

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕЙ ВОДЫ «АРДВИ» И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕЕ ВЛИЯНИЯ НА РАЗВИТИЕ «ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА»

О. А. Толмачев, В. О. Толмачев, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова

Статья посвящена оценке качества и исследованию антиоксидантной активности воды минеральной природной питьевой столовой из источника водозабора скважины № 988, расположенной в 300 метрах юго-восточнее д. Касарги Челябинской области. В результате проведенных исследований установлено, что вода по органолептическим, физико-химическим, радиологическим показателям и безопасности соответствует требованиям нормативной документации и относится к минеральной природной питьевой столовой пресной слабощелочной гидрокарбонатной кальциево-магниевой воде. Содержание метакремниевой кислоты в количестве от 24,7 до 69,0 мг/дм³ позволяет ее рекомендовать для предупреждения «окислительных стрессов» с целью ослабления перекисного окисления липидов в стадию резистентности стресса, что подтверждается снижением накопления маланового диальдегида и диеновых конъюгатов у белых крыс-самцов линии Wistar, получавших 35 мл воды до моделирования стресса плаванием.

Ключевые слова: вода минеральная природная питьевая столовая гидрокарбонатная кальциево-магниевая, окислительный стресс.

ВВЕДЕНИЕ

В период стресса активизируются процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ), происходит смещение прооксидантно-антиоксидантного равновесия при этом продукты ПОЛ являются как индукторами, так и первичными медиаторами «окислительного стресса» [1–5]. В механизме развития «окислительного стресса» участвуют белки теплового шока – шапероны (Heatshockproteins – HSP) и белки-сиртунины (гены SIRT). HSP защищают рецепторы иммунных клеток от повреждения свободными радикалами при стрессе, осуществляют контроль антиоксидант-прооксидантного баланса в клетке, что позволяет предотвратить иммуносупрессию и поддерживать иммунокомпетентность [6–9]. Белки-сиртунины предупреждают «окислительный стресс» за счет ослабления образования и удаления свободных радикалов путем деацетилирования супероксиддисмутазы и изоцитратдегидрогеназы. Сиртунины устраняют повреждения свободными радикалами молекул ДНК [10]. Одним из важных активаторов указанных ферментов отводится кремнию. Следовательно, для предотвращения отрицательного влияния свободных радикалов на организм и ослабления «окислительного стресса» необходимо обеспечить поступление антиоксидантов, в частности, кремния, в организм. В этом случае применение кремнийсодержащей воды минеральной природной питьевой столовой «АРДВИ» яв-

ляется эффективным и экономически доступным способом предупреждения стрессов.

Цель исследований – оценка качества и исследование антиоксидантной активности кремнийсодержащей воды минеральной природной питьевой столовой «АРДВИ».

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов исследований выступали:

- вода минеральная природная питьевая столовая «АРДВИ» негазированная (ТУ 9185-004-37881001-12 из источника водозабора скважины № 988, расположенной в 300 метрах юго-восточнее д. Касарги Челябинской области);

- крысы-самцы линии Wistar массой 130–160 г.

Исследование качества и безопасности воды проводили в ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий», ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области», ФГБНУ ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности» на соответствии требованиям ГОСТ Р 54316-2001 «Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия», ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», МУ МЗ РФ №2000/34, СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы ра-

диационной безопасности» и ТУ 9185-004-37881001-12.

Пробы воды отбирали в соответствии с ГОСТ 31861 «Вода. Общие требования к отбору проб».

Для исследования антиоксидантной активности воды сформировали три группы белых крыс-самцов линии Wistar массой в пределах 130–160 г, по 10 особей в каждой группе:

- 1 группа – интактные;

- 2 – интактные + стресс, получавшие 35 мл изотонического раствора натрия хлорида;

- 3 – экспериментальные животные, в рацион которых включали в течение 14 суток до стрессирования внутрь через зонд 35 мл воды «АРДВИ». Стресс моделировали плаванием по 45 мин в день на протяжении 5 дней при температуре воды 27–28 °С.

Исследовали эффективность воды «АРДВИ» в стадии резистентности (5 дней стресс-воздействия). Животных содержали в виварии по 10 особей в клетке при одинаковых условиях светового, пищевого и температурного режимов.

Эксперимент проводили в соответствии с требованиями нормативных и правовых актов, регламентирующих выполнение исследований по безопасности и эффективности фармакологических веществ в РФ (Приказ МЗ РФ «Об утверждении правил лабораторной практики» № 267 от 19.06.2003 г.) и международных правил правовых и этических норм использования животных.

Белые крысы получали общевиварный рацион, рекомендованный Приказом министра здравоохранения СССР № 1179 от 10.10.83 г. После эфирного наркоза животных декапитировали с забором крови.

Активность перекисного окисления липидов оценивали по накоплению малонового диальдегида (МДА) – продукта тиобарбитуровой кислоты. Экстракцию диеновых конъюгатов (ДК) – гептан-изопропанолом.

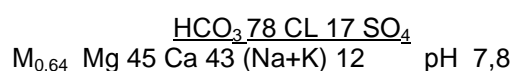
Полученные результаты обрабатывали методом вариационной статистики. программ Microsoft Exsel XP, Statistica 8,0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Установлено, что органолептические показатели воды соответствуют установленным нормам: вода пресная, не имеет вкуса и запаха, бесцветная, прозрачная, без посторонних включений.

В таблице 1 представлен химический состав и физико-химические показатели воды «АРДВИ». Из представленных данных следует, что в ионном составе воды преобладают ионы и катионы магния и кальция, содержание которых стабильно в процессе всего срока годности, величина минерализации изменяется в пределах от 0,51 до 90 г/дм³, следовательно, воду можно классифицировать как гидрокарбонатную кальциево-магниевая пресную.

По результатам наших исследований основной химический состав воды можно описать следующей формулой:



Из биологически активных веществ близкой к фармакологически значимой дозе, содержится кремний, в виде метакремниевой кислоты в концентрации от 24,7 до 69,0 мг/дм³, что позволяет ее использовать в качестве источника антиоксиданта. Остальные биологически активные компоненты присутствуют в незначительных количествах, мг/дм³: бром – 0,02; фтор – 0,27–0,35; железо – 0,08–0,1; ортоборная кислота – 0,92–2,7; органические кислоты – 2,3–2,97.

Вода относится к слабощелочной – pH воды 7,8.

Содержание токсичных элементов и других регламентируемых компонентов (железо, кобальт, барий, цинк, медь, алюминий, никель, селен, ртуть, хром, марганец, свинец, стронций, мышьяк, литий, кадмий, молибден, сурьма, цианиды, нитриты, нитраты, аммоний, фтор, полифосфаты, пермангантная окисляемость) находятся в воде «АРДВИ» в концентрациях, допустимых для минеральных природных столовых вод и соответствующих требованиям ГОСТ Р 54316–2011 и ТР ТС 021/2011.

Радиологические (общая альфа и бета-радиоактивность) и санитарно-микробиологические показатели соответствуют установленным требованиям.

На основании проведенных исследований нами разработаны регламентируемые показатели качества по содержанию основных компонентов и действующего начала воды «АРДВИ» (таблица 2.).

В таблице 3 представлено содержание продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в плазме крови крыс.

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕЙ ВОДЫ «АРДВИ»
И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕЕ ВЛИЯНИЯ НА РАЗВИТИЕ «ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА»**

Таблица 1 – Химический состав и физико-химические показатели воды «АРДВИ»

