *Arthrospira platensis*:

- **Faza lag (ziua 1):** Celulele stabilesc contactul inițial cu ZnONP-MP. La doze mici (0,01 - 5 mg/L), biomasa și pigmenții rămân relativ neschimbați, iar proteinele scad moderat (8 - 10%). La doze mari (10 - 30 mg/L), proteinele și ficobiliproteinele se reduc cu 20 - 70%, în timp ce lipidele și valorile MDA rămân stabile, indicând un stres oxidativ încă limitat;
- **Faza exponențială activă (ziua 3):** Sensibilitatea culturii crește. Carbohidrații cresc cu 26 - 46% pentru majoritatea dozelor: Lipidele cresc cu 24 - 41% la doze mari, semnalând activarea mecanismelor compensatorii față de stresul oxidativ. Ficobiliproteinele scad drastic (cu 50 - 95%), reflectând reorganizarea aparatului fotosintetic;
- **Faza pre-staționară (ziua 5):** Cultura atinge cea mai mare vulnerabilitate. Proteinele și ficobiliproteinele scad cu 52 - 90%. MDA crește cu 36 - 51%, fără o compensare lipidică adecvată, indicând epuizarea resurselor biosintetice și instalarea unui stres oxidativ sever.

(2) Diferențierea efectelor ZnONP-MP de cele ale ionilor Zn^{2+} :

- Experimentele cu $ZnSO_4$ au evidențiat un răspuns adaptativ dependent de faza fiziologică, faza lag fiind cea mai vulnerabilă;
- Ionii Zn^{2+} sunt bine tolerați până la 1 mg/L, fără perturbări majore ale parametrilor biochimici;
- Creșterea carbohidraților și carotenoizilor indică o redistribuire metabolică orientată spre protecția antioxidantă;
- Ficobiliproteinele prezintă degradări structurale, reflectate prin scăderea ficocianinei și acumularea produselor de descompunere;
- Peste 1 mg/L, Zn^{2+} devine toxic, determinând epuizarea structurilor funcționale;

- Diferența principală: efectele ZnONP-MP sunt mai doză-dependente decât cele ale ionilor Zn^{2+} , provocând stres oxidativ sever și deteriorare rapidă doar la doze mai mari (peste 5 mg/L), în timp ce Zn^{2+} devin toxici peste 1 mg/L, cu efecte mai lente.

(3) Corelarea ZnONP-MP cu stresul oxidativ la *Arthrospira platensis*

- Creșterea carbohidraților și lipidelor reprezintă mecanisme compensatorii ale celulelor pentru stresul oxidativ indus de ZnONP-MP;
- Reducerea ficobiliproteinelor și, ulterior, a proteinelor este corelată cu creșterea MDA, indicând deteriorarea progresivă a funcțiilor biosintetice;
- Dozele mari de ZnONP-MP induc stres oxidativ sever, în timp ce dozele mici permit adaptarea și menținerea funcționalității culturii.

Efectele nanomultipodelor de ZnO asupra microalgei roșii Porphyridium purpureum au fost evaluate, urmărindu-se evoluția culturii în trei etape fiziologice distincte. În *prima zi*, corespunzătoare fazei de adaptare și inițierii diviziunii celulare (*lag/exponențială timpurie*), celulele stabilesc contactul inițial cu ZnONP și își ajustează metabolismul pentru a se pregăti de multiplicare accelerată. În *ziua a șasea* (*faza exponențială activă*), efectele ZnONP-MP devin mai vizibile, influențând biosinteza pigmentilor fotosintetici și a lipidelor specifice genului *Porphyridium*. La *ziua a zecea*, corespunzătoare fazei *tardo-exponențiale* sau începutului *fazei staționare*, se observă răspunsul tardiv al celulelor, incluzând procesele de adaptare și mecanismele compensatorii declanșate în urma expunerii prelungite la nanoparticule.

Efectele expunerii Porphyridium purpureum din ziua 1 de cultivare la ZnONP-MP

Biomasa: Conținutul de biomasă a fost menținut la valori ușor reduse, între 7,74% și 8,47% ($p < 0,05$), indiferent de concentrația nanoparticulelor aplicate.

