

**Л.В. Григоренко,
В.В. Зайцев,
А.Ю. Кондратьєв ***

СОЛЬОВИЙ СКЛАД ПИТНОЇ ВОДИ З ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ У ДЕЯКИХ СІЛЬСЬКИХ ТАКСОНАХ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»
пл. Жовтнева, 4, Дніпропетровськ, 49000, Україна
Головне Управління ДСЕС у Дніпропетровській області *
вул. Філософська, 39-а, Дніпропетровськ, 49006, Україна
SE «Dnipropetrovsk medical academy of Health Ministry of Ukraine»
Zhovtneva area, 4, Dnipropetrovsk, 49044, Ukraine
Main department SSES in Dnipropetrovsk region
Filosofs'ka str., 39-a, Dnipropetrovsk, 49006, Ukraine
e-mail: ask_lubov@mail.ru

Ключові слова: сольовий склад, питна вода, сільські таксони, джерела водопостачання
Key words: salt composition, drinking water, rural tacsons, water supply sources

Реферат. Солевой состав питьевой воды из централизованных источников водоснабжения в некоторых сельских таксонах Днепропетровской области. Григоренко Л.В., Зайцев В.В., Кондратьев А.Ю. Во всех сельских таксонах Днепропетровской области обнаружена общая характерная тенденция – повышенное содержание солевого состава питьевой воды из централизованных источников водоснабжения: общей жёсткости, сухого остатка, хлоридов, сульфатов, кальция, магния, железа. Наивысшее значение общей жёсткости показано в воде 1 таксона: от 143 до 21,2 ПДК за 2008 – 2014 годы ($p < 0,001$). Также в питьевой воде 1 таксона выявлено повышенное содержание сухого остатка (от 1,38 до 1,04) ПДК, хлоридов (от 1,64 до 1,14) ПДК, сульфатов (от 1,17 до 1,07) ПДК; тогда как в 6 таксоне – сухого остатка (1,38 ПДК), сульфатов (1,06 ПДК) ($p < 0,001$).

Abstract. Salt composition of potable water from centralized sources of water supply in some rural tacsons of Dnepropetrovsk region. Hryhorenko L.V., Zaitsev V.V., Kondratiev A.Yu. In the all rural tacsons of Dnepropetrovsk region a common tendency – high salt composition of potable water from centralized water sources is observed: general rigidity, dry residue, chlorides, sulfates, calcium, magnesium, iron. The highest content of general rigidity was shown in the water of 1st tacson: from 143 to 21.2 of MAC for 2008 – 2014 years' period ($p < 0.001$). Thus, in water samples the of 1st tacson high dry residue content (from 1.38 to 1.04) of MAC, chlorides (from 1.64 to 1.14) of MAC, sulfates (1.06 of MAC) ($p < 0.001$) were determined.

У Дніпропетровській області лише 19% сільських населених пунктів забезпечені централизованими водопроводами, більшість з яких малопотужні і не дотримується їх належна експлуатація. Більшість населених пунктів – 626 селищ використовують воду для питних потреб із шахтних колодязів, джерелом водопостачання котрих є незахищений поверхневий водоносний горизонт. Населення 267 сільських населених пунктів з 61 тис. мешканців використовує для питних потреб привізну воду [10]. Основною проблемою водопостачання області є дефіцит доброякісної питної води, зумовлений забрудненням поверхневих водоем, підвищеною мінералізацією і погіршенням якості підземних вод – джерел водопостачання сільського населення, аварійним станом водопровідних споруд – 25-40%, водоводів і водопровідних мереж – 42%,

використанням застарілих і недостатньо ефективних технологій очищення води [11]. Централизованим водопостачанням забезпечено лише ¼ частину селищ України [6]. Значна частина сільських водопроводів знаходиться в незадовільному технічному стані, працює з перебоями та подає воду низької якості [8, 9]. Як відомо, негативний вплив низьких концентрацій кальцію і магнію в питній воді на серцево-судинну систему доведено в роботах [1, 5]. Загалом, проблема ролі кальцію і магнію у виникненні і розвитку хвороб серцево-судинної системи вивчалась в Англії, США, Японії, Канаді, Фінляндії [4, 12, 13]. У той же час за рахунок питних вод з підвищеною жорсткістю дефіцит магнію може компенсуватися, а вживання м'яких вод може призвести до ще більшого його дефіциту в організмі [11]. Отже, вивчення сольового складу

питної води з централізованих джерел водопостачання є актуальною гігієнічною проблемою в умовах сьогодення.

Мета роботи – оцінка якості питної води з централізованих джерел водопостачання – за сольовим складом – протягом 2008-2014 років у сільських таксонах Дніпропетровської області.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ретроспективне дослідження охоплювало період спостереження з 2008 до 2014 року. В роботі були використані методи: статистичний, фотоколориметричний, атомно-абсорбційної спектrophотометрії, санітарно-хімічні – визначення загальної жорсткості, сухого залишку, хлоридів, сульфатів, Fe, Ca, Mg (всього 2118 досліджень). Усі види статистичної обробки виконано за допомогою стандартного пакета «STATISTICA» версія – 6.1. (серійний номер AGAR 909 R455721FA). Статистичні характеристики представлено у вигляді: число спостережень (n), середня арифметична (M), стандартна похибка середньої (m), медіана (Me). Для порівняння застосовували критерії χ^2 – Пірсона, ANOVA. Рівень статистичної значущості (p) приймався за (p < 0,05), (p < 0,001).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За величиною загальної жорсткості у питній воді з централізованих джерел водопостачання в 1 таксоні спостерігалась динаміка до зменшення в 1,08 разу: від $5,78 \pm 0,69$ до $5,34 \pm 0,85$ ммоль/дм³. При цьому, перевищення вмісту загальної жорсткості в питній воді 1 таксону спостерігалось у 2012 році – в 143 рази вище за нормоване значення ($1001,88 \pm 72,28$ ммоль/дм³).

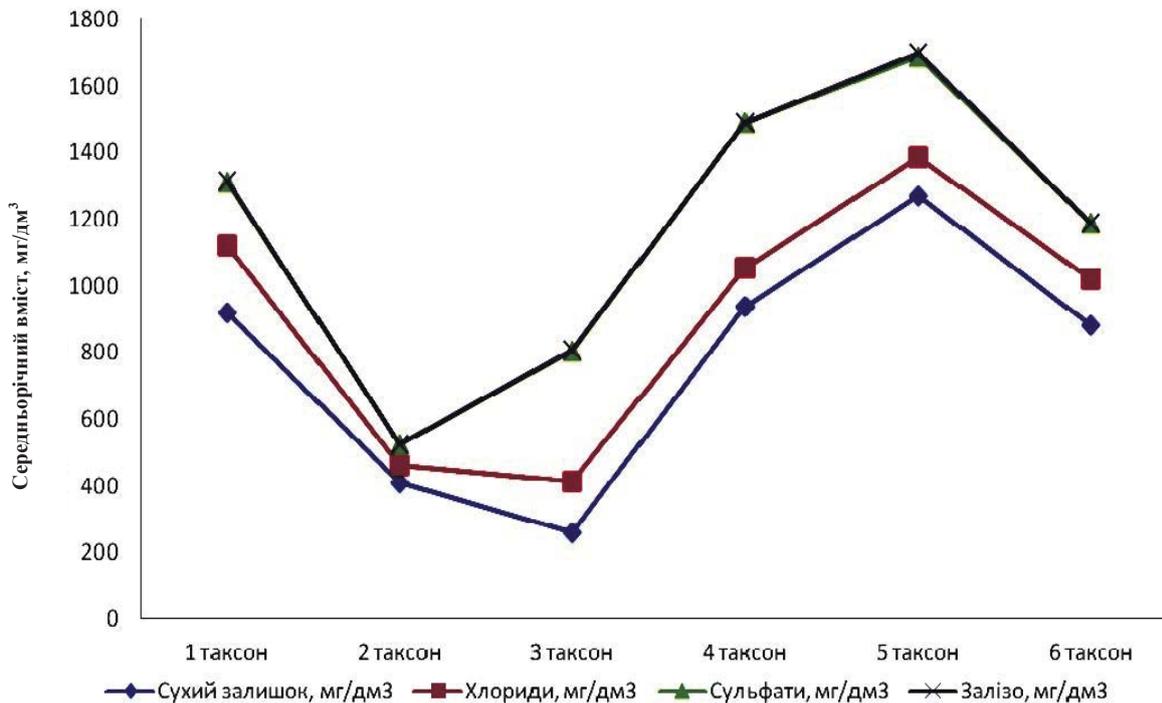
За величиною сухого залишку спостерігалась вірогідна тенденція до зростання протягом 2008 – 2011 років, з подальшим зниженням у 2012 – 2014 роках (p < 0,001). При цьому, в питній воді 1 таксону відбувалось перевищення нормативного значення цього показника в 1,38 разу ($1379,21 \pm 122,01$ мг/дм³ у 2008 році (p = 0,227 за критерієм χ^2 – Пірсона; p < 0,001 за дисперсійним аналізом ANOVA і Крускала-Уоліса); в 1,33 разу ($1335,71 \pm 100,38$) мг/дм³ у 2009 році та в 1,09 – 1,04 разу (від $1091,26 \pm 114,14$ до $1042,50 \pm 68,42$) мг/дм³ у 2010 – 2011 роках.

Привертає увагу понаднормований вміст хлоридів: 1,64 ГДК у 2008 році (p=0,227), 1,14 ГДК у 2009 році (p<0,001) і сульфатів у питній воді 1 таксону: 1,17 ГДК у 2008 році (p=0,227, p<0,001), 1,07 ГДК у 2011 році (p<0,001). Загалом, у питній воді 1 таксону визначена динаміка зменшення вмісту як хлоридів, так і сульфатів з 2008 по

2014 рік. Вміст хлоридів за 2008 – 2014 роки зменшувався в 3,52 разу: від $409,12 \pm 84,87$ до $116,20 \pm 24,26$ мг/дм³. Середній вміст сульфатів також зменшувався в 2,80 разу за аналогічний період: від $292,22 \pm 40,984$ до $104,37 \pm 3,50$ мг/дм³. Попри вимоги ДСТУ 7525:2014 [12] щодо відсутності кальцію і магнію у питній воді, в централізованих джерелах водопостачання 1 таксону періодично виявлялися кальцій на рівні <0,02 мг/дм³ та магній на рівні <0,05 мг/дм³. Найбільше значення магнію було зареєстроване у 2012 році: $0,18 \pm 0,11$ мг/дм³. Вміст заліза знаходився в межах $0,06 \pm 0,01$ мг/дм³, з перевищенням ГДК у 12,1 разу в 2009 році – $2,43 \pm 0,35$ мг/дм³ p<0,001.

У питній воді 2 таксону вміст загальної жорсткості жодного року не перевищував допустиме значення. Показана вірогідна тенденція до збільшення загальної жорсткості в 1,13 разу за 2008 – 2014 роки: від $4,62 \pm 0,25$ до $5,24 \pm 0,74$ ммоль/дм³ (p<0,001). Сухий залишок також не перевищував допустиме значення за 7 – річний період, однак за цим показником встановлена вірогідна динаміка зростання: від $371,08 \pm 1,35$ до $462,85 \pm 83,13$ мг/дм³ (p<0,05), з найвищим значенням у 2011 році – $488,32 \pm 39,18$ мг/дм³ (p<0,001). Сольовий склад питної води у 2 таксоні за вмістом хлоридів та сульфатів був значно нижчим за допустиме значення (250 мг/дм³). Так, хлориди у воді 2 таксону вірогідно коливались у межах: від $42,60 \pm 0,25$ до $48,97 \pm 4,82$ мг/дм³ за 2008 – 2014 роки (p<0,001). Показана динаміка зменшення сульфатів в 1,7 разу в питній воді за аналогічний період спостереження: від $73,47 \pm 0,68$ до $41,96 \pm 2,42$ мг/дм³, з найвищим значенням у 2009 році – $96,58 \pm 18,07$ мг/дм³ (p<0,001). Порівняно з питною водою 1 таксону, в поверхневих джерелах водопостачання 2 таксону постійно реєструвалися кальцій та магній. Так, вміст кальцію коливався в межах від $55,26 \pm 0,72$ мг/дм³ у 2008 році до $36,74 \pm 0,58$ мг/дм³ у 2012 році, а рівень середньобаторічного показника становив $48,94 \pm 3,38$ мг/дм³. Подібна тенденція спостерігалась за вмістом магнію, найвище значення цього показника у питній воді було вірогідно визначено у 2011 році: $25,01 \pm 0,41$ мг/дм³ (p<0,001).

Варто зауважити, що в питній воді централізованих джерел 2 таксону постійно виявляли понаднормовий вміст заліза в межах 1,05 ГДК у 2009 році; 4,45 ГДК у 2011 році; 1,35 ГДК у 2012 році; 2,40 ГДК у 2013 році; 1,45 ГДК у 2014 році (p<0,001) (рис.).



Сольовий склад питної води з централізованих джерел водопостачання (на прикладі усіх сільських таксонів Дніпропетровської області)

У питній воді 3 таксону спостерігається виражене зниження в динаміці за 2008-2014 роки в 70,4 разу загальної жорсткості: від $268,30 \pm 40,47$ до $3,81 \pm 0,19$ ммоль/дм³ ($p=0,229$; $p<0,001$). При цьому, загальна жорсткість перевищувала допустиме значення у 38,3 разу в 2008 році; в 1,81 разу в 2009 році; в 1,37 разу в 2010 році, в 1,63 разу в 2011 році; в 1,09 разу в 2012 році. Лише в 2013-2014 роках загальна жорсткість у питній воді 3 таксону була нижче за нормоване значення в 1,5-1,8 разу і коливалась у межах: від $4,76 \pm 0,22$ до $3,81 \pm 0,19$ ммоль/дм³. За величиною сухого залишку показана вірогідна динаміка зменшення в 2,6 разу за 7-річний період: від $773,38 \pm 35,66$ до $298,23 \pm 13,16$ мг/дм³ ($p=0,229$; $p<0,001$). В окремі роки спостереження відбувалось перевищення допустимого значення сухого залишку у воді централізованих джерел 3 таксону: в 1,53 разу в 2009 році; в 1,21 разу в 2010 році; в 1,37 разу в 2011 році; в 1,09 разу в 2012 році. За вмістом хлоридів у межах $250,50 \pm 21,75$ мг/дм³ спостерігали незначне перевищення ГДК в 1,0 раз у 2008-2009 роках ($p<0,05$).

Привертає увагу виражене зниження хлоридів у динаміці майже в 5,8 разу за 2008-2014 роки: від $250,50 \pm 21,75$ до $43,04 \pm 5,36$ мг/дм³. Сульфати за аналогічний період спостереження також знижувались у динаміці у 8,8 разу: від $325,71 \pm 53,18$ до $36,92 \pm 3,99$ мг/дм³ ($p=0,229$ за критерієм χ^2 –

Пірсона). Однак в окремі роки спостереження у воді 3 таксону був виявлений понаднормовий вміст сульфатів: 1,3 ГДК у 2008 та 2010 роках; 1,82 ГДК у 2009 році; 1,68 ГДК у 2011 році; 1,97 ГДК у 2012 році; 1,55 ГДК – за рівнем середньобаторічного показника. Слід відмітити постійну присутність кальцію та магнію в джерелах централізованого водопостачання 3 таксону, оскільки за вимогами ДСТУ 7525:2014 [12] та ДСанПіН 2.2.4-171-10 [13] ці показники мають бути відсутніми у питній воді. В окремі роки спостереження вміст кальцію становив $81,07 \pm 4,58$ мг/дм³ у 2014 році; вміст магнію коливався в межах від $61,92 \pm 1,25$ до $17,59 \pm 2,73$ мг/дм³. Понаднормовий вміст заліза зареєстрований на рівні 2,25 ГДК (у 2008 році); 2,55 ГДК (у 2009 році); 1,2 ГДК (у 2011 році). Найбільший вміст заліза в питній воді 3 таксону був виявлений у 2013 році на рівні $48,12 \pm 16,43$ мг/дм³, з вірогідним перевищенням ГДК у 240,6 разу ($p<0,001$).

ВИСНОВКИ

1. У централізованих джерелах питного водопостачання окремих сільських таксонів у Дніпропетровській області спостерігали підвищений вміст хімічних показників якості, що впливають на органолептичні властивості питної води, а саме загальної жорсткості, сухого залишку, хлоридів, сульфатів, загального заліза.

2. Визначено, що в питній воді 2 таксону виявлений низький вміст хлоридів і сульфатів на

тлі високого вмісту солей кальцію, магнію та понаднормовим вмістом заліза в окремі роки спостереження: від 1,05 до 1,45 ГДК ($p < 0,001$). У воді 3 таксону виявлено понаднормові кон-

центрації таких показників якості: загальної жорсткості – від 38,3 до 3,04 ГДК; сульфатів – від 1,3 до 1,55 ГДК; заліза – від 2,25 до 35,5 ГДК ($p < 0,001$).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Влияние воды с различной степенью жёсткости на сердечно-сосудистую систему / А.И. Левин [и др.] // Гигиена и санитария. – 2010. – № 10. – С. 16-19.
2. Влияние минерального состава питьевой воды на здоровье населения [Електр. ресурс] – Режим доступу: <http://lib.tr200.net/v.php?id=266315&sp>.
3. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. ДСТУ 7525:2014. – Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. – 25 с.
4. Воробьёв К.П. Проблемы вхождения технологий доказательной медицины в украинское здравоохранение / К.П. Воробьёв // Укр. мед. часопис. – 2006. – № 3 (53). – С. 11-20.
5. Гигиенические нормы минимального содержания магния в питьевой воде / Ж.В. Новиков [и др.] // Гигиена и санитария. – 2003. – № 9. – С. 7-11.
6. Гигиенические основы нормирования содержания железа в воде горячего водоснабжения населённых мест / Г.Н. Красовский [и др.] // Гигиена и санитария. – 2002. – № 2. – С. 29-30.
7. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. ДСанПіН 2.2.4-171-10. – [Затв. 12.05.2010]. – Режим доступу: <http://normativ.ua/types/tdoc19074.php>.

8. Здоров'я населення України: вплив генетичних процесів / А.М. Сердюк [та ін.] // Журнал АМН України. – 2007. – Т. 13, № 1. – С. 78-92.
9. Лосева М.И. Роль некоторых экологических факторов в развитии железодефицитных состояний / М.И. Лосева, Н.П. Карева // Минеральный состав питьевой воды и здоровье населения: сб. науч. тр. – Новосибирск, 2005. – С. 21-27.
10. Оцінка стану імунної системи тварин за пероральної дії різних доз хлороформу / Винарська О.І. [та ін.] // Довкілля та здоров'я. – 2008. – № 3 (46). – С. 8 – 11.
11. Прокопов В.О. Досвід використання в Україні побутових фільтрів для доочищення водопровідної питної води / В.О. Прокопов, О.Б. Липовецька // Гігієна населених місць. – Київ, 2013. – Вип. 62. – С. 68-81.
12. Шандала М.Г. Окружающая среда и здоровье населения / М. Г. Шандала, Я. И. Звinyaцковский. – Киев: Здоровье, 1988. – 150 с.
13. Kobayashi J. On geographical relationship between the chemical nature of river water and death-rate from apoplexy / J. Kobayashi // Berichte der Ohara Inst. fur landwirtsch Biologie. – 1957. – N 11. – P. 12-21.

REFERENCES

1. Levin AI, et al. [Influence of water with different degree of rigidity on the cardio-vascular system]. *Gigiena i sanitariya*. 2010;10:16-19. Russian.
2. [Influence of mineral composition of drinking-water on the population health]. Available from: <http://lib.tr200.net/v.php?id=266315&sp>. Russian.
3. [Drinking water. Requirements and methods of controlling quality]: DSTU 7525:2014. K.: Minekonomrosvytku Ukrainy, 2014;25. Ukrainian.
4. Vorobiev KP. [Problems towards technologies of evidential medicine in the Ukrainian health protection]. *Ukrainskiy meditsynskiy chasopis*. 2006;3(53):11-20. Russian.
5. Novikov ZV, et al. [Hygienical norms of minimal maintenance of magnesium in the drinking water]. *Gigiena i sanitariya*. 2003;9:7-11. Russian.
6. Krasovskiy GN, et al. [Hygienic bases of setting norms on iron content in the hot water-supply system in the inhabited places]. *Gigiena i sanitariya*. 2002;2:29-30. Russian.
7. [Hygienical requirements to the drinking water for consumption by a human]: DSanPiN 2.2.4-171-10. Approv. 12.05.2010. Available from: <http://normativ.ua/types/tdoc19074.php>. Ukrainian.

8. Serduk AM, et al. [Health of population in Ukraine: influence of genetic processes]. *Zurnal AMN Ukrainy*. 2007;13(1):78-92. Ukrainian.
9. Loseva MI, Kareva NP. [Role of some ecological factors in the development of iron-deficiency states]. *Mineralnyi sostav pitievoy vody i zdorovie naseleniya*. *Sbornik nauchnykh trudov*. 2005;21-27. Russian.
10. Vynarska OI, et al. [Estimation of the state of animals' immune system in peroral action of different doses of chloroform]. *Dovkillya ta zdorovya*. 2008;3(46):8-11. Ukrainian.
11. Prokopov VO, Lypovetska OB. [Experience of use of domestic filters for drinking tapwater purification in Ukraine]. *Gigiena naselenych mist*. 2013;62:68-81. Ukrainian.
12. Shandala MH, Zvynyatskovskiy YaI. [Environment and population health]. *Kyiv: Zdorovie*, 1988;150. Russian.
13. Kobayashi J. [On geographical relationship between the chemical nature of river water and death-rate from apoplexy]. *Berichte der Ohara Inst. fur landwirtsch Biologie*. 1957;11:12-21.

Стаття надійшла до редакції
28.03.2016