

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ И ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОЛИЗОВАННОЙ ВОССТАНОВЛЕННОЙ ВОДЫ НА ЧЕЛОВЕКА

*О.А. Суворов, А.И. Панаит, С.Ю. Воложанинова, А.Л. Кузнецов,
Л.Г. Ипатова, А.Г. Погорелов*

Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, г. Пущино, Россия

Образование активных форм кислорода или свободных радикалов вызывает окислительное повреждение биологических макромолекул, которое способствует развитию различных заболеваний и быстрому старению организма. Эффект снижения окислительного стресса продемонстрирован при употреблении восстановленной электролизованной воды, получаемой в процессе электрохимической активации воды в области, прилегающей к катоду. Восстановленная вода насыщена молекулярным водородом, обладающим антиоксидантными свойствами, она характеризуется щелочными значениями pH и отрицательными величинами окислительно-восстановительного потенциала. В настоящем обзоре рассмотрены профилактические и защитные эффекты электрохимически активированной воды для организма человека. Показана биоактивность восстановленной электролизной воды, ее антиоксидантная эффективность. 70 % видов микроорганизмов, перечисленных в проекте «Микробиом человека», способны метаболизировать водород, что подтверждает его роль в физиологии кишечной микрофлоры. Однако требуется дальнейшее изучение влияния электролизованной восстановленной фракции (ЭВВ) на кишечный микробиом, чтобы понять механизмы полезного влияния электролизованной восстановленной воды на здоровье человека. Повышенная антиоксидантная активность электролизованной восстановленной воды может объясняться наличием активного водорода в воде. Однако другие свойства и эффективность восстановленной воды еще предстоит выяснить. Дальнейшая интенсивная характеристика ЭВВ необходима для определения ее фактической восстановительной способности. Кроме того, воздействие ЭВВ на физиологию человека должно быть дополнительно детально исследовано, учитывая, что около 70 % человеческого тела составляет вода. Результаты опубликованных исследований показывают, что ежедневное употребление ЭВВ может улучшать здоровье и физическую работоспособность даже у здоровых людей, не имеющих желудочно-кишечных симптомов.

Ключевые слова: электрохимически активированная вода, электролизованная восстановленная вода, окислительный стресс, антиоксидант, механизм.

Вода является основным компонентом живых организмов, составляет 75–95 % от общей массы различных типов клеток, формирует среду, в которой протекают процессы регуляции теплового и ионного баланса, пищеварения, всасывания и обмена веществ, выведения из организма продуктов жизнедеятельности. Физиологические функции раствора воды в живом организме во многом определяются его химическим составом и физико-химическими показателями. Помимо содержания минеральных солей имеют значение pH, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), растворенные газы.

В литературных источниках сообщается о повышенной физиологической активности электрохимически активированной воды (электролизованной, электролизированной, ионизированной, суперокисленной или супер-

восстановленной), а также о перспективности ее использования в качестве функционального продукта, средства для терапевтической стратегии и укрепления здоровья, профилактики желудочно-кишечных заболеваний, лечения гипертонии и рака [1].

Обработка воды методом электрохимической активации позволяет изменять значения ОВП, pH, биологической и химической активности исходной воды в широком диапазоне без существенного изменения ионного (минерального) состава. Сущность метода заключается в обработке воды в области, прилегающей к одному из электродов диафрагменного электрохимического реактора (электролизера) – анода или катода, и получении, соответственно, анолита (электролизованной окисляющей фракции – ЭОВ) или католита (электролизованной восстановленной фрак-

ции – ЭВВ) электрохимически обработанной воды. Обе метастабильные фракции обладают рядом аномальных свойств в период релаксации, который длится от нескольких минут до нескольких дней в зависимости от условий энергообмена с окружающей средой [1, 2].