Proteinele: Concentrațiile de 0,1 - 20 mg/L nu au modificat semnificativ conținutul de proteine, în timp ce doza de 30 mg/L a determinat o reducere de 9,26% ($p < 0,05$) în biomasa finală.

Carbohidrații: Conținutul de carbohidrați a rămas în general nemodificat, cu excepția dozei de 30 mg/L, care a determinat o creștere de 15,0% ($p < 0,05$). S-a evidențiat o corelație pozitivă între concentrația nanoparticulelor și creșterea carbohidraților ($r = 0,9639$).

Clorofila totală și Carotenoizii: Conținutul de clorofilă a scăzut semnificativ în funcție de doză: la 0,1 mg/L s-a înregistrat o reducere de 25,95% ($p < 0,05$), iar la 30 mg/L de 9,54% ($p < 0,05$). Carotenoizii au urmat un tipar similar: la 0,1 mg/L s-a înregistrat o reducere de 19,54% ($p < 0,05$), iar la 30 mg/L o creștere nesemnificativă de 6,16%.

Ficobiliproteinele: Reducerea pigmentilor auxiliari a început la 20 mg/L, cu o scădere de 13,06% ($p < 0,05$), determinată în principal de variațiile ficoeritrinei. Conținutul de aloficocianină a scăzut semnificativ, însă în probele cu nivel scăzut al ficobilinelor s-au observat creșteri compensatorii. Valorile ficobilinelor pentru intervalul 0,1 - 10 mg/L au rămas comparabile cu martorul sau au prezentat ușoare creșteri.

Lipidele: Conținutul lipidic a scăzut semnificativ odată cu creșterea dozei de nanoparticule: cu 24,35% ($p < 0,05$) la 0,1 mg/L și cu 41,60% ($p < 0,05$) la 30 mg/L.

MDA: Nivelul malon dialdehidei, indicator al stresului oxidativ, a crescut între 32,28% și 46,67% ($p < 0,05$) odată cu creșterea concentrației de ZnONP-MP.

Efectele expunerii Porphyridium purpureum din ziua 6 de cultivare la ZnONP-MP:

Biomasa: Conținutul de biomasă a fost ușor redus, între 6,42% și 9,05% ($p < 0,05$), indiferent de concentrația nanoparticulelor aplicate.

Proteinele: Conținutul proteinelor în biomasa microalgei nu s-a modificat semnificativ.

Carbohidrații: Nu s-au înregistrat modificări semnificative ale conținutului de carbohidrați, indiferent de concentrația nanoparticulelor.

Clorofila totală și Carotenoizii: Conținutul clorofilei totale a scăzut cu 13,38% ($p < 0,05$) la concentrația de 0,1 mg/L ZnONP, în timp ce la 30 mg/L nu s-au înregistrat modificări semnificative. Carotenoizii nu s-au modificat în majoritatea probelor, cu excepția concentrațiilor de peste 20 mg/L, care au determinat o creștere de 11,9% ($p < 0,05$).

Ficobiliproteinele: La dozele mici de 0,1 - 1 mg/L, conținutul ficobiliproteinelor a crescut între 7,02% și 9,67% ($p < 0,05$). Concentrațiile mari nu au modificat semnificativ conținutul total de ficobiliproteine, însă s-a observat reducerea ficoeritrinei, compensată de creșterea aloficocianinei.

Lipidele: Conținutul lipidic a scăzut semnificativ, cu 26,71% ($p < 0,05$) la 0,1 mg/L și cu 41,37% ($p < 0,05$) la 30 mg/L.

MDA: Conținutul malon dialdehidei a crescut între 17,14% și 32,38% ($p < 0,05$) odată cu creșterea concentrației de nanoparticule.

Efectele expunerii Porphyridium purpureum din ziua 10 de cultivare la ZnONP-MP:

Biomasa: Conținutul de biomasă a fost menținut ușor redus, între 7,29% și 9,34% ($p < 0,05$), indiferent de concentrația nanoparticulelor aplicate.

