

## ПОКАЗНИКИ БІЛКОВОГО І ВУГЛЕВОДНОГО ОБМІНІВ У БІЛИХ ЩУРІВ ПРИ ВЖИВАННІ ПИТНОЇ ВОДИ З РІЗНИМ ВМІСТОМ ІОНІВ НАТРІЮ І КАЛІЮ

©І. Р. Мисула, В. В. Лотоцький

*Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України*

**Резюме.** З питною водою в організм споживачів можуть надходити різні макро- і мікроелементи. Їх нестача або понаднормова кількість може викликати серйозні проблеми зі здоров'ям. До таких елементів належать іони натрію і калію, які дуже поширені у довкіллі та є одними з головних іонів питної води.

**Мета** – оцінити вплив питної води з різним вмістом іонів натрію і калію на білковий та вуглеводний обмін в організмі білих щурів.

**Матеріал і методи.** Дослідження проведено на 72 білих щурах, поділених на 6 груп по 12 особин у кожній, які відрізнялися між собою за якістю питної води. 1-а група була контрольна. Тварини 2-ї групи споживали воду з вмістом іонів  $\text{Na}^+$  в концентрації 100,0 мг/л, 3-ї групи – з іонами  $\text{K}^+$  у концентрації 10,0 мг/л, 4-ї групи – з добавкою  $\text{Na}^+$  в концентрації 100,0 мг/л і  $\text{K}^+$  10,0 мг/л, 5-ї – відповідно  $\text{Na}^+$  50,0 мг/л і  $\text{K}^+$  5,0 мг/л, 6-ї –  $\text{Na}^+$  25,0 і  $\text{K}^+$  2,5 мг/л. На 15 та 30 добу від початку досліду за допомогою напівавтоматичного біохімічного аналізатора "Humalyzer 2000" у сироватці крові визначали рівень загального білка, сечовини, креатиніну, глюкози і пірвіноградної кислоти.

**Результати.** Вживання питної води з іонами калію у концентрації 10,0 мг/л та іонами натрію у концентрації 100,0 мг/л, як ізольовано, так і в комбінації, викликає достовірні зміни вмісту загального білка, креатиніну, сечовини та глюкози в сироватці крові щурів як на 15-у, так і на 30-у добу експерименту. Максимально виражена гіперглікемія виникає при вживанні водно-сольового розчину з концентрацією іонів натрію 100,0 мг/л. Зменшення концентрацій обох іонів до 25,0 мг/л (натрій) і 2,5 мг/л (калій) у питній воді не викликало змін показників білкового і вуглеводного обмінів в організмі тварин.

**Висновки.** Питна вода з різним вмістом іонів натрію і калію негативно впливає на організм щурів, викликаючи зміни в білковому та вуглеводному обмінах. Інтенсивність змін залежала від концентрації іонів у питній воді та тривалості її вживання.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** питна вода; натрій; калій; вплив на організм; білковий та вуглеводний обмін; щури.

**Вступ.** Вода є важливим компонентом до-вкілля, без якого неможливе життя на землі. Без води не відбувається жоден біохімічний, фізіологічний та фізико-хімічний процес обміну речовин і енергії в живому організмі, неможливі травлення, дихання, анаболізм і катаболізм, синтез білків, жирів, вуглеводів. Щоб бути здоровою, людина щодня повинна споживати достатню кількість високоякісної питної води. З питною водою в організм споживачів можуть надходити різні макро- та мікроелементи. Їх нестача або понаднормативна кількість може викликати серйозні проблеми зі здоров'ям. Наприклад, нестача фтору у питній воді призводить до виникнення карієсу, а його надмірна кількість – до флюорозу, тривале споживання води з понаднормовою кількістю нітратів викликає у дітей водно-нітратну метгемоглобінемію тощо. Тому дуже важливо, щоб сольовий склад питної води не порушував стабільність хімічного складу організму людини, що може призвести до порушення її здоров'я [1].

При величезній кількості проведених наукових досліджень про вплив питної води різного хімічного складу на організм ссавців, досі недостатньо вивченими є закономірності впливу окремих хімічних елементів на певні метаболічні процеси в організмі споживачів [2, 3]. До таких елементів належать солі натрію і калію, які є основними еле-

ментами в тілі людини. Біологічні функції натрію і калію взаємопов'язані, адже вони є головними компонентами іонного гомеостазу організму, беруть участь у різноманітних біохімічних перетвореннях, забезпечують велику кількість життєво важливих функцій та різні види метаболізму. В організмі рівень натрію і калію повинен підтримуватися у вузькому діапазоні, оскільки як надлишок, так і нестача цих іонів негативно впливають на функціонування, тому дуже важливо для здоров'я підтримувати їх збалансоване надходження в організм [4–6]. Згідно з нормативними документами, у фізіологічно повноцінній воді мають бути, окрім інших, іони натрію та калію у кількості від 2 до 20 мг/л. Разом з тим, відповідно до цього ж документу, гранично допустима концентрація натрію складає 200 мг/л, а калій не нормується взагалі [7].

Солі натрію і калію дуже поширені в довкіллі. Вони є одними з головних іонів (сольових компонентів) питної води. У підземних і поверхневих водах їх концентрація коливається в широких межах – від міліграмів до грамів на 1 літр. За даними літератури, у більшості країн світу основна кількість джерел водопостачання містить натрію менше 20 мг/л, тоді як є країни, де його кількість у воді перевищує 250 мг/л. При дослідженні води в США було виявлено концентрації іонів натрію в

Огляди літератури, **оригінальні дослідження**, погляд на проблему, випадок з практики, короткі повідомлення

діапазоні 0,4–1900 мг/л. Дані з Канади показують, що середні концентрації калію в природній та очищеній питній воді в різних регіонах коливаються від <1 до 8 мг/л, хоча в окремих районах досягали 51 мг/л. Ці результати перевищують стандарти ВООЗ і можуть призвести до захворювань, пов'язаних із надмірним вмістом натрію і калію [8]. Аналіз можливих ризиків для здоров'я споживачів від вживання нестандартної за хімічним складом питної води та обґрунтування заходів профілактики розвитку патологічних процесів і спонукало нас провести це дослідження.

**Метою роботи** було оцінити вплив питної води з різним вмістом іонів натрію і калію на білковий та вуглеводний обмін в організмі білих щурів.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження проведено на 72 білих щурах, яких утримували на стандартному раціоні віварію Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України. Піддослідні тварини були поділені на 6 груп по 12 особин у кожній: 1-а (контрольна) – тварини якої вживали питну воду з міського водогону, яка за показниками хімічного і бактеріологічного складу повністю відповідає вимогам Державних норм і правил України № 136/1940 "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання" [7]. В інших групах щури вживали у якості питної води водно-сольові розчини з різною концентрацією іонів натрію і калію (табл. 1). Для створення модельних водних розчинів використовували питну воду з міського водогону, яку, з урахуванням фонових рівнів солемісту, спочатку розводили дистильованою у співвідношенні 1:3, а потім додавали до неї чисті солі натрію і калію хлоридів. Необхідну кількість елементів розраховували виходячи із співвідношення іонів у сполуках NaCl і KCl, з урахуванням їх концентрації у питній воді.

Таблиця 1. Поділ груп піддослідних щурів за якістю питної води

Номер групи	Концентрація натрію і калію у питній воді, мг/л
1	Контрольна
2	100,0 Na <sup>+</sup>
3	10,0 K <sup>+</sup>
4	100,0 Na <sup>+</sup> + 10,0 K <sup>+</sup>
5	50,0 Na <sup>+</sup> + 5,0 K <sup>+</sup>
6	25,0 Na <sup>+</sup> + 2, 5 K <sup>+</sup>

Групи відбирали методом рандомізації. Експерименти проводили відповідно до Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних цілей (Страсбург, 1986) [9] та норм біомедичної етики і «За-

гальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001). Тварин виводили з експерименту шляхом кровопускання під тіопентал-натрієвим наркозом через 15 та 30 днів від початку досліду.