Анодно обработанная ЭОВ обладает заметной биоцидной активностью, главным образом, благодаря высокому положительному значению ОВП (+500...+700 мВ), присутствию активного хлора и подкисленному значению рН [2–8]. В результате катодной обработки пресная или слабоминерализованная ЭВВ приобретает щелочную реакцию за счет превращения некоторой части растворенных солей в гидроксиды. Ее ОВП понижается, уменьшается поверхностное натяжение, снижается содержание растворенных кислорода, азота, возрастает концентрация водорода, свободных гидроксильных групп, уменьшается электропроводность, изменяется структура не только гидратных оболочек ионов, но и свободного объема воды [2, 5]. Получение водорода возможно и с помощью акустоплазменного разряда в жидкостях. В работе [9] показано, что низкотемпературная плазма, инициированная в жидких средах в межэлектродном разрядном промежутке, способна разлагать водородсодержащие органические молекулы с получением газообразных продуктов с объемной долей водорода более 90 % по данным газовой хроматографии.

ЭВВ является функциональной питьевой водой с повышенным содержанием растворенного молекулярного водорода и отрицательными значениями ОВП (до –300 мВ), которая способна активно поглощать активные формы кислорода (АФК) благодаря действию растворенного водорода. Показатель рН ЭВВ не менее 8,4, в то время как большинство водопроводной или бутилированной воды имеет рН от 6,7 до 7,4 [10, 11].

В живом организме ЭВВ обладает гораздо большей проницаемостью и в ней выявлена более высокая степень растворения, чем в неэлектролизованной воде [12]. ЭВВ вызывает интерес как поглотитель радикалов, способный нейтрализовать АФК, такие как супероксид аниона (O_2^-) и пероксид водорода (H_2O_2). Предполагается, что наличие в растворе водорода защищает клетки от гибели и старения, вызванного окислительным повреждением [12–16]. Рассматривали возможность использования молекул водорода в антиокси-

дантной терапии, показав [16], что восстановленная вода защищает ДНК лимфоцитов человека от окислительного повреждения, вызванного паракватом. Влияние ЭВВ на повреждение ДНК лимфоцитов человека, вызванное H_2O_2 , *in vitro* с помощью щелочного гель-электрофореза показано в [14]. Использование ЭВВ повышало устойчивость человеческих лимфоцитов к разрывам цепей ДНК, индуцированным H_2O_2 . Те же авторы установили, что ЭВВ предотвращала окислительную деградацию общей РНК и белка в отсутствие акцепторов радикалов в аэробной реакционной системе. Аэробные организмы используют кислород, являющийся токсичным веществом, которое подвергается последовательному одноэлектронному восстановлению до АФК. С использованием додецилсульфатполиакриламидных гелей натрия было определено, что ЭВВ также полностью предотвращала окислительное расщепление пероксидазы хрена. В качестве косвенного доказательства антиоксидантной активности восстановленной воды авторы исследования рассматривают стимулирующее действие ЭВВ на поглощение радикалов аскорбиновой кислоты.

Антиоксидантную активность аскорбиновой кислоты, растворенной в ЭВВ, сравнивали с таковой в деионизированной воде с использованием метода анализа с удалением супероксида ксантин-ксантиноксидазы. Максимальное усиление антиоксидантной активности 500 ppm аскорбиновой кислоты, растворенной в ЭВВ, было примерно в три раза больше, чем у аскорбиновой кислоты, растворенной в неэлектролизованной деионизированной воде. Эффект в меньшей степени проявлялся при концентрации аскорбиновой кислоты 1000 ppm, что свидетельствует о недостаточной восстановительной способности ЭВВ для предотвращения окисления аскорбиновой кислоты в такой концентрации.