Proteinele: Conținutul proteinelor în biomasa microalgei s-a modificat nesemnificativ, cu o tendință ușoară de reducere odată cu creșterea concentrației de nanoparticule.

Carbohidrații: Nu s-au înregistrat modificări semnificative ale conținutului de carbohidrați, indiferent de concentrația nanoparticulelor aplicată.

Clorofila totală și Carotenoizii: Conținutul clorofilei totale a prezentat o reducere nesemnificativă de 11,0% la 0,1 mg/L și de 6,85% la 30 mg/L. Conținutul carotenoizilor a rămas stabil în majoritatea probelor, cu excepția celor cu concentrații de nanoparticule peste 20 mg/L, care au determinat o creștere de 11,92% ($p < 0,05$).

Ficobiliproteinele: La dozele mici de 0,1 - 1 mg/L, conținutul ficobiliproteinelor a crescut cu peste 12% ($p < 0,05$). Concentrațiile mari au indus o descreștere a conținutului total de ficobiliproteine, s-a observat reducerea ficoeritrinei și dispariția aloficocianinei.

Lipidele: Conținutul lipidic s-a redus semnificativ, cu 35,23% ($p < 0,05$) la 0,1 mg/L și cu 38,06% ($p < 0,05$) la 30 mg/L.

MDA: Conținutul malon dialdehidei a crescut între 22,86% și 44,77% ($p < 0,05$) odată cu creșterea concentrației de nanoparticule.

Modelul interacțiunii nanomultipodelor de ZnO cu microalga roșie Porphyridium purpureum

Modelul interacțiunii ZnONP-MP cu *Porphyridium purpureum* urmează un răspuns celular dependent de starea fiziologică: celulele tinere interacționează activ cu particulele, iar cele mature sau stresate reacționează mai lent.

(1) Interacțiunea ZnONP-MP cu *Porphyridium purpureum*:

- *Faza de adaptare (ziua 1):* Celulele stabilesc contactul primar cu ZnONP-MP și inițiază ajustări metabolice. Biomasa scade ușor (7,29 - 9,34%), proteinele rămân neschimbate, iar carbohidrații

cresc la doze mici. Pigmenții fotosintetici scad cu până la 11% la 0,1 mg/L, iar carotenoizii cresc cu 11,92% la >20 mg/L. Ficobiliproteinele cresc cu 7-12% la doze mici, în timp ce dozele mari reduc conținutul total, cu scăderea ficoeritrinei și dispariția aloficocianinei. Lipidele se reduc semnificativ (35,23 - 38,06%), iar MDA crește între 22,86 - 44,77%, indicând stres oxidativ;

- *Faza exponențială activă (ziua 6):* Cultura se află în plină activitate biosintetică. Clorofila scade moderat (6 - 9%), carotenoizii cresc moderat cu 8 - 15%, ficobiliproteinele cresc cu 10-12% la doze mici și scad cu 20 - 45% la doze mari. Lipidele scad cu 15 - 28%, iar MDA crește cu 25 - 42%, confirmând persistența stresului oxidativ;
- *Faza tardo-exponențială / începutul fazei staționare (ziua 10):* Proteinele și carbohidrații nu se modifică semnificativ. Clorofila variază între -5% și +4%, iar carotenoizii între -2% și +12%, în funcție de doză. Ficobiliproteinele cresc moderat (6 - 9%) la dozele mici, dar scad cu 35 - 60% la dozele mari, cu dispariția completă a aloficocianinei. Lipidele scad cu 30% - 40%, iar MDA crește între 30% și 48%, reflectând intensificarea stresului oxidativ în celulele microalgei.