За допомогою напівавтоматичного біохімічного аналізатора "Humalyzer 2000" із використанням стандартних наборів фірми «Human» (Німеччина) у сироватці крові визначали рівень загального білка, сечовини, креатиніну, глюкози і пірвіноградної кислоти.

Статистичну обробку результатів проводили з використанням комп'ютерних програм STATISTICA 10.0 й Excel 2016. Вибір методу статистичного дослідження базувався на правильності розподілу досліджуваних ознак. Подальше парне порівнювання груп проводили з використанням U-критерію Манна – Уїтні при оцінці рівня статистичної значущості  $p < 0,05$  [10].

**Результати й обговорення.** В результаті експерименту виявлено, що вода з різним вмістом іонів натрію і калію по різному впливала на білковосинтезувальну функцію печінки залежно від їх концентрації у питній воді та тривалості її вживання. Так, на 15 добу відмічалася достовірна гіпопротеїнемія лише в 3 групі, щури якої вживали воду лише з іонами калію в кількості 10,0 мг/л – на 21,7 % ( $p < 0,05$ ). При комбінації цих іонів у питній воді 4 групи зменшення вмісту загального білка було менш виражене, ніж в попередній групі, і становило 16 % ( $p < 0,05$ ). Більш тривале спостереження за тваринами встановило, що на 30 добу в 2 групі, тварини якої вживали воду лише з іонами натрію в кількості 100,0 мг/л, відмічалася достовірне збільшення кількості загального білка в сироватці крові на 14 % ( $p < 0,05$ ). В 5 та 6 групах, де були комбінації менших концентрацій іонів натрію і калію, як на 15, так і на 30 доби експерименту змін у порівнянні з контролем не виявлено (рис. 1).

Отримані зміни, найімовірніше, можуть бути пов'язані з накопиченням в організмі щурів іонів натрію і калію, від концентрації яких залежить інтенсивність багатьох обмінних процесів у клітині, в тому числі й синтез білків. Це призвело до порушення генетичної регуляції синтезу білків унаслідок ушкодження структурних генів та патологічних змін структур печінкових клітин, які відповідають за анаболізм і катаболізм білків.

Наступним показником, який ми досліджували, була сечовина. Вона є кінцевим продуктом розпаду білків в організмі і утворюється в печінці в результаті цілого каскаду складних біохімічних реакцій та дозволяє оцінити повноцінність її антитоксичної функції. Встановлено, що вживання питних вод викликало у тварин 2 та 3 груп досто-

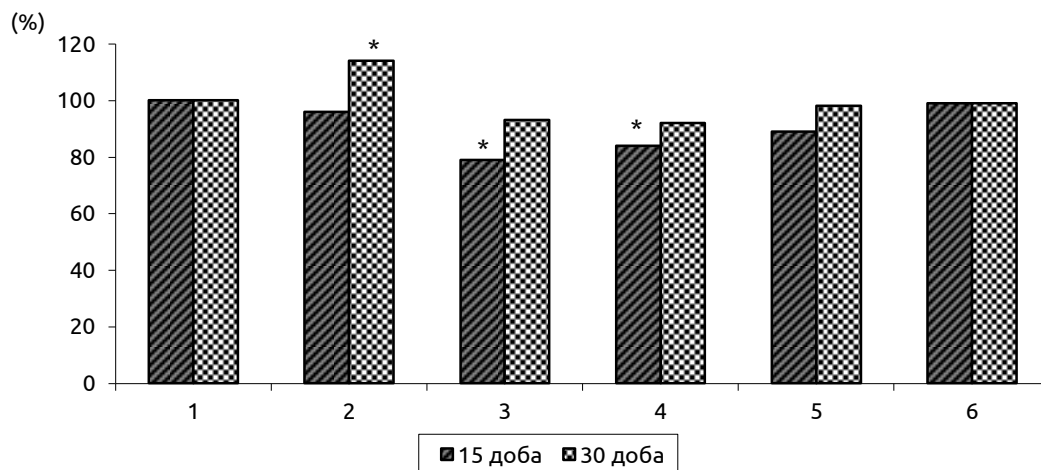


Рис. 1. Вміст загального білка у сироватці крові щурів при вживанні питної води з різними концентраціями іонів натрію і калію.  
Примітка. \* – достовірність відмінностей показників дослідних і контрольної груп –  $p < 0,05$ .

вірне зростання вмісту сечовини в сироватці крові в обидва терміни спостереження, особливо на 30 добу. Найбільші зміни відмічалися в 2 дослідній групі, які вживали воду лише з іонами натрію в кількості 100,0 мг/л – на 43 % ( $p < 0,05$ ) на 15 добу та 119 % ( $p < 0,001$ ) на 30 добу. У 4 групі на 15 добу

експерименту змін, порівняно з контролем, не виявлено, а на 30 добу відмічалось достовірне зростання вмісту сечовини в сироватці крові на 90 %, ( $p < 0,001$ ). У 5-й та 6-й групах тварин в обидва терміни експерименту достовірних змін, порівняно з контролем, не було (рис. 2).

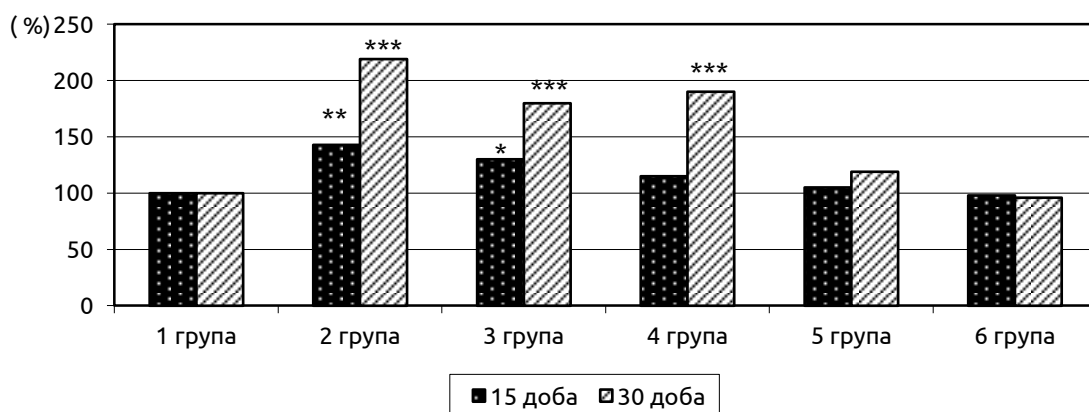


Рис. 2. Вміст сечовини у сироватці крові щурів при вживанні питної води з різними концентраціями іонів натрію і калію.  
Примітка. \* – відмінності достовірні при порівнянні з контрольною групою: \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$ , \*\*\* –  $p < 0,001$ .

Підвищення вмісту даного метаболіту в сироватці крові можна пояснити накопиченням в організмі іонів натрію і калію, яке викликало порушення гемодинаміки і зниження активності клубочкової фільтрації в нирках. Особливо помітними зміни сечовини були при вживанні питної води з високим вмістом іонів натрію та при його комбінації з максимальною в даних спостереженнях концентрацією калію.

Одним із кінцевих продуктів білкового обміну в організмі є креатинін, який дозволяє оцінювати метаболічну функцію печінки. Встановлено

зростання даного показника в сироватці крові щурів 2, 3 та 4 груп як на 15, так і на 30 добу експерименту в межах від 41 % ( $p < 0,01$ ) до 49 % ( $p < 0,01$ ) відповідно (рис. 3). У тварин 5 та 6 груп змін, порівняно з контролем, не виявлено.

Установлене збільшення вмісту креатиніну за змодельованих умов можна пояснити накопиченням сечовини в крові, адже саме у тварин цих груп даний метаболіт достовірно збільшувався. Це підтверджується відсутністю достовірних змін як вмісту креатиніну, так і сечовини, у тварин 5 і 6 груп [11].

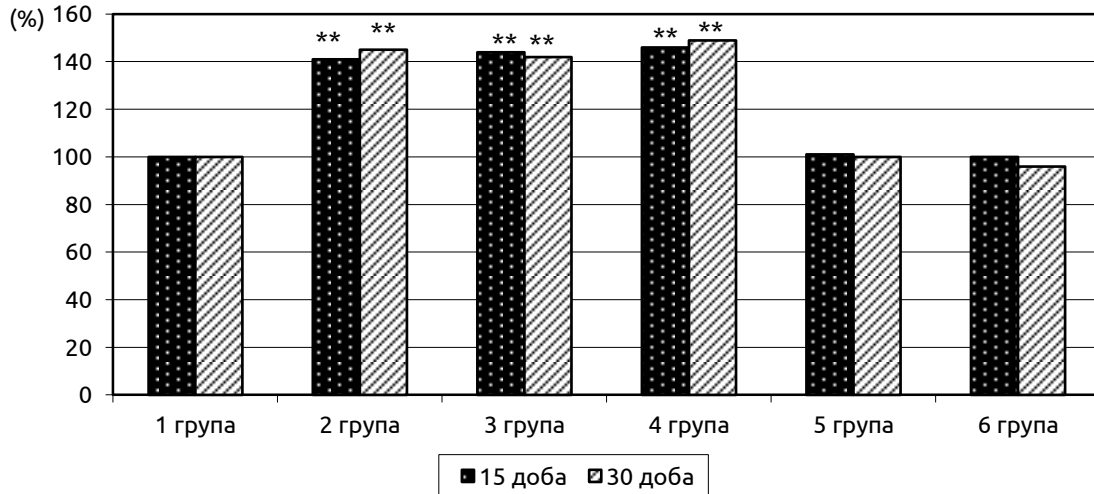


Рис. 3. Вміст креатиніну в сироватці крові щурів при вживанні питної води з різними концентраціями іонів натрію і калію.  
Примітка. \* – відмінності достовірні при порівнянні з контрольною групою; \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$ .

Вуглеводний обмін ми оцінювали за вмістом глюкози та піровиноградної кислоти в сироватці крові. Вміст глюкози зріс в обидва терміни спостереження у всіх групах, порівняно з контрольною, окрім шостої. Найбільше зростання відмічалось в

2 дослідній групі на 30 добу – на 38 % ( $p < 0,001$ ) проти 29 % ( $p < 0,01$ ) на 15 добу. У тварин 3 групи спостерігалось зростання даного показника в сироватці крові на 25 % ( $p < 0,05$ ), а у щурів 4 та 5 груп – на 30 % ( $p < 0,01$ ) в обидва терміни спостереження (рис. 4).

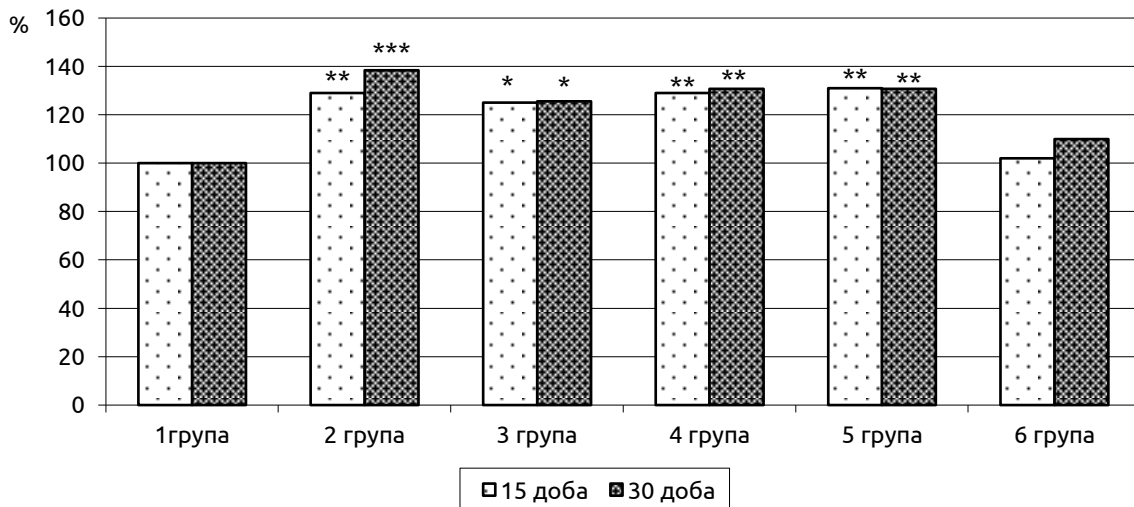


Рис. 4. Вміст глюкози у сироватці крові щурів при вживанні питної води з різними концентраціями іонів натрію і калію.  
Примітка. \* – відмінності достовірні при порівнянні з контрольною групою; \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,01$ , \*\*\* –  $p < 0,001$ .

І натрій, і калій беруть найактивнішу участь в обміні глюкози та впливають на вміст глікогену, який у печінці складає 5–7 % від її маси. Перший з них сприяє глікогенолізу, а інший – синтезу глікогену [12].

Виявлені зміни, на нашу думку, були наслідком дифузного ураження печінки, а саме ушкодження мітохондрій гепатоцитів, що порушувало утилізацію глюкози з крові і депонування її вигляді глікогену та призвело до розвитку гепатогенної гіперглікемії.

Визначення вмісту піровиноградної кислоти показало, що, незважаючи на концентрацію іонів натрію і калію у водно-сольових розчинах, достовірних змін даного показника не відбулося в жодній із піддослідних груп тварин. Незначні коливання цього показника були в межах статистичної похибки. Оскільки піровиноградна кислота утворюється в тканинах у процесі розпаду вуглеводів (глюкози та глікогену) відсутність достовірних змін її вмісту в крові тварин можна пояснити тим, що калій сприяє синтезу глікогену, а натрій – глікогенолізу.

Огляди літератури, **оригінальні дослідження**, погляд на проблему, випадок з практики, короткі повідомлення

**Висновки.** 1. Вживання питної води з іонами калію у концентрації 10,0 мг/л та іонами натрію у концентрації 100,0 мг/л, як ізольовано, так і в комбінації, викликає достовірні зміни вмісту загального білка, креатиніну, сечовини та глюкози в сироватці крові щурів як на 15, так і на 30 добу експерименту.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Збалансованість мінерального складу питних вод як чинник впливу на здоров'я населення міських агломерацій Північно-Західного Причорномор'я / Т. А. Сафранов, Н. В. Грабко, А. А. Поліщук, Г. Г. Трохименко // Вісн. Одес. держ. екол. унів. – 2016. – № 20. – С. 5–17.

2. Мокієнко А. В. Мінеральний склад питних та мінеральних вод як фактор впливу на здоров'я населення (огляд літератури) / А. В. Мокієнко // Вода: гігієна і екологія. – 2015. – № 1–2 (3) – С. 50–60.

3. Рymar З. І. Визначення показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води [Електронний ресурс] / З. І. Рymar, О. А. Гордієнко // Матеріали І науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ. – Вінниця. – Електрон. текст. дані. – 2021. – 10–12 березня. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ebmd/all-ebmd2021/paper/view/12586>.

4. Sodium Homeostasis, a Balance Necessary for Life / A. Bernal, M. A. Zafra, M. J. Simón, J. Mahía // *Nutrients*. – 2023. – Vol. 15 (2) – P. 395. DOI: 10.3390/nu15020395. PMID: 36678265; PMCID: PMC9862583. 2023.

5. Lanham-New S. A.. Potassium. / S. A. Lanham-New, H. Lambert, L. Frassetto // *Advances in nutrition*. – 2012. – Vol. 3 (6). – P. 820–821. DOI: 10.3945/an.112.003012.

6. The essential metals for humans: a brief overview / Maria Antonietta Zoroddu, Jan Aaseth, Guido Crisponi [et

2. Максимально виражена гіперглікемія виникає при вживанні водно-сольового розчину з концентрацією іонів натрію 100,0 мг/л.

3. Зменшення концентрацій обох іонів до 25,0 мг/л (натрій) і 2,5 мг/л (калій) у питній воді не викликало змін показників білкового і вуглеводного обмінів в організмі тварин.

al.] // *Journal of Inorganic Biochemistry* – 2019. – No. 195. – P. 120–129. DOI: 10.1016/j.jinorgbio.2019.03.013.

7. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4–171–10): чинне законодавство зі змінами та доповненнями станом на 18.02.2022 року: (офіційний текст).

8. Tassew Arera F. Sodium and Potassium Analysis of Drinking Water Quality Assessment and Its Health Effects in Ethiopia: A Retrospective Study / Arera F. Tassew // *Ethiopian Public Health Institute*. – 2020. – No. 4. – P. 261–266.

9. Council of Europe: European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. – Strasbourg, 1986.

10. Біостатистика : підручник / В. Ф. Москаленко, О. П. Гульчій, М. В. Голубчиков та ін. ; за ред. В. Ф. Москаленка. – К. : Книга плюс, 2009. – 184 с.

11. Назаренко О. А. Креатинін та методи його визначення / О. А. Назаренко, Т. А. Сергєєва, О. П. Солдаткін // *Біотехнологія*. – 2009. – Т. 2, № 1. – С. 107–116. – Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/28179>

12. Vašák M. Sodium and potassium ions in proteins and enzyme catalysis / M. Vašák, J. Schnabl // *The Alkali Metal Ions: Their Role for Life*. – 2016. – P. 259–290.

#### REFERENCES

1. Safranov, T.A., Grabko, N.V., Polishchuk, A.A., & Trokhymenko, H.G. (2016). Zbalansovanist mineralnoho skladu pytnykh vod yak chynnyk vplyvu na zdorovyia naselennya miskykh ahlomeratsiy Pivnichno-Zakhidnoho Prychornomor'ya [The balance of the mineral composition of drinking water as a factor affecting the health of the population of the urban agglomerations of the North-Western Black Sea region]. *Visn. Odes. derzh. ekol. univ. – Journal of Odessa State Environmental Univ.*, 20, 5-17 [in Ukrainian].

2. Mokienko, A.V. (2015). Mineralnyy sklad pytnykh i mineralnykh vod yak faktor vplyvu na zdorovyia naselennya (ohlyad literatury) [Mineral composition of drinking and mineral waters as a factor affecting public health (literature review)]. *Voda: hihiyena ta ekolohiya – Water: hygiene and ecology*, 1-2(3), 50-60 [in Ukrainian].

3. Rymar, Z.I., & Gordienko, O.A. (2021). Vyznachen'nyia pokaznykiv fiziologichnoyi povnotsinnosti mineralnoho skladu pytnoi vody [Determination of indicators of physiological completeness of the mineral composition of drinking water]. *Materials L of the Scientific and Technical Conference of VNTU divisions*. Vinnitsa [in Ukrainian].

4. Bernal, A., Zafra, M.A., Simón, M.J., & Mahía, J. (2023). Sodium Homeostasis, a Balance Necessary for Life. *Nutrients*, 15(2), 395.

5. Lanham-New, S., Lambert, H., & Frassetto, L. (2012). Potassium. *Advances in nutrition*, 3(6), 820-821.

6. Zoroddu, M.A., Aaseth, J., Crisponi, G., Medici, S., Peana, M., & Nurchi, V. M. (2019). The essential metals for humans: a brief overview. *Journal of inorganic biochemistry*, 195, 120-129.

7. *Derzhavni sanitarni normy ta pravyla Hihiyenichni vymohy do pytnoi vody, pryznachenoyi dlya spozhyvannya lyudynoyu. DSanPiN [State sanitary norms and rules Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption. DsanPiN]*. Kyiv [in Ukrainian].

8. Tassew, Arera F. (2020). Sodium and Potassium Analysis of Drinking Water *Quality Assessment and Its Health Effects in Ethiopia: A Retrospective Study*. Ethiopian Public Health Institute, 4, 261-266.

9. *European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes*. Council of Europe, Strasbourg.

- Огляди літератури, **оригінальні дослідження**, погляд на проблему, випадок з практики, короткі повідомлення
10. Moskalenko, V.M. (2009). *Biostatystyka [Biostatistics]*. Kyiv: Knyha plus [in Ukrainian].
11. Nazarenko, O.A., Sergeyeva, T.A., & Soldatkin, O.P. (2009). Kreatynin i metody yoho vyznachennya [Creatinine and methods of its determination]. *Biotechnolohiya - Biotechnology*, 2(1), 107-116 [in Ukrainian].
12. Vašák, M., & Schnabl, J. (2016). Sodium and potassium ions in proteins and enzyme catalysis. *The Alkali Metal Ions: Their Role for Life*, 259-290.

## INDICATORS OF PROTEIN AND CARBOHYDRATE METABOLISM IN WHITE RATS CONSUMING DRINKING WATER WITH DIFFERENT CONTENTS OF SODIUM AND POTASSIUM IONS

©I. R. Mysula, V. V. Lototskyy

*I. Horbachevsky Ternopil National Medical University*

**SUMMARY.** Various macro- and microelements can enter the body of consumers with drinking water. Their lack or excess can cause serious health problems. Such elements include sodium and potassium ions, which are very common in the environment and are one of the main ions in drinking water.

**The aim** – to evaluate the effect of drinking water with different sodium and potassium ion content on protein and carbohydrate metabolism in the body of white rats.

**Material and Methods.** The study was conducted on 72 white rats, divided into 6 groups of 12 individuals each, which differed among themselves in the quality of drinking water. The 1st group was the control group. Animals of the 2nd group consumed water with the content of Na<sup>+</sup> ions at a concentration of 100.0 mg/l, of the 3rd group – with K<sup>+</sup> ions at a concentration of 10.0 mg/l, of the 4th group – with the addition of Na<sup>+</sup> at a concentration of 100, 0 mg/l and K<sup>+</sup> 10.0 mg/l, the 5th – respectively Na<sup>+</sup> 50.0 mg/l and K<sup>+</sup> 5.0 mg/l, the 6th – Na<sup>+</sup> 25.0 and K<sup>+</sup> 2.5 mg/l. On the 15th and 30th day from the beginning of the experiment, the level of total protein, urea, creatinine, glucose and pyruvic acid was determined in the blood serum using a semi-automatic biochemical analyzer "Humalyzer 2000".

**Results.** Consumption of drinking water with potassium ions at a concentration of 10.0 mg/l and sodium ions at a concentration of 100.0 mg/l both isolated and in combination causes significant changes in the content of total protein, creatinine, urea and glucose in the blood serum of rats as per 15 and on the 30th day of the experiment. The most pronounced hyperglycemia occurs when using a water-salt solution with a concentration of sodium ions of 100.0 mg/l. Reducing the concentrations of both ions to 25.0 mg/l (sodium) and 2.5 mg/l (potassium) in drinking water did not cause changes in the indicators of protein and carbohydrate metabolism in the animals.

**Conclusions.** Drinking water with different content of sodium and potassium ions has a negative effect on the body of rats, causing changes in protein and carbohydrate metabolism. The intensity of changes depended on the concentration of ions in drinking water and the duration of its use.

**KEY WORDS:** drinking water; sodium; potassium; effect on the body; protein and carbohydrate metabolism; rats.

Отримано 17.06.2023

Електронна адреса для листування: lototska@tdmu.edu.ua