

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru
Cercetare și Dezvoltare _____
" " _____ 2025

AVIZAT

Secția AȘM _____
" " _____ 2025

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL

(pentru etapa 2025)

privind implementarea proiectului din cadrul concursului
„Proiecte complexe bilaterale cu Republica Moldova”

Proiectul _____ „Elemente implantabile / protetice ieftine, acoperite
_____ cu resurse și componente de origine marină”
_____ (titlul proiectului)

Cifra proiectului 25.80013.8007.12ROMD

Prioritatea Strategică _____ I „Sănătate”

Rector U.T.M. _____ dr. hab. Viorel BOSTAN _____
(numele, prenumele) (semnătura)

Președintele _____ dr. hab. Vasile TRONCIU _____
Consiliului științific UTM (numele, prenumele) (semnătura)

Conducătorul proiectului _____ dr. Tatiana CHIRIAC _____
(numele, prenumele) (semnătura)



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.....	3
5. Rezultatele obținute.....	5
6. Diseminarea rezultatelor la foruri științifice.....	8
7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului 2025.....	9
8. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului 2025.....	9
9. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului (obligatoriu).....	9
10. Dificultăți în realizarea proiectului: financiare, organizatorice, legate de resursele umane.....	10
11. Recomandări, propuneri.....	10
12. Lista lucrărilor științifice, publicate în anul 2025 (Anexa 1).....	11
13. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect 2025 în limba română și în limba engleză (Anexa 2).....	13
14. Executarea devizului de cheltuieli din contractul de finanțare pentru anul 2025 (Anexa 3)..	15
Componența echipei conform contractului de finanțare pentru anul 2025 (Anexa 4).....	16

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

Cultivarea biomasei de *Porphyridium purpureum (cruentum)* în condiții controlate pentru îmbogățirea cu proteine și polizaharide țintite /matrice pentru funcționalizarea AgNP.

2. Obiectivele etapei 2025 (obligatoriu)

O1: Ajustarea parametrilor culturii (*mediu nutritiv, intensitatea luminii*) pentru a favoriza sinteza maximă a proteinelor țintite pentru obținerea unei biomase de *Porphyridium purpureum* îmbogățite în acestea, și testarea pentru obținerea unui extract proteic;

O2: Ajustarea parametrilor culturii (*mediu nutritiv, intensitatea luminii*) pentru a favoriza sinteza maximă a polizaharidelor țintite pentru obținerea unei biomase de *Porphyridium purpureum* îmbogățite în acestea, și testarea pentru obținerea unui extract polizaharidic.

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

A.1 Cultivarea *Porphyridium purpureum* în medii nutritive diferite și selecția mediului pentru sinteza proteinelor sau polizaharidelor țintite

A.2 Ajustarea parametrilor culturii (*mediu nutritiv, intensitatea luminii*) pentru a favoriza sinteza maximă a proteinelor țintite pentru obținerea unei biomase de *Porphyridium purpureum* îmbogățite în acestea, și testarea pentru obținerea unui extract proteic:

2.1: Ajustarea mediului nutritiv selectat ca platformă pentru stimularea sintezei maxime a proteinelor;

2.2: Ajustarea intensității luminii pentru maximizarea acumulării proteinelor în biomasa cultivată.

2.3: Testarea și validarea biomasei obținute ca sursă de proteine țintite, pentru confirmarea posibilității și eficienței procesului de extracție;

2.4: Elaborarea specificației pentru biomasa de *P. purpureum* obținută în condiții controlate, ca sursă standardizată de proteine utilizate pentru funcționalizarea AgNP.

A3 Ajustarea parametrilor culturii (*mediu nutritiv, intensitatea luminii*) pentru a favoriza sinteza maximă a polizaharidelor țintite pentru obținerea unei biomase de *Porphyridium purpureum* îmbogățite în acestea, și testarea pentru obținerea unui extract polizaharidic:

3.1: Ajustarea mediului nutritiv (optimizarea concentrației de NaCl) pentru stimularea acumulării polizaharidelor țintite în biomasa de *Porphyridium purpureum*;

3.2: Ajustarea regimului și intensității luminii pentru maximizarea biosintezei polizaharidelor în biomasa cultivată;

3.3: Testarea și validarea biomasei ca sursă de polizaharide țintite, pentru confirmarea posibilității și eficienței procesului de extracție;

3.4: Elaborarea specificației pentru biomasa de *Porphyridium purpureum* obținută în condiții controlate, ca sursă standardizată de polizaharide utilizate pentru funcționalizarea AgNP.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei 2025

A.1 A fost cultivată *Porphyridium purpureum* în trei medii nutritive distincte: Brody & Emerson (1959, modif. Pekárková), MM1 și MM2, în condiții controlate de temperatură (26-28°C), pH (6,8-7,2) și iluminare continuă (56 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$), timp de 14 zile. Pe baza acumulării proteinelor și polizaharidelor, a fost selectată platforma pentru obținerea compușilor țintă. Parametrii de control:

conținut proteic, conținut polizaharide, biomasa, nivel MDA/ spectrofotometric cu recalcul cantitativ. Mediul MM1 a fost selectat pentru obținerea polizaharidelor, iar MM2 pentru maximizarea sintezei polizaharidelor.

A.2 Ajustarea parametrilor culturii (*mediu nutritiv, intensitatea luminii*) pentru a favoriza sinteza maximă a proteinelor țintite pentru obținerea unei biomase de *Porphyridium purpureum* îmbogățite în acestea, și testarea pentru obținerea unui extract proteic:

A.2.1: A fost cultivată *Porphyridium purpureum* pe mediul MM2, modulând concentrația NaNO_3 pentru stimularea sintezei maxime de proteine, folosind un plan monofactorial și strategia de variație pe gradient. Concentrația optimă a fost identificată prin testare secvențială. Parametrii de control: conținut proteic, biomasa/ spectrofotometric cu recalcul cantitativ;

A.2.2: A fost cultivată *Porphyridium purpureum* pe mediul MM2 optimizat după azot, aplicând pentru maximizarea acumulării proteinelor țintite o expunere graduală la lumină pe mediul MM2 optimizat după azot: $56 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ în primele 6 zile pentru adaptare, urmată de $72 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ în faza exponențială, menținând temperatura $26\text{-}28^\circ\text{C}$ și pH-ul $6,8\text{-}7,2$. Parametrii de control: conținut proteic, biomasa, nivel MDA/ spectrofotometric cu recalcul cantitativ;

A.2.3: Din biomasa optimizată a fost obținut un extract proteic prin extracție alcalină graduală: tratare secvențială cu NaOH $0,45\%$ sub agitare, fiecare etapă urmată de centrifugare, supernatantele combinate pentru evaluarea performanței biologice. Parametrii de control: conținut proteic și activitate antioxidantă (DPPH și PRFe)/ spectrofotometric cu recalcul cantitativ;

A.2.4: A fost elaborată specificația biomasei de *Porphyridium purpureum* (cruentum), care definește parametrii necesari pentru utilizarea ca sursă de proteine și polizaharide - matrice pentru funcționalizarea AgNP.

A.3 Ajustarea parametrilor culturii (*mediu nutritiv, intensitatea luminii*) pentru a favoriza sinteza maximă a polizaharidelor țintite pentru obținerea unei biomase de *Porphyridium purpureum* îmbogățite în acestea, și testarea pentru obținerea unui extract polizaharidic:

A.3.1: A fost cultivată microalga pe mediul MM1, modulând concentrația de NaCl pentru stimularea acumulării polizaharidelor țintite. Optimizarea s-a realizat prin plan monofactorial și metoda „Mișcarea pe gradient”. Parametrii de control: conținut polizaharide, biomasa/ spectrofotometric cu recalcul cantitativ;

A.3.2: Pe mediul MM2 optimizat după NaCl , cultura a fost supusă unui regim gradual de fotoperiodicitate: $12 \text{ h lumină} / 12 \text{ h întuneric}$ ($76 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) în primele 6 zile, urmat de iluminare continuă la aceeași intensitate pentru restul duratei de cultivare, stimulând acumularea polizaharidelor și menținând biomasa la nivel optim. Parametrii de control: conținut polizaharide, biomasa, nivel MDA/ spectrofotometric cu recalcul cantitativ;

A.3.3: Din biomasa optimizată a fost obținut un extract polizaharidic prin extracție apoasă la cald, urmată de precipitare izoelectrică a proteinelor și purificare prin adsorbție pe Al_2O_3 , obținându-se un extract standardizat la 10 mg/mL substanță uscată. Parametrii de control: conținut polizaharide, activitate antioxidantă (DPPH și PRFe)/ spectrofotometric cu recalcul cantitativ;

A.3.4 A fost elaborată specificația biomasei de *Porphyridium purpureum* (cruentum) obținute în condiții controlate, pentru utilizarea acesteia ca sursă de polizaharide țintite – matrice pentru funcționalizarea AgNP.

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

Cultivarea Porphyridium purpureum în medii nutritive diferite și selecția mediului pentru sinteza proteinelor sau polizaharidelor țintite

Cultivarea microalgei roșii *Porphyridium purpureum* în diferite medii nutritive a demonstrat că atât compoziția chimică a mediului, cât și salinitatea influențează creșterea biomasei și producția principalelor biomolecule de interes, proteine și polizaharide.

În mediul de referință M1 (Brody & Emerson 1959, modif. Pekárková), caracterizat prin salinitate scăzută de 11,8 g/L, azot moderat de 0,192g/L și clor redus de 3,80g/L, biomasa a atins $1,92 \pm 0,12$ g/L. Conținutul proteic a fost de $24,80 \pm 1,20\%$, iar polizaharidele au reprezentat $26,31 \pm 0,85\%$ din biomasa totală. Nivelul malondialdehidei (MDA), un indicator al stresului oxidativ, a fost de $21,99 \pm 0,85$ nM/g.

Mediul MM1, cu salinitate ridicată de 33,02 g/L, Cl^- 15,3 g/L și azot 0,172 g/L, a favorizat acumularea polizaharidelor, care au ajuns la $35,51 \pm 1,68\%$. Proteinele au fost de $30,28 \pm 1,06\%$, iar biomasa de $2,18 \pm 0,05$ g/L. Nivelul MDA a fost ușor mai ridicat, $22,69 \pm 0,51$ nM/g, indicând un stres osmotic moderat care poate conduce la stimularea metabolismului secundar și sintezei de polizaharide.

În mediul MM2, cu salinitate moderată de 21,75 g/L, Cl^- 7,81 g/L și azot ridicat de 0,838 g/L, proteinele au atins $33,71 \pm 0,66\%$ din biomasa totală. Biomasa a fost de $2,01 \pm 0,12$ g/L, iar polizaharidele au constituit $30,16 \pm 0,83\%$ din biomasă. MDA a fost $21,41 \pm 0,53$ nM/g, indicând un nivel redus de stres oxidativ.

Comparativ, mediul MM2 a oferit cel mai ridicat conținut proteic (+ 35,3% față de M1), în timp ce mediul MM1 a condus la cea mai mare acumulare de polizaharide (+ 34,96 % față de M1). Biomasa a crescut ușor în mediile optimizate, fiind de 2,18 g/L în MM1 (+ 13,5% față de M1) și de 2,01 g/L în MM2 (+ 4,68% față de M1). Astfel, salinitatea mai mare favorizează acumularea de polizaharide, salinitatea moderată combinată cu azot ridicat optimizează sinteza de proteine, iar mediul cu salinitate scăzută oferă un nivel de bază stabil pentru întreținerea culturii.

Rezultatele obținute în această etapă de selecție a mediului nutritiv au permis direcționarea metabolismului microalgei: MM2 este opțiunea pentru producția de proteine, MM1 pentru polizaharide, iar M1 s-a confirmat ca mediu de referință cu performanțe moderate, util în studiile comparative și pentru menținerea culturii.

Optimizarea condițiilor de cultivare (mediu nutritiv, lumină) pentru maximizarea sintezei proteinelor țintite

Sinteza proteinelor în *Porphyridium purpureum* este influențată direct de compoziția mediului nutritiv, iar în cadrul studiului, mediul MM2 s-a dovedit a fi cel mai potrivit pentru menținerea biomasei la niveluri competitive și pentru stimularea acumulării proteice. Având în vedere că concentrația azotului este un factor-cheie în sinteza proteinelor, s-a decis ajustarea nivelului de NaNO_3 în mediul MM2, cu scopul de a maximiza conținutul proteic. MM2, caracterizat printr-o salinitate moderată de 21,75 g/L și o concentrație optimă a ionilor Cl^- de 7,81 g/L, a permis creșterea stabilă a culturii și a constituit baza pentru optimizarea azotului.

Pentru determinarea concentrației optime de NaNO_3 , s-a aplicat un plan experimental monofactorial, cu două niveluri: 5,0 g/L („-”) și 6,0 g/L („+”). Analiza regresională a evidențiat o dependență directă între concentrația de NaNO_3 și procentul de proteine, conform ecuației: $Y = 35,52 +$

$1,875X_1$, unde Y reprezintă procentul de proteine, iar X_1 nivelul de concentrație a NaNO_3 . La acest interval, proteinele au crescut de la $33,45 \pm 0,53\%$ la $37,20 \pm 1,12\%$, demonstrând efectul pozitiv al creșterii azotului asupra sintezei proteice.

Pentru atingerea maximului proteic a fost aplicată metoda „Mișcarea pe gradient” (Box-Wilson), care a permis deplasarea concentrației de NaNO_3 în funcție de semnul coeficientului de regresie. Rezultatele au arătat că sporirea concentrației de la 5,5 g/L până la 6,5g/L a condus la creșterea proteinelor de la $35,25 \pm 0,32\%$ la $40,42 \pm 0,34\%$, în timp ce biomasa a rămas stabilă, la aproximativ $2,15 \pm 0,16$ g/L. Creșterea suplimentară a NaNO_3 până la 7,0g/L nu a mai determinat o acumulare semnificativă a proteinelor, indicând plafonarea metabolică și confirmând concentrația optimă de 6,5 g/L pentru sinteza proteică. Comparativ cu mediul MM2 inițial, optimizarea azotului a dus la o creștere cu aproape 19,9 % a proteinelor, iar față de mediul de referință M1, sporul a fost de aproximativ 62,98%.

Pe lângă factorii chimici, condițiile fizice, în special intensitatea luminii, joacă un rol crucial în sinteza proteinelor, furnizând energia necesară fotosintezei. Expunerea insuficientă la lumină limitează creșterea și producția proteică, iar lumina excesivă poate induce stres fotooxidativ și devierea metabolismului către alți compuși secundari. Cultura a fost inițial expusă la o intensitate moderată de $56 \mu\text{mol fotoni} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ timp de șase zile, pentru a permite adaptarea sistemelor fotosintetice fără a induce stres, iar ulterior intensitatea luminii a fost crescută la $72 \mu\text{mol fotoni} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ în faza exponențială, stimulând fotosinteza și sinteza proteinelor. Această abordare a condus la atingerea unui conținut proteic de $45,38 \pm 0,87\%$, reprezentând o creștere suplimentară de peste 12% față de cultura optimizată doar prin ajustarea azotului. Nivelul de malon dialdehidă (MDA) în biomasa obținută a fost scăzut, $20,61 \pm 1,27$ nMg, reflectând stres oxidativ minim și protejarea integrității proteinelor și membranelor celulare. Astfel, biomasa optimizată a *Porphyridium purpureum* este metabolic stabilă, proteic intactă și potrivită pentru aplicații biotehnologice și nanobiotehnologice.

Pentru a fi utilizabile, proteinele din *Porphyridium purpureum* trebuie să fie solubile și stabile, păstrându-și structura și activitatea în timpul interacțiunii cu nanoparticulele. Biomasa optimizată obținută a fost ulterior evaluată ca sursă de proteine țintite printr-un proces gradual de extracție alcalină. Biomasa proaspăt recoltată a fost tratată cu soluție de NaOH, cu agitare constantă, pentru a solubiliza proteinele, urmată de centrifugare și colectarea supernatantului. O a doua extracție cu NaOH a permis recuperarea fracției proteice reziduale, iar ajustarea pH-ului final la intervalul 7–8,5 a stabilizat proteinele solubile. Conținutul mediu de proteine în extract a fost de $16,06 \pm 0,54$ g/100 g, cu activitate antioxidantă moderată și reproducibilă, demonstrată prin nivelul de $20,03 \pm 1,39\%$ inhibiție DPPH și PRFe $28,05 \pm 1,11$ mg acid ascorbic eq/g extract, confirmând proprietăți biologice stabile și consistente.

Pe baza acestor rezultate, a fost elaborată specificația biomasei de *Porphyridium purpureum* pentru utilizarea ca matrice de proteine țintite, în special pentru funcționalizarea nanoparticulelor de argint (AgNP). Procesul standardizat include prepararea mediului nutritiv cu 6,5g/L NaNO_3 , inocularea la o densitate inițială de 0,40 - 0,45 g/L, cultivarea cu ajustarea treptată a luminii pentru maximizarea proteinei și reducerea stresului oxidativ, recoltarea prin centrifugare, standardizarea biomasei și caracterizarea acesteia privind conținutul proteic, activitatea antioxidantă și siguranța metabolică.

Proteinele obținute sunt solubile, stabile și păstrează structura și activitatea biologică, fiind compatibile pentru aplicații în nanotehnologie, biomedicină și biotehnologie industrială.

Optimizarea condițiilor de cultivare (mediu nutritiv, lumină) pentru maximizarea sintezei de polizaharide țintite.

Sinteza polizaharidelor în *Porphyridium purpureum* depinde în mod direct de compoziția mediului nutritiv și de salinitate, iar mediul MM1 oferă cele mai bune condiții pentru acumularea acestor biomolecule. MM1 se caracterizează printr-o salinitate ridicată, 33,02 g/L, cu un conținut crescut de Cl^- de 15,3 g/L și o cantitate redusă de azot, 0,172 g/L, ceea ce favorizează răspunsul osmotic controlat și stimulează sinteza polizaharidelor fără a compromite biomasa. Pornind de la rolul direct al Cl^- , optimizarea mediului MM1 s-a realizat prin ajustarea concentrației de NaCl, ceea ce a permis creșterea controlată a salinității și a ionilor de clor fără a perturba raportul N^+/K^+ esențial pentru homeostazia celulară.

Pentru determinarea concentrației optime de NaCl care să maximizeze sinteza polizaharidelor, mediul MM1 a fost ajustat la două niveluri de salinitate: un nivel inferior de 12,5g/L și un nivel superior de 14,5 g/L. La nivelul inferior, conținutul de polizaharide a fost de $35,46 \pm 0,72$ %, iar la nivelul superior acesta a crescut la $38,43 \pm 0,82$ %. Rezultatele au fost analizate prin regresie liniară, utilizând modelul specific unui experiment factorial cu două nivele pentru un singur factor, ceea ce a permis formularea unei ecuații de regresie: $Y = 36,945 + 1,485X_1$. Aceasta descrie relația dintre concentrația de NaCl și procentul de polizaharide, evidențiind faptul că acumularea acestora crește odată cu majorarea sării. Prin intermediul acestei ecuații, a fost posibilă estimarea concentrației de NaCl care favorizează sinteza maximă de polizaharide.

Pentru a stabili concentrația optimă de NaCl care să permită acumularea maximă de polizaharide, prin metoda „Mișcarea pe gradient” (Box-Wilson), pornind de la nivelul de bază de 13,5 g/L NaCl și folosind un pas de variație de 1 g/L, s-au efectuat experiențe succesive pentru a „deplasa” concentrația în direcția semnului pozitiv al coeficientului de regresie, indicând o creștere a polizaharidelor odată cu majorarea sării. Rezultatele au arătat că sinteza polizaharidelor a răspuns pozitiv și aproape liniar la creșterea treptată a NaCl. Astfel, la 13,5 g/L, polizaharidele au reprezentat $36,99 \pm 0,30$ % din biomasa obținută, la 14,5 g/L acestea au crescut la $38,48 \pm 0,72$ %. Conținutul de polizaharide a atins $39,93 \pm 0,31$ % la 15,5 g/L, $41,24 \pm 0,57$ % la 16,5 g/L și $42,56 \pm 0,46$ % la 17,5g/L. Conținutul maxim de $43,89 \pm 0,32$ % a fost înregistrat la 18,5 g/L NaCl, în timp ce biomasa s-a menținut la un nivel favorabil, ușor redus, de $2,00 \pm 0,08$ g/L. La o concentrație de 19,5g/L, polizaharidele au scăzut ușor la $43,05 \pm 0,56$ %, indicând că optimul metabolic este situat la 18,5g/L NaCl. Această optimizare prin modularea NaCl a condus la o creștere semnificativă a conținutului de polizaharide, pe fondul unei biomase relativ constante. Astfel, în mediul MM1 cu 18,5 g/L NaCl (echivalent cu 11,22 g/L Cl^-), polizaharidele au crescut la 43,89%, ceea ce reprezintă o majorare de aproximativ 23,5% față de nivelul inițial de 35,51% înregistrat în MM1 la 12,52 g/L NaCl (7,59 g/L Cl^-).

Pe lângă factorii chimici, iluminarea și regimul fotoperiodic au avut un impact semnificativ asupra acumulării de polizaharide. Cultura a fost inițial crescută timp de șase zile în regim de 12 ore lumină/12 ore întuneric, la o intensitate de $76 \mu\text{mol fotoni} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, ceea ce a permis adaptarea sistemelor fotosintetice și acumularea inițială de polizaharide. Ulterior, prin trecerea la iluminare continuă la aceeași intensitate a fost extinsă perioada efectivă de fotoasimilare, stimulând producția

suplimentară de polizaharide și favorizând orientarea metabolismului către compuși de rezervă. În aceste condiții, conținutul de polizaharide a crescut la $48,90 \pm 0,84\%$, reprezentând o creștere de 11,62 % față de nivelul anterior, iar biomasa s-a menținut la $2,05 \pm 0,18$ g/L. Nivelul de malon dialdehidă a fost de $24,75 \pm 2,07$ nm/g, indicând un stres scăzut spre moderat, iar integritatea celulară a rămas bună, demonstrând stabilitatea metabolică a biomasei.

Biomasa obținută a fost utilizată pentru extracția polizaharidelor printr-o metodă apoasă la cald. Materialul umed a fost dispersat gradual în apă și încălzit la 100 °C timp de o oră pentru a solubiliza polizaharidele intra- și extracelulare, urmat de centrifugare pentru separarea fracției solubile. Proteinele reziduale au fost îndepărtate prin precipitare izoelectrică cu HCl, iar purificarea extractului s-a realizat prin adsorbție pe Al_2O_3 bazic pentru eliminarea pigmentilor ficobiliproteici. După ajustarea pH-ului la valori neutre și standardizarea la 10 mg/mL, conținutul de polizaharide în extract a fost de $62,17 \pm 0,87$ g/100g extract. Activitatea antioxidantă a fost de $28,83 \pm 1,66$ % inhibiție în testul DPPH și $37,40 \pm 0,97$ mg acid ascorbic echivalent/g extract în testul PRFe, evidențiind proprietăți biologice constante și reproducibile.

Pe baza rezultatelor, a fost elaborată specificația biomasei de *Porphyridium purpureum* ca sursă de polizaharide țintite, cu aplicații în biotehnologie și nanobiotehnologie. Procesul standardizat include prepararea mediului MM1 cu NaCl optimizat, inocularea la densitate inițială de 0,45 - 0,5g/L, cultivarea cu fotoperioadă urmată de iluminare continuă, recoltarea prin centrifugare, standardizarea biomasei și caracterizarea acesteia în ceea ce privește conținutul de polizaharide, activitatea antioxidantă și nivelul de stres oxidativ. Procedura de extracție apoasă la cald a permis obținerea unui extract polizaharidic solubil, stabil și reproducibil, păstrând integritatea biomoleculilor și proprietățile lor biologice. Specificația astfel elaborată garantează calitatea și siguranța biomasei, oferind o materie primă standardizată și eficientă pentru dezvoltarea de polizaharide bioactive cu potențial aplicativ în biotehnologie, nanobiotehnologie și industrie farmaceutică.

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)

International Congress MEDICINE, MOLECULAR AND ENVIRONMENTAL SCIENCES 2025
“From chemistry to medicine – 35 years of Moldo-Romanian scientific collaboration”, November, 10-15 2025, Chișinău, Republic of Moldova:

CEPOI Liliana

Prezentare Keynote: Optimized *Porphyridium purpureum* biomass as a source of reducing sugars for AgNPs biosynthesis.

Abstract:

CEPOI, Liliana; Ludmila RUDI; Svetlana DJUR; Irina NEGUȚ and Tatiana CHIRIAC. Optimized *Porphyridium purpureum* biomass as a source of reducing sugars for AgNPs biosynthesis. In: *The International Congress „ Medicine, molecular and environmental sciences 2025”*, November 10-15, 2025, Chișinău, Republic of Moldova: Books of abstracts. Chișinău: Editura USM. p. 36. <https://doi.org/10.19261/medmol25>.

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 obținute în cadrul proiectului stabilesc un *impact științific* semnificativ, demonstrând că microalga roșie *Porphyridium purpureum* poate fi cultivată în condiții controlate pentru îmbogățirea direcționată a biomasei fie cu proteine, prin creșterea aportului de azot, fie cu polizaharide, prin ajustarea salinității. Rezultatele evidențiază mecanisme metabolice diferențiate implicate în răspunsul microalgei la variațiile mediului și confirmă posibilitatea orientării deliberate a biosintezei către compuși țintiți. Biomasă obținută de porfiridium poate fi utilizată ca matrice pentru producerea biomoleculilor cu potențial reducător aplicate în funcționalizarea nanoparticulelor de argint (AgNP), oferind un suport teoretic și experimental solid pentru dezvoltarea de nanobiomateriale stabile, biocompatibile și cu proprietăți controlate.

Impactul social al cercetării este reflectat prin potențialul de integrare a biomoleculilor țintite a biomasei microalgei în produse destinate sănătății umane și calității vieții, precum suplimente alimentare, ingrediente pentru nutriție specializată sau materiale cu efecte antioxidante, antiinflamatoare și imunomodulatoare. Aceasta contribuie la reducerea dependenței de resursele animale și vegetale tradiționale, promovând soluții sigure, sustenabile și acceptabile social, cu un impact pozitiv asupra educației și formării specialiștilor în biotehnologii moderne.

Pe *plan economic*, rezultatele proiectului stabilesc premise pentru dezvoltarea unor tehnologii scalabile și eficiente de producere a biomasei îmbogățite cu proteine sau cu polizaharide țintite. Optimizarea parametrilor de mediu și a condițiilor de iluminare permite creșterea randamentului biomasei și a conținutului de biomolecule țintite, reducând costurile de producție și oferind oportunități de valorificare industrială în sectoare precum biotehnologia, nutraceuticele, domeniul farma, cosmetica și nanotehnologia. Utilizarea biomasei ca materie primă de matrici bio reducătoare pentru funcționalizarea AgNP oferă o alternativă economică și ecologică la procesele convenționale, favorizând dezvoltarea de produse competitive și inovative pe piață.

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

Institutul de Chimie al Universității de Stat din Moldova (director Aculina ARÎCU, profesor universitar, doctor habilitat, m .c. al AȘM) - Analize FTIR.

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) - Elaborarea de aplicații bazate pe nanomateriale.

Colaborarea s-a extins prin participarea, împreună cu partenerul din România la un Consorțiu care a depus Propunerea de proiect: SolARIA (*Living labs, biocommunities and digital bank ecosystem for nature protection and regeneration*); Consorțiul este format din 40 țări partenere.

Nr. 101296989 (Call HORIZON-MISS-2025-05).

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 Selviu / dr. Tatiana CHIRIAC

Data:

03.11.2025

LS



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

**28.80013.8007.12ROMD „Elemente implantabile/protetice ieftine, acoperite cu resurse
și componente de origine marină”**

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)
 - 7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)
1. CEPOI, Liliana; Ludmila RUDI; Svetlana DJUR; Irina NEGUȚ and Tatiana CHIRIAC. Optimized *Porphyridium purpureum* biomass as a source of reducing sugars for AgNPs biosynthesis. In: *The International Congress „ Medicine, molecular and environmental sciences*

2025”, November 10-15, 2025, Chişinău, Republic of Moldova: Books of abstracts. Chişinău: Editura USM. p. 36. <https://doi.org/10.19261/medmol25>.

7.3. în lucrările conferinţelor ştiinţifice naţionale cu participare internaţională

7.4. în lucrările conferinţelor ştiinţifice naţionale

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 28.80013.8007.12 ROMD

Denumirea Proiectului „Elemente implantabile/protetice ieftine, acoperite cu resurse și componente de origine marină”

În anul 2025 au fost realizate activități complexe orientate spre obținerea unei biomase optimizate de *Porphyridium purpureum* (cruentum), cu conținut direcționat de proteine și polizaharide, destinate utilizării ca matrice bioactivă pentru funcționalizarea nanoparticulelor de argint (AgNP).

În prima etapă, microalga a fost cultivată în trei medii nutritive (M1, MM1 și MM2), evidențiindu-se rolul compoziției minerale și al salinității asupra direcționării metabolismului. Mediul MM2 (salinitate moderată, azot ridicat) a favorizat sinteza proteică, atingând 33,71%, în timp ce MM1 (salinitate ridicată) a stimulat acumularea polizaharidelor, cu valori de 35,51%. Evaluarea stresului oxidativ în baza produselor degradării acidului tiobarbituric (MDA) a confirmat stabilitatea metabolică a culturilor în condiții controlate, indicând niveluri scăzute spre moderate de stres celular.

Pentru maximizarea sintezei proteice, concentrația de NaNO_3 din MM2 a fost ajustată prin metode monofactoriale și prin strategia „Mișcarea pe gradient”, stabilindu-se valoarea optimă de 6,5 g/L. Ulterior, intensitatea luminii a fost crescută gradual până la $72 \mu\text{mol fotoni} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ în faza exponențială, ceea ce a permis atingerea unui conținut proteic de 45,38%, cu biomasa menținută la 2,15 g/L și un nivel scăzut de MDA. Din biomasa optimizată a fost obținut extractul proteic solubil, stabil și reproductibil, cu activitate antioxidantă moderată.

Pentru sinteza polizaharidelor, mediul MM1 a fost ajustat prin modificarea concentrației de NaCl. Aplicarea metodei „Mișcarea pe gradient” a permis creșterea controlată a polizaharidelor până la 43,89% la 18,5 g/L NaCl, menținând o biomasa funcțională de aproximativ 2 g/L. Expunerea ulterioară la iluminare continuă a stimulat suplimentar acumularea polizaharidelor, atingând 48,90%. Extractul polizaharidic, obținut prin extracție în apă la temperaturi înalte, a prezentat un conținut de 62,17% polizaharide și o activitate antioxidantă stabilă, confirmând potențialul utilizării acestuia ca matrice reducătoare pentru AgNP.

În urma optimizărilor, au fost elaborate două specificații ale biomasei standardizate, una pentru sursa de proteine și una pentru sursa de polizaharide, incluzând parametrii de compoziție, stabilitate metabolică și caracteristici tehnologice necesare funcționalizării AgNP.

Rezultatele obținute oferă o bază științifică pentru dezvoltarea de matrice biomoleculare marine cu aplicații în nanotehnologie, biomedicală și în obținerea materialelor funcționale pentru suprafețe implantabile/protetice. Acestea demonstrează că *Porphyridium purpureum* poate fi cultivat direcționat pentru producerea compușilor bioactivi necesari funcționalizării nanoparticulelor, contribuind la avansul tehnologic și la valorificarea resurselor biologice marine într-un mod sustenabil.

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

Data:

LȘ

Summary of Activity and Results Obtained in the Project in 2025

Project Code: 28.80013.8007.12 ROMD


Project Title: “Low-cost implantable/prosthetic elements coated with marine-derived resources and components”

In 2025, complex activities were carried out to obtain an optimized biomass of *Porphyridium purpureum* (cruentum), enriched either in proteins or in polysaccharides, intended for use as a bioactive matrix for the functionalization of silver nanoparticles (AgNP). The study was integrative, including optimization of the nutrient medium, adjustment of physical culture parameters, obtaining targeted extracts, and elaboration of standardized biomass specifications.

In the first stage, the microalga was cultivated in three nutrient media (M1, MM1, and MM2), revealing the essential role of mineral composition and salinity in directing cellular metabolism. Medium MM2 (moderate salinity, high nitrogen content) favored protein synthesis, reaching 33.71%, whereas MM1 (high salinity) stimulated polysaccharide accumulation up to 35.51%. The evaluation of oxidative stress using thiobarbituric acid-reactive substances (MDA) confirmed the metabolic stability of the cultures under controlled conditions, indicating low to moderate cellular stress.

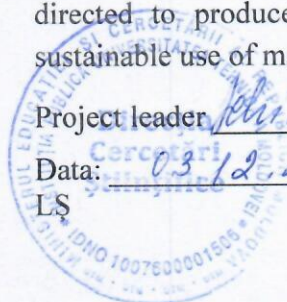
To maximize protein synthesis, the NaNO_3 concentration in MM2 was adjusted using monofactorial experiments and the “gradient movement” strategy (Box-Wilson method), resulting in an optimal value of 6.5 g/L. Subsequently, light intensity was gradually increased to $72 \mu\text{mol photons}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ during the exponential phase, enabling a protein content of 45.38%, while biomass remained stable at 2.15 g/L and MDA levels remained low. From the optimized biomass, a soluble, stable, and reproducible protein extract was obtained, exhibiting moderate antioxidant activity. For polysaccharide synthesis, the MM1 medium was adjusted by varying the NaCl concentration. Application of the “gradient movement” method enabled a controlled increase of polysaccharides up to 43.89% at 18.5 g/L NaCl, while maintaining a functional biomass of approximately 2 g/L. Subsequent exposure to continuous illumination further stimulated polysaccharide accumulation, reaching 48.90%. The polysaccharide extract, obtained by aqueous extraction at elevated temperatures, contained 62.17% polysaccharides and exhibited stable antioxidant activity, confirming its potential use as a reducing matrix for AgNP. Both protein and polysaccharide extracts showed moderate antioxidant activity and measurable reducing power in the ferric-reducing ion assay, confirming their biomolecular reactivity and capacity to reduce metal ions during nanoparticle synthesis. Following optimization, two standardized biomass specifications were established: one protein-enriched and one polysaccharide-enriched, each defining compositional parameters, metabolic stability, and technological traits required for AgNP functionalization.

Overall, the results provide a solid basis for developing marine biomolecular matrices for nanotechnology and biomedical applications, demonstrating that *Porphyridium purpureum* can be directed to produce bioactive compounds essential for nanoparticle functionalization and the sustainable use of marine resources.

Project leader,  dr. Tatiana CHIRIAC

Data: 03/12/2025

LS



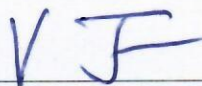
**Executarea devizului de cheltuieli,
conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare pentru anul 2025**

Cifrul proiectului 25.80013.8007.12ROMD

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			
Servicii medicale	222810			
Servicii de editare	222910			
Servicii de protocol	222920			
Servicii de cercetări științifice contractate	222930	99 994,0		99 994,0
Servicii neatribuite altor aliniate	222999			
Alte cheltuieli în bază de contracte cu persoane fizice	281600			
Cheltuieli curente neatribuite la alte categorii	281900			
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			
Procurarea materialelor de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110			
Procurarea altor materiale	339110			
TOTAL		99 994,0		99 994,0

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

Rector U.T.M.


(semnătură)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)


Contabil (economist)


(semnătură)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect


(semnătură)

dr. Tatiana CHIRIAC

(numele, prenumele)

Data:

LȘ




Componența echipei conform contractului de finanțare 2025

Cifrul proiectului 25.80013.8007.12ROMD

Echipea 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.	13.00	01.09.2025	31.12.2025
2.	Cepoi Liliana	1967	dr. hab.	12.00	01.09.2025	31.12.2025
3.	Rudi Ludmila	1964	dr.	12.25	01.09.2025	31.12.2025
4.	Djur Svetlana	1981	f-grad	11.00	01.09.2025	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.					
4.					

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)



EXTRAS
din Procesul Verbal
al ședinței Consiliului Științific UTM
din 03 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, *Membbru 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.*; Țișu 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 „Proiecte complexe bilaterale cu Republica Moldova” pentru anii 2025-2026: 25.80013.8007.12ROMD „Elemente implantabile/protetice ieftine, acoperite cu resurse și componente de origine marină”, Conducător de proiect: *dr. Tatiana CHIRIAC.*

S-A DECIS: aprobarea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2025 al proiectului din cadrul Concursului „Proiecte complexe bilaterale cu Republica Moldova” pentru anii 2025-2026: 25.80013.8007.12ROMD „Elemente implantabile/protetice ieftine, acoperite cu resurse și componente de origine marină”, Conducător de proiect: *dr. Tatiana CHIRIAC.*



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

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