(2) Diferențierea efectelor nanomultipodelor de ZnO de cele ale ionilor Zn^{2+} :

- Experimentele cu $ZnSO_4$ arată răspunsuri similare, independent de faza fiziologică;
- Nivelurile metaboliților sunt menținute intacte până la 1 mg/L;
- Mecanismele de adaptare sunt comparabile cu ZnONP-MP: reorganizare metabolică orientată spre protecția antioxidantă și menținerea homeostaziei celulare;
- Diferența principală: Comparativ cu ionii Zn^{2+} , răspunsul la ZnONP-MP este mai doză-dependent și mai pronunțat. Ionii Zn^{2+} produc un răspuns uniform, cu menținerea metaboliților până la 1 mg/L, iar mecanismele de adaptare implică reorganizare metabolică similară, dar mai puțin intensă.

(3) Corelarea ZnONP-MP cu stresul oxidativ la *Porphyridium purpureum*:

- Răspunsul celular la ZnONP-MP este dominat de stresul oxidativ, prezent în toate fazele de dezvoltare;
- Efectele principale sunt afectarea metabolismului lipidic, modificarea pigmenților fotosintetici și reorganizarea ficobiliproteinelor.
- Modelul reflectă o interacțiune complexă între nanomultipode și microalga roșie, dependentă mai mult de doza ZnONP-MP și mai puțin de starea fiziologică a culturii microalgale.

6. **Diseminarea rezultatelor** obținute în proiect în formă de publicații (obligatoriu) și în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor)

Conform Planului de realizare pentru anul 2025 a proiectului, diseminarea rezultatelor obținute a fost planificată și realizată prin:

Participarea cercet. șt. coord., dr. Ludmila RUDI cu Posterul „The effect of ZnO Nanoparticle Morphology on Biomass and Phycocyanin Content in the Cyanobacterium *Arthrospira platensis*” la 16th International Conference on Nanomaterials - Research and Application, secțiunea D - Health, Toxicity, Environmental Challenges, Safety. 15-17 October 2025, Brno, Republica Cehă.

Publicarea abstractului:

BRANIȘTE, Tudor; Ludmila, RUDI; Tatiana CHIRIAC and Liliana CEPOI. The effect of ZnO

Nanoparticle Morphology on Biomass and Phycocyanin Content in the Cyanobacterium *Arthrospira platensis*. In: *NANOCON 2025 ABSTRACTS 17th International Conference on Nanomaterials - Research and Application*, 1st Edition, 15-17 October 2025, Brno. TANGER Ltd., Ostrava, p. 127. ISBN 978-80-88365-28-0.

Lista publicațiilor din anul 2025 în care se reflectă doar rezultatele obținute în proiect, perfectată conform cerințelor față de lista publicațiilor (a se vedea Anexa 1).

7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului (obligatoriu)

Rezultatele științifice obținute în proiect (etapa a. 2025) contribuie la consolidarea cunoștințelor fundamentale despre răspunsul cianobacteriilor și microalgelor la nanoparticule și au potențial de aplicare directă în biotehnologie, nutriție funcțională și nanobiotehnologie, cu beneficii științifice, sociale și economice.

Impactul științific: rezultatele evidențiază modul în care ZnONP-MP influențează fotosinteza, acumularea de metaboliți și stresul oxidativ în două tipuri de microorganisme fotosintetizatoare, cianobacteria *Arthrospira platensis* și microalga roșie *Porphyridium purpureum*. Modelul diferențiat de răspuns celular rezultat contribuie la acumularea de date în literatura din domeniul nanobiotehnologiei și biotehnologiei microalgale, iar identificarea mecanismului de adaptare la stres oxidativ la nivel biochimic deschide direcții noi pentru cercetări privind protecția antioxidantă, producerea de metaboliți în cianobacterii și microalge expuse la nanomateriale. Dezvoltarea schemei experimentale care include diferite faze fiziologice, morfologii și concentrații variate de nanoparticule oferă un cadru standardizat ca metodă pentru studii viitoare privind efectele nanomaterialelor asupra organismelor fotosintetizatoare.

Impactul social: rezultatele contribuie la înțelegerea modului în care nanomaterialele pot fi integrate în producția de biomasă cianobacteriană și microalgă destinată produselor bogate în proteine, polizaharide și carotenoizi, cu potențial antioxidant: suplimente alimentare, nutraceutice sau diete funcționale, asigurând siguranță și eficiență. Rezultatele obținute pot fi utilizate (educație) pentru formarea tinerilor cercetători în domeniul nanobiotehnologiei, stimulând dezvoltarea competențelor interdisciplinare între biologie, chimie și ingineria nanomaterialelor.

Impact economic: rezultatele privind efectele ZnONP-MP permit optimizarea culturilor cianobacteriene și microalgale pentru producția de biomasă și metaboliți cu valoare adăugată (proteine, polizaharide, carotenoizi, lipide), ceea ce poate crește competitivitatea companiilor care produc biomasă și produse derivate din microalge și cianobacterii. Identificarea concentrațiilor non-toxice și a momentelor optime de expunere poate reduce pierderile de biomasă optimizând costurile de producție. Rezultatele deschid perspective pentru dezvoltarea de aplicații sigure în industriile alimentară, cosmetică sau farmaceutică, unde derivatele bioactive din cianobacterii microalge pot fi combinate cu nanoparticule pentru efecte specifice (de exemplu, creșterea producției de antioxidanți sau pigmenți).

8. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului (obligatoriu)

Centrul National de Studiu și Testare a Materialelor (director Ion TIGHINEANU, profesor universitar, doctor habilitat, academician) - Obținerea și caracterizarea diferitor morfologii de ZnONP (dr. Tudor BRANIȘTE).

9. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului (obligatoriu)

Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Fizica Laserilor, Plasmei și Radiației Magurele, România Laboratorul de Interacțiuni Laser-Suprafețe-Plasma, Departamentul Lasere, (dr.ing. Gabriela-Irina UNGUREANU (NEGUȚ)) – Aplicații ale nanomaterialelor.

10. Dificultățile în realizarea proiectului de natură financiară, organizatorică, legate de resursele umane etc. (obligatoriu)

Pe parcursul etapei a. 2025 nu au fost întâmpinate dificultăți de ordin financiar, logistic sau privind resursele umane; eventualele ajustări tehnice au fost gestionate eficient, fără impact asupra realizării activităților planificate.

11. Recomandări, propuneri (opțional)

Conducătorul de proiect *Tatiana Chiriac* / dr.Tatiana CHIRIAC

Data: 09.12.2025

LS



**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul 2025 în cadrul proiectului**

***„Morfologia ZnONP în interacțiune cu microorganisme fotosintetizatoare - efecte și mecanisme
de răspuns”***

1. Monografii (recomandate spre editare de consiliul științific/senatul organizației din domeniile cercetării și inovării)

1.1. monografii internaționale

1.2. monografii naționale

2. Capitole în monografii naționale/internaționale

3. Editor culegere de articole, materiale ale conferințelor naționale/internaționale

4. Articole în reviste științifice

4.1. în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS (cu indicarea factorului de impact IF)

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

4.3. în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei

4.4. în alte reviste naționale

5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

1. BRANIȘTE, Tudor; Ludmila, RUDI; Tatiana CHIRIAC and Liliana CEPOI. The effect of ZnO Nanoparticle Morphology on Biomass and Phycocyanin Content in the Cyanobacterium *Arthrospira platensis*. In: *NANOCON 2025 ABSTRACTS 17th International Conference on Nanomaterials - Research and Application*, 1st Edition, 15-17 October 2025, Brno. TANGER Ltd., Ostrava, p. 127. ISBN 978-80-88365-28-0. SE 25-26

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

Notă: vor fi considerate teze și nu articole materialele care au un volum de până la 0,25 c.a.

8. Alte lucrări științifice (recomandate spre editare de o instituție acreditată în domeniu)

8.1. cărți (cu caracter informativ)

8.2. enciclopedii, dicționare

8.3. atlase, hărți, albume, cataloage, tabele etc. (ca produse ale cercetării științifice)

9. Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală, materiale la saloanele de invenții

10. Lucrări științifico-metodice și didactice

10.1. manuale pentru învățământul preuniversitar (aprobate de ministerul de resort)

10.2. manuale pentru învățământul universitar (aprobate de consiliul științific /senatul instituției)

10.3. alte lucrări științifico-metodice și didactice

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2025

Cifra proiectului 25.80012.7007.26SE

Denumirea Proiectului „Morfologia ZnONP în interacțiune cu microorganisme fotosintetizatoare - efecte și mecanisme de răspuns”

În etapa a. 2025 a proiectului, scopul principal a fost evaluarea efectelor nanoparticulelor de ZnO cu morfologie nanomultipodă (ZnONP-MP) asupra microorganismelor fotosintetizatoare de interes biotehnologic *Arthrospira platensis* (spirulina) și *Porphyridium purpureum*. Activitățile realizate au inclus pregătirea mediilor și culturilor inițiale uniformizate, expunerea la diferite concentrații de ZnONP-MP, evaluarea compoziției biochimice și conturarea modelelor de răspuns adaptativ.

Arthrospira platensis a fost expusă în zilele 1, 3 și 5 ale ciclului de cultivare (faze lag, exponențială și pre-staționară). La doze mici (0,01 - 5 mg/L), biomasa și pigmentii au rămas stabili, iar proteinele și carbohidrații au crescut moderat (+3 - 8% și +2 - 6%, respectiv), indicând adaptarea culturii. La doze mari (10 - 30 mg/L), s-au înregistrat scăderi semnificative ale proteinelor și ficobiliproteinelor (-15 - 30%), creșteri ale lipidelor (+20 - 25%) și nivelului de malondialdehidă (MDA, +35-5 - 0%), indicând stres oxidativ sever. Modelul de interacțiune „*A. platensis* + ZnONP-MP” arată un răspuns dependent de doză și starea fiziologică: celulele tinere contactează cu particulele și se adaptează, iar celulele mature sau stresate reacționează mai lent, cu efecte mai severe la doze mari.

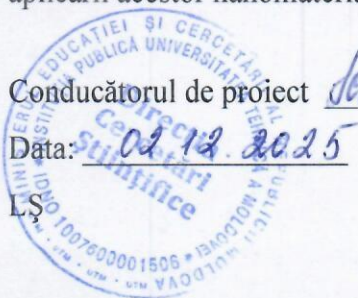
Porphyridium purpureum a fost evaluat în zilele 1, 6 și 10 (faze de adaptare, exponențială și tardo-exponențială/început staționar). La doze mici, ficobiliproteinele au crescut (+5-10%) și biomasa a scăzut ușor (- 3%). La doze mari, pigmentii și lipidele scad cu 15 - 25%, iar MDA crește cu 30 - 45%. În faza exponențială, clorofila scade (- 5 - 10%), carotenoizii cresc (+ 8 - 12%), iar ficobiliproteinele cresc la doze mici (+ 6 - 9%) și scad la doze mari (-10 - 20%). În faza tardo-exponențială, proteinele și carbohidrații rămân stabile, ficobiliproteinele cresc la doze mici (+ 7%) și scad la doze mari (- 18%), lipidele scad (- 15%), iar MDA crește (+ 40%). Modelul „*P. purpureum* + ZnONP-MP” evidențiază un răspuns mai dependent de doză decât de starea fiziologică: celulele tinere activează mecanisme adaptative, iar celulele mature sau stresate reacționează mai lent, cu efecte oxidative mai pronunțate.

Răspunsul la ionii de Zn^{2+} a fost similar pentru ambele microorganisme: efecte uniforme, toxice la > 1 mg/L, cu răspuns compensator prin creșterea carbohidraților, carotenoizilor și compușilor antioxidativi. În concluzie, modelele de răspuns adaptativ arată că doza și starea fiziologică determină efectele ZnONP-MP: dozele mici (0,01 - 5 mg/L) mențin funcțiile celulare, iar dozele mari (10 - 30 mg/L) induc stres oxidativ semnificativ, oferind o bază solidă pentru optimizarea aplicării acestor nanomateriale în biotehnologia cianobacteriilor și microalgelor.

