

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 „Optimizarea tehnologiei de extracție a concentratelor proteice din lucernă
(Medicago Sativa) pentru fabricarea produselor alimentare noi”
(titlul proiectului)

Cifra proiectului 25.80012.5107.21SE

Prioritatea Strategică II „Agricultură durabilă, securitate alimentară”

Rector U.T.M.

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

(semnătura)

Președintele
Consiliului științific UTM

dr. hab. Vasile TRONCIU

(numele, prenumele)

(semnătura)

Conducătorul proiectului

dr. hab. Aliona GHENDOV-
MOȘANU

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

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

Cercetarea influenței condițiilor de extracție prin metode convenționale și cu aplicarea ultrasunetelor a concentratelor proteice din lucernă asupra randamentului, calității și valorii biologice.

2. Obiectivele etapei 2025 (obligatoriu).

1. Analiza parametrilor fizico-chimici, de culoare CIELab, conținutului de compuși biologic activi și activității antioxidante a lucernei congelate ca sursa de obținere a concentratelor proteice.
2. Optimizarea condițiilor de extracție prin metode convenționale și neconvenționale cu modificarea parametrilor (pH, hidromodul, frecvența și timpul de aplicare a ultrasunetelor), de purificare pentru obținerea concentratelor proteice din lucernă.
3. Influența condițiilor de obținere asupra randamentului, asupra proprietăților senzoriale, fizico-chimice, parametrilor de culoare CIELab, valorii biologice și activității antioxidante a concentratelor proteice din lucernă în formă congelată.
4. Diseminarea rezultatelor obținute prin publicarea articolelor în reviste cu acces deschis și la manifestări științifice.

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

1. Determinarea parametrilor fizico-chimici, de culoare CIELab, conținutului de compuși biologic activi și activității antioxidante a lucernei congelate ca sursa de obținere a concentratelor proteice.
2. Stabilirea condițiilor optime de extracție prin diferite metode (convenționale și neconvenționale) la modificarea parametrilor (pH-ului și timpului de aplicare a ultrasunetelor), de purificare pentru obținerea concentratelor proteice din lucernă.
3. Determinarea influenței condițiilor de obținere asupra randamentului, proprietăților senzoriale, fizico-chimice, parametrilor de culoare, valorii biologice și activității antioxidante a concentratelor proteice din lucernă în formă congelată.
4. Publicarea articolelor în reviste cu acces deschis (Web of Science și SCOPUS, BDI) și participarea la conferințe științifice.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei 2025

1. Au fost determinați parametrii fizico-chimici, de culoare CIELab, conținutul de compuși biologic activi și activitatea antioxidantă a lucernei congelate ca sursa de obținere a concentratelor proteice.
2. Au fost stabilite condițiile optime de extracție prin metode convenționale și neconvenționale cu aplicarea ultrasunetelor la modificarea parametrilor (pH și timpul de aplicare a ultrasunetelor), de purificare pentru obținerea concentratelor proteice din lucernă.
3. S-a studiat influența condițiilor de extracție asupra randamentului, proprietăților senzoriale, fizico-chimice, parametrilor de culoare, conținutului de compuși biologic activi și activității antioxidante a concentratelor proteice din lucernă în formă congelată.
4. Au fost pregătite 2 articole pentru publicare în reviste cu acces deschis (Web of Science și SCOPUS, BDI) și s-a participat la 3 evenimente științifice naționale și internaționale.

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

Substituirea proteinelor de origine animală cu cele vegetale în alimentația umană este o temă actuală având ca obiectiv principal dezvoltarea unor soluții alimentare sustenabile și reducerea dependenței de importuri. Prin urmare, culturile cu biomasă ridicată, cum ar fi lucerna (*Medicago sativa* L.), care produce de 3-10 ori mai multă biomasă și cea mai mare producție de proteine pe hectar în comparație cu multe semințe oleaginoase, leguminoase și cereale, prezintă un interes deosebit. Pentru cercetare s-a utilizat soiul local de lucernă „Dimitra”, cultivat în satul Talmază, regiunea Ștefan Vodă. Plantele au fost recoltate manual, cu o înălțime de aproximativ 25 ± 2 cm, din diferite părți ale parcelei de lucernă. Înainte de congelare, plantele recoltate au fost curățate, amestecate pentru o bună omogenitate și ambalate în vid în porții de 300 ± 10 g. Conținutul de substanță uscată al lucernei a fost de $24,03 \pm 0,21\%$. Probele ambalate au fost păstrate la -18 ± 1 °C. Din lucernă congelată au fost obținute concentrate proteice de lucernă (CPL) prin metoda convențională și neconvențională, ultima implicând aplicarea ultrasunetelor timp de 5, 15 și 20 de minute, la 25 ± 1 °C și o frecvență de 37 kHz. Ca solvenți au fost utilizate apă distilată (pH $5,60 \pm 0,01$) și apă ușor alcalină (pH $9,0 \pm 0,01$), într-un raport probă:solvent de 1:3 (m/v), solvenții menținându-se la temperatura 4 ± 1 °C. Ulterior, probele omogenizate au fost filtrate printr-o pânză de bumbac. Filtratele au fost colectate și centrifugate (15 min, 3500 rpm, 4 °C) pentru a îndepărta materialul insolubil, iar supernatantul rezultat a fost colectat. Alicote din acești supernatanți au fost acidificate cu acid citric 1 M sau cu acid lactic 3 M pentru a atinge un pH de 4,5, inducând precipitarea izoelectrică a proteinelor. În total, au fost obținute opt probe de CPL (S1–S8), fiecare preparată în triplicat, cu un conținut mediu de substanță uscată de $8,91 \pm 0,8\%$, figura 1.

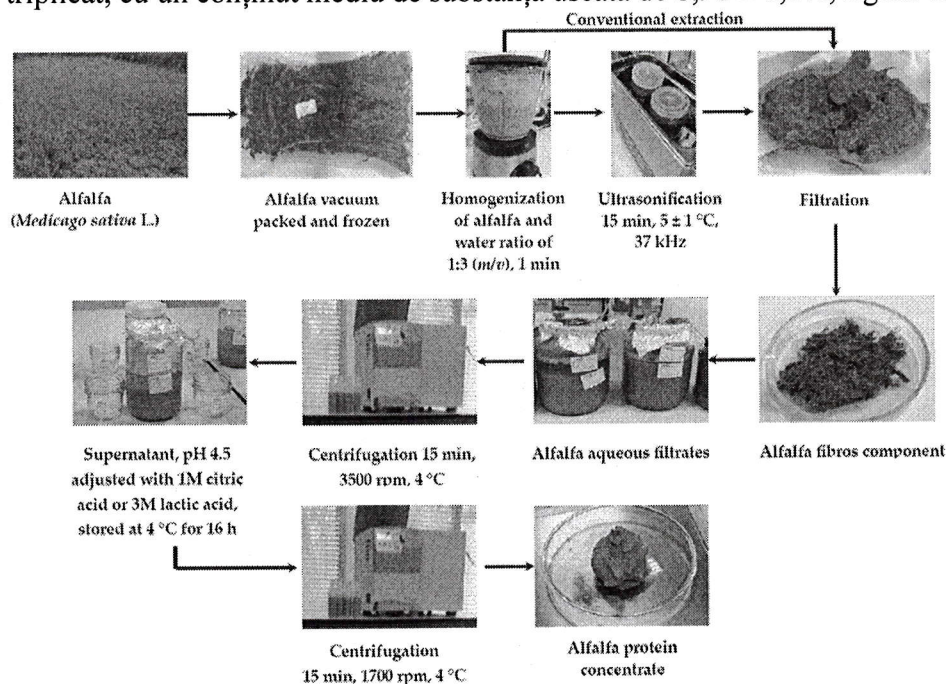


Figura 1. Etapele de procesare a lucernei pentru prepararea concentratelor proteice.

În cazul lucernei congelate, au fost analizați parametrii fizico-chimici (conținut de proteine, cenușă, grăsimi, aciditatea titrabilă, pH, activitatea apei (a_w), digestibilitatea proteinelor), parametrii de culoare CIELab (luminozitatea (L^*), parametrii roșu-verde (a^*), galben-albastru (b^*), gradul de

verdeață (-a*/b*), cromaticitate (C*) și unghiul de nuanță (h*)), conținut de compuși biologic activi (CBA) - conținut total de clorofile și de caroteni în extracte metanolice de probă, conținut total de polifenoli (CTP) și flavonoizi (CTF) și activitatea antioxidantă (DPPH și ABTS) în extracte apoase (ap) și hidroetanolice (alc) de 70% (v/v) de probă.

În cazul CPL obținute, s-a determinat randamentul și aceiași parametri fizico-chimici, parametrii CIELab inclusiv diferența totală de culoare (ΔE^*), valoarea biologică și activitatea antioxidantă (AA) ca și pentru probele de lucernă. De asemenea, s-a analizat calitatea senzorială a CPL. Analiza statistică a fost efectuată utilizând testul *t* pentru eşantioane pereche: S1-S2, S3-S4, S5-S6 și S7-S8 pentru a evalua influența metodelor de extracție asupra parametrilor fizico-chimici, de culoare CIELab, conținutului de CBA și AA (DPPH și ABTS).

Analiza probelor de lucernă congelată a demonstrat un conținut de proteine de 28,63% s.u. Conținut de cenușă a fost de 11,55% s.u. și a reprezentat o proporție destul de mare a fracției minerale din lucerna originală. Conținut de grăsime a fost de 2,34% s.u. ce corespunde datelor din literatura de specialitate pentru lucernă: în majoritatea publicațiilor și ghidurilor de hrană pentru animale, extracția esențială de lipide a fost în intervalul 1-3% s.u. Aciditatea titrabilă a lucernei a constituit 0,56% (raportat la acid lactic), iar valoarea pH-ului a fost de 5,84. Aceste valori denotă un mediu slab acid pentru lucerna analizată, care se datorează în principal prezenței acizilor organici specifici plantelor verzi. Valoarea a_w pentru lucernă congelată a fost de 0,748, ceea ce a indicat faptul că apa este disponibilă pentru creșterea microbiană. Digestibilitatea proteinelor de lucernă *in vitro* a fost de 49,37%, o valoare relativ scăzută, având în vedere că o parte din proteină este puțin disponibilă enzimatic. Cu toate acestea, valoarea se încadrează în limitele specifice pentru această plantă recoltată înainte de înflorire. Nivelul relativ moderat al digestibilității proteinelor poate fi explicat prin interacțiunile dintre proteine, fibrele insolubile și unii compuși antinutriționali (taninuri, saponine etc.) prezenți în părțile anatomice ale lucernei. Culoarea lucernei este un indicator important al calității acesteia, deoarece reflectă conținutul de frunze, precum și valoarea nutrițională și biologică. În proba de lucernă congelată, au fost determinați următorii parametri de culoare CIELab: L*, a*, b*, C* și h*, cu valori de 30,30, -21,99, 19,40, 29,32 și respectiv 138,60°. Valoarea ridicată negativă a gradului de verdeață -1,13 a demonstrat prezența unor pigmenți verzi abundenți. S-a analizat conținutul total de clorofile și de carotenoizi care a fost 1768,7 mg/100 g s.u. și 10,63 mg/100 g s.u. respectiv. Studiile bibliografice au demonstrat că în frunzele de lucernă, conținutul de clorofilă și de carotenoizi depinde puternic de stadiul de maturitate și de condițiile de recoltare. Valorile conținutului total de polifenoli și flavonoizi pentru extractele apoase de lucernă au fost mai mici (2093,6 mg GAE/100 g s.u. și 584,1 mg QE/100 g s.u., respectiv) comparativ cu valorile obținute pentru extracte hidroetanolice (2583,0 mg GAE/100 g s.u. și 810,3 mg QE/100 g s.u., respectiv). Această diferență poate fi atribuită eficienței mai mari a solventului hidroetanolic de 70% în extragerea compușilor polifenolici. S-a demonstrat că capacitatea de captare a radicalilor DPPH• a fost mai mare în extractele hidroalcoolice de lucernă comparativ cu cele apoase (583,2 și 485,3 mg TE/100 g s.u., respectiv). În același timp, capacitatea de captare a cationului radicalului ABTS•+ a fost considerabil mai mare pentru extractele apoase de lucernă (3190,4 mg TE/100 g s.u.) comparativ cu extractele hidroetanolice (2093,6 mg TE/100 g s.u.).

Analizând CPL obținute prin extracția convențională s-a constatat că precipitarea izoelectrică a proteinelor din supernatanți, folosind acid lactic sau acid citric, a condus la obținerea