Установлена способность ЭВВ действовать в качестве антиоксиданта и противовоспалительного средства у крыс Wistar (*Rattus norvegicus*) с хроническим периодонтитом [15]. В частности, выявлена каталазоподобная активность ЭВВ, подавляющая одонитное разрушение бактериальной плазмидной ДНК, вызванное смесью аскорбиновой кислоты и меди. При хроническом периодонтите механизм действия ЭВВ обусловлен подавлением повреждения тканей, вызванного АФК [15]. Электрохимически активированная восста-

новленная вода со значением рН 9,8 использовалась в терапии хронических заболеваний, уменьшая воспаление за счет восстановления АФК при передаче атомами водорода непарных электронов. Следовательно, количество свободных электронов, присутствующих в тканях, уменьшается. В результате ЭВВ может легко предоставлять атомы водорода в качестве активных компонентов, проникая в клетки и ткани [17].

Предполагается, что противовоспалительная функция ЭВВ обусловлена влиянием на иммунный ответ, предотвращая разрушение белков в лимфоцитах [14, 18]. Показано увеличение количества макрофагов и лимфоцитов, обработанных ЭВВ [19]. Воспаленная ткань обладает более кислым рН, чем нормальная ткань, благодаря процессу анаэробного метаболизма, который является ответом на хроническое воспаление, сопровождающееся повышением потребления энергии [1].

Известно, что восстановленная вода полезна для предотвращения индуцированного сахарного диабета 1 типа в клетках хомяков [12]. Показано, что печеночный гликоген может накапливать водород из питьевой воды [20]. Фармакокинетика водорода пока не полностью изучена, но это исследование не только выявило одну из причин, почему потребление даже небольшого количества водорода в течение короткого промежутка времени эффективно улучшает процесс различных заболеваний, но также и предположило, что концентрация водорода может стабилизироваться в крови. Обогащенная водородом электролизованная вода облегчает нейтрофильное воспаление и окислительный стресс в слизистой оболочке желудка [34].

Окислительный стресс в желудке является одним из основных последствий, вызванных лечением аспирином. Показано, что водород снимает окислительный стресс во многих тканях. Поэтому представляет интерес механизм ингибирующих воздействий электролизованной щелочной воды, обогащенной водородом. Показано, что ингибирование повреждения желудка косвенно индуцируется непрерывной обработкой электролизованной щелочной водой [21, 22]. Водород в электролизованной щелочной воде предложен в качестве терапевтического антиоксиданта, восстанавливающего цитотоксические кислородные радикалы. Обнаружена прямая реакция между

водородом, гидроксильным радикалом и пероксинитритом [13].

Некоторые авторы считают маловероятным, что ингибирующие эффекты являются результатом восстановительной реакции молекулярного водорода, так как после поступления ЭВВ в организм водород может улетучиться в течение 10 минут, а его концентрация в печени и почках снижается до фонового уровня в течение 40 минут после этого [23]. Более предпочтительным представляется механизм, где водород, трансформируясь в пероксид водорода, действует как сигнальная молекула, изменяя экспрессию генов и синтез белков, например, цитокинов или каспаз. Дальнейшее изучение профиля регуляции генов необходимо для ответа на вопрос о механизме повреждения слизистой желудка. Потребление воды, обогащенной водородом, может защитить здорового человека от повреждений желудка, вызванных окислительным стрессом [13, 21–27].

Известна значимость симбиотической связи здоровья человека с кишечной микробиотой. Одной из основных функций микрофлоры в просвете кишечника является ферментация пищевых волокон, включая резистентный крахмал, в результате которой синтезируются короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК). КЦЖК оказывают важное физиологическое воздействие на слизистую оболочку толстой кишки, включая повышение секреции муцинов, стимуляцию сократительной подвижности, а также всасывание натрия и воды. Кроме того, КЦЖК могут регулировать системные физиологические и патофизиологические процессы, симпатическую нервную систему, контролировать использование энергии организмом и дифференцировку иммунных клеток [11, 31, 32]. Отмечается, что большинство видов микроорганизмов желудочно-кишечного тракта кодируют способность метаболизировать молекулярный водород [8, 22, 28–30]. Изучено влияние ЭВВ на кишечную среду у мышей, в частