

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru Cercetare
și Dezvoltare _____

_____ 2026

AVIZAT

Secția AȘM _____

_____ 2026

RAPORT ȘTIINȚIFIC FINAL

privind implementarea proiectului din cadrul concursului

Stimularea excelenței în cercetare

Proiectul: Evaluarea capacității de adaptare a stejarului (*Quercus robur*) și fagului (*Fagus sylvatica*), specii edificatoare a ecosistemelor forestiere, în vederea atenuării efectelor schimbărilor climatice

Cifra proiectului: 24.80012.7007.09SE

Prioritatea strategică: Biotehnologii și Protecția Mediului

Rectorul USM

Președintele Consiliului științific

Conducătorul proiectului

I. Șarov

L. Andronic

P. Cuza



L.Ș.

Chișinău, 2026

CUPRINS:

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

1. Scopul proiectului depus la concurs (obligatoriu).

Investigarea și evaluarea adaptării și răspunsul la schimbările climatice ale stejarului și fagului, incluzând distribuția lor spațială, caracteristicile fiziologice și ecologice, plasticitatea fenotipică și strategiile de conservare și gestionare a acestor specii, cu accent pe menținerea echilibrului ecologic și sprijinirea proceselor de împădurire și restaurare a habitatelor naturale.

2. Obiectivele (obligatoriu).

- Elaborarea modelelor de distribuție spațială actuală și de perspectivă a stejarului și fagului, luând în considerare tendințele de încălzire a climei, pentru a evalua adaptarea acestor specii la schimbările climatice.
- Evaluarea stării actuale și a structurii arboretelor de stejar pedunculat și fag în vederea prognozării evoluției și a supraviețuirii acestora în condițiile persistenței secetelor și temperaturilor caniculare.
- Determinarea parametrilor care caracterizează activitatea fotosistemului II la frunzele stejarului și fagului în funcție de temperaturile estivale care determină stresul termic natural, pentru a înțelege mai bine răspunsul acestor specii la condițiile climatice extreme.
- Determinarea parametrilor care caracterizează capacitatea antioxidantă a extractelor din masa vegetală a frunzelor la stejar și fag în funcție de condițiile de mediu, pentru a evalua mecanismele de protecție împotriva stresului oxidativ indus de schimbările climatice.
- Evaluarea plasticității fenotipice și a arealelor ecologice și economic avantajoase pentru extinderea prin împădurire a stejarului pedunculat, bazată pe studiul culturilor de stejar de diferite proveniențe, pentru a optimiza practicile de împădurire și conservare a acestor specii.
- Determinarea rezistenței la temperaturi înalte și secetă a arborilor de fag și estimarea condițiilor de mediu pentru recultivarea adecvată în Rezervația Științifică „Plaiul Fagului”, raionul Ungheni, cu scopul de a conserva și restaura habitatul natural al acestei specii.
- Diseminarea rezultatelor obținute în vederea implementării practice a obiectivelor proiectului și sporirea vizibilității cercetărilor în comunitatea științifică europeană și mondială, pentru a contribui la îmbunătățirea gestionării și conservării ecosistemelor forestiere în contextul schimbărilor climatice. globale.

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

1. Colectarea probelor de frunze din arboretele de stejar pedunculat situate în Ocoalele Silvice Ocnîța, Strășeni și Baimaclia, urmată de expunerea acestora la șoc termic la 50°C pentru perioade diferite de timp.
2. Determinarea proceselor de recuperare post șoc termic prin evaluarea activității compușilor antioxidanți și a enzimelor antioxidante, în funcție de locație și durata expunerii la tratamentul termic.
3. Analiza datelor obținute, comparând activitatea totală a substanțelor antioxidante și a enzimelor (oxidază și catalază) între zonele ecologice și în funcție de durata expunerii la șocul termic, pentru a evidenția diferențele între zone și corelațiile funcționale.
4. Amenajarea suprafețelor experimentale și colectarea probelor de frunze în arboretele de fag din Rezervația „Plaiul Fagului”, în funcție de vitalitatea inițială și de clasa de defoliere a arborilor.
5. Evaluarea activității fotosistemului II în frunzele prelevate, prin analizarea relației dintre parametrii fotosintetici și starea de sănătate a arborilor, apreciată pe baza clasei de defoliere și a vitalității inițiale.
6. Corelarea parametrilor fotosistemului II și indicelui de clorofilă cu clasa de defoliere prin metode statistice adecvate (analiza componentelor de variație, modelul general liniar,

ANOVA), pentru a evalua impactul stării de sănătate asupra performanței fotosintetice și pentru a identifica pattern-uri funcționale relevante.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor

1. Au fost colectate probele de frunze din arboretele de stejar pedunculat situate în Ocoalele Silvice Ocnîța, Strășeni și Baimaclia, urmată de expunerea acestora la șoc termic la 50°C pentru perioade diferite de timp.

2. Au fost determinate procesele de recuperare post șoc termic prin evaluarea activității compușilor antioxidanți și a enzimelor antioxidante, în funcție de locație și durata expunerii la tratamentul termic.

3. Au fost analizate datele obținute, comparând activitatea totală a substanțelor antioxidante și a enzimelor (oxidază și catalază) între zonele ecologice și în funcție de durata expunerii la șocul termic, pentru a evidenția diferențele între zone și corelațiile funcționale.

4. Au fost amenajate suprafețele experimentale și colectate probelor de frunze în arboretele de fag din Rezervația „Plaiul Fagului”, în funcție de vitalitatea inițială și de clasa de defoliere a arborilor.

5. A fost evaluată activitatea fotosistemului II în frunzele prelevate, prin analizarea relației dintre parametrii fotosintetici și starea de sănătate a arborilor, apreciată pe baza clasei de defoliere și a vitalității inițiale.

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

a. Asocierea înălțimii și diametrului la arborii de stejar pedunculat și fag european redată cu procedura statistică de comparare a perechilor de valori.

Studiul a analizat relația dintre înălțimea și diametrul coroanelor stejarului pedunculat și fagul european, aplicând procedura statistică de comparare a perechilor de valori, în diferite zone ecologice din Republica Moldova.

În Ocolul Silvic Briceni, majoritatea arborilor au înălțimea coroanei apropiată de media de 1,97 m, cu deviație standard de 2,68 m. Observațiile indică mai puțini arbori cu coroane mari și un număr ridicat de arbori cu coroane mai mici, sugerând posibile interacțiuni ecologice și influența arborilor superiori asupra celor inferiori.

În Ocolul Silvic Seliște, distribuția valorilor înălțime-diametru este neuniformă, evidențiind două grupuri: unul cu coroane înalte și subțiri, iar celălalt cu coroane rămușor și împărțiate. Acest lucru reflectă diferențe morfologice și forme variabile ale arboretului în funcție de densitatea arborilor.

În Ocolul Silvic Baimaclia, analiza a arătat 40 de arbori cu coroane mai înalte decât diametrul lor, distribuția fiind eterogenă și prezentând patru vârfuri distincte. Aceasta indică variabilitate morfologică semnificativă, influențe genetice și adaptări la condițiile ecologice aride, cu alternanța grupurilor de arbori și poiene de vegetație, specifică zonelor de silvostepă. Rezultatele sugerează că forma și dimensiunea coroanelor stejarului pedunculat sunt influențate de factori ecologici, genetici și structurali, evidențiind dinamica arboretului și adaptarea speciilor la mediu.

b. Modele de regresie care stabilesc relația între înălțimea și diametrul coroanei la stejarul pedunculat

Pentru a evalua relația dintre înălțimea și diametrul coroanelor stejarului pedunculat în Ocolul Silvic Baimaclia, au fost testate 25 de modele de regresie, selectându-se cele mai potrivite 8 pe baza coeficienților de corelație și determinare. Cele mai performante modele au fost „logaritmice X” și „Y pătrat logaritmice X”, care au prezentat curbe ușor curbate, apropiate de linie, reflectând fidel relația observată între înălțime și diametru. Analiza comparativă cu datele din Ocoalele Silvice Briceni și Seliște, cu distribuții mai simple, a confirmat relevanța acestor modele

pentru descrierea relației în condiții de complexitate ridicată a arboretului. Aceste rezultate susțin aplicabilitatea modelelor selectate pentru evaluarea morfologiei coroanelor stejarului pedunculat.

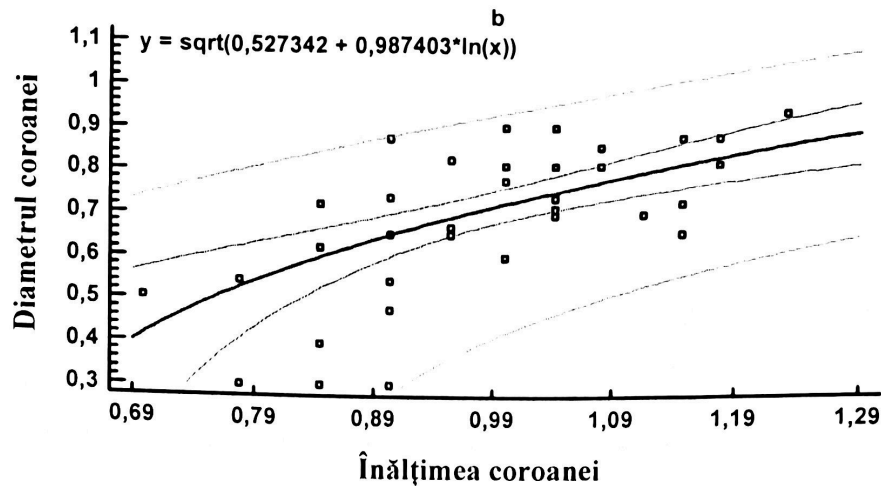


Figura 1. Relația dintre înălțimea și diametrul coroanelor arborilor de stejar pedunculat redată conform modelului Y pătrat logaritmic X în Ocolul Silvic Baimaclia

c. Determinarea parametrilor care caracterizează activitatea fotosistemului II la frunzele stejarului pedunculat în culturile de proveniență

Indicele de clorofilă la stejarul pedunculat a fost evaluat după șoc termic (50°C, 20–40 min) și perioade de recuperare de 1, 3, 7 și 10 zile. Valorile medii arată că frunzele provenienței nordice (Edineț) au o capacitate mai bună de refacere a clorofilei (9,4–10,2 u.r.) comparativ cu cele din sud (Baimaclia, 6,8–7,1 u.r.), indicând o sensibilitate crescută și recuperare incompletă la sud. Proveniența centrală (Hârjauca) prezintă valori intermediare. Rezultatele evidențiază un gradient latitudinal al indicelui de clorofilă, reflectând adaptări ecologice și epigenetice ale arborilor, cu valori mai scăzute la sud și mai ridicate la nord, corelate cu fenomenele de senescență mai precoce în zona sudică.

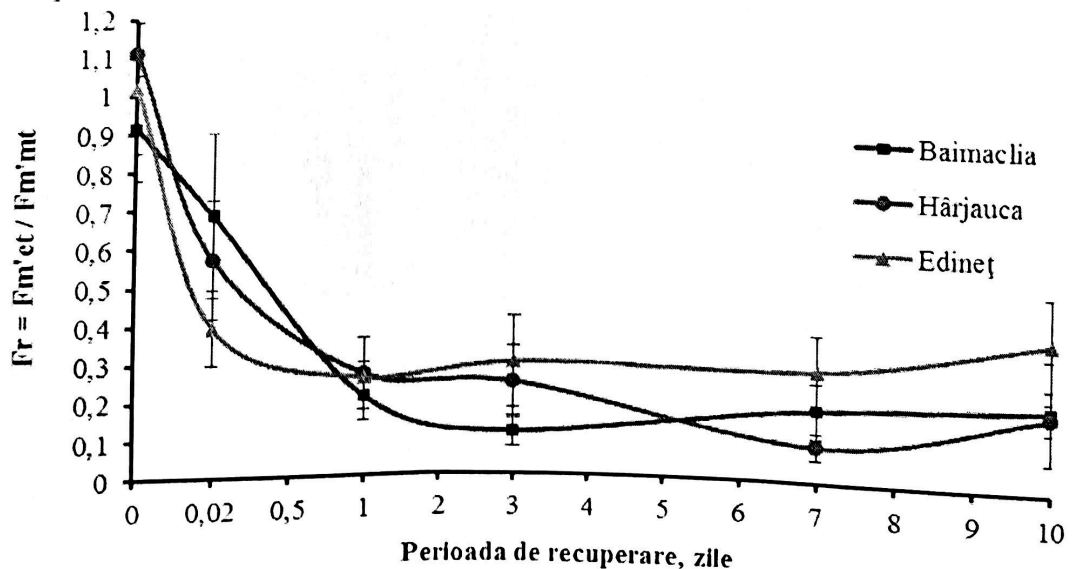


Figura 2. Randamentul maxim relativ al FSII în frunzele stejarului pedunculat de proveniență diferită, supuse recuperării după șocul termic cu 50°C timp de 20 de minute

Randamentul maxim relativ al fotosistemului II (FSII) în frunzele stejarului pedunculat a scăzut rapid după șoc termic (50°C, 20–40 min) în toate proveniențele analizate. După șocul de 20 minute, frunzele provenienței Edineț au înregistrat inițial cea mai rapidă scădere, dar au prezentat o recuperare lentă, completând 10 zile pentru a atinge niveluri apropiate de martor; Hârjauca și Baimaclia au avut scăderi mai lente sau prelungite și recuperări mai limitate. Șocul mai intens (40 minute) a determinat o reducere severă a FSII în toate proveniențele, cu valori minime în primele 50 de minute și recuperări parțiale până la ziua a zecea, Edineț menținând cea mai bună reziliență. Rezultatele sugerează că, în perioada de toamnă, frunzele au o toleranță redusă la temperaturi ridicate, influențată de senescența frunzelor și scăderea activității metabolice, iar diferențele între proveniențe reflectă adaptări locale și variații genetice. Aceste observații subliniază importanța studiilor suplimentare asupra mecanismelor epigenetice și sezoniere de răspuns la stresul termic, relevante pentru reziliența stejarului pedunculat în condițiile schimbărilor climatice.

d. Determinarea activității substanțelor antioxidante în extractele frunzelor de stejar pedunculat din diferite zone ecologice ale țării.

Rezultatele indică că în zona de nord, activitatea antioxidantilor și oxidazelor este ridicată încă din prima zi și crește proporțional cu durata șocului, indicând activarea rapidă a mecanismelor de primă linie împotriva speciilor reactive de oxigen. Activitatea catalazelor este inițial înaltă, dar mai scăzută decât martorul, crescând treptat în zilele 3–5, semnalând implicarea lor în fazele ulterioare ale detoxifierii peroxidului de hidrogen și tranziția către recuperarea metabolică.

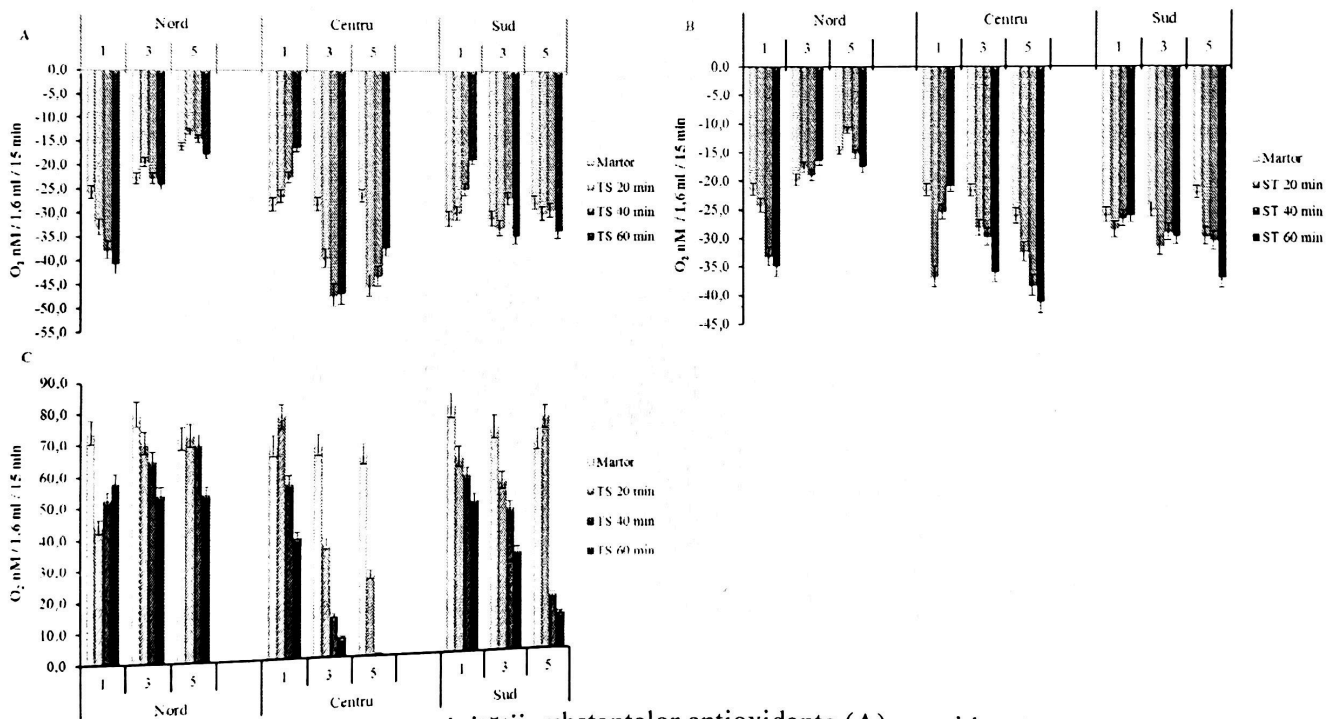


Figura 3. Dinamica schimbării activității substanțelor antioxidante (A), a oxidazelor (B) și catalazelor (C) în extractele frunzelor de stejar pedunculat, expuse șocului termic la temperatura de 50°C pentru perioade de 20, 40 și 60 de minute. Recuperarea activității componentelor antioxidante a fost evaluată în următoarele perioade de timp: 1 – prima zi, 3 – a treia zi, 5 – a cincea zi după aplicarea șocului termic

În zona de centru, activitatea totală a antioxidantilor scade inițial cu intensitatea șocului, oxidazele se activează rapid, iar catalazele rămân reduse, indicând o recuperare întârziată a sistemului enzimatic. În zilele următoare, antioxidanții și oxidazele cresc semnificativ, menținând dependența de durata șocului, în timp ce catalazele rămân afectate la doze mari, sugerând persistența stresului oxidativ.

În zona de sud, antioxidanții ne-enzimatici scad clar în prima zi proporțional cu durata șocului, apoi cresc treptat depășind nivelul martorului în zilele 3–5. Oxidazele au activare moderată inițial, urmată de o creștere constantă și pronunțată în a cincea zi, indicând un răspuns compensator robust. Catalazele sunt inhibitate imediat după șoc și rămân reduse în zilele 3–5, mai ales la șocurile medii și intense, semnalând afectarea persistentă a acestui sistem enzimatic, cu detoxifierea radicalilor preluată de alte componente antioxidante.

e. Determinarea activității fotosistemului II în frunzele prelevate din arborii de fag în funcție de starea lor de sănătate, evaluată pe baza gradului de defoliere a arborilor.

Indicele de clorofilă și parametrii fotosistemului II au fost evaluați în funcție de gradul de defoliere și șocul termic aplicat. La arborii martor, clasa I a prezentat scăderi inițiale ale indicelui de clorofilă urmate de recuperare parțială, în timp ce clasele III și IV au menținut valori reduse, evidențiind degradarea clorofilei și limitarea mecanismelor de refacere. După șocul termic, recuperarea a fost mai redusă, cu degradare accentuată în clasele III–IV, iar analiza variației a arătat că diferențele între arbori explică majoritatea variabilității (53,4%), confirmate de ANOVA (factorii arbore, clasa de defoliere, tratament și zi au efecte semnificative).

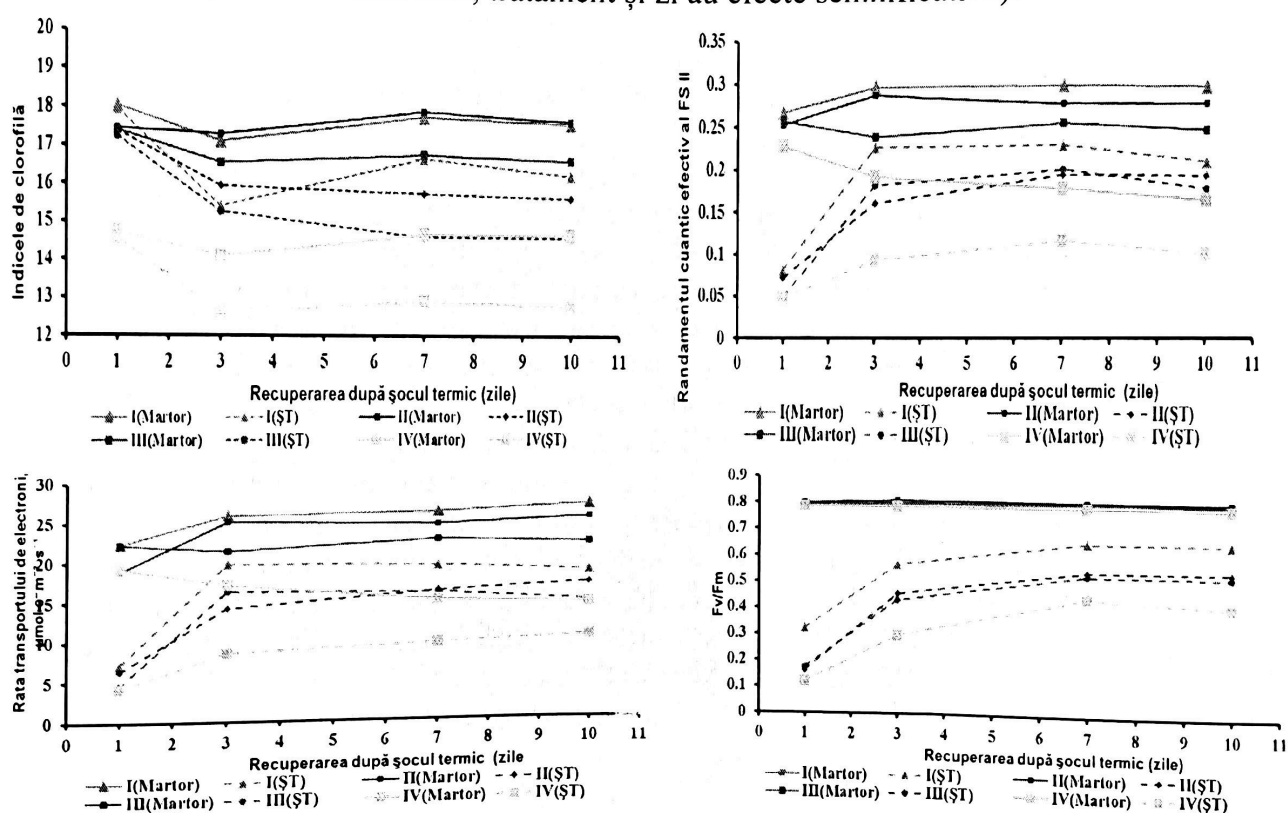


Figura 4. Dinamica proceselor de recuperare după șocul termic de 50°C, timp de 10 mun: A – indice de clorofilă; B – randamentul cuantic relativ al FS II; C – rata transportului de electroni; D – F_v/F_m

Randamentul cuantic efectiv al PSII (Φ_{PSII}) a arătat că arborii din clasa I au menținut valori ridicate și recuperare rapidă, în timp ce clasele III–IV au prezentat recuperare parțială sau redusă, indicând deteriorarea țesuturilor fotosintetice. Rata transportului de electroni (ETR) și F_v/F_m au confirmat acest tipar: clasele I–II au recuperat aproape complet funcționalitatea fotosistemului, în timp ce clasele III–IV au rămas la niveluri scăzute, evidențiind perturbări pronunțate ale lanțului de transport al electronilor și capacității fotosintetice. Analiza LSD a delimitat două grupuri omogene: clasele I–II, cu valori ridicate și recuperare eficientă, și clasele III–IV, cu inhibare puternică și refacere incompletă.

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)

Participări în cadrul manifestărilor științifice naționale cu participare internațională

- Cuza P., Zdioruk N., Platovschii N. Variația potențialului redox în frunzele stejarului pedunculat: o analiză a reactivității oxidative adaptive. Științele naturii în dialogul generațiilor: Lucrări științifice a conf. șt. naț. cu part. int. Chișinău, 2024. P. 459-464.
- Cuza P. Evaluarea variabilității caracterelor ritidomului în populațiile stejarului pufos (*Quercus pubescens* Willd.). Științele naturii în dialogul generațiilor. Lucrări științifice a conf. șt. naț. cu part. int. Chișinău, 2024.

Prezentarea rezultatelor în cadrul Consiliilor științifice

Consiliul științific al Institutului de Genetică, Fiziologie și Protecția plantelor
Consiliul științific al Rezervației Științifice „Plaiul Fagului”

Prezentarea rezultatelor studenților

Rezultatele au fost prezentate studenților de la ciclul licență, specialitatea „Silvicultură și grădini publice” și de la master, specializarea „Design de peisaj și spații verzi”.

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

Impact științific:

Studiul arborilor de stejar pedunculat (*Quercus robur*) din diverse zone ecologice ale Republicii Moldova a evidențiat mecanisme diferențiate de răspuns la stres termic. Arborii din nord au prezentat activare timpurie a antioxidanților ne-enzimatici și a oxidazelor, urmată de creșterea progresivă a catalazelor, în timp ce arborii din centrul și sudul țării au arătat recuperări dependente de intensitatea șocului, cu activare tardivă a catalazelor și oxidazelor ca mecanism compensator. Această dinamică reflectă adaptarea diferențiată și termotoleranța speciilor în funcție de condițiile ecologice locale, oferind informații relevante pentru selecția populațiilor rezistente și lucrările de împădurire durabilă.

Evaluarea parametrilor fotosistemului II (indice de clorofilă, Φ PSII, ETR, Fv/Fm) în funcție de gradul de defoliere a arătat că arborii mai viguroși (clasa I) au recuperat rapid și aproape complet funcționalitatea fotosintetică, în timp ce clasele III și IV au înregistrat deteriorări și recuperare incompletă. Aceste rezultate permit corelarea stării de sănătate cu capacitatea de răspuns la stresul termic, oferind date esențiale pentru ecologia forestieră funcțională și modelarea răspunsurilor fenotipice în condiții variabile.

Impact social:

Datele obținute pot fi utilizate în educația ecologică și în creșterea gradului de conștientizare a publicului privind vulnerabilitatea și adaptabilitatea speciilor forestiere la stresul climatic. În plus, informațiile privind mecanismele antioxidante și recuperarea fotosintetică pot fi folosite pentru instruirea studenților și specialiștilor în silvicultură și managementul ecosistemelor, promovând o cultură a conservării biodiversității și a pădurilor durabile.

Impact economic:

Identificarea populațiilor de stejar pedunculat cu capacitate mai mare de adaptare la stres termic și condiții extreme, cum ar fi arborii din nord și sud, oferă un suport științific solid pentru strategiile de reîmpădurire, ameliorare genetică și selecția arborilor rezistenți la stres climatic. În plus, cunoașterea variațiilor structurale și a răspunsurilor fotosintetice diferențiate permite o gestionare mai eficientă și sustenabilă a pădurilor, reducând pierderile economice cauzate de stresul climatic și contribuind la menținerea productivității forestiere.

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

Implementarea etapelor de cercetare a fost realizată în colaborare cu cercetătorii din Rezervația „Plaiul Fagului”, în cadrul căreia s-au efectuat lucrări comune pentru delimitarea și amenajarea parcelor experimentale în arboretele cu participarea fagului. De asemenea, împreună au fost selectați arborii de fag încadrați în diferite clase de defoliere, conform clasificării propuse de Dobbertin.

Colaborarea a inclus:

- Consultarea materialelor de amenajare silvică și identificarea a trei parcele experimentale pe teritoriul rezervației, pe baza stării inițiale a arborilor, vârstei și parametrilor dendrometrici.
- Marcarea arborilor de fag din diferite clase de defoliere și măsurarea indicilor lor dendrometrici.
- Prelevarea frunzelor pentru analize fiziologice de laborator, vizând determinarea parametrilor fotosistemului II pe frunzele recoltate de la arborii de fag.

Această colaborare a oferit oportunități de dezvoltare profesională pentru cercetătorii din rezervație, facilitând accesul la resursele și expertiza locală, precum și abordarea comună a problematicii speciilor forestiere, în vederea gestionării durabile a ecosistemelor din aria protejată.

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

Deși proiectul nu a prevăzut inițial colaborări directe cu instituții internaționale, activitățile desfășurate au inclus colaborări la nivel internațional prin publicarea rezultatelor cercetării în reviste științifice de prestigiu cu factor de impact. Până în prezent, două articole au fost publicate, iar alte trei sunt în curs de tipărire în reviste internaționale cu factor de impact. În acest context, am colaborat activ cu editorii și recenzenții internaționali pentru a îmbunătăți calitatea manuscriselor, a clarifica interpretările rezultatelor și a implementa sugestia metodologică și tehnice.

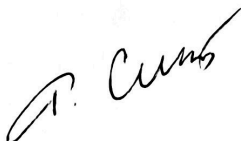
Această interacțiune cu comunitatea științifică internațională a permis diseminarea cunoștințelor obținute și a contribuit la consolidarea vizibilității internaționale a cercetării, oferind totodată perspective pentru posibile colaborări viitoare și schimb de bune practici metodologice.

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

Proiectul a întâmpinat mai multe dificultăți de natură financiară. Finanțarea modestă nu a permis ca ambii colaboratori științifici implicați în proiect să fie remunerați pentru întreaga durată a anului, aceștia putând fi plătiți doar pentru nouă luni, în ciuda volumului mare de cercetări experimentale desfășurate. Bugetul limitat nu a permis organizarea de deplasări internaționale pentru diseminarea activă a rezultatelor și nici alocarea de sume pentru plata taxelor de publicare în revistele internaționale. De asemenea, resursele financiare restrânse au împiedicat includerea unui număr mai mare de membri în echipa de proiect, ceea ce ar fi facilitat realizarea obiectivelor propuse.

11. Recomandări, propuneri (opțional).

Conducător de proiect:



P. Cuza

Data: 28.01.2026

LȘ

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect

Cifrul proiectului: 24.80012.7007.09SE

Denumirea proiectului: Evaluarea capacității de adaptare a stejarului (*Quercus robur*) și fagului (*Fagus sylvatica*), specii edificatoare a ecosistemelor forestiere, în vederea atenuării efectelor schimbărilor climatice

Rezumat. În arboretele de stejar pedunculat (*Quercus robur*) din nordul, centrul și sudul Republicii Moldova a fost evaluat răspunsul fiziologic al frunzelor la șocul termic (50°C, aplicat timp de 20, 40 și 60 de minute) și dinamica proceselor de recuperare pe parcursul a cinci zile. Au fost analizate extractele din probele de frunze, determinându-se activitatea sumară a substanțelor antioxidante, a oxidazelor și a catalazelor. În zona de nord, activitatea sumară a substanțelor antioxidante și oxidazele din extracte au fost cele mai ridicate în prima zi, crescând proporțional cu durata șocului termic. Activitatea catalazelor a fost inițial redusă, dar a crescut progresiv pe parcursul perioadei de recuperare, apropiindu-se de valorile probei martor în ziua a cincea. Această evoluție reflectă un răspuns rapid al frunzelor la stresul termic, urmat de o recuperare progresivă. În zona de centru, activitatea sumară a substanțelor antioxidante în extracte a prezentat un nivel intermediar, indicând o toleranță moderată a frunzelor la șocul termic. Oxidazele și activitatea sumară a substanțelor antioxidante au crescut în faza acută, însă catalazele au rămas inhibitate pe tot parcursul experimentului, în special la expunerile mai lungi. Această diferențiere între componentele sistemului antioxidant arată că frunzele pot reduce efectele stresului oxidativ inițial, dar recuperarea enzimatică este întârziată. În zona de sud, frunzele au manifestat cea mai mare sensibilitate la șocul termic. Activitatea sumară a substanțelor antioxidante a scăzut abrupt imediat după șoc, iar catalazele au fost pronunțat inhibitate, dependent de durată. În perioada de recuperare, oxidazele au fost activate progresiv în zilele a treia și a cincea, iar activitatea sumară a substanțelor antioxidante a fost restabilită treptat, în ciuda persistenței inhibiției catalazelor la expunerile mai intense. Această dinamică reflectă un răspuns întârziat, cu activarea compensatorie a oxidazelor și recuperarea graduală a activității antioxidante, indicând o vulnerabilitate mai ridicată a frunzelor la șocurile termice severe. O a doua componentă a proiectului a vizat fagul european (*Fagus sylvatica*) din Rezervația „Plaiul Fagului”, unde a fost investigată reziliența fotosistemului II în funcție de clasa de defoliere (I-IV). Frunzele au fost expuse unui șoc termic de 50°C timp de 10 minute, iar parametrii fotosintetici, precum indicele de clorofilă, randamentul cuantic efectiv (Φ_{PSII}), rata transportului de electroni (ETR) și randamentul maxim al PSII (F_v/F_m) au fost monitorizați timp de zece zile. Arborii din clasele I și II au prezentat o recuperare moderată, menținând valori ale PSII superioare celor din clasele III și IV, însă fără a reveni complet la nivelurile martor. Arborii din clasele III și IV au manifestat o funcționalitate fotosintetică inițial scăzută și o recuperare limitată, evidențiind vulnerabilitatea făgetelor marginale la episoadele de temperaturi extreme. Analiza ETR și Φ_{PSII} a arătat afectarea fluxului de electroni și fotoinhibiția persistentă, iar analiza componentelor de variație a confirmat rolul major al stării fiziologice inițiale în determinarea rezilienței. Integrarea acestor rezultate arată că frunzele de stejar pedunculat și fag european din Republica Moldova prezintă mecanisme diferite de adaptare la stresul termic, strâns legate de contextul ecologic regional și de starea fiziologică a

arborilor. Aceste constatări pot fi utilizate pentru dezvoltarea unor strategii diferențiate de conservare și management forestier, adaptate vulnerabilităților locale, într-un climat în schimbare.

Abstract. In pedunculate oak (*Quercus robur*) stands from the northern, central, and southern regions of the Republic of Moldova, the physiological response of leaves to heat shock (50°C, applied for 20, 40, and 60 minutes) and the dynamics of recovery over five days were evaluated. Leaf extracts were analyzed to determine the total activity of antioxidant compounds, oxidases, and catalases. In the northern region, total antioxidant activity and oxidase activity in leaf extracts were highest on the first day, increasing proportionally with the duration of the heat shock. Catalase activity was initially reduced but increased progressively during the recovery period, approaching control values by the fifth day. This pattern reflects a rapid physiological response of leaves to heat stress, followed by gradual recovery. In the central region, total antioxidant activity in extracts showed an intermediate level, indicating moderate tolerance of leaves to heat shock. Oxidases and total antioxidant activity increased during the acute phase, whereas catalases remained inhibited throughout the experiment, particularly at longer exposures. This differential response among antioxidant components suggests that leaves can initially mitigate oxidative stress but exhibit delayed enzymatic recovery. In the southern region, leaves were the most sensitive to heat stress. Total antioxidant activity decreased sharply immediately after the shock, and catalases were strongly inhibited in a duration-dependent manner. During recovery, oxidase activity was progressively enhanced on the third and fifth days, while total antioxidant activity was gradually restored, despite the persistence of catalase inhibition at higher exposures. This dynamic indicates a delayed response, with compensatory activation of oxidases and gradual restoration of antioxidant activity, reflecting higher vulnerability of leaves to severe heat shocks. A second component of the project focused on European beech (*Fagus sylvatica*) in the *Plaiul Fagului* Reserve, where photosystem II (PSII) resilience was investigated according to defoliation classes (I-IV). Leaves were exposed to a heat shock of 50°C for 10 minutes, and photosynthetic parameters, chlorophyll index, effective quantum yield (Φ_{PSII}), electron transport rate (ETR), and maximum PSII efficiency (F_v/F_m), were monitored over ten days. Trees in classes I and II showed moderate recovery, maintaining PSII values higher than those in classes III and IV, but without fully returning to control levels. Trees in classes III and IV exhibited initially lower photosynthetic functionality and limited recovery, highlighting the vulnerability of marginal beech stands to episodes of extreme temperatures. ETR and Φ_{PSII} analyses indicated impaired electron transport and persistent photoinhibition, while variance component analysis confirmed the major role of initial physiological status in determining resilience. Integration of these findings shows that pedunculate oak and European beech leaves in the Republic of Moldova exhibit distinct mechanisms of adaptation to heat stress, closely linked to regional ecological context and the physiological condition of trees. These results can inform the development of differentiated conservation and forest management strategies tailored to local vulnerabilities under a changing climate.

Conducător de proiect

Cuza Petru

Data: 28.01.2026

LȘ

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

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)**
 1. Cuza P. (2025). Comparison of the diameter and basal area density functions of pedunculate oak (*Quercus robur*) trees based on forest type. *Baltic Forestry*, 31(1): id792.
 2. Cuza, P., Zdioruk, N., & Platovschii, N. (2025). Assessment of physiological and biochemical recovery processes in four tree species following natural heat stress. *Austrian Journal of Forest Science*, 142(3): 255-294.
 3. Cuza P. (2025). Modelling the stand structure in different *Quercus robur* mixed forests using the Weibull function. *Sylwan*, 169 (10): 773-789.
 - 4.2. **în alte reviste din străinătate recunoscute**
 1. Cuza P. (2024). Evaluation of antioxidant activity in oak leaves from the Republic of Moldova exposed to heat stress. *Journal of Plant Development*, 31: 37-52.
 2. Cuza P. (2024). Reacția la stresul termic natural a trei specii de stejar: analiza a cinci indicatori biologici într-un mediu forestier specific. *Bucovina forestieră*, 24(1): 7-21.
 - 4.3. **în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei**
 3. Cuza P. Evaluarea distribuției înălțimea-diametrul coroanelor la stejarul pedunculat (*Quercus robur*) și a performanței modelelor de regresie. În: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria A „Științe Reale și ale Naturii*, 2024, nr. 1(171), p. 65-74.
 4. Cuza P., Zdioruc N., Platovschii N. (2025). Evaluarea dinamicii recuperării indicatorilor fiziologici și biochimii în frunzele proveniențelor de stejar pedunculat (*Quercus robur*) după șocul termic. În: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria „Științe Reale și ale Naturii”*. Nr. 1 (181). P. 182-195.
 - 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

Cuza P., Zdioruk N., Platovschii N. Variația potențialului redox în frunzele stejarului pedunculat: o analiză a reactivității oxidative adaptive. *Științele naturii în dialogul generațiilor: Lucrări științifice a conf. șt. naț. cu part. int. Chișinău, 2024. P. 459-464.*

 - 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)
7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională
Cuza P., Zdioruk N., Platovschii N. Variația potențialului redox în frunzele stejarului pedunculat: o analiză a reactivității oxidative adaptive. Științele naturii în dialogul generațiilor: Lucrări științifice a conf. șt. naț. cu part. int. Chișinău, 2024. P. 459-464.

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

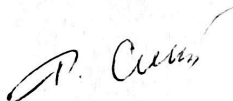
10. Lucrări științifico-metodice și didactice

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.

Conducătorul de proiect:



P. Cuza

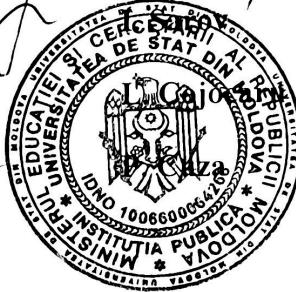
Executarea devizului de cheltuieli,
conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare pentru anul 2025
Cifrul proiectului: 24.80012.7007.09SE

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Cod		Anul de gestiune	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710	8,1		8,1
Servicii de cercetări științifice	222930	198,2		198,2
Total		206,3		206,3

Conducătorul organizației:

Contabil șef:

Conducătorul de proiect:


Data: 28.01.26

LȘ

Componența echipei conform contractului de finanțare 2025

Cifrul proiectului: 24.80012.7007.09SE

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.	Cuza Petru	1962	Dr. hab.	0,5	02.01.25	31.12.25
2.	Platovschii Nicolai	1988	Dr.	0,5	02.01.25	30.09.25
3.	Zdioruc Nina	1973	-	0,5	02.01.25	30.09.25

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.	Cuza Petru	1962	Dr. hab.	0,5	02.01.25
2.	Platovschii Nicolai	1988	Dr.	0,5	02.01.25
3.	Zdioruc Nina	1973	-	0,5	02.01.25

Conducătorul organizației:

Contabil șef:

Conducătorul de proiect:



Data: 28.01.2026

LȘ