Conducătorul de proiect Selciziac / dr. Tatiana CHIRIAC

Data: 02.12.2025

LS



Summary of Activity and Results Obtained in the Project in 2025

Project Code: 25.80012.7007.26SE

Project Title: "ZnONP Morphology in interaction with photosynthetic microorganisms – effects and response mechanisms"

In the 2025 phase of the project, the main objective was to evaluate the effects of ZnO nanoparticles with nanomultipod morphology (ZnONP-MP) on biotechnologically relevant photosynthetic microorganisms, *Arthrospira platensis* (spirulina) and *Porphyridium purpureum*. The activities carried out included preparation of media and standardized starting cultures, exposure to different concentrations of ZnONP-MP, assessment of biochemical composition, and development of adaptive response models.

Arthrospira platensis was exposed on days 1, 3, and 5 of the cultivation cycles (lag, exponential, and pre-stationary phases). At low doses (0.01 - 5 mg/L), biomass and pigments remained stable, while proteins and carbohydrates increased moderately (+ 3 - 8% and +2 - 6%, respectively), indicating adaptation of the culture. At high doses (10-30 mg/L), significant decreases in proteins and phycobiliproteins (- 15 - 30%), increases in lipids (+ 20 - 25%), and malondialdehyde (MDA, + 35 - 50%) were observed, indicating severe oxidative stress. The "*A. platensis* + ZnONP-MP" interaction model demonstrates a dose- and physiological state-dependent response: young cells contact the particles and adapt, while mature or stressed cells respond more slowly, with more severe effects at high doses.

Porphyridium purpureum was evaluated on days 1, 6, and 10 (adaptation, exponential, and late-exponential/early stationary phases). At low doses, phycobiliproteins increased (+ 5 - 10%), and biomass decreased slightly (- 3%). At high doses, pigments and lipids decreased by 15 - %, while MDA increased by 30 - 45%. During the exponential phase, chlorophyll decreased (- 5- 10%), carotenoids increased (+ 8 - 12%), and phycobiliproteins increased at low doses (+ 6 - 9%) but decreased at high doses (- 10 - 20%). In the late-exponential phase, proteins and carbohydrates remained stable; phycobiliproteins increased at low doses (+ 7%) and decreased at high doses (- 18%); lipids decreased (- 15%); and MDA increased (+ 40%). The "*P. purpureum* + ZnONP-MP" model highlights a response more dependent on dose than on physiological state: young cells activate adaptive mechanisms, whereas mature or stressed cells respond more slowly, with more pronounced oxidative effects.

The response to Zn²⁺ ions was similar for both microorganisms: uniform effects, toxic at >1 mg/L, with compensatory responses through increased carbohydrates, carotenoids, and antioxidant compounds.

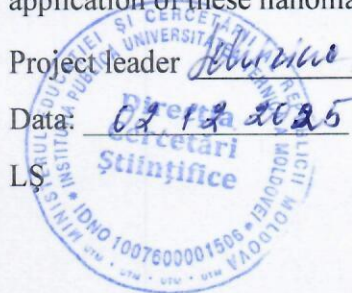
In conclusion, the adaptive response models indicate that dose and physiological state determine the effects of ZnONP-MP: low doses (0.01 - 5 mg/L) maintain cellular functions, whereas high doses (10 - 30 mg/L) induce significant oxidative stress, providing a solid basis for optimizing the application of these nanomaterials in cyanobacteria and microalgae biotechnology.

Project leader  / dr. Tatiana CHIRIAC

Data:

02.12.2025

LS



Executarea devizului de cheltuieli,
conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare pentru anul 2025
Cifrul proiectului 25.80012.7007.26SE

