

Vergolyas M. R., Trakhtenberg I. M., Dmytrukha N. M. Оцінка токсичного впливу питної води з різних джерел водопостачання на показники імунної системи щурів Вістар = Assessment of toxic effects of drinking water from various sources on indicators rats Vistar immune system. Journal of Education, Health and Sport. 2016;6(9):855-866. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.161646>  
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/3940>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 755 (23.12.2015).  
755 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2016;  
This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland  
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.  
Received: 02.09.2016. Revised 24.09.2016. Accepted: 30.09.2016.

УДК 574.64:57.083.37

## ОЦІНКА ТОКСИЧНОГО ВПЛИВУ ПИТНОЇ ВОДИ З РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА ПОКАЗНИКИ ІМУННОЇ СИСТЕМИ ЩУРІВ ВІСТАР

М. Р. Верголяс<sup>1</sup>, І. М. Трахтенберг<sup>2</sup>, Н. М. Дмитруха<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут колоїдної хімії та хімії води НАН України ім. А.В. Думанського, м Київ

<sup>2</sup>ДУ «Інститут медицини праці НАМН України, м. Київ.

### Реферат

Досліджено реакцію імунної системи щурів на вплив питної води з водогону, бювету та фасовану воду. Відбір проб води для дослідження здійснювали у відповідності з методичними рекомендаціям ДСТУ ISO 5667-2:2003, також в усіх зразках води вимірювали вмісту макро- і мікроелементів за допомогою методу атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою (Optima 2100 DV фірми Perkin Elmer, США). Контрольну воду підготували в лабораторних умовах згідно з рекомендаціями ДСТУ 4174: 2003, яка не перевищувала нормативні показники - гранично допустиму концентрацію (ГДК) згідно з ДсанПін 2.2.4-171-10. Під час досліджень визначали відносну масу імунних органів – тимуса і селезінки контрольних та дослідних щурів. У всіх групах тварин визначали фагоцитарну активність нейтрофілів периферичної крові до полістиролового латексу, яка включала: фагоцитарний індекс – кількість фагоцитуючих нейтрофілів, та фагоцитарне число – середнє число часточок латексу, поглинутих одним нейтрофілом. У сироватці крові щурів визначали рівень циркулюючих імунних комплексів в реакції преципітації з поліетиленгліколем M=6000 (високомолекулярних – з 3,5% та низькомолекулярних – з 7,0 %). Всі дослідження на щурах проводились відповідно до конвенції Ради Європи щодо захисту хребетних тварин, яких використовують у наукових цілях.

Аналіз отриманих даних показав, що після двох місяців вживання питної води з різних джерел водопостачання відносна маса селезінки достовірно знизилась в групі тварин, що пили воду з водогону (на 24,0%) і в 4-й групі, яким давали фасовану воду (на 26,0%). Це може вказувати на дистрофічні зміни в селезінці, які формуються за несприятливого впливу цих типів води. вживання води з водогону і бювету викликало несприятливий вплив на клітинні механізми неспецифічної природної резистентності, а саме, пригнічувало фагоцитарну активність нейтрофілів крові та резервні можливості фагоцитів, що в свою чергу може відобразитись на зниженні резистентності організму до інфекцій.

В Україні та багатьох країн світу реалізації фасованої води збільшуються з кожним роком. Погіршення їх якості пов'язані зі змінами хімічного складу, мікробіологічними забрудненням, тривалістю і умовами зберігання, а також особливостями технологій водопідготовки. Для контролю якості питної води використовують фізико-хімічні методи визначення органолептичних, токсикологічних, фізіологічних показників та мікробіологічний аналіз. При цьому основними критеріями є значення концентрацій домішок, які визначені стандартами, та повноцінність складу води за макро- та мікроелементами. Вплив води на споживача може варіювати залежно, як від комбінації самих домішок, так і від їх концентрацій, навіть за умов відповідності встановленим нормам. Фізико-хімічні методи аналізу складу води не дають можливості вичерпно оцінювати якість води і прогнозувати комплексний вплив присутніх речовин у воді на біологічні об'єкти. На сучасному етапі все популярнішими стають методи біотестування, завдяки якій по реакції живої системи можна констатувати безпосереднє токсичний вплив питної води на організм.

**Ключові слова:** біотестування, токсичність, якість води, гематологічні показники

## ASSESSMENT OF TOXIC EFFECTS OF DRINKING WATER FROM VARIOUS SOURCES ON INDICATORS RATS VISTAR IMMUNE SYSTEM

M. R. Vergolyas<sup>1</sup>, I. M. Trakhtenberg<sup>2</sup>, N. M. Dmytrukha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of colloid chemistry and water chemistry named A. V. Dumansky NAS Ukraine,

<sup>2</sup>State Institution Institute of Occupational Medicine of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv.

### Abstract

Researched the reaction of the immune system of rats on the impact of drinking water from water supply, pump room and packaged water. Sampling of water for research carried out in

compliance with methodological recommendations of DSTU 5667-2: 2003, as in all samples measured water content of macro- and micronutrients by the method of atomic emission spectroscopy with inductively coupled plasma (Optima 2100 DV firm Perkin Elmer, USA). Control water have prepared in the laboratory as recommended by DSTU 4174: 2003, which was less than standard rates - the maximum permissible concentration (MPC) under STATE STANDARDS 2.2.4-171-10. During the research determined the relative weight of immune organs - the thymus and spleen of control and experimental rats. All groups of animals determined the phagocytic activity of peripheral blood neutrophils to polystyrene latex, which included: phagocytic index - the number of neutrophil phagocytic and phagocytic number - the average number of latex particles absorbed by one neutrophils. In rat serum determined level of circulating immune complexes in the reaction of polyethylene glycol precipitation  $N = 6000$  (of high - from 3.5% and low - from 7.0%). All researches on rats conducted in accordance with the Council of Europe Convention for the protection of vertebrate animals used for scientific purposes.

Analysis of the data has shown that after two months of use drinking water from various water sources relative spleen weight was significantly reduced in the group of animals that drank water from the water supply (24.0%) and the 4th group who were given packaged water (at 26.0%). This may indicate degenerative changes in the spleen, which are formed by the adverse effects of these types of water, drinking water from the water supply and pump room caused adverse effects on the cellular mechanisms of nonspecific natural resistance, namely depressed phagocytic activity of neutrophils and spare capacity of phagocytes, which in turn all could appear decrease in resistance to infection.

In Ukraine and many countries realization of packaged water increases every year. The deterioration of the quality associated with changes in the chemical composition, microbiological contamination, duration and conditions of storage and features water treatment technologies. For control quality of drinking water using physical and chemical methods for determining the organoleptic, toxicological, physiological parameters and microbiological analysis. However, the main criteria are the concentrations of impurities that defined by standards, and usefulness of water for macro- and micronutrients. The impact of water on the consumer can vary depending on how the combination of most contaminants, and their concentrations, even in compliance with the standards. Physico-chemical methods of analysis of water make it impossible to comprehensively assess water quality and predicting complex effect substances present in the water on biological objects. Nowadays the more and more popular methods are becoming biological testing, through which the reaction of the living system may state a direct toxic effect of drinking water on the body.

**Key words: bioassay, toxicity, water quality, hematological parameters.**

**Вступ.** Вода є незамінним і необхідним компонентом людського організму та для його умов життя. Вона забезпечує нормальне протікання біохімічних процесів в будь-якому живому організмі. Тому від якості питної води залежить стан здоров'я населення. За даними міжнародних організацій нині майже п'ята частина населення Землі в умовах нестачі води. У світі практично не залишилося чистих поверхневих вод, придатних для споживання. Джерела води забруднюються відходами промислового, сільськогосподарського виробництва, побутовими відходами [1].

Реалізації фасованої води в Україні та багатьох країн світу збільшуються з кожним роком. Погіршення їх якості пов'язані зі змінами хімічного складу, мікробіологічними забрудненням, тривалістю і умовами зберігання, а також особливостями технологій водопідготовки. Для контролю якості питної води використовують фізико-хімічні методи визначення органолептичних, токсикологічних, фізіологічних показників та мікробіологічний аналіз. При цьому основними критеріями є значення концентрацій домішок, які визначені стандартами, та повноцінність складу води за макро- та мікроелементами [2,3].

Вплив води на споживача може варіювати залежно, як від комбінації самих домішок, так і від їх концентрацій, навіть за умов відповідності встановленим нормам. Фізико-хімічні методи аналізу складу води не дають можливості вичерпно оцінювати якість води і прогнозувати комплексний вплив присутніх речовин у воді на біологічні об'єкти. На сучасному етапі все популярнішими стають методи біотестування, завдяки якій по реакції живої системи можна констатувати безпосереднє токсичний вплив питної води на організм[4].

В навколишньому середовищу загальна кількість хімічних сполук досягли більш 75 млн. і багато з них перебуваючи в мікродозах спільно впливають на живі організми як токсичний агент. Водопровідна вода стає активним чинником шкідливого впливу на здоров'я і першопричиною виникнення багатьох небезпечних масових інфекційних захворювань. Вона грає і негативну роль - при наявності певних органічних речовин утворює канцерогенні і мутагенні хлорорганічні сполуки [5,6]. Таким чином постійне вживання неякісної води призводить до ослаблення імунної системи живих організмів.

Імунна система – одна з гомеостатичних систем організму. Основна її функція полягає у забезпеченні захисту організму від різних чужорідних агентів та власних видозмінених структур. Порушення, що виникають у структурі та діяльності даної системи, мають важливе значення у формуванні патологій бронхо-легеневої, серцево-судинної, нервової та ендокринної систем, алергічних, онкологічних та аутоімунних захворювань [7].

**Мета роботи.** Дослідження реакції імунної системи щурів Вістар на вплив питної води з різних джерел водопостачання.

#### **Матеріали і методи досліджень**

Відбір проб води для дослідження здійснювали у відповідності з методичними рекомендаціям ДСТУ ISO 5667-2:2003 [8] та в усіх зразках води вимірювали вмісту макро- і мікроелементів за допомогою методу атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою (Optima 2100 DV фірми Perkin Elmer, США) [9]. Дослідження виконано на 40 статевозрілих білих щурах самцях лінії Вістар з початковою масою тіла 150–180 г. Всі тварини перебували в стаціонарних умовах віварію на стандартному харчовому і спеціальному водному режимі, які впродовж двох місяців пили воду з різних джерел водопостачання. Щурі були розділені на 4 дослідні групи (по 10 тварин в кожній групі): група щурів № 1 пила контрольну воду, приготовлену в лабораторних умовах згідно з рекомендаціями ДСТУ 4174: 2003 [10]; група № 2 вживала воду з водогону. Щурі дослідної групи № 3 пили воду з бювету, група щурів № 4 - фасовану воду.

Після закінчення експерименту тварин знеживлювали шляхом декапітації під етаміналовим наркозом, забирали кров та внутрішні органи. Відібрані органи візуально оглядали на наявність змін та зважували на електронних вагах. Під час досліджень визначали відносну масу імунних органів – тимуса і селезінки контрольних та дослідних щурів. У всіх групах тварин визначали фагоцитарну активність нейтрофілів периферичної крові (ФАН) до полістиролового латексу, яка включала: фагоцитарний індекс (ФІ)- кількість фагоцитуючих нейтрофілів, та фагоцитарне число (ФЧ) – середнє число часточок латексу, поглинутих одним нейтрофілом. У сироватці крові щурів визначали рівень циркулюючих імунних комплексів (ЦІК) в реакції преципітації з поліетиленгліколем (ПЕГ) M=6000 (високомолекулярних – з 3,5% ПЕГ, а низькомолекулярних – з 7,0 % ПЕГ) [11,12].

Всі дослідження на щурах проводились відповідно до конвенції Ради Європи щодо захисту хребетних тварин, яких використовують у наукових цілях [13]. Статистичну обробку отриманих результатів проводили з використанням методів варіаційної статистики за допомогою програм статистичного аналізу Microsoft Excel. Відмінність показників визначали за t- критерієм Ст'юдента [14].

Відповідь імунної системи на антигенний подразник поділяють на природний імунітет (неспецифічна резистентність), який успадковується і властивий даному організму з народження, та адаптивний (специфічний) імунітет, який формується протягом життя в результаті імунізації до різних інфекцій. До факторів неспецифічної резистентності організму (НРО) відносяться біологічні бар'єри (шкіра і слизові оболонки), бактерицидні субстанції клітин, гідролітичні ферменти та інші. НРО забезпечує первинний захист

організму від широкого спектру різноманітних несприятливих чинників і тісно пов'язана зі специфічною імунною відповіддю. Механізми специфічного імунітету включаються після дії антигену. Вони обумовлені функціональною активністю антиген-специфічних лімфоцитів (клітинна відповідь) і специфічних антитіл (гуморальна відповідь). Клітинний імунітет представлений популяцією Т-лімфоцитів, серед яких виділяють кілери, супресори та хелпери. Гуморальний імунітет пов'язаний з синтезом плазматичними клітинами (В-лімфоцити) антитіл та їх взаємодією з антигеном. Сила і швидкість специфічного імунітету суттєво змінюється при повторному контакті з антигеном. Оскільки неспецифічна резистентність першою включається у захист організму від чужорідних антигенів, як інфекційного так і неінфекційного походження визначення її показників, першочерговим етапом було оцінити зміни саме цих показників [15].

**Результати та їх обговорення.** У досліджуваних зразках води визначали хімічний склад (вміст мікро- і макроелементів) методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивна зв'язаною плазмою. Отримані результати показали, що контрольна вода містила мікро- і макроелементи, вміст яких не перевищував нормативні показники - гранично допустиму концентрацію (ГДК) згідно з ДсанПін 2.2.4-171-10 [16].

У воді з водогону вміст окремих елементів був вище ніж в контрольній воді, зокрема, вміст As (в 1,6 рази), Ba (в 700 раз), Ca (в 2,8 рази), Mn (4000 разів), Pb (в 4 рази), Sr (в 14,6 рази), Si (в 98 разів), Zn (в 300 рази). Вміст Fe суттєво перевищував значення для контрольної води, а також ГДК для питної води в 6,3 рази. У воді з бювету встановлено перевищення ГДК для As (в 3,6 рази), Mn (в 1,2 рази ) і Si (в 1,2 рази), порівняно з контрольною водою вміст цих елементів був в 100, 6000 і 650 разів більше. За результатами вимірювання у фасованій воді порівняно з контрольною також було встановлено перевищення вмісту окремих макро- і мікроелементів, а саме, Na (в 2,5 рази), P (в 35,7 рази), Sr (в 4 рази), Si (788 рази), Zn (в 47,8 рази). При цьому значення ГДК перевищував тільки вміст Si (в 1,5 рази) (табл.1).

Таким чином, отримані результати дозволяють дійти висновку, що за вмістом макро- і мікроелементів вода контрольна повністю відповідає вимогам до питної води ДсанПін 2.2.4-171-10. Вода з водогону має перевищення вмісту Fe (в 6,3 рази), а вода з бювету – підвищення As, Mn і Si (в 3,6; 1,2 і 1,2 рази відповідно). Вода фасована подібна за більшістю елементів до контрольного зразка, проте має підвищений вміст Si в 1,4 рази.

*Визначення відносної маси імунних органів.* Важливим показником токсичного ураження будь-якого органу є його відносна маса та структурні зміни, які в подальшому відображаються на його функції. Як відомо, імунна система організму є

багатокомпонентною, до складу її входять імунні органи — центральні (тимус, кістковий мозок) та периферичні (селезінка, лімфатичні вузли, дифузна лімфоїдна тканина), клітинні та гуморальні компоненти. Органи імунної системи відіграють провідну роль у формуванні імунітету. У ссавців проліферація та диференціювання імунокомпетентних клітин відбувається в центральних органах імунної системи. Т-лімфоцити дозрівають у тимусі, а В-лімфоцити – у кістковому мозку. Далі ці клітини мігрують до периферичних імунних органів (селезінка, лімфатичні вузли), де відбувається розвиток клітинної та гуморальної імунної відповіді [15].

Таблиця 1.

**Вміст макро- і мікроелементів у зразках води з різних джерел водопостачання, що досліджувались в експерименті**

Елементи	Зразки води				
	Вода контрольна	Вода з водогону	Вода з бювету	Вода фасована	ГДК ДсанПін 2.2.4-171-10
Al	0.0013	0.021	0.019	<0.0009	0.1
As	0.0033	0.0052	<b>0.036</b>	0.0047	0.01
Ag	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.025
Ba	0.00036	0.028	0.0054	0.0015	0.1
Ca	21.66	60.23	132.7	6.12	<130
Cd	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	0.001
Co	0.00046	0.00065	0.0034	0.0045	0.1
Cr	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.05
Cu	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	1.0
Fe	<0.0001	<b>1.26</b>	0.030	<0.0001	0.2
K	0.99	1.58	3.94	0.95	до 20
Mg	10.11	12.36	16.55	1.68	<80
Mn	0.00001	0.041	<b>0.06</b>	<0.0001	0.05
Mo	0.00006	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.07
Na	27.46	8.85	12.03	69.57	<200
Ni	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0008	0.1
P	0.0056	<0.0004	0.031	0.20	3.5
Pb	<0.0014	0.004	0.0002	<0.0014	0.01
Se	<0.003	<0.003	0.007	<0.003	0.01
Sr	0.013	0.19	0.58	0.053	7.0
Si	0.018	1.76	<b>11.84</b>	<b>14.19</b>	10.0
V	0.014	0.014	0.011	0.009	0.1
Zn	0.0023	0.71	0.016	0.011	1.0

Примітка – в таблиці виділені значення рівнів елементів, що перевищували їх ГДК у питній воді ДсанПін 2.2.4-171-10

Під час проведених досліджень основні імунні органи (тимус, селезінка) відібрали після декапітації щурів під легким ефірним наркозом. У всіх тварин визначали відносну масу тимуса та селезінки на 100 г маси тіла (табл.2).

Аналіз отриманих даних показав, що після двох місяців експерименту відносна маса тимуса у щурів всіх дослідних груп не відрізнялась від контрольних значень, тоді як маса селезінки достовірно знизилась в другій групі тварин, що пили воду з водогону (на 24,0%) і в 4-й групі, яким давали фасовану воду (на 26,0%) (табл. 2). Останнє може вказувати на дистрофічні зміни в селезінці, які формуються за несприятливого впливу цих типів води.

Таблиця 2.

**Значення відносної маси імунних органів щурів після вживання води з різних джерел водопостачання**

Групи тварин	Відносна маса тимусу	Відносна маса селезінки
Контрольна вода	0,14±0,02	0,50±0,02
Вода з водогону	0,16±0,01	0,38±0,03*
Вода з бювету	0,18±0,02	0,44±0,03
Вода фасована	0,16±0,01	0,37±0,02*

Примітка: \*–  $p < 0,05$  у порівнянні з показниками в контрольній групі щурів, які вживали контрольну воду.

*Оцінка фагоцитарної активності нейтрофілів крові.* Процес фагоцитозу є одним з основних механізмів неспецифічної резистентності організму, що забезпечує захист від надходження чужорідних речовин. Завдяки антигенпризентуючій та ефекторній функціям фагоцити (макрофаги, нейтрофіли) можуть бути одночасно учасниками і регуляторами імунної відповіді. Порушення їх функціональної активності може стати причиною формування імунопатологічних процесів, зокрема хронічних інфекцій [11].

При споживанні щурами контрольної води фагоцитарна активність нейтрофілів була на рівні ФІ - 60,00±1,67 % і ФЧ -2,26±0,12 умов.од. (ФЧ). Вода з водогону і бювету порівняно з контрольними величинами викликали зниження поглинальної активності нейтрофілів, а саме, ФІ до 33,80±2,37% і 31,80±4,22% (на 43,7% і 47,0% відповідно), а ФЧ до 1,98±0,17 умов. од. і 1,84±0,09 умов. од (на 12,4% і 18,6% ). У щурів, які пили фасовану воду,



показники фагоцитарної активності нейтрофілів крові були на рівні значень в контрольній групі (табл. 3).

Метаболічна активність фагоцитів та їхня здатність до утворення активних форм кисню в процесі «респіраторного вибуху» у контрольній групі щурів була на рівні  $26,80 \pm 2,92$  % (НСТ- спонтанний ) і  $59,60 \pm 3,87$  % (НСТ-стимульований). При споживанні води з водогону кисень утворююча здатність нейтрофілів крові підвищилась на 30,6% і води фасованої – на 29,1% ( $p < 0,05$ ). При цьому резервні можливості фагоцитів у щурів усіх дослідних груп суттєво знизились, зокрема, в 2-й групі - на 55,4%, 3-й – на 38,9% і в 4-й – на 20,8% (табл. 3).

Таблиця 3.

**Показники фагоцитарної активності нейтрофілів крові щурів після вживання води з різних джерел водопостачання**

Групи тварин	Показники, $M \pm m$			
	ФІ, %	ФЧ, умов.од	НСТ-тест спонтанний, %	НСТ-тест стимульований, %
Контрольна вода	$60,00 \pm 1,67$	$2,26 \pm 0,12$	$26,80 \pm 2,92$	$59,60 \pm 3,87$
Вода з водогону	$33,80 \pm 2,37^*$	$1,98 \pm 0,17$	$35,00 \pm 2,00^*$	$26,60 \pm 2,09^*$
Вода з бювету	$31,80 \pm 4,22^*$	$1,84 \pm 0,09^*$	$25,40 \pm 0,93$	$36,40 \pm 1,91^*$
Вода фасована	$56,60 \pm 1,91$	$2,18 \pm 0,13$	$34,60 \pm 1,72^*$	$47,20 \pm 1,07^*$

Примітка: \* –  $p < 0,05$  у порівнянні з показниками в контрольній групі щурів, які вживали контрольну воду.

Отримані результати дозволяють припустити, що вживання води з водогону і бювету викликало несприятливий вплив на клітинні механізми неспецифічної природної резистентності, а саме, пригнічувало фагоцитарну активність нейтрофілів крові та резервні можливості фагоцитів, що в свою чергу може відобразитись на зниженні резистентності організму до інфекцій.

*Визначення вмісту ЦІК та титру комплементу в сироватці крові дослідних щурів.* Утворення імунних комплексів (антиген-антитіло) є результатом гуморальної імунної відповіді організму на надходження чужорідних антигенів та важливим механізмом, який забезпечує їх видалення. за фізіологічних умов утворені імунні комплекси деякий час циркулюють в крові, після чого відбувається їх елімінація. Одночасно з цим, циркулюючі

імунні комплекси (ЦК) середньої та низької молекулярної маси можуть запускати ланцюги патологічних реакцій, зокрема, аутоімунних та нагромадження у тканинах і органах. Це, в свою чергу, зумовлює посилену агрегацію та адгезію тромбоцитів, що призводить до порушення мікроциркуляції крові та облітерації судин мікроциркуляторного русла, пошкодження і некрозу тканин [17,18].

Визначення ЦК в сироватці крові дослідних щурів показало, що у щурів 2-ої і 4-ої дослідних груп рівень ЦК високомолекулярних був на рівні контрольної групи, тоді як у тварин 3-ої групи, що пили воду з бювету вміст ЦК в.м. збільшився у 1,5 рази. Концентрація ЦК з низькою молекулярною масою у щурів групи № 2 і 4 була нижче ніж за умови споживання контрольної води (на 34,5% і 25,7%) (табл. 4).

Таблиця 4.

**Вміст ЦК у сироватці крові щурів після вживання води з різних джерел водопостачання**

Групи тварин	Показники, М±m		
	ЦК, од.опт.густ.		Титр комплементу, СН50
	Високомолекулярні, ПЕГ 3,5%	Низькомолекулярні, ПЕГ 7%	
Вода контрольна	14,74±1,01	50,32±5,43	11,12±1,08
Вода з водогону	11,00±2,77	32,96±4,03*	13,42±0,54
Вода з бювету	22,04±2,31*	42,88±2,16	13,97±0,67
Вода фасована	12,18±2,09	37,40±1,77*	13,42±0,54

Примітка: \*–  $p < 0,05$  у порівнянні з показниками в контрольній групі щурів, які вживали контрольну воду.

За даними літератури [18] зниження вмісту ЦК в сироватці крові відбувається в наслідок їх активної елімінації шляхом фагоцитозу або перерозподілу з подальшим відкладенням в судинах і тканинах органів, зокрема нирок. Зменшення рівня ЦК н.м. на фоні зниження фагоцитозу в нейтрофілах може вказувати на відкладення їх в судинах з наступним розвитком імунного запалення.

**Висновки**

У результаті досліджень отримані дані показали особливості специфіки впливу питної води у залежності від джерела її відбору та елементного складу на регулюючі системи, внутрішні органи. Відносна маса тимуса у щурів всіх дослідних груп не відрізнялась від контрольних значень, тоді як маса селезінки достовірно знизилась в групі тварин, що пили

воду з водогону (на 24,0%) і фасовану воду (на 26,0%). Це може вказувати на дистрофічні зміни в селезінці, які формуються за несприятливого впливу цих типів води.

Води з водопроводу і бювету у щурів викликало негативний вплив на клітинні механізми неспецифічної природної резистентності, також пригнічувало фагоцитарну активність нейтрофілів крові і резервні можливості фагоцитів. Такий прояв в свою чергу може позначитися на зниженні резистентності організму до інфекцій.

Зменшення рівня циркулюючі імунні комплекси в сироватці крові дослідних щурів з низькою молекулярною масою на фоні зниження фагоцитозу в нейтрофілах може вказувати на відкладення їх в судинах з наступним розвитком імунного запалення.

## References

1. Trakhtenberg I.M., Prodanchuk N.G. Populjarnaja toksikologija/Pod obshh.red. I.M. Trahtenberga, N.G. Prodanchuka. – K.: VD «Avicena», 2016. – 448 s.
2. Goncharuk V.V. Kompleksna ocinka jakosti fasovanih vod / V. Goncharuk, V. Arhipchuk, G. Terlec'ka, G. Korchak // Visnik NAN Ukraïni. — 2005. — N 3. — S. 47-58.
3. Prokopov, V.O. Gigienichna ocinka centralizovanogo gospodars'ko-pitnogo vodopostachannja Ukraïni / V.O. Prokopov, O.M. Kuz'minec', V.A. Sobol' // Dovkillja ta zdorov'ja. - 2008. - № 10-12. - S. 14-18.
4. M. Vergolyas. Cytogenetic evaluation of the drinking water toxicity // «EUREKA: Life Sciences», 2016. – №1. – 47-54p.
5. Trakhtenberg I.M. Metody izuchenija hronicheskogo dejstvija himicheskikh i biologicheskikh zagrijaznitelej / Trahtenberg I.M. Timofievskaja L.A., Kvjatkovskaja I.Ja.// Riga, Zinatis, 1987. 172 s.
6. Prokopov V.O. Hlorovana pitna voda ta riziki dlja zdorov'ja naselennja / V.O. Prokopov, O.V. Zorina, S.V. Gulenko [ta in.] // Gigiena naselenih misc'. – 2012. – Vip.60. – S. 76-86.
7. Klinichna imunologija ta alergologija: Pidruchnik/[Drannik G. M., Priluc'kij O. S, Bazhora Ju. I. ta in.]; za red. prof. G. M. Drannika. –K.: Zdorov'ja, 2006. – 888 s.
8. DSTU ISO 5667-2:2003. Jakist' vodi. Vidbirannja prob. Chastina 2. Nastanovishhodo metodiv Vidbirannja prob (ISO 5667-2:1991, IDT). – Kiïv, Derzhspozhivstandart Ukraïni, 2004.
9. Vznachennja 33 elementiv metodom atomno-emisijnoï spektrometriï z induktivno-zv'jazanoju plazmoju u vodi. DSTU ISO 11885:1996.-K.Derzhspozhivstandart Ukraïni, 2007-14s.

10. DSTU 4174:2003. Jakist' vodi. Vznachennja hronichnoï toksichn6osti himichnih rechovin ta vodi na *Daphnia magna* Straus i *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea). – Kiïv, Derzhstandart Ukraïni, 2004.
11. Immunologija: Praktikum / E.U. Paster, v.V. Ovod, V.K. Pozur, N.E. Vihot'. – K.: Vishha shk. Izd-vo pri Kiev. Un-te, 1989. – 304 s.
12. Metodi klinichnih ta eksperimental'nih doslidzhen' v medicini / [Berkalo L.V., Bobovich O.V., Bobrova N.O. tai in.]; za red. Kajdasheva I.P. – Poltava: Polimet, 2003. – 320 s.
13. Zagal'ni etichni principi eksperimentiv na tvarinah. Pershij nacional'nij kongres z bioetiki, Kiïv, 2001 r. // Endokrinologija. – 2003. – № 8 (1). – S. 142–145.
14. Antomonov M.Ju. Matematicheskaja obrabotka i analiz mediko-biologicheskikh dannyh /M.Ju. Antamonov. - K. : FMD, 2006.- 558 s.
15. Vershigora A.Ju., Paster E.U., Kolibo D.V. ta in. Imunologija: Pidruchnik. K.: Vishha shkola, 2005. – 599 s.
16. DERZhAVNI SANITARNI NORMI TA PRAVILA "Gigienichni vimogi do vodi pitnoï, priznachenoï dlja spozhivannja ljudinoju" (DSanPiN 2.2.4-171-10).
17. Nasonov E.L., Sura V.V. Vzaimosvjaz' autoimmunnoj i immunokompleksnoj patologii: sovremennoe sostojanie problemy // Terapevticheskij arhiv. – 1984. – T. LVI, № 10. – S. 4–9.
18. Sistema immuniteta pri zabojevanijah vnutrennih organov [ Ganzha I.M., Mjagkaja I.P., Saharchuk V.M. i dr.]; pod red. I.M. Ganzhi. – K.: zdorov'ja, 1985. – 280 s.