

CZU: 612.39:577.152.34

[https://doi.org/10.59295/sum1\(171\)2024_09](https://doi.org/10.59295/sum1(171)2024_09)

INFLUENȚA RAȚIILOR ALIMENTARE ÎN RAPORT CU TIPUL HIPERSTENIC DE CONSTITUȚIE ASUPRA ACTIVITĂȚII ENZIMELOR PROTEOLITICE ȘI AMILOLITICE

*Anastasia BABILEVA, Tudor STRUTINSCHI, Ion MEREUȚĂ,**Universitatea de Stat din Moldova*

Viitoarea medicină personalizată se va concentra pe dezvoltarea sistemelor de nutriție personalizate. Pentru individualizare, lucrarea prezintă principiile fundamentale ale nutriției sanogenice în funcție de tipul de constituție. Pentru constituția de tip hiperstenic, au fost create patru variante de rații alimentare cu diferit procentaj caloric. În cadrul cercetărilor efectuate, au fost identificate caracteristicile activității enzimelor amilolitice, proteolitice ale intestinului subțire, ale pancreasului și ale peptidazelor stomacului la animalele cu constituție hiperstenică, atunci când sunt influențați factorii nutritivi. Datele colectate au arătat că la animalele cu un nivel scăzut de stresoreactivitate, activitatea enzimelor digestive depinde de macronutrienții compoziției rației alimentare și de structura calorică a rației alimentare. Totodată s-a remarcat că, în comparație cu reprezentanții altor tipuri de constituție, sistemele enzimatică ale organelor digestive sunt mai rezistente la modificările structurii calorice a rației alimentare la reprezentanții tipului hiperstenic de constituție.

Cuvinte-cheie: *enzime, tip de constituție hiperstenic, sisteme nutriționale, proteine.*

THE INFLUENCE OF NUTRIENTS IN RELATION TO THE HYPERSTHENIC TYPE OF CONSTITUTION ON THE ACTIVITY OF PROTEOLITIC AND AMYLOLYTIC ENZYMES

Personalized nutrition systems development will be the main focus of personalized medicine in the future. For individualization, the paper outlines the fundamental principles of sanogenic nutrition according to the type of constitution. For the hypersthenic constitution, four variants of food rations with different caloric percentages were created. In the research carried out, the characteristics of the activity of amylolytic enzymes, proteolytic enzymes of the small intestine, pancreas and stomach peptidases were identified in animals with hypersthenic constitution, when nutritional factors are influenced. The collected data show that in animals with a low level of stress reactivity, the activity of digestive enzymes depends on the macronutrients of the food ration composition and the caloric structure of the food ration. It should also be noted that, compared to representatives of other types of constitution, the enzyme systems of the digestive organs are more resistant to changes in the caloric structure of the food ration in representatives of the hypersthenic type of constitution.

Keywords: *enzymes, hypersthenic type of constitution, nutrition systems, proteins.*

Introducere

Unul dintre factorii care are o influență semnificativă asupra menținerii, consolidării și modelării sănătății este alimentația. Utilizarea unui sistem de alimentație echilibrată, care în prezent este considerat mult mai desăvârșit din punct de vedere științific, a arătat că doar 26% din populație își poate îndeplini nevoile. Sistemele actuale de alimentație nu corespund nevoilor individuale ale majorității populației, ceea ce este cauza situației create. Astfel, este clar că singurul mijloc de a menține organismul sănătos este un sistem de alimentație care acordă cea mai mare atenție satisfacerii nevoilor individuale.

Dezvoltarea sistemelor de nutriție individualizate este relevantă pentru medicina personalizată a viitorului. Lucrarea dată prezintă principiile fundamentale ale nutriției sanogenice în funcție de tipul de constituție (tipul hiperstenic al constituției), care a fost folosit ca criteriu de individualizare. Persoanele tipului hiperstenic se caracterizează în primul rând printr-o tendință de acumulare de țesut adipos de tipul corporal. Acest individ nu are nevoie de diete de slăbire, dar are nevoie de sisteme nutriționale, deoarece o cantitate mică de calorii din alimente (mai ales sub formă de carbohidrați ușor digerabili) este suficientă pentru a începe să crească.

