STUDIA UNIVERSITATIS MOLDAVIAE
Revista științifică a Universității de Stat din Moldova, 2026, nr. 1(191)

CZU: 612.39:577.152.34 **https://doi.org/10.59295/sum1(191)2026_02**

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

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

Universitatea de Stat din Moldova

Studiul investighează influența rațiilor alimentare cu structură calorică diferită asupra activității enzimelor proteolitice din stomac, pancreas și intestinul subțire la șobolanii mezostresoreactivi, considerați analogi ai tipului constituțional normostenic. Patru grupuri de animale au fost hrănite cu rații ce conțineau 14–20% proteine. Rezultatele arată faptul că creșterea proporției proteice determină intensificarea activității proteazelor în toate segmentele tractului digestiv, cu valori maxim exprimate în grupul cu 20% proteine. Modificările au fost semnificative în pancreas și intestinul subțire, unde activitatea proteolitică a crescut proporțional cu nivelul proteic al rației. Studiul confirmă că structura calorică influențează funcționalitatea sistemului digestiv la normostenici, demonstrând o capacitate crescută de digestie proteică în contextul unui metabolism stabil și a unei activități secretorii gastrice și pancreatice ridicate.

Cuvinte-cheie: *tip constituțional normostenic, mezostresoreactivitate, activitate proteolitică, proteaze digestive, rații alimentare, proteine, stomac, pancreas, intestin subțire.*

THE INFLUENCE OF DIETARY RATIONS, IN RELATION TO THE NORMOSTENIC BODY TYPE, ON THE ACTIVITY OF PROTEOLYTIC ENZYMES IN DIFFERENT STRUCTURES OF THE GASTROINTESTINAL TRACT IN MEZOSTRESS-REACTIVE RATS

The study investigates the influence of dietary rations with different caloric structures on the activity of proteolytic enzymes in the stomach, pancreas, and small intestine of mezostress-reactive rats, considered analogs of the normosthenic constitutional type. Four groups of animals were fed diets containing 14–20% protein. The results show that increasing the protein proportion leads to an intensification of protease activity across all segments of the gastrointestinal tract, with the highest values recorded in the 20% protein group. Significant changes were observed in the pancreas and small intestine, where proteolytic activity increased proportionally with dietary protein levels. The study confirms that caloric structure influences digestive functionality in normosthenic individuals, demonstrating an enhanced capacity for protein digestion in the context of stable metabolism and elevated gastric and pancreatic secretory activity.

Keywords: *normosthenic constitutional type, mezostress reactivity, proteolytic activity, digestive proteases, dietary rations, proteins, stomach, pancreas, small intestine.*

Introducere

Normostenicii prezintă un nivel metabolic intermediar între indivizii de tip astenic și cei de tip hiperstenic, caracterizat prin stabilitate funcțională și adaptabilitate metabolică [2, 4, 5]. Ei pot acumula și pierde masă corporală relativ rapid, iar acest tip constituțional se caracterizează printr-un sistem digestiv bine

dezvoltat și un metabolism stabil. În comparație cu alte tipuri constituționale, normostenicii nu necesită restricții alimentare stricte, însă supraalimentarea poate reprezenta un factor de risc metabolic, în special în contextul dezechilibrelor nutriționale [3-5]. Pentru menținerea funcționării optime a metabolismului în limite fiziologice, este recomandată o alimentație echilibrată, evitând atât aportul excesiv, cât și regimurile alimentare restrictive sau dezechilibrate.

Caracteristicile proceselor metabolice sunt determinate nu doar de structura calorică a raţiilor alimentare, ci și de particularitățile constituțional-tipologice și funcționale ale sistemului digestiv [2, 6, 9]. Cercetările anterioare s-au concentrat în principal asupra funcției secretorii gastrice la subiecți aparținând diferitelor tipuri constituționale (metabolice) [8]. Particularitățile funcției secretorii a stomacului la subiecții normostenici sunt descrise, de regulă, ca fiind specifice unui tip de digestie neuro-humoral, în care componenta reflexă are un rol predominant în reglare. Intervalul valorilor pH-metriei gastrice la subiecții normostenici variază între 1,0 și 2,2 pH [8].