Наименование показателя	Фактическое значение	Величина допустимого уровня
Катионы		
Аммоний, мг/дм ³	менее 0,05	не нормируется
Калий + Натрий, мг/дм ³	23,9±6,0	не более 100
Кальций, мг/дм ³	76±19	не более 100
Магний, мг/дм ³	49±12	не более 100
Сумма	148,6	
Анионы		
Бромид, мг/дм ³	менее 0,20	менее 25
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	420±84	350-500
Йодид, мг/дм ³	менее 0,20	менее 5
Карбонаты, мг/дм ³	менее 1	не нормируется
Нитриты, мг/дм ³	менее 0,1	не более 0,1
Полифосфаты, мг/дм ³	0,14±0,04	не нормируется
Продолжение таблицы 1		
Сульфаты, мг/дм ³	22,4±2,2	не более 100
Фториды, мг/дм ³	0,28±0,10	не нормируется
Хлориды, мг/дм ³	53±13	не более 150
Нитраты, мг/дм ³	менее 0,1	не более 50,0
Сумма	495,815	
Минерализация	643,6	500 – 900
Алюминий, мг/дм ³	менее 0,01	не нормируется
Барий, мг/дм ³	0,022±0,007	не более 5,0
Водородный показатель, ед. рН	7,80±0,20	не нормируется
Железо общее, мг/дм ³	менее 0,04	менее 10,0
Железо окисное (Fe ³⁺), мг/дм ³	менее 0,04	не нормируется
Жесткость, мг-экв/дм ³	7,8±1,2	не нормируется
Кобальт, мг/дм ³	менее 0,001	не нормируется
Литий, мг/дм ³	0,0040±0,0012	не нормируется
Марганец, мг/дм ³	менее 0,001	не нормируется
Метакремниевая кислота, мг/дм ³	38,1±9,5	не нормируется
Продолжение таблицы 1		
Молибден, мг/дм ³	менее 0,001	не нормируется
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³	1,1±0,3	не более 10,0
Органический углерод, мг/дм ³	2,3±0,7	менее 5,0
Ортоборная кислота, мг/дм ³	2,7±0,7	менее 35,0
Селен, мг/дм ³	менее 0,002	не более 0,05
Сероводород, мг/дм ³	менее 0,8	не нормируется
Стронций, мг/дм ³	0,032±0,008	не более 25,0
Сурьма, мг/дм ³	менее 0,005	не более 0,005
Сухой остаток при 180 ⁰ С, г/дм ³	0,45±0,05	не нормируется
Цианиды, мг/дм ³	менее 0,01	не более 0,07
Свинец, мг/дм ³	менее 0,001	не более 0,1
Мышьяк, мг/дм ³	менее 0,005	не более 0,05
Кадмий, мг/дм ³	менее 0,0001	не более 0,01
Ртуть, мг/дм ³	менее 0,0001	не более 0,005
Медь, мг/дм ³	0,0012±0,0005	не более 1,0
Никель, мг/дм ³	менее 0,001	не более 0,02
Хром общий, мг/дм ³	менее 0,001	не более 0,05
Цинк, мг/дм ³	менее 0,001	не нормируется
Двуокись углерода, мг/дм ³	7,0±2,1	менее 500

Таблица 2 – Регламентируемые показатели качества по содержанию основных компонентов и действующего начала воды «АРДВИ»

Наименование показателя	Значение
Минерализация, г/дм ³	0,5-0,9
Метакремниевая кислота, мг/ дм ³	21,0 -72,0
HCO ₃	350-500
SO ₄ ²⁻	не более 100
Cl ⁻	не более 100
Mg ²⁺	не более 100
Ca ²⁺	не более 100
Na ⁺ +K ⁺	не более 100

Таблица 3 – Содержание ПОЛ в плазме крови крыс, нмоль/мл

Группа	МДА	ДК
1	68,4±5,3	22,8±1,5
2	105,2±7,1**	33,5±2,1*
3	87,4±6,2*	26,3±1,8*

При исследовании интенсивности перекисного окисления липидов установлено, что содержание МДА в плазме крови крыс второй группы находится на уровне 105,2 нмоль/мл и достоверно выше на 53,8% контроля (68,4 нмоль/мл). Отмечен ингибирующий эф-

фект воды «АРДВИ» на процессы ПОЛ. Количество МДА в плазме крови крыс третьей группы составляло 87,4 нмоль/мл, что выше контроля на 27,8 %.

Содержание диеновых конъюгатов (ДК) – продуктов перекисидации в плазме крови крыс второй группы на 46,9% выше при сравнении с животными интактной группы. Введение антиоксиданта в виде метакремниевой кислоты в составе воды «АРДВИ» в организм стрессированных крыс стабилизирует процессы свободнорадикального окисления липидов. Количество ДК в третьей группе было на уровне 26,3 нмоль/л, что достоверно выше контроля на 15,3%.