Cheltuieli, lei				
Denumirea	Cod		Anul de gestiune	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710			
Deplasări de serviciu peste hotare	222720	25 305,0	-3 716,36	21 588,64
Servicii medicale	222810			
Servicii de editare	222910			
Servicii de protocol	222920			
Servicii de cercetări științifice contractate (salarizarea membrilor echipei - 80%)	222930	239 865,0		239 865,0
Servicii neatribuite altor aliniate (publicarea articolelor științifice / servicii laborator)	222999			
Servicii neatribuite altor aliniate (salarizarea personalului din afara instituției)	222999			
Servicii neatribuite altor aliniate (salarizarea personalului administrativ - 5%)	222999	14 880,0		14 880,0
Alte cheltuieli în bază de contracte cu persoane fizice	281600			
Cheltuieli curente neatribuite la alte categorii (taxele de participare la forumuri și evenimente științifice)	281900	10 000,0	-638,27	9 361,73
Procurarea mașinilor și utilajelor	314110			
Procurarea activelor nemateriale	317110			
Procurarea combustibilului, carburanților și lubrifianților	331110			
Procurarea produselor alimentare	333110			
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110	9 950,0	+4 354,63	14 304,63
Procurarea materialelor de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110			
Procurarea altor materiale	339110			
TOTAL		300 000,0		300 000,0

Notă: În tabel se prezintă doar categoriile de cheltuieli din contract ce sunt în execuție și modificările aprobate (după caz)

Rector U.T.M.


(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

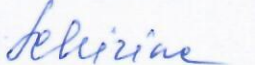
Contabil (economist)


(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect


(semnătura)

dr. Tatiana CHIRIAC

(numele, prenumele)

Data: 02.12.2025
LS



Anexa 4

Componența echipei conform contractului de finanțare 2025

Cifrul proiectului 25.80012.7007.26SE

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru 2025						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă sau nr. de ore conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Chiriac Tatiana	1970	dr.	28.8	01.08.2025	31.12.2025
2.	Rudi Ludmila	1964	dr.	28.8	01.08.2025	31.12.2025
3.	Cepoi Liliana	1967	dr. hab.	27.6	01.08.2025	31.12.2025

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2025					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă sau nr. de ore conform contractului	Data angajării
1.					
2.					
3.					

Rector U.T.M.

V. F.

(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

Contabil (economist)

V. Iovu

(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect

T. Chiriac

(semnătura)

dr. Tatiana CHIRIAC

(numele, prenumele)

Data:



EXTRAS
din Procesul Verbal
al ședinței Consiliului Științific UTM
din 02 decembrie 2025

Prezenți: 14 membri ai Consiliului științific al UTM – Vasile Tronciu, *Prorector pentru cercetare, prof. univ., dr. hab.*; Bostan Ion, *Academician AȘM, prof. univ., dr. hab.*; Bostan Viorel, *Rector UTM, prof. univ., dr. hab.*; Siminiuc Rodica, *Directoare a ȘD UTM, conf. univ, dr.*; Sturza Rodica, *Membru cor. AȘM, prof. univ., dr. hab.*; Ghendov-Moșanu Aliona, *conf. univ., dr. hab.*; Caisin Larisa, *prof. univ., dr. hab.*; Cepoi Liliana, *Director, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al UTM, conf.univ., dr.*; Gheorghită Maria, *prof. univ., dr.*; Monaico Eduard; *dr., conf. cercet.*; Țurcanu Dinu, *dr., conf. univ.*; Țirșu Mihai; *Director Institutul de Energetică UTM, conf. univ., dr.*; Popovici Mihail, *conf. univ., dr.*; Muntean Viorel, *Doctorand UTM*

S-A DISCUTAT: audierea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2025 al proiectului din cadrul Concursului de proiecte „Stimularea excelenței cercetărilor științifice” pentru anii 2025-2026: 25.80012.7007.26SE „*Morfologia ZnONP în interacțiune cu microorganisme fotosintetizatoare - efecte și mecanisme de răspuns*”, Conducător de proiect: *dr. Tatiana CHIRIAC*.

S-A DECIS: aprobarea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2025 al proiectului din cadrul Concursului de proiecte „Stimularea excelenței cercetărilor științifice” pentru anii 2025-2026: 25.80012.7007.26SE „*Morfologia ZnONP în interacțiune cu microorganisme fotosintetizatoare - efecte și mecanisme de răspuns*”, Conducător de proiect: *dr. Tatiana CHIRIAC*.



Președinte al CȘ UTM,
Vasile TRONCIU, dr. hab., prof. univ.

Secretar al CȘ UTM,
Liliana CEPOI, dr. hab.