Metode și materiale

Experimentele au fost efectuate pe animalele de laborator (șobolani albi linia Wistar) selectate pe baza tipului reactiv al organismului (analog tipului hiperstenic). Pentru a determina tipul de constituție hiperstenică a animalelor experimentale, s-au folosit modele precum „înotul forțat”, „insula de apă” și „labirintul ridicat în formă de cruce” [1, 2, 3]. Aceste modele sunt cele mai simple și adecvate pentru a oferi o evaluare obiectivă.

Pentru determinarea activității enzimelor a organelor digestive (stomac, intestin subțire, pancreas), sângelei și a vitezei hidrolizei membranice a dizaharidelor în intestinul subțire s-au utilizat următoarele metode chirurgicale, fiziologice și biochimice: determinarea activității proteolitice a sucului gastric prin metoda perfuziei stomacului izolat în experimente acute in situ [4], izolarea segmentului intestinului subțire în experimentele in vivo și in situ [5, 6], determinarea enzimelor intestinului subțire și pancreasului in vitro în omogenatele tisulare [6, 7].

Din animalele cu tipul reactiv al organismului hiperstenic s-au format, conform principiului analogic (masă corporală (masa medie de 242,0-242,8 g), vârsta (4 – 6 luni), sexul), 4 grupe experimentale a câte 5 indivizi în fiecare, care au fost menținute în aceleași condiții cu un regim alimentar analog. Diferența a constat în faptul că, fiecare grupă de animale a primit rația alimentară care se deosebește după structura calorică. Structura calorică a rațiilor alimentare pentru tipul hiperstenic este reprezentată în tabel 1.

Tabelul 1. Structura calorică a rațiilor alimentare pentru tipul hiperstenic conform grupelor experimentale (%).

Indicii	Grupele experimentale			
	I (control)	II	III	IV
Proteine, %	20	22	25	30
Lipide, %	25	23	22	21
Glucide, %	55	55	53	49

Durata experimentului – 2 luni.

Rezultate și discuții

La studierea activității enzimelor în mucoasa intestinală a animalelor cu tipul de constituție hiperstenic (cu nivel scăzut de stresoreactivitate) s-a constatat că activitatea enzimelor amilolitice ale mucoasei intestinului subțire (activitatea totală a alfa - amilazei pancreatice adsorbită, glucoamilazei (CE 3.2.1.3), zaharazei (CE 3.2.1.48), lactazei (CE 3.2.1.23), trehalozei (CE 3.2.1.28), g-maltazei (CE 3.2.1.20), izomaltozei (CE 3.2.1.10)) se modifică nesemnificativ în grupele de animale experimentale cu constituție hiperstenică în funcție de compoziția rației. La creșterea conținutului de proteine în structura calorică a rației de la 20 la 25 % (grupele I, II și III) nu se observă o scădere autentică activității carbohidrazelor intestinului subțire. Creșterea continuă a proporției de proteine în rația alimentară până la 30 % duce la scăderea activității enzimelor amilolitice de la $58,25 \pm 6,28 \mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$ (grupa III) până la $38,17 \pm 2,16 \mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$ (grupa IV) ($p < 0,05$) (fig. 1).

S-a identificat diferența semnificativă în activitatea enzimelor mucoasei intestinului subțire între animalele din IV-a și celelalte grupe experimentale ($p < 0,05$). În raport cu grupa de control ($45,78 \pm 5,16 \mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$), o activitate veridică mai mare a enzimelor amilolitice a fost fixată numai la animalele din a III-a grupă ($p < 0,05$). Pentru animalele cu tip de constituție hiperstenică, activitatea carbohidrazelor mucoasei intestinului subțire este în general mai mare decât la animalele cu tip constituție astenică și puțin mai mică decât la animalele cu tip constituție normostenică.

Conform datelor obținute, activitatea enzimelor proteolitice ale mucoasei intestinului subțire (activitatea totală a enzimelor absorbite de pancreas - tripsina, chemotripsina, elastaza, carboxipeptidaza A și B, enzimele intestinului subțire – enteropeptidazele (enterochinaze, CE 3.4.21.9) aminopeptidazele M (CE 3.4.11.2), aminopeptidazele A (CE 3.4.11.7), endopeptidazele 24.11 (CE 3.4.24.11), grupele de dipeptidaze) este semnificativ mai mare la animalele din a IV-a grupă ($11,76 \pm 0,62 \mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$) ($p < 0,05$), care primeau concomitent cu rația o cantitate maximă de proteine, comparativ cu animalele din alte grupuri (fig. 2), ceea ce demonstrează rolul important al substratului alimentar în reglarea activității enzimelor intestinului subțire implicate în clivarea lui.

Fig. 1. Activitatea carbohidrazelor mucoasei intestinului subțire la animalele întreținute cu rație alimentară cu diferită structură calorică pentru tipul hiperstenic.

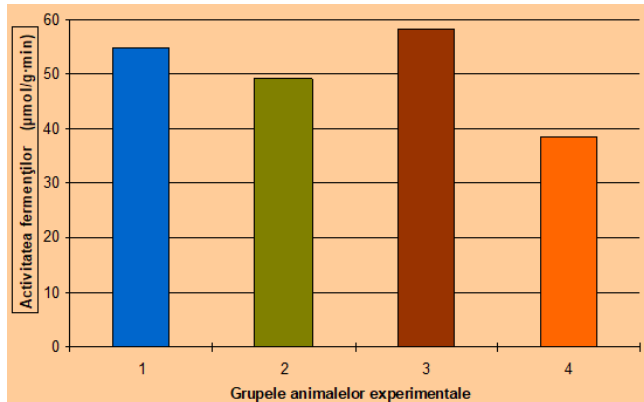
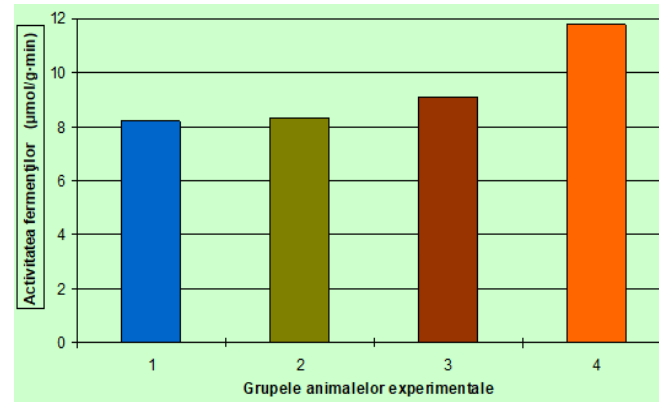


Fig. 2. Activitatea proteazelor mucoasei intestinului subțire la animalele întreținute cu rație alimentară cu diferită structură calorică pentru tipul hiperstenic.



În comparație cu animalele din grupa de control, reprezentanții din grupa experimentală de tipul constituției hiperstenice au demonstrat niveluri semnificativ mai mari ale enzimelor proteolitice ($4,87 \pm 0,53$ $\mu\text{mol/g}\cdot\text{min}$) ($p < 0,05-0,01$). Compararea cu datele experimentelor la animale cu tipul constituției normostenice și astenice arată că, în general, activitatea proteazelor mucoasei intestinului subțire este veridic mai mare la animalele cu tipul constituției hiperstenice comparativ cu cea normostenică și, în special, astenică.

Conform rezultatelor obținute, activitatea amilazei pancreatice nu diferă semnificativ între animalele din grupele experimentale I, II și IV. Există numai o tendință de scădere a ei la animalele din grupele II și IV în comparație cu animalele din prima grupă. La animalele din grupa a III-a, activitatea amilazei pancreatice este semnificativ mai sporită, decât la animalele din grupele experimentale a II-a și a IV-a ($P < 0,05$) (fig. 3).

Conform datelor obținute, activitatea enzimelor proteolitice ale pancreasului (activitatea totală a tripsinogenului, chimotripsinogenului, elastazei, carboxipeptidazelor A și B) nu se modifică odată cu creșterea fracției de proteine în structura calorică a rației alimentare de la 20 până la 22 %, dar sporește semnificativ odată cu creșterea proporției de proteine de până la 25 - 30 % (grupele a III-a și a IV-a). S-a atestat diferența semnificativă ale activității proteazei la animalele din grupa a IV-a și, în special, a III-a, comparativ cu animalele din grupele experimentale I-a și a II-a ($P < 0,05$), cu toate acestea, diferențele dintre animalele din grupa a III-a și a IV-a nu sunt veridice (fig. 4). Trebuie remarcat faptul că, potrivit datelor obținute anterior, la animalele cu constituție hiperstenică activitatea enzimelor proteolitice pancreatice, în general, este mult mai sporită, decât la animalele cu constituție normostenică și, mai ales, astenică.

Fig. 4. Activitatea proteazelor pancreasului la animalele întreținute cu rație alimentară cu diferită structură calorică pentru tipul hiperstenic.

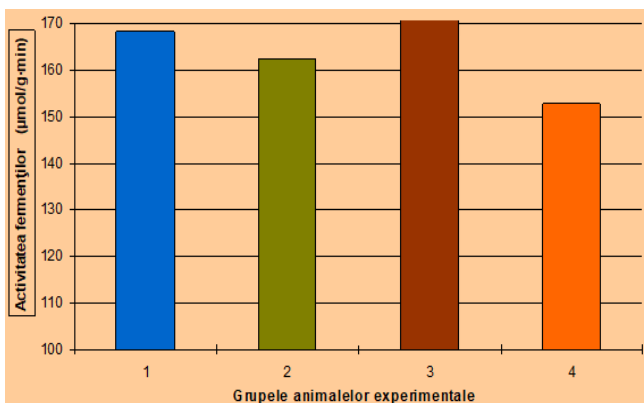
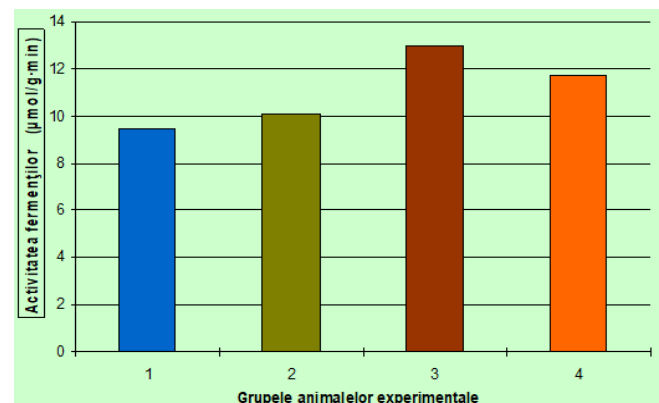
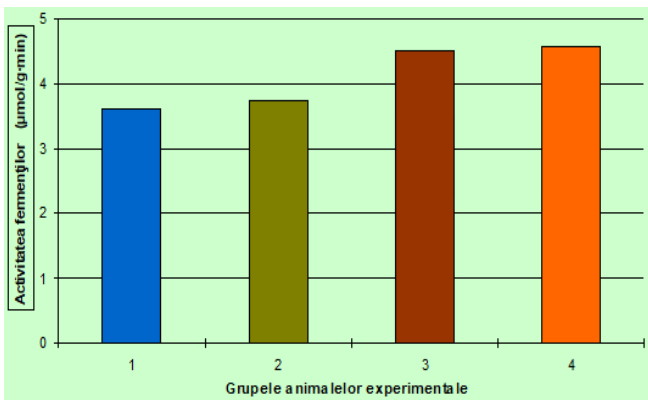


Fig. 3. Activitatea α-amilazei pancreatice la animalele întreținute cu rație alimentară cu diferită structură calorică pentru tipul hiperstenic.