Таким образом, результаты проведенных исследований воды из скважины № 988, расположенной в 300 метрах юго-восточнее д. Касарги Челябинской области позволяют ее классифицировать как минеральную природную питьевую столовую пресную слабощелочную и отнести к IV группе «Гидрокарбонатная кальциево-магниевая». Содержание метакремниевой кислоты в количестве от 24,7 до 69,0 мг/дм³ позволяет ее рекомендовать для предупреждения «окислительных стрессов» с целью ослабления ПОЛ, что подтверждается снижением накопления МДА и ДК в стадию резистентности стресса.

peroxidases that function as antioxidants, molecular chaperones, and signal modulators / H. Z. Chae, H. Oubrahim, J. W. Park, S. G. Rhee, P. B. Chock // *Antioxid Redox Signal.* – 2012. – № 16 (6). – P. 506–523.

8. Kriegenburg, F. Molecular chaperones in targeting misfolded proteins for ubiquitin-dependent degradation / F. Kriegenburg, R. Hartmann-Petersen // *FEBS J.* – 2012. – V. 279 (4). – P. 532–542

9. Benyair, R. Protein quality control, retention, and degradation at the endoplasmic reticulum / R. Benyair, E. Ron, G. Z. Lederkremer // *Int. Rev. Cell. Mol. Biol.* – 2011. – V. 292. – P. 197–280.

10. Webster, J. Management and Welfare of Farm Animals / J. Webster. – The Ufaw Farm Handbook John Wiley & Sons, 2011. – 616 p.

Контактная информация:

Толмачев Олег Анатольевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», 457100, Челябинская область г. Троицк, ул. Гагарина, 13 e-mail: Vitaly-tolmachev@bk.ru, тел. 89090765555.

Толмачев Виталий Олегович, аспирант, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», 457100, Челябинская область г. Троицк, ул. Гагарина, 13 e-mail: VitalY-tolmachev@bk7ru, тел. 89090765555.

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 1 2017

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tihonov, S. Diagnostics of Hen Individual Stress Sensitivity in Poultry Farming / S. Tihonov, N. Tihonova, V. Poznyakovskiy // *Life Science Journal.* – 2014. – № 11 (9). – P. 234–238.

2. Tihonov, S. L. Diagnostics of Hens Stresses in Poultry Industry / S. L. Tihonov, N. V. Tihonova // *World Applied Sciences Journal.* – 2014. – № 31 (8). – P. 1431–1436.

3. Ваганов, Е. Г. Диагностика стрессов в птицеводстве и качество мяса кур с разной стрессоустойчивостью / Е. Г. Ваганов, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова, А. В. Мифтахутдинов // *Ползуновский вестник.* – 2016. – № 1. – С. 34–49.

4. Kamal, E. Neuroendocrinology of stress / E. Kamal, M. D. Habib, W. Philip, M. D. Gold, G. P. Chrousos // *Endocrinology and Metabolism Clinics.* – 2001. – V. 30. – № 3. – P. 695–728.

5. Малишевский, А. А. Разработка и оценка качества продукции специализированного назначения / А. А. Малишевский, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова // *Ползуновский вестник.* – 2016. – № 1. – С. 7–11.

6. Garrido, C. The small heat shock proteins family: The long forgotten chaperones / C. Garrido, C. Paul, R. Seigneuric, H. Kampinga // *J. Biochem. Cell. Biol.* – 2012. – Mar. 18. – P. 57–59.

7. Chae, H. Z. Protein glutathionylation in the regulation of peroxiredoxins: a family of thiol-specific

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕЙ ВОДЫ «АРДВИ»
И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕЕ ВЛИЯНИЯ НА РАЗВИТИЕ «ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА»

Тихонов Сергей Леонидович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой пищевой инженерии ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62, e-mail: tihonov75@bk.ru, тел. 89122769895.

Тихонова Наталья Валерьевна, д.т.н., доцент, профессор кафедры пищевой инженерии ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62, e-mail: tihonov75@bk.ru, тел. 89193923709.