probelor S1 și S3 (pH-5,6) cu randamente de recuperare a proteinelor de 6,27% și respectiv 6,08% s.u., și a probelor S5 și S7 (pH-9,0) cu randamente de recuperare de 6,75% și respectiv 7,14% s.u., adică, alcalinizarea solventului de extracție cu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a contribuit la creșterea randamentului de recuperare, deoarece proteinele prezintă o solubilitate mai mare într-un mediu alcalin. Pentru a crește randamentul de recuperare a proteinelor, au fost efectuate o serie de experimente preliminare, utilizând extracția asistată cu ultrasunete (EAU) la o frecvență de 37 kHz, temperatura în baia cu ultrasunete de 25 °C, cu durate de sonicare cuprinse între 5 și 20 de minute. Pe baza rezultatelor cercetărilor preliminare, după omogenizarea în blender a materialului vegetal în medii apoase ușor acide sau alcaline (figura 1), procesul de extracție a proteinelor a fost continuat în baia cu ultrasunete pentru timpul optim de sonicare de 15 minute. Drept urmare, probele S2 și S4 au fost extrase în apă distilată, cu randamentul crescut de 8,76% și respectiv 7,33% s.u., în timp ce probele S6 și S8, extrase în mediul alcalin, au prezentat randamente de 9,21% și respectiv 9,56% s.u. Aplicarea ultrasunetelor a facilitat distrugerea pereților celulari și a sporit eliberarea proteinelor intracelulare, totodată, activitatea enzimatică nedorită a fost redusă din cauza inactivării directe a enzimelor responsabile de degradarea proteinelor. În metoda EAU, pentru probele extrase cu apă distilată, analiza statistică a evidențiat diferențe semnificative ($p < 0,05$) între randamentele de recuperare ale proteinelor precipitate cu acid lactic și cele obținute cu acid citric, cu excepția perechii S1-S3, unde diferențele nu au fost semnificative ($p = 0,155$). În medie, randamentul de recuperare al proteinelor precipitate cu acid lactic a fost cu peste 16% mai mare comparativ cu acidul citric. În schimb, pentru probele extrase în soluția alcalină ajustată cu $\text{Ca}(\text{OH})_2$, atât prin metoda convențională, cât și prin EAU, s-au obținut randamente superioare pentru proteinele precipitate cu acid citric, acesta acționând ca un chelator mai eficient al ionilor Ca^{2+} . Astfel, adăugarea acidului citric în etapa de reducere a pH-ului a favorizat precipitarea proteinelor concomitent cu un proces de chelare. Conținutul de proteine din CPL a prezentat valori ridicate, cuprinse între 76,21% și 91,21%, diferențele fiind semnificative statistic ($p < 0,05$) pentru toate probele S1-S8. Probele de CPL au prezentat un conținut proteic mai ridicat atunci când s-a aplicat metoda EAU, înregistrându-se creșteri de peste 9% în apă distilată și de aproximativ 12% în apă alcalină. Această îmbunătățire se datorează fenomenelor de cavitație specifice EAU, care favorizează dezintegrarea matricei vegetale și eliberarea proteinelor. Rezultatele privind influența pH-ului asupra conținutului proteic al CPL indică faptul că un mediu slab alcalin facilitează o extracție ușor superioară celei obținute în apă distilată, cu aproximativ 6-7%. Acest efect se explică prin ruperea legăturilor dintre compușii macromoleculari, concomitent cu menținerea proteinelor în stare solubilă, fără denaturare. Conținutul de cenușă în CPL a variat într-un interval relativ restrâns, de la 0,39% (S1) la 0,53% (S8), fiind influențat în principal de pH-ul mediului de extracție, în special de prezența $\text{Ca}(\text{OH})_2$, și într-o măsură mai mică de tipul de acid utilizat pentru precipitarea izoelectrică și aplicarea ultrasunetelor. Conținutul de grăsime în CPL a variat într-un interval îngust, de la 1,02% la 1,23%, fără a se observa diferențe semnificative în diferite condiții de extracție și precipitare. Aciditatea titrabilă a probelor a fost calculată în raport cu acidul lactic (un acid monocarboxilic) și acidul citric (un acid tricarboxilic). Compararea eşantioanelor pereche (S1-S2, S3-S4, S5-S6 și S7-S8) a relevat că probele obținute prin EAU au prezentat diferențe semnificative statistic ($p < 0,05$), indicând valori mai mari ale acidității (cu excepția S1-S5). Acest fenomen se explică prin faptul că tratamentul cu ultrasunete modifică structura materialului vegetal,

intensificând penetrarea solventului și distrugând pereții celulari, ceea ce facilitează eliberarea acizilor organici și a polifenolilor din matricea plantei. Analiza valorilor activității apei (a_w), fiind cuprinse între 0,770 și 0,777, nu a relevat diferențe semnificative statistice ($p > 0,05$), indicând faptul că condițiile și metoda de extracție nu au influențat a_w din CPL. Rezultatele privind digestibilitatea proteinelor au arătat că valoarea maximă a fost obținută pentru proba S2 (84,51%), iar cea minimă pentru proba S5 (70,89%). Analiza statistică realizată pentru toate probele CPL, în funcție de metoda și mediul de extracție, precum și de condițiile de precipitare, a evidențiat diferențe semnificative ($p < 0,05$). Compararea perechilor de probe (S1-S2, S3-S4, S5-S6 și S7-S8) a confirmat efectul semnificativ ($p < 0,05$) al metodei neconvenționale asupra digestibilității proteinelor. Aplicarea UAE favorizează digestibilitatea prin ruperea pereților celulari, dezagregarea structurilor proteice și expunerea moleculelor la acțiunea enzimelor. Deși extracția în mediu alcalin a generat rareori proteice mai mari, digestibilitatea a fost mai redusă, probele S5-S8 prezentând valori inferioare celor obținute prin extracția în apă distilată. Această tendință se explică prin faptul că pH-ul ridicat crește solubilizarea proteinelor, dar concomitent favorizează extracția unor CBA, inclusiv cu potențial antinutrițional, care pot diminua digestibilitatea. Tipul de acid utilizat pentru precipitarea izoelectrică a avut un efect mai mic asupra digestibilității proteinelor. Probele S1-S4, precipitate cu acid lactic, au prezentat valori ale digestibilității semnificativ mai mari ($p < 0,05$) comparativ cu cele obținute folosind acid citric. Evaluarea parametrilor CIELab au demonstrat că L^* a variat între 48,26 și 53,97, cu diferențe semnificative observate între toate perechile ($p \leq 0,05$), cu excepția perechii S7-S8 ($p = 0,43$). Valorile parametrului a^* au variat între -13,17 și -22,80, prezentând diferențe semnificative între toate probele ($p \leq 0,05$), cu excepția perechii S5-S7 ($p = 0,27$). Aceste rezultate indică predominanța pigmentilor verzi, atribuiți în principal clorofilelor prezente în lucernă. Această constatare sugerează în plus că atât condițiile de extracție, cât și pH-ul exercită o influență semnificativă asupra colorației verzi a CPL. Parametrul b^* a variat de la 32,09 la 44,26, toate perechile de probe prezentând diferențe semnificative ($p \leq 0,05$), cu excepția S3-S4 ($p = 0,41$), ceea ce implică faptul că condițiile de extracție nu au afectat semnificativ nuanța galbenă asociată cu carotenoizii din frunzele și tulpinile de indicele de verdeață ($-a^*/b^*$) a fost evaluat pentru toate perechile de probe. Rezultatele au arătat că, pentru perechile S1-S3 și S2-S4, valorile indicelui de verdeață nu au prezentat diferențe semnificative ($p > 0,05$), ceea ce indică faptul că tipul de acid organic și aplicarea ultrasunetelor la pH 5,6 nu au exercitat un efect relevant asupra acestui parametru. În schimb, condițiile de extracție au influențat semnificativ valorile cromaticității (C^*) în toate probele comparate ($p \leq 0,05$). În ceea ce privește unghiul de nuanță (h^*), toate probele de CPL au prezentat valori situate în al treilea cadran trigonometric, confirmând predominanța colorației verzi. Pentru a determina influența EAU asupra variației culorii între perechile de probe S1-S2, S3-S4, S5-S6 și S7-S8, a fost calculată ΔE^* . S-a constatat că valorile ΔE^* pentru perechile S1-S2 și S3-S4 au fost de 4,31 și respectiv 5,60, indicând diferențe de culoare perceptibile. Perechea S7-S8 a prezentat o valoare ΔE^* de 6,75, corespunzând unei diferențe pronunțate de culoare, în timp ce perechea S5-S6 a prezentat un $\Delta E^* > 12$, semnificând o colorare complet distinctă. Acestea demonstrează că extracția în condiții alcaline a influențat semnificativ colorarea verde a CPL. Mai mult, s-a raportat că pigmentul verde nu poate fi îndepărtat complet atunci când proteinele sunt precipitate în punctele lor izoelectrice. A fost evaluată influența metodei de extracție asupra conținutului total de clorofilă și carotenoide.

Rezultatele au demonstrat că valorile înregistrate pentru CPL extrase prin EAU au fost semnificativ mai mici ($p < 0,05$) în ambele cazuri. De asemenea, nu s-a relevat diferențe semnificative pentru perechea S1-S3 ($p = 0,37$), indicând faptul că tipul de acid de precipitare izoelectrică a avut o influență minoră asupra conținutului total de clorofilă al probelor. În plus, s-a demonstrat că pH-ul a influențat semnificativ ($p < 0,05$) conținutului total de clorofilă în toate probele extrase în prezența $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Analiza conținutului fitochimic și AA a CPL a demonstrat că valorile CTP_{ap} , CTF_{ap} și DPPH_{ap} ($p < 0,05$) au fost mai mici în comparație cu extractele hidroalcoolice de CPL. În schimb, extractele apoase de CPL au prezentat valori ABTS semnificativ mai mari. Acest fenomen poate fi atribuit capacității cationului radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ de a fi captat nu numai de polifenoli, ci și de compuși solubili în apă, cum ar fi aminoacizii, peptidele și vitaminele. Compararea eşantioanelor pereche (S1-S2, S3-S4, S5-S6, S7-S8) a relevat că probele obținute prin EAU au avut conținuturi mai mari de polifenoli și flavonoide. Acest lucru poate fi atribuit efectului de cavitație generat de ultrasunete, care au perturbat matricea celulară și au sporit eliberarea de CBA, de proteine și aminoacizi. Compararea rezultatelor testului DPPH_{alc} pentru probele pereche (S1-S2, S3-S4, S5-S6) a demonstrat diferențe semnificative statistic ($p < 0,05$), indicând o scădere a AA sub acțiunea ultrasunetelor. În mod similar, în testul ABTS_{alc} , s-au observat reduceri semnificative statistic ($p < 0,05$) în extracte după expunerea la ultrasunete, cu excepția perechii S1-S2 ($p = 0,09$). Evaluarea eşantioanelor perechi a indicat că, pentru probele S5-S7, variațiile valorilor CTP_{alc} , CTF_{alc} și AA (testele ABTS_{ap} , DPPH_{alc} , DPPH_{ap}) nu au fost semnificative statistic ($p > 0,05$). Probabil, valoarea biologică și a AA în cazul S5 și S7 a fost influențată mai mult de prezența ionilor de Ca^{2+} , care ar lega grupări funcționale din CBA în procesul convențional de extracție.

6. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații (obligatoriu)

În cadrul proiectului au fost obținute următoarele rezultate:

Articole în reviste științifice

în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS – 1

în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei: 1 (B+)

Teze ale conferințelor științifice

în lucrările conferințelor științifice internaționale din Republica Moldova – 2

Medalie de argint – 1.

7. Diseminarea rezultatelor în formă de prezentări la foruri științifice

BULGARU, V.; A. GUREV; Ia. CIUGUREANU; A. GHENDOV-MOSANU. Optimizarea tehnologiei de extracție a concentratelor proteice din lucernă (*Medicago Sativa*) pentru fabricarea produselor alimentare noi. Salonul Inovării și Cercetării UGALINVENT-2025, 23-24 octombrie 2025, Galați, România. (Poster) (**Medalie de argint**).

GHENDOV-MOSANU, A.; V. BULGARU; A. GUREV; Ia. CIUGUREANU. Optimizarea tehnologiei de extracție a concentratelor proteice din lucernă (*Medicago Sativa*) pentru fabricarea produselor alimentare noi. Festivalului Cercetării și Inovării „Știința pentru pace și dezvoltare: creativitate, experiență, perspective”, AȘM, 10 noiembrie 2025. (Poster)

GUREV, A.; Ia. CIUGUREANU; V. BULGARU; A. GHENDOV-MOSANU. Alfalfa protein concentrate - functional ingredient for the food industry. In *Medicine, Molecular and Environmental Sciences Congress*, Chișinău, 10-15 November, 2025, 201. (Poster)

CIUGUREANU, I; V. BULGARU; A. GUREV; A. GHENDOV-MOSANU. Alfalfa - relevant protein raw material for the food industry. In: *Conferința științifică națională „Inovația: Factor al Dezvoltării Social-Economice-2025”*, 12 decembrie 2025, Cahul, Moldova, 2025.(Prezentare orală).

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

Impactul științific: Rezultatele cercetărilor au fost publicate într-un articol în revista Foods din bazele de date Web of Science și SCOPUS (IF 5.1) și un articol în revista Journal of Engineering Science din Registrul National al revistelor de profil (B+), diseminate la un congres științific internațional Medicine, Molecular and Environmental Sciences 2025, la salonul Inovării și Cercetării UGALINVENT-2025 și la Festivalului Cercetării și Inovării „Știința pentru pace și dezvoltare: creativitate, experiență, perspective” organizată de AȘM.

Impactul social: Optimizarea tehnologiei de extracție a concentratelor proteice din lucernă va contribui la îmbunătățirea securității alimentare prin furnizarea unei noi surse accesibile de proteine vegetale. Implementarea acestei tehnologii va diversifica dieta populației și va susține un stil de viață sănătos, oferind alternative nutritive pentru diferite categorii de consumatori.

Impactul economic: Valorificarea lucernei pentru obținerea de concentrate proteice va genera valoare adăugată pentru sectorul agricol și va stimula dezvoltarea unui nou segment industrial în domeniul alimentelor alternative. Tehnologia elaborată va permite reducerea costurilor de producție a ingredientelor proteice și crește competitivitatea producătorilor pe piața globală a proteinelor vegetale.

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

1. Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova.
2. Institutul de Chimie, Universitatea de Stat din Moldova.
3. Întreprinderea de Stat „Centrul de Metrologie Aplicată și Certificare” (CMAC).

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

Universitatea “Ștefan cel Mare” din Suceava, România.

11. Dificultățile în realizarea proiectului de natură financiară, organizatorică, legate de resursele umane etc. (obligatoriu). Nu este cazul.

12. Recomandări, propuneri (opțional).

Se recomandă continuarea cercetării asupra elaborării tehnologiilor de fabricare a produselor noi cu concentrat proteic din lucernă și de analizat efectul concentratului proteic de lucernă asupra calității și valorii biologice a produselor noi (sorbetului și pastelor) pe durata de păstrare.

Conducătorul de proiect Mosanu / **(dr. hab. Aliona GHENDOV-MOSANU)**

Data: 01.12.2025



Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2025

Cifrul proiectului 25.80012.5107.21SE

Denumirea Proiectului **Optimizarea tehnologiei de extracție a concentratelor proteice din lucernă (*Medicago Sativa*) pentru fabricarea produselor alimentare noi**


Substituirea proteinelor de origine animală cu cele vegetale în alimentația umană reprezintă o temă de actualitate. Lucerna (*Medicago sativa*) este o plantă cu un conținut ridicat de biomasă și proteine. Pentru cercetare s-a utilizat soiul local de lucernă „Dimitra”. Proteinele au fost extrase prin metode convenționale și neconvenționale, prin utilizarea ultrasunetelor (EAU). Probele de lucernă au fost tratate cu soluții de apă distilată ($\text{pH } 5,60 \pm 0,01$) și apă ușor alcalină ($\text{pH } 9,0 \pm 0,01$), iar proteinele au fost precipitate izoelectric prin acidificarea supernatantului cu acid citric 1 M și acid lactic 3 M pentru a obține concentrate proteice de lucernă (CPL). În total au fost obținute 8 probe de CPL (S1–S8). S-au analizat parametri fizico-chimici, cum ar fi conținutul de proteine, cenușă, grăsimi, aciditatea titrabilă, pH-ul, activitatea apei și digestibilitatea proteinelor. În plus, s-au evaluat parametri de culoare CIELab (luminozitatea, cromaticitatea, indicii de verdeață), compușii biologic activi (clorofile, carotenoizi, polifenoli, flavonoizi) și activitatea antioxidantă (DPPH și ABTS). Lucerna congelată a prezentat un conținut de proteine de 28,63%, iar analizele fizico-chimice au arătat un conținut de cenușă de 11,55%, ceea ce indică o proporție semnificativă a fracției minerale. Conținutul de grăsimi a fost de 2,34%, iar aciditatea titrabilă a fost de 0,56%. Valoarea pH-ului a fost de 5,84, ceea ce sugerează un mediu ușor acid, favorabil pentru conservarea lucernei. Activitatea apei a fost de 0,748, ceea ce sugerează că apa din lucernă este disponibilă pentru creșterea microbiană, iar digestibilitatea proteinelor *in vitro* a fost de 49,37%, un rezultat relativ scăzut, dar în limitele normale pentru lucerna recoltată înainte de înflorire. Culoarea lucernei a fost evaluată prin parametri CIELab, cu un indice de verdeață de -1,13, indicând o abundență de pigmenți verzi. Conținutul total de clorofilă și carotenoizi a fost de 1768,7 mg/100 g și 10,63 mg/100 g, respectiv, iar valorile polifenolilor și flavonoidelor au variat în funcție de solventul utilizat pentru extracție. Analiza CPL a demonstrat că probele extrase cu ultrasunete au prezentat un randament mai mare al proteinelor comparativ cu metodele convenționale. În cazul utilizării soluțiilor alcaline, randamentele de recuperare au fost mai mari, ceea ce se datorează solubilității mai bune a proteinelor într-un mediu alcalin. CPL obținute prin EAU au avut un conținut proteic mai ridicat decât cele obținute prin metode convenționale, cu o creștere de aproximativ 9-12% în funcție de mediul de extracție. De asemenea, metoda EAU a îmbunătățit digestibilitatea proteinelor, în special pentru probele extrase în apă distilată. Analiza CPL a demonstrat că pH-ul a influențat semnificativ valoarea biologică a proteinelor, iar acidul lactic a oferit un randament mai bun în ceea ce privește precipitația proteinelor comparativ cu acidul citric. Evaluarea culorii CPL a arătat diferențe semnificative între probele obținute prin EAU și cele convenționale, cu o diferență de culoare mai mare în cazul probelor extrase alcalin. Analiza activității antioxidante a CPL a relevat că extractele apoase au prezentat o activitate mai mare în testul ABTS, iar extractele hidroalcoolice au avut o activitate mai mare în testul DPPH.

Summary of the activity and results obtained in the project in 2025

Project number 25.80012.5107.21SE

Project Name **Optimization of the extraction technology of protein concentrates from alfalfa (*Medicago Sativa*) for the manufacture of new food products**

The substitution of animal-derived proteins with plant-based proteins in human nutrition is a current topic of interest. Alfalfa (*Medicago sativa*) is a plant with a high content of biomass and proteins. For this study, the local alfalfa variety "Dimitra" was used. Proteins were extracted using both conventional and unconventional methods, specifically utilizing ultrasound-assisted extraction (UAE). The alfalfa samples were treated with solutions of distilled water (pH 5.60 ± 0.01) and slightly alkaline water (pH 9.0 ± 0.01), and proteins were precipitated isoelectrically by acidifying the supernatant with 1 M citric acid and 3 M lactic acid to obtain alfalfa protein concentrates (APC). In total, 8 samples of APC (S1–S8) were obtained. Physicochemical parameters such as protein content, ash, fat, titratable acidity, pH, water activity, and protein digestibility were analyzed. Additionally, color parameters (CIELab: lightness, chromaticity, and greenness index), biologically active compounds (chlorophylls, carotenoids, polyphenols, flavonoids), and antioxidant activity (DPPH and ABTS) were assessed. Frozen alfalfa exhibited a protein content of 28.63%, and physicochemical analyses showed an ash content of 11.55%, indicating a significant proportion of the mineral fraction. The fat content was 2.34%, while the titratable acidity was 0.56%. The pH value was 5.84, suggesting a mildly acidic environment, favorable for alfalfa preservation. Water activity was 0.748, suggesting that water in alfalfa is available for microbial growth, and in vitro protein digestibility was 49.37%, a relatively low result but within the normal range for alfalfa harvested before flowering. The color of the alfalfa was evaluated through CIELab parameters, with a greenness index of -1.13, indicating an abundance of green pigments. The total chlorophyll and carotenoid content were 1768.7 mg/100 g and 10.63 mg/100 g, respectively, while the levels of polyphenols and flavonoids varied depending on the solvent used for extraction. APC analysis showed that the samples extracted using ultrasound presented higher protein yields compared to conventional methods. When alkaline solutions were used, recovery yields were higher, due to the better solubility of proteins in an alkaline environment. The APC obtained through UAE had a higher protein content than those obtained through conventional methods, with an increase of approximately 9-12%, depending on the extraction medium. Additionally, the UAE method improved protein digestibility, especially for samples extracted in distilled water. APC analysis also revealed that pH significantly influenced the biological value of proteins, with lactic acid providing better protein precipitation yields compared to citric acid. Color assessment of the APC samples showed significant differences between those obtained via UAE and conventional methods, with a greater color difference in the alkaline-extracted samples. The evaluation of antioxidant activity showed that aqueous extracts exhibited higher activity in the ABTS test, while hydroalcoholic extracts had greater activity in the DPPH test.

Conducătorul de proiect  / **(dr. hab. Aliona GHENDOV-MOȘANU)**

Data: 01.12.2025

LS Științifice

Științifice

Științifice

Științifice

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

**Optimizarea tehnologiei de extracție a concentratelor proteice din lucernă
(*Medicago Sativa*) pentru fabricarea produselor alimentare noi**

Articole în reviste științifice

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

GUREV, A.; V. BULGARU; Ia. CIUGUREANU; N. NETREBA; V. DRAGANCEA; I. DIANU; Iu. SANDU; M. MAZUR; T. MITINA; N. BANDARENCO; A. GHENDOV-MOSANU. Effect of Conventional and Ultrasound-Assisted Extraction Conditions on the Physicochemical Properties, Phytochemical Content, Antioxidant Activity and Functional Properties of Alfalfa Protein Concentrates. *Foods* 2025, (la recenzie) (FI 5,1).

în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei
CIUGUREANU, Ia.; V. BULGARU; A. GUREV; A. GHENDOV-MOSANU. Plant-based proteins: sources, extraction methods and functional perspectives for the sustainable food industry. *Journal of Engineering Science* 2025, **32**(4). (in print) (B+).

Teze ale conferințelor științifice

în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)
GUREV, A.; Ia. CIUGUREANU; V. BULGARU; A. GHENDOV-MOSANU. Alfalfa protein concentrate - functional ingredient for the food industry. In: *Medicine, Molecular and Environmental Sciences Congress*, Chișinău, 10-15 November, 2025, 201.


în lucrările conferințelor științifice naționale
CIUGUREANU, I; V. BULGARU; A. GUREV; A. GHENDOV-MOSANU. Alfalfa - relevant protein raw material for the food industry. In: *Conferința științifică națională „Inovația: Factor al Dezvoltării Social-Economice-2025”*, 12 decembrie 2025, Cahul, Moldova, 2025.

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

Cifrul proiectului 25.80012.5107.21SE

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 <i>(salarizarea membrilor echipei - 80%)</i>	222930	239 047,0		239 047,0
Servicii neatribuite altor aliniate <i>(publicarea articolelor științifice / servicii laborator)</i>	222999	46 073,0		46 073,0
Servicii neatribuite altor aliniate <i>(salarizarea personalului din afara instituției)</i>	222999			
Servicii neatribuite altor aliniate <i>(salarizarea personalului administrativ - 5%)</i>	222999	14 880,0		14 880,0
Alte cheltuieli în bază de contracte cu persoane fizice	281600			
Cheltuieli curente neatribuite la alte categorii <i>(taxele de participare la forumuri și evenimente științifice)</i>	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		300 000,0		300 000,0


Rector U.T.M.


(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

Contabil (economist)


(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect


(semnătura)

dr. hab. Aliona GHENDOV-MOȘANU

(numele, prenumele)

Data: 03.12.2025 LȘ

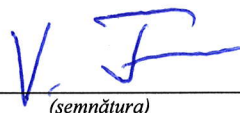
Componența echipei conform contractului de finanțare 2025

Cifrul proiectului 25.80012.5107.21SE

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.	Ghendov-Moșanu Aliona	1973	dr. hab.	25.2	01.08.2025	31.12.2025
2.	Bulgaru Viorica	1982	dr.	25.2	01.08.2025	31.12.2025
3.	Gurev Angela	1967	dr.	25.2	01.08.2025	31.12.2025
4.	Ciugureanu Iana	1996	f-grad	25.2	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.



(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

Contabil (economist)

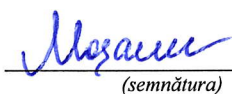


(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect



(semnătura)

dr. hab. Aliona GHENDOV-MOȘANU

(numele, prenumele)





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, *Membriu cor. AȘM, prof. univ., dr. hab.*; Ghendov-Moșanu Aliona, *conf. univ., dr. hab.*; Caisîn Larisa, *prof. univ., dr. hab.*; Cepoi Liliana, *Director, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al UTM, conf.univ., dr.*; Gheorghiuță 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: **25.80012.5107.21SE „Optimizarea tehnologiei de extracție a concentratelor proteice din lucernă (Medicago Sativa) pentru fabricarea produselor alimentare noi”,** Conducător de proiect: *dr. hab. Aliona GHENDOV-MOȘANU.*

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: **25.80012.5107.21SE „Optimizarea tehnologiei de extracție a concentratelor proteice din lucernă (Medicago Sativa) pentru fabricarea produselor alimentare noi”,** Conducător de proiect: *dr. hab. Aliona GHENDOV-MOȘANU.*



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

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