Cercetarea influenței rațiilor asupra activității totale a proteazelor (pepsina A, pepsina B (gelatinaza), gastricsin, chimozină) chimului stomacului șobolanilor albi cu tipul de constituție hiperstenic, a arătat că activitatea enzimelor proteolitice al sucului gastric crește la animalele din grupele a III-a și a IV-a, care au fost alimentate cu rații cu conținut mai sporit de proteine (la animalele din grupa a III-a experimentală - neveridic) (fig. 5).

Fig. 5. Activitatea proteazelor în chimul stomacului la animalele întreținute cu rație alimentară cu diferită structură calorică pentru tipul hiperstenic.



La animalele din grupele experimentale a III-a și a IV-a activitatea peptidazelor sucului gastric este semnificativ mai sporită, decât la animalele din grupa de control ($P < 0,05$). Conform datelor obținute anterior, la animalele cu constituție hiperstenică activitatea enzimelor proteolitice din sucul gastric este, în general, mai scăzută, decât la animalele cu constituție normostenică, cu toate acestea, este semnificativ mai mare, decât la animalele cu constituție astenică.

Prin urmare, cercetările au demonstrat modul în care factorii nutritivi afectează enzimele amilolitice, proteolitice ale intestinului subțire, ale pancreasului și peptidazele stomacului la animale cu constituție hiperstenică. Datele colectate arată că la animalele cu un nivel scăzut de stresoreactivitate (tip de constituție hiperstenică), activitatea enzimelor digestive depinde

de macronutrienții compoziției rației alimentare și de structura calorică a rației alimentare. Trebuie remarcat, de asemenea, că, în comparație cu reprezentanții altor tipuri de constituție, sistemele enzimatice ale organelor digestive sunt mai rezistente la modificările structurii calorice a rației alimentare la reprezentanții tipului hiperstenic de constituție. De exemplu, o schimbare semnificativă în activitatea carbohidrazelor și proteazelor intestinului subțire, peptidazelor chimusului gastric s-a observat numai în cazul oscilație maxime a structurii calorice utilizate în aceste serii de experimente, iar o schimbare semnificativă a activității alfa-amilazei pancreatice pe fondalul dietelor experimentale a fost observată numai la animalele din grupa a III-a experimentală. Ca urmare, tipul de constituție hiperstenică indică faptul că sistemul enzimatic al organelor digestive este mai sensibil la schimbările în compoziția dietei. Acest lucru demonstrează rolul crucial al stării metabolismului în reglarea enzimelor digestive.

O analiză a datelor privind activitatea enzimelor digestive la animale cu constituții astenice și normostenice, precum și a rezultatelor cercetărilor anterioare, arată cât de important este tipul de constituție (nivelul de stresoreactivitate) pentru funcționarea sistemelor enzimatice ale sistemului digestiv. Acest lucru indică faptul că procesele de monitorizare a activității enzimelor digestive atât la nivel celular, cât și sistemic sunt legate de starea metabolismului și sunt axate pe menținerea acestuia în parametrii optimi. Caracteristicile metabolice ale fiecărui tip de constituție se manifestă și în particularitățile funcționale ale sistemului digestiv, că până în prezent este încă foarte puțin cercetat [8-10, 11].

S-a constatat că activitatea enzimelor proteolitice ale mucoasei intestinului subțire și pancreasului este semnificativ mai mare la animalele cu tipul de constituție hiperstenică, comparativ cu animalele cu constituția normostenică, și mai ales, - astenică, ceea ce este în concordanță cu conceptele de activitate mai mare a enzimelor digestive în general la hiperstenicii, precum și cu conceptele de activitate crescută la hiperstenicii a enzimelor proteolitice, comparativ cu normostenicii și, în special, astenicii [10, 12-14]. În același timp, la animalele cu constituție hiperstenică activitatea enzimelor proteolitice din sucul gastric este, în general, mai mică, decât în cazul animalelor cu constituție normostenică, chiar și în ciuda conținutului ridicat de proteine în rația alimentară. Aparent, în acest caz în prim-plan apare nivelul scăzut de reactivitate al sistemului nervos al hipertenicilor. După cum se știe, mecanismele care stau la baza secreției gastrice, sunt extrem de sensibile la nivelul de stresoreactivitate [11, 15]. Activitatea mai mare a enzimelor proteolitice ale mucoasei intestinului subțire și pancreasului la animalele cu tipul de constituție hiperstenic, comparativ

cu cel normostenic și, mai ales, astenic, aparent este condiționat de caracteristicile metabolice ale acestor tipuri constituționale și caracteristicile și nivelul activității funcționale a sistemului endocrin [3, 16-19].

În ceea ce privește carbohidrazele, situația nu este atât de clară. În timp ce activitatea amilazei pancreatice la animalele cu constituție hiperstenică, în general, este ceva mai scăzută decât cea a astenicilor, dar semnificativ mai sporită, decât cea a normostenicilor, activitatea carbohidrazelor intestinale la hiperstenicii este mai scăzută comparativ cu cea a reprezentanților tipului de constituție normostenică, dar mai sporită decât animalele cu constituție astenică, care în ambele cazuri contrazic ideile predominante. Posibil, acest lucru se datorează faptului că nivelul activității carbohidrazelor sistemelor enzimatice a intestinului subțire în mare măsură depinde de mecanismul de reglare a substratului comparativ cu aparatul de sinteză a enzimelor pancreatice. Într-adevăr, la animalele cu tipul constituției astenice și normostenice activitatea carbohidrazelor intestinului subțire la animale scade progresiv de la I-a până la a IV-a grupă odată cu creșterea conținutului de proteine în dietă. Reieșind din faptul că conținutul de glucide practic rămâne constant, se poate presupune că valoarea esențială în acest caz nu are o proporție de glucide din compoziția totală a rației, ci anume raportul dintre glucide și proteine și în măsura în care acesta se deplasează în favoarea proteinelor, activitatea carbohidrazelor scade, iar cea a enzimelor proteolitice crește. În același timp, rezultatele obținute în ceea ce privește activitatea amilazei pancreasului la șobolanii cu tipul de constituție astenică și normostenică permit să presupunem că activitatea acestei enzime într-o mare măsură este determinată de starea și nivelul metabolismului.

Concluzii

Cercetările efectuate ne permit să facem următoarele concluzii: la transmiterea semnalelor nutritive din cavitatea organelor digestive la sinteza enzimelor digestive participă celulele endocrine și hormonii gastrointestinali și factorii de creștere, care reglează expresia genelor proteinelor specifice și datele privind diferențele semnificative ale nivelului de sinteză a unor hormoni intestinali în rândul reprezentanților diferitor tipuri constituționale pentru anumite perioade înainte și după consumarea mesei, se poate presupune că particularitățile reacției enzimelor digestive asupra compoziției rației, în funcție de tipul de constituție este, de asemenea, legat de statutul special de hormoni gastro-intestinali la reprezentanții săi.

Referințe:

1. Huang, S.-C. *Attenuation of Long-Term Rhodiola rosea supplementation on exhaustive swimming-evoked oxidative stress in the rat*. In: *Chinese Journal of Physiology*, 2009, Vol. 52, Nr. 5, p. 316-324.
2. 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*. *J. Neurosci. Methods*, 1985, 14, 149-167.
3. Shao, J.-T. *Anti-fatigue effect of Gracilaria eucheumoides in mice*. In: *Experimental and therapeutic medicine*, 2013, Vol. 6, p. 1512-1516.
4. Коротько, Г. Ф. *Желудочное пищеварение, его функциональная организация и роль в пищеварительном конвейере*. Ташкент: Медицина, 1980, 219 с.
5. Kellett, G. L., Helliwell, P. A. *The diffusive component of intestinal glucose absorption is mediated by the glucose-induced recruitment of GLUT2 to the brush-border membrane*. In: *Biochem. J.*, 2000, nr. 3, p. 155-162.
6. Уголев А. М., Иезуитова Н. Н., Цветкова, В. А. *Мембранный гидролиз и транспорт*. Л.: Наука, 1986.
7. Коротько, Г. Ф., Восканян, С. Э. *Регуляция и саморегуляция секреции поджелудочной железы. // Успехи физиологических наук*, 2001, Т. 32, № 4, с. 36-59.
8. Lanham-New, S. A., Macdonald, I. A., Roche, H. M. *Nutrition and Metabolism*. Wiley-Blackwell, 2010.
9. Lee, J., Lee, J., Shin, H., Kim, K.-S. *Suggestion of new possibilities in approaching individual variability in appetite through constitutional typology: a pilot study*. In: *BMC Complement Altern. Med.* 2012, nr. 12, p. 122.
10. Lee, M., Bae, N. Y., Hwang, M., Chae, H. *Development and validation of the digestive function assessment instrument for traditional korean medicine: sasang digestive function inventory*. In: *Evid. Based Complement. Alternat. Med.* 2013.
11. Косолапов, О. Н. *Влияние различного уровня двигательной активности и соматотипа на секреторную функцию желудка и поджелудочной железы*. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Курган, 1999.

12. Абдулхаков, Р. А. *Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки*. В: *Актуальные вопросы внутренних болезней*. Казань, 2000, с. 162-176.
13. Махов, Н. И., Калинина, И. Ю. *Факторы риска и диагностика атеросклероза у пациентов при портальной гипертензии*. Красноярск: КрасГМУ, 2015.
14. Струтинский, Ф. А. *Физиологически адекватное питание и здоровье*. Кишинев: Типография АНМ, 2006, 408 с.
15. Григорович, М. А. *Секреторная функция и морфологические особенности слизистой оболочки желудка у людей разных типов телосложения*. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Курган, 2003.
16. Sareen, S., Groppe, J. L. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. N.-Y., 2012.
17. Sato, K. *Molecular nutrition: Interaction of nutrients, gene regulations and performances*. *Anim Sci J*. 2016, Jul 87(7):857-62. doi: 10.1111/asj.12414. Epub 2016 Apr 25. PMID: 27110862. PMCID: PMC5074288.
18. Schubert, M. L. *Functional anatomy and physiology of gastric secretion*. In: *Curr. Opin. Gastroenterol*. 2015, vol. 31, nr. 6, p. 479-485.
19. Shirazi-Beechey, S. P. et al. *Glucose sensing and signalling; regulation of intestinal glucose transport*. In: *Proc. Nutr. Soc*. 2011, vol. 70, nr. 2, p. 185-193.

Date despre autori:

Anastasia BABILEVA, doctorand, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, Universitatea de Stat din Moldova.

ORCID: 0000-0002-1126-172X

E-mail: anastasia.babileva@gmail.com

Tudor STRUTINSCHI, conferențiar cercetător, doctor habilitat în științe biologice, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, Universitatea de Stat din Moldova.

ORCID: 0000-0002-1034-5534

E-mail: nutrivit@yandex.ru

Ion MEREUȚĂ, profesor universitar, doctor habilitat în științe medicale, Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie, Universitatea de Stat din Moldova.

ORCID: 0000-0002-9711-5351

E-mail: ion.mereuta@usmf.md

Prezentat la 21.03.2024