Aspectele ce țin de activitatea enzimatică în diferite segmente ale tractului digestiv rămân, până în prezent, insuficient studiate, în special în corelație cu somatotipul și statutul metabolic individual [3, 6]. Un sistem digestiv stabil constituie un element esențial al metabolismului, necesar pentru menținerea unei stări bune de sănătate, a homeostaziei sanogene și a unui statut imunitar optim al organismului. Diferențierea activității proteolitice a proteazelor din tractul digestiv și investigarea mecanismelor acesteia în funcție de statutul metabolic individual reprezintă o problemă actuală, întrucât permite prognozarea obiectivă a manifestării acestei funcții și elaborarea unor măsuri eficiente de profilaxie și promovare a sănătății. Astfel, scopul cercetărilor noastre a constat în examinarea influenței raţiilor cu structură calorică diferită asupra activității proteolitice în diverse segmente ale tractului digestiv la animalele de laborator de tip mezostresoreactiv, considerate analogi al tipului constituțional normostenic.

Materiale și metode de cercetare

În studiile comparative privind structura calorică a raţiilor alimentare, definirea grupului de control reprezintă un element metodologic esențial, acesta având rolul de reper pentru evaluarea modificărilor induse de raţiile experimentale. În cadrul cercetărilor noastre, stabilirea grupului de control a fost condiționată de lipsa în literatura de specialitate, a unor date care să coreleze structura raţiilor cu particularitățile metabolice și constituțional-tipologice ale indivizilor normostenici. Determinarea parametrilor grupului de control s-a realizat luând în considerare nivelul echilibrat al metabolismului, caracteristicile funcționale ale tractului digestiv și normele fiziologice ale aportului de nutrienți specifice acestui tip de constituție. Structura calorică optimă a raţiei pentru tipul normostenic este de proteine – 14%, lipide – 28% și glucide – 58%, cercetări efectuate anterior în cadrul Institutului de Fiziologie și Sanocreatologie [8]. Conform principiilor de menținere a homeostaziei metabolice, structura calorică a raţiei trebuie să asigure susținerea metabolismului fiziologic normal, fără a induce deviații spre hiperstimulare sau inhibiție metabolică. Acest indicator a fost utilizat în elaborarea structurii calorice a raţiei grupului de control, fiind adoptat ca punct de referință în analiza comparativă.

Pentru realizarea experimentelor au fost selectate patru grupuri de animale-model, constituite din șobolani albi Wistar, aleși conform principiului analogilor (greutate, sex, vârstă, linie genetică și nivel de stresoreactivitate). Fiecare grup a inclus câte cinci masculi cu vârsta de 4-5 luni. Selectarea animalelor cu mezostresoreactivitate a fost efectuată prin metoda „labirintului plus ridicat” (*Elevated Plus Maze*) [7], în versiune modificată. Activitatea proteazelor a fost determinată utilizând metoda Anson, în varianta adaptată de E. D. Kaverznev [11].

Studiile au fost efectuate pe animale selectate în conformitate cu principiul analogilor, reprezentând tipul mediu de stresoreactivitate (mezostresoreactivi), utilizat ca analog al tipului constituțional normostenic. Structura calorică a raţiilor alimentare este prezentată în Tabelul 1. Structura calorică a fost calculată ținând cont de particularitățile metabolice și funcționale ale tractului digestiv la indivizii cu tip constituțional normostenic, corespunzător perioadei de funcționare morfo-funcțională stabilă. Aceste particularități au fost compensate prin creșterea proporției de proteine de origine animală în structura calorică, precum și prin menținerea unui nivel moderat al lipidelor și glucidelor.

Tabelul 1. Structura calorică a raţiilor alimentare conform grupelor experimentale pentru animalele cu stresoreactivitate medie (mezostresoreactivi) (%)

	I grupă (control)	II grupă	III grupă	IV grupă
Proteine	14	16	18	20
Lipide	28	26	25	23
Glucide	58	58	57	57

Analiza statistică a rezultatelor a fost efectuată conform principiilor statisticii variaționale și teoriei probabilităților [10, 12]. Toți indicatorii biologici studiați au prezentat o distribuție normală. În procesul analizei statistice, s-a acordat o atenție deosebită verificării semnificației diferențelor dintre valorile comparate. Pentru evaluarea semnificației statistice s-a utilizat testul *t* al lui Student, determinând valoarea *t* corespunzătoare gradului de libertate și nivelului de probabilitate *P* și comparând-o cu valoarea calculată. Concluziile principale ale studiului sunt formulate pe baza diferențelor statistic semnificative dintre loturile martor și cele experimentale. Rezultatele sunt prezentate ca medie ± eroarea standard a mediei (SEM). Pragurile de semnificație utilizate au fost: $P < 0,001$; $P < 0,01$; $P < 0,05$.

Experimentele pe animale au fost realizate în conformitate cu Directiva 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

Analiza activității totale a proteazelor (pepsina A, pepsina B și chimozina) din chimul gastric al șobolanilor albi cu constituție normostenică a arătat că animalele hrănite cu raţii bogate în proteine prezintă o creștere a activității enzimelor proteolitice (Fig. 1).

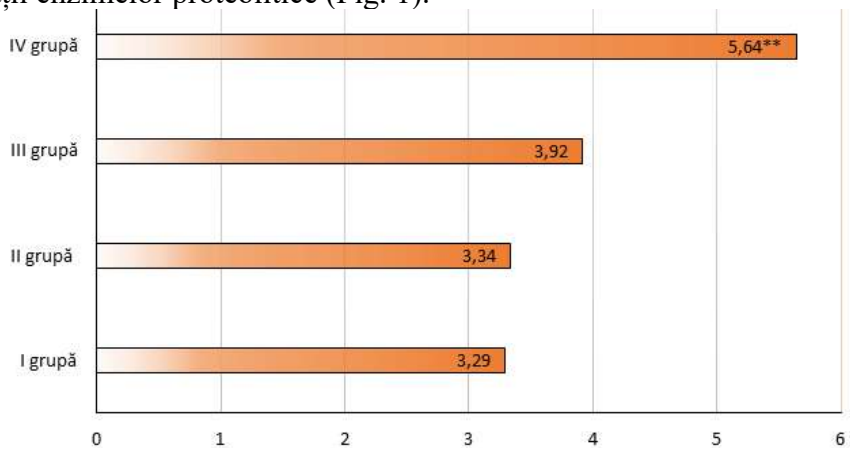


Figura 1. Activitatea proteazelor în chimul gastric al șobolanilor mezostresoreactivi, hrăniți cu raţii adaptate structurii calorice pentru tipul normostenic de constituție (µmol/g•min)

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

În grupul de control, animalele au fost alimentate cu raţie ce conținea 14% proteine, 28% lipide și 58% glucide, iar activitatea proteazelor a fost de 3,29 ± 0,44 µmol/g•min. În grupul experimental II, hrănit cu raţie de 16% proteine, 26% lipide și 58% glucide, activitatea proteolitică a crescut ușor, atingând 3,34 ± 0,32 µmol/g•min, o creștere de aproximativ 1,5% față de grupul de control. La animalele din grupul experimental III, alimentate cu raţie conținând 18% proteine, 25% lipide și 57% glucide, activitatea proteazelor a fost de 3,92 ± 0,32 µmol/g•min, reprezentând o creștere de 19,15% comparativ cu grupul de control. Diferențele observate nu au fost semnificative statistic. Activitatea maximă a proteazelor în chimul gastric a fost înregistrată la animalele din grupul experimental IV, care au primit o dietă de 20% proteine, 23% lipide și 57% carbohidrați, cu o activitate de 5,64 ± 0,69 µmol/g•min, semnificativ mai mare față de grupul de control ($p \leq 0,01$), reprezentând o creștere de 71,43% (Fig. 1).

Rezultatele studiilor sugerează că, în ciuda variațiilor observate în activitatea proteazelor în grupurile experimentale, aceasta s-a manifestat mai intens comparativ cu grupul de control, în care animalele au fost hrănite cu o rație cu conținut proteic redus. Diferențele observate între grupuri nu se datorează variațiilor în structura calorică a rațiilor, ci mai degrabă caracteristicilor metabolice specifice tipului și diversității funcțiilor acidogene ale stomacului animalelor. Conform concluziilor cercetărilor efectuate de specialiștii din cadrul Institutului de Fiziologie și Sanocreatologie, tipul normostenic cu mezostresoreactivitate se remarcă printr-o activitate acidogenă sporită a stomacului, cu o gamă variată de manifestări asociate [8].

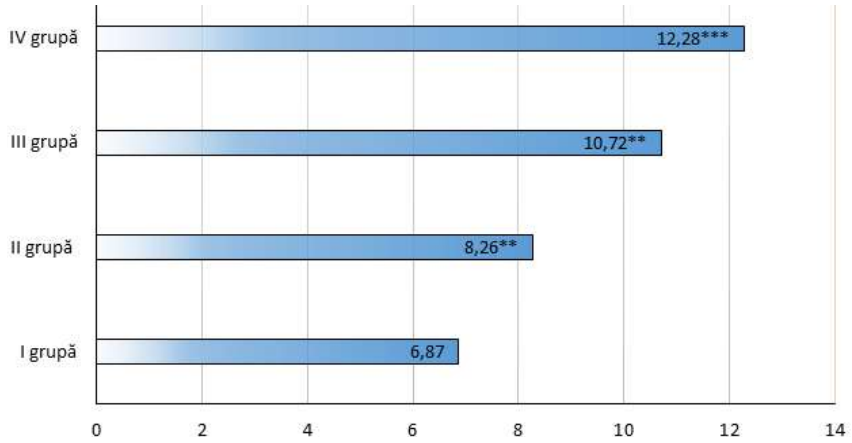


Figura 2. Activitatea proteazelor în pancreasul șobolanilor mezostresoreactivi, hrăniți cu rații adaptate structurii calorice pentru tipul de constituție normostenic (µmol/g•min)

*Notă: **p<0,01; ***p<0,001 – diferențe semnificative dintre loturile II, III și IV comparativ cu lotul I (control)*

Activitatea enzimelor proteolitice ale pancreasului, care include activitatea totală a tripsinogenului, chimotripsinogenului, elastazei și carboxipeptidazelor A și B, crește semnificativ odată cu creșterea conținutului de proteine din dietă de la 14% la 18% (Fig. 2). La animalele din grupul de control, această activitate a fost de 6,87 ± 0,48 µmol/g•min, în timp ce în grupul experimental II a fost de 8,26 ± 0,48 µmol/g•min, iar în grupul III a atins 10,72 ± 0,61 µmol/g•min. Diferențele în activitatea proteazelor între grupele II și III comparativ cu grupul de control au fost semnificative ($p < 0,01$). În grupul experimental IV, activitatea proteazelor a fost de 12,28 ± 0,80 µmol/g•min ($p \leq 0,001$), depășind valorile înregistrate în grupele II și III.

Conform datelor anterioare, animalele cu constituție normostenică prezintă activitate enzimatică pancreatică mai intensă comparativ cu tipul astenic, ceea ce reflectă particularitățile metabolismului proteic și ale masei corporale active [1, 6].

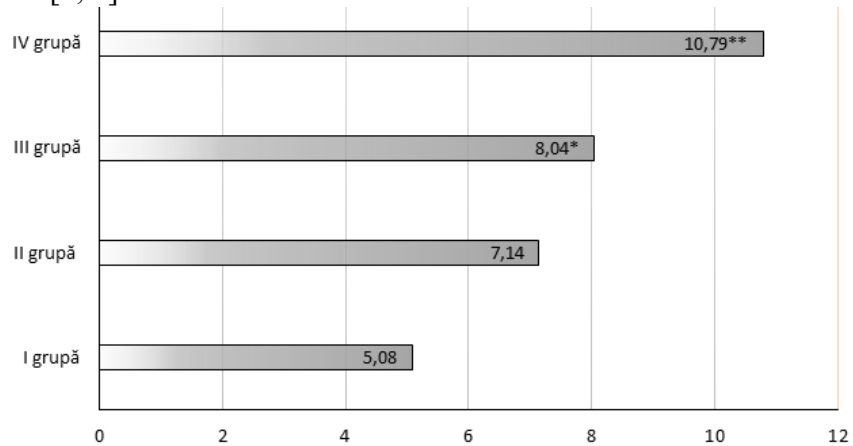


Figura 3. Activitatea proteazei în mucoasa intestinului subțire a șobolanilor mesostresoreactivi hrăniți cu rații cu structură calorică pentru tipul normostenic de constituție (µmol/g•min)

*Notă: *p<0,05; **p<0,01 – diferențe semnificative dintre loturile II, III și IV comparativ cu lotul I (control)*

Conform datelor obținute, activitatea enzimelor proteolitice ale mucoasei intestinului subțire, incluzând tripsina pancreatică, chimotripsina, elastaza, carboxipeptidazele A și B, precum și enzimele intestinului subțire – enteropeptidazele, aminopeptidazele M și A, endopeptidazele și dipeptidazele – a fost semnificativ mai mare la animalele din grupul experimental IV (10,79 ± 0,67 μmol/g•min), hrănite cu rații care conțineau 20% proteine, comparativ cu grupul de control ($p \leq 0,01$) (Fig. 3).

Nivelul de proteine din conținutul caloric al rațiilor destinate tipului de constituție normostenic a avut un impact semnificativ asupra activității enzimelor proteolitice din mucoasa intestinului subțire al șobolanilor mezostresoreactivi. Activitatea proteolitică a mucoasei intestinale a fost de 5,08 ± 0,62 μmol/g•min la animalele din grupul de control, hrănite cu rație ce conținea 14% proteine. În grupul experimental II, hrănit cu 16% proteine, activitatea protează a crescut la 7,14 ± 0,62 μmol/g•min, iar în grupul III, cu o dietă de 18% proteine, a atins 8,04 ± 0,26 μmol/g•min, fiind semnificativ mai mare comparativ cu controlul ($p \leq 0,05$). Aceste rezultate evidențiază rolul substratului alimentar în reglarea activității proteolitice a mucoasei intestinului subțire.

Concluzie

Activitatea enzimelor proteolitice în stomac, pancreas și intestinul subțire la șobolanii mezostresoreactivi depinde semnificativ de nivelul proteic al rației. Creșterea proporției de proteine de la 14% la 20% determină intensificarea constantă a activității proteolitice, cu diferențe statistic semnificative în pancreas și intestinul subțire, unde se realizează digestia principală a proteinelor. Intensitatea crescută a proceselor proteolitice reflectă particularitățile funcționale ale tipului constituțional normostenic, caracterizat printr-un metabolism stabil și o activitate digestivă accentuată. Rezultatele subliniază importanța adaptării structurii calorice la profilul metabolic individual pentru optimizarea funcțiilor digestive.

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. ИВАНТЕР, Э. В., КОРОСОВ, А. В. *Элементарная биометрия. Учеб. пособие.* Петрозаводск: ПетрГУ, 2010. 104 с.
11. КАВЕРЗНЕВА, Е. Д. Стандартный метод определения протеолитической активности для комплексных препаратов протеаз. В: *Прикладная биохимия и микробиология*. 1971. №7, С. 225-228.
12. ЛАКИН, Г. Ф. *Биометрия.* Москва: Высшая школа, 1990. 125 с.

Date despre autori:
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

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

Anastasia BABILEVA, doctorandă, 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

Vladimir CARAUȘ, doctor în științe biologice, cercetător științific superior, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie al Universității de Stat din Moldova.
ORCID: 0000-0001-7214-9881
E-mail: caraus_vadim@mail.ru

Prezentat: 23.01.2026
Recenzat: 18.03.2026
Acceptat spre publicare: 20.05.2026