CZU: 612.39:577.152.34 **https://doi.org/10.59295/sum1(191)2026_16**

INFLUENŢA RAŢIILOR ALIMENTARE ÎN RAPORT CU TIPUL HIPERSTENIC DE CONSTITUŢIE ASUPRA ACTIVITĂŢII ENZIMELOR PROTEOLITICE ÎN DIFERITE STRUCTURI ALE TRACTULUI GASTROINTESTINAL LA ŞOBOLANII HIPOSTRESOREACTIVI

Ion MEREUȚĂ,
Tudor STRUTINSCHI,
Anastasia BABILEVA,
Lilia POLEACOVA,

Universitatea de Stat din Moldova

Studiul investighează influența rațiilor alimentare cu structură calorică adaptată tipului constituțional hiperstenic asupra activității enzimelor proteolitice la șobolanii hipostresoreactivi. Au fost analizate patru rații diferite, cu un conținut proteic între 20-30%. Rezultatele arată că un aport proteic mai ridicat determină o creștere moderată, dar constantă, a activității proteazelor în stomac, pancreas și mucoasa intestinului subțire. Cea mai evidentă reacție enzimatică a fost observată în intestinul subțire, unde creșterea activității proteolitice a devenit semnificativă statistic la 30% proteine. Fluctuațiile în activitatea pancreatică sugerează influența combinată a compoziției rației și a particularităților metabolice ale animalelor hipostresoreactive. Studiul confirmă că digestia la tipul hiperstenic este mai puțin sensibilă la modificările rațiilor, însă creșterea proteinelor poate intensifica sincronizat activitatea proteazelor digestive. Aceste constatări subliniază importanța structurii calorice în reglarea funcției enzimatice pentru menținerea metabolismului în limite sanogene.

Cuvinte-cheie: *hiperstenic, hipostresoreactivitate, proteaze, metabolism, rații alimentare, digestie, proteine, pancreas, intestin subțire, activitate enzimatică.*

THE INFLUENCE OF DIETARY RATIONS ADAPTED TO THE HYPERSTHENIC CONSTITUTIONAL TYPE ON THE ACTIVITY OF PROTEOLYTIC ENZYMES IN DIFFERENT STRUCTURES OF THE GASTROINTESTINAL TRACT IN HYPOSTRESS-REACTIVE RATS

The study investigates the influence of dietary rations with caloric structures adapted to the hypersthenic constitutional type on the activity of proteolytic enzymes in hypostress-reactive rats. Four dietary variants containing 20–30% protein were analyzed. The results show that higher protein intake leads to a moderate but consistent increase in protease activity in the stomach, pancreas, and small intestine mucosa. The most pronounced enzymatic response occurred in the small intestine, where proteolytic activity became statistically significant at 30% protein. Variations in pancreatic activity suggest a combined influence of diet composition and the metabolic specificities of hypostress-reactive animals. The study confirms that digestion in the hypersthenic type is less sensitive to dietary modifications, yet increased protein intake can synchronously enhance digestive protease activity. These findings highlight the importance of caloric structure in regulating enzymatic function and maintaining metabolic processes within sanogenic limits.

Keywords: *hypersthenic type, hypostress-reactive rats, proteases, metabolism, dietary rations, digestion, proteins, pancreas, small intestine, enzymatic activity.*

Introducere

Deoarece natura a creat indivizi cu diferite niveluri de metabolism, ea i-a înzestrat în mod firesc cu sisteme și mecanisme capabile să susțină aceste particularități. Pentru menținerea funcționării metabolismului în limite sanogene, rolul principal îi revine sistemului de alimentație și digestie. Organizarea unei alimentații de calitate necesită luarea în considerare a mai multor factori, inclusiv vârsta, sexul, tipul de

efort fizic, activitatea profesională, obiceiurile, tradițiile naționale, precum și datele antropometrice și alte informații relevante. Calitatea alimentației influențează în mod direct calitatea nutriției, având în vedere, în primul rând, tipul de constituție corporală și particularitățile proceselor metabolice și energetice, care definesc în mod complex individul.

Disfuncțiile metabolice de natură alimentară apar atunci când structura calorică a rațiilor stimulează excesiv metabolismul natural și depășește limitele sanogene. Numeroase studii evidențiază că nu aportul caloric total este determinant, ci raportul dintre nutrienți, în special între proteine, lipide și glucide, adaptat tipului constituțional [2, 5, 9].

Persoanele de tip hiperstenic (hipometabolici) se caracterizează printr-un metabolism scăzut, predispoziție la acumularea masei corporale și dificultăți în reducerea acesteia. Aceste particularități constituționale sunt asociate cu un risc crescut de tulburări metabolice de natură alimentară și endocrină, fapt confirmat de studii antropometrice și clinico-metabolice [2, 4-6].

Următoarea verigă care influențează starea metabolismului este sistemul digestiv. Caracteristicile activității secretorii și enzimatice ale tractului gastrointestinal la hiperstenici sunt orientate spre menținerea unui metabolism redus, dar stabil. Activitatea crescută a enzimelor proteolitice reprezintă un mecanism compensator, menit să stimuleze procesele metabolice și să prevină agravarea hipometabolismului caracteristic acestui tip constituțional [3, 4, 6].

Pentru a menține particularitățile proceselor metabolice în limite sanogene, tractul digestiv al hiperstenicilor prezintă o aciditate crescută și o activitate intensă a enzimelor proteolitice, capabile să digere cantități sporite de alimente bogate în proteine. Această particularitate permite stimularea metabolismului, care este cronic diminuat la reprezentanții acestui tip și constituie un factor determinant al tulburărilor metabolice de natură alimentară.

Pe de altă parte, sistemul digestiv dispune de mecanisme care blochează digestia alimentelor necaracteristice pentru un anumit tip constituțional, protejând astfel organismul de procese ce pot provoca dereglări ale metabolismului. Acest mecanism se manifestă prin activitatea insuficientă a anumitor enzime.

Hiperstenicii prezintă propriul mecanism de prevenire a dereglărilor metabolice, și anume capacitatea redusă de a digera cantități excesive de glucide, care accentuează scăderea metabolismului, deja redus la persoanele acestui tip. Capacitatea redusă de a digera cantități excesive de glucide la hiperstenici constituie un mecanism protector împotriva accentuării hipometabolismului. Studii recente indică faptul că substanțe precum lectinele pot influența negativ reglarea apetitului prin interferența cu hormonii gastrointestinali, contribuind astfel la agravarea excesului ponderal la acest tip constituțional [1, 3, 5].

Anterior au fost studiate particularitățile funcției de secreție a acidului gastric la reprezentanții diferitelor tipuri constituționale [8, 14]. Rezultatele cercetărilor au arătat că componenta reflexă a acidogenezei gastrice la persoanele de tip hiperstenic, cu statut hipometabolic, prezintă o reacție neutră. Influența dominantă asupra proceselor de acidogeneză la indivizii cu metabolism redus este exercitată de sistemul endocrin-humoral. Astfel, tipul de secreție observat la reprezentanții tipului hiperstenic, caracterizați printr-un metabolism diminuat, este denumit tipul endocrin-humoral de digestie. Aciditatea conținutului gastric în zona glandelor acidogene la indivizii cu statut hipometabolic se menține constant în intervalul de hiperaciditate, constituind 1,35-1,48 pH. Totuși, activitatea enzimatică în diversele structuri ale tractului digestiv rămâne, în prezent, insuficient studiată.

În acest context, scopul cercetărilor constă în studierea influenței rațiilor cu diferite structuri calorice, destinate tipului hiperstenic, asupra activității enzimelor proteolitice în structurile tractului digestiv.

Materiale și metode de cercetare

În cercetările experimentale axate pe analiza structurii calorice a rațiilor alimentare, selecția grupului de control constituie un aspect metodologic fundamental, necesar pentru interpretarea corectă a modificărilor induse de diferite structuri nutritive. În studiile noastre, această etapă a fost îngreunată de absența, în sursele bibliografice disponibile, a unor date sistematizate privind alimentația adaptată particularităților metabolice și constituționale ale indivizilor cu tip hiperstenic.

Stabilirea caracteristicilor grupului de control a avut la bază specificul metabolismului hiperstenic, în rația cărora trebuie să prevaleze nutrienții care mențin metabolismul redus cu tendință spre stimulare, dar nu

spre scădere, în componența cărora trebuie să prevaleze un conținut sporit de proteine și o cantitate minimă de lipide și glucide, precum și să se țină cont de particularitățile funcționale ale tractului digestiv.

Acest indicator a fost utilizat în elaborarea structurii calorice a rației grupului de control, fiind adoptat ca punct de referință în analiza comparativă.

Pentru desfășurarea studiului au fost constituite patru loturi de animale experimentale, utilizând șobolani albi din linia Wistar. Fiecare lot a fost alcătuit din câte cinci animale de sex masculin, cu vârste cuprinse între 4 și 5 luni. Identificarea animalelor cu hipostresoreactivitate, considerate analogi ai tipului hiperstenic de constituție, s-a realizat prin aplicarea unei metode standardizate bazate pe testul „labirintului plus ridicat" (*Elevated Plus Maze*), utilizat cu anumite adaptări metodologice [7].

Pentru realizarea obiectivelor propuse, au fost elaborate patru variante de rații cu structuri calorice diferite, ținând cont de statutul metabolic al hiperstenicilor, cercetări ce au fost efectuate în cadrul Institutului de Fiziologie și Sanocreatologie [8] (tabelul 1).

Tabelul 1. Structura calorică a rațiilor alimentare conform grupelor experimentale la animalele cu stresoreactivitate scăzută (hipostresoreactive) (%)

	I grupă (control)	II grupă	III grupă	IV grupă
Proteine	20	22	25	30
Lipide	25	23	22	21
Glucide	55	55	53	49

Determinarea activității proteolitice a fost efectuată prin metoda Anson, în varianta modificată de E.D. Kaverznev [12]. Prelucrarea statistică a datelor obținute s-a realizat în conformitate cu principiile statisticii variabile și ale teoriei probabilităților [11, 13].

Toate procedurile experimentale pe animale au fost realizate cu respectarea prevederilor Directivei 86/609/CEE din 24 noiembrie 1986 privind protecția animalelor utilizate în scopuri științifice și au fost aprobate de Comisia metodică a Institutului de Fiziologie și Sanocreatologie al Universității de Stat din Moldova.

Rezultate obținute și discuții

Din perspectivă științifică, este relevantă analiza influenței rațiilor cu un conținut caloric adaptat tipului constituțional hiperstenic asupra activității enzimelor proteolitice (proteaze) din diverse structuri ale tubului digestiv la șobolanii hipostresoreactivi.

Studiul influenței rațiilor asupra activității totale a proteazelor (pepsina A, pepsina B – enzimă cu activitate gelatinolitică, chimozina) din stomacul șobolanilor albi cu stresoreactivitate scăzută (tip hiperstenic de constituție) a demonstrat că activitatea enzimelor proteolitice din chimul gastric crește la animalele din grupele hrănite cu rații cu un conținut proteic mai ridicat. În primul grup, de control, animalele au fost alimentate cu rație care conținea 20% proteine din totalul caloriilor, iar activitatea proteolitică a fost de 3,59 ± 0,39 μmol/g•min. În cel de-al doilea grup experimental, animalele au avut o rație cu 22% proteine, rezultând o activitate proteazică de 3,62 ± 0,27 μmol/g•min. Diferența observată nu a fost semnificativă în comparație cu grupul de control (Fig. 1).

Activitatea proteolitică maximă a proteazelor a fost observată în grupurile experimentale III și IV și a fost de 4,47 ± 0,66 și, respectiv, 4,60 ± 0,61 μmol/g•min, animalele din aceste grupuri fiind alimentate cu rații cu un conținut proteic de 25% și 30% în structura calorică. Deși valorile mai mari ale activității proteolitice în grupurile III și IV nu au fost semnificative statistic în comparație cu grupul de control, activitatea proteazelor la aceste grupuri a crescut cu 24,51% și 28,13% (Fig. 1).

Studiile efectuate au evidențiat o creștere ușoară, dar constantă, a activității proteolitice a pancreasului la șobolanii hipostresoreactivi, corelată cu un conținut proteic mai mare în rație (Fig. 2). Conform datelor obținute, activitatea enzimelor proteolitice pancreatice, inclusiv activitatea totală a tripsinogenului, chimotripsinogenului, elastazei și carboxipeptidazelor A și B, în grupul de control a fost de 9,55 ± 0,64 μmol/g•min, șobolanii fiind alimentați cu o rație care conținea 20% proteine din totalul caloriilor.

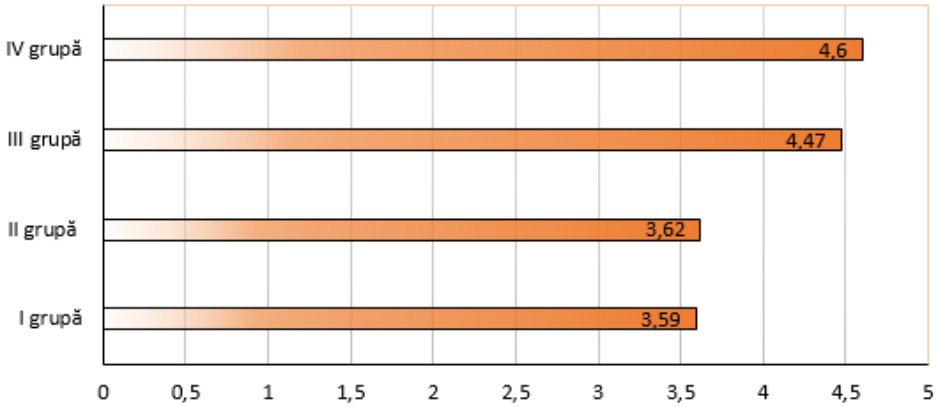


Figura 1. Activitatea proteazelor în chimul gastric al şobolanilor hipostresoreactivi, alimentaţi cu raţii cu conţinut caloric adaptat tipului constituţional hiperstenic (µmol/g•min)

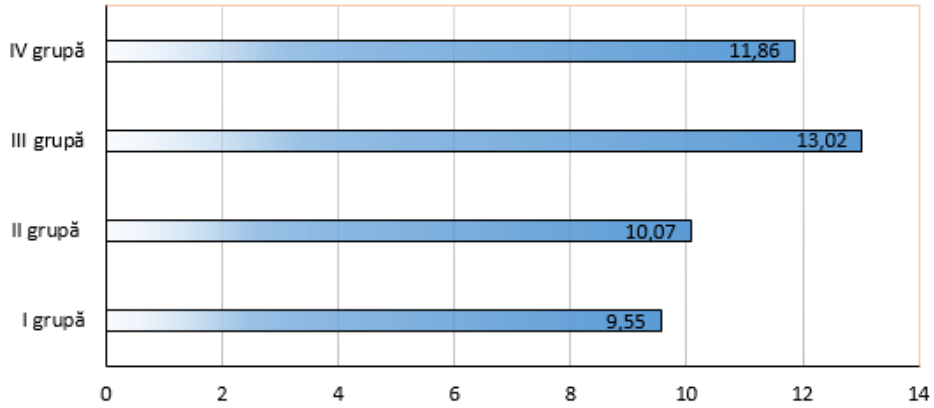


Figura 2. Activitatea proteazelor în pancreasul şobolanilor hipostresoreactivi, alimentaţi cu raţii cu un conţinut caloric adaptat tipului constituţional hiperstenic (µmol/g•min)

În al doilea grup experimental, activitatea proteolitică a atins 10,07 ± 0,71 µmol/g•min, ceea ce reprezintă o creştere de 5,44% faţă de grupul de control, şobolanii fiind alimentaţi cu o raţie care conţinea 22% proteine. Creşterea proporţiei de proteine la 25% în raţia animalelor celui de-al treilea grup experimental a dus la o creştere a activităţii proteazice cu 36,33%, atingând 13,02 ± 1,01 µmol/g•min. În grupul experimental IV, unde procentul de proteine a fost de 30%, activitatea proteolitică a crescut cu 24,18% faţă de grupul de control, atingând 11,86 ± 0,93 µmol/g•min, dar a fost cu 9,78% mai mică decât în grupul III.

Variabilitatea observată în activitatea proteazelor între grupuri sugerează că aceste fluctuaţii nu au fost determinate exclusiv de conţinutul proteic al raţiilor, ci şi de particularităţile metabolice ale şobolanilor hipostresoreactivi (Fig. 2).

Creşterea aportului proteic în raţiile destinate tipului hiperstenic determină o intensificare moderată a activităţii proteazelor digestive, predominant la nivel pancreatic şi intestinal, fără a induce dezechilibre metabolice majore. Această reacţie enzimatică reflectă particularităţile biochimice şi funcţionale ale metabolismului proteic la indivizii cu acest tip constituţional, fiind în concordanţă cu datele din literatura de specialitate [6, 10].

Structura evaluată a conţinutului caloric al raţiilor din experiment a demonstrat un impact mai constant asupra activităţii proteolitice a proteazelor localizate în mucoasa intestinului subţire (Fig. 3).

Conform datelor obţinute, activitatea enzimelor proteolitice ale mucoasei intestinului subţire – incluzând enzimele pancreatice: tripsina, chimotripsina, elastaza, carboxipeptidazele A şi B; şi enzimele intestinului subţire: enteropeptidazele, aminopeptidazele M şi A, endopeptidazele – a fost mai mare la animalele din grupele experimentale comparativ cu animalele din grupul de control.

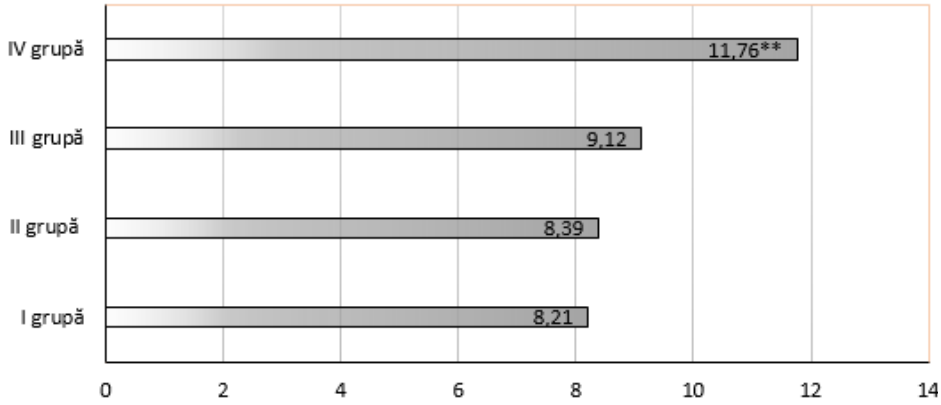


Figura 3. Activitatea proteazelor în mucoasa intestinului subțire al șobolanilor hipostresoreactivi, alimentați cu rații cu un conținut caloric adaptat tipului constituțional hiperstenic (µmol/g•min)

*Notă: **p<0,01 – diferențe semnificative dintre loturile II, III și IV comparativ cu lotul I (control)*

În grupul de control, alimentat cu rație care conținea 20% proteine, activitatea proteolitică a fost de 8,21 ± 0,49 µmol/g•min. În grupurile experimentale II și III, această activitate a crescut la 8,39 ± 0,67 și, respectiv, 9,12 ± 0,71 µmol/g•min la animalele hrănite cu rații care conțineau 22% și 25% proteine, ceea ce reprezintă o creștere de 2,19% și 11,08% comparativ cu grupul de control. Cele mai sporite valori ale activității proteazelor au fost înregistrate în grupul experimental IV, unde animalele au fost alimentate cu rații cu 30% proteine, atingând 11,76 ± 0,62 µmol/g•min. Activitatea proteazelor în acest grup a fost semnificativ mai mare ($p \leq 0,01$), comparativ cu grupul de control. Rezultatele obținute evidențiază importanța structurii conținutului caloric al rațiilor în modularea activității enzimatice a mucoasei intestinului subțire la animalele hipostresoreactive.

Concluzie

În urma cercetărilor, s-a stabilit că structura calorică a rațiilor influențează activitatea enzimelor proteolitice la animalele hipostresoreactive, analoage tipului constituțional hiperstenic. Creșterea proporției de proteine în rații determină o intensificare moderată a activității proteolitice în stomac și pancreas, însă fără diferențe semnificative statistic. În mucoasa intestinului subțire, însă, variațiile structurii calorice au indus modificări semnificative, demonstrând o sensibilitate mai ridicată a acestui segment la aportul proteic crescut.

Sistemele enzimatice ale animalelor de tip hiperstenic se dovedesc relativ stabile față de modificările moderate ale structurii calorice, reacții evidente fiind observate doar la diferențe proteice accentuate. Creșterea proporției de proteine în conținutul caloric al rațiilor pentru tipul hiperstenic a condus la o activitate protează crescută în mucoasa pancreasului și a intestinului subțire, comparativ cu activitatea proteolitică a chimului gastric. Este posibil ca activitatea proteolitică să fie legată de mecanismele de sincronizare a acestei funcții, astfel încât o activitate proteolitică ridicată a proteazelor din stomac să stimuleze inevitabil activitatea proteazelor din pancreas și intestinul subțire. Aceste rezultate confirmă rolul compoziției calorice în menținerea proceselor metabolice în limite sanogene la tipul hiperstenic.

Bibliografie:

1. BANIK, S. D., CONCHA VIERA, A. M. del M., GAMBOA, A. A., SÁENZ CASTILLO, C. X. Somatotype and its association with body mass index, body fat, and muscle mass among adult male elite weightlifters of Merida, Mexico. In: *International Journal of Kinanthropometry*. 2021, 1(1), pp. 53-60. https://doi.org/10.34256/ijk2118
2. CARTER J. E. L., HEATH, B. H. *Somatotyping - development and applications*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 1990. 503 p. ISBN 0521351170.
3. GALIĆ, B.S., PAVLICA, T., UDICKI, M. et al. Somatotype characteristics of normal-weight and obese women among different metabolic subtypes. In: *Arch Endocrinol Metab*. 2016, 60(1), pp. 60-65. https://doi.org/10.1590/2359-3997000000159

4. KOLEVA, M., NACHEVA, A., BOEV, M. Somatotype and disease prevalence in adults. In: *Rev Environ Health.* 2002, 17(1), pp. 65-84. https://dx.doi.org/10.1515/reveh.2002.17.1.65
5. KOLEVA, M., NACHEVA, A., BOEV, M. Somatotype, nutrition, and obesity. In: *Rev Environ Health*. 2000, 15(4), pp. 389-398. https://dx.doi.org/10.1515/REVEH.2000.15.4.389
6. KUKES, V. G., NIKOLENKO, V. N., PAVLOV, C. S. et al. The correlation of somatotype of person with the development and course of various diseases: results of Russian research. In: *Russian Open Medical Journal.* 2018, Vol. (3). pp. 1-5. https://doi.org/10.15275/rusomj.2018.0301
7. PELLOW, S., CHOPIN, P., FILE, S. E., BRILEY, M. Validation of open: closed arm entries in an elevated plus-maze as a measure of anxiety in the rat. In: *J. Neurosci. Methods.* 1985. Vol. 14, p. 149-167.
8. STRUTINSCHI, T., TIMOȘCO, M., ȘEPTIȚCHI, V. et al. *Sistemul de alimentație diferențiată în raport cu tipul constituției (Recomandări).* Chișinău: Tip. Bons Offices, 2019. 68 p. ISBN 978-9975-87-522-6.
9. TUTELIAN, V. A., RAZUMOV, A. N., KLOCHKOVA, S. V. et al. Features of macro-anthropometric parameters in women of different somatotypes. In: *Morphological Newsletter.* 2017, (1), pp. 20-22. Russian. https://elibrary.ru/item.asp?id=29064033
10. ZAKI, M., YOUNESS, E. R. Somatotype features and biochemical characteristics of patients with and without metabolic syndrome. In: *Biomedical & Pharmacology Journal*. 2022, 15(3), pp. 1283–1288.
11. ИВАНТЕР, Э. В., КОРОСОВ, А. В. *Элементарная биометрия. Учеб. пособие.* Петрозаводск: ПетрГУ, 2010. 104 с.
12. КАВЕРЗНЕВА, Е. Д. Стандартный метод определения протеолитической активности для комплексных препаратов протеаз. В: *Прикладная биохимия и микробиология*. 1971. №7, С. 225-228.
13. ЛАКИН, Г. Ф. *Биометрия.* Москва: Высшая школа, 1990. 125 с.
14. СТРУТИНСКИЙ, Ф. А. *Основы саногенного питания*. Кишинев: Тип. АНМ, 2007. 340 с.

Date despre autori:
Ion MEREUȚĂ, doctor habilitat în științe medicale, profesor universitar, membru corespondent, director, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie al Universității de Stat din Moldova.
ORCID: 0000-0002-9711-5351
E-mail: ion.mereuta@usmf.md

Tudor STRUTINSCHI, doctor habilitat în științe biologice, conferențiar cercetător, șef laborator, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie al Universității de Stat din Moldova.
ORCID: 0000-0002-1034-5534
E-mail: nutrivit@yandex.ru

Anastasia BABILEVA, doctorand, Universitatea de Stat din Moldova.
ORCID: 0000-0002-1126-172X
E-mail: anastasia.babileva@gmail.com

Lilia POLEACOVA, doctor în științe biologice, secretar științific, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie al Universității de Stat din Moldova.
ORCID: 0000-0001-8212-096X
E-mail: poleacovalilia85@gmail.com

Prezentat: 23.01.2026
Recenzat: 18.03.2026
Acceptat spre publicare: 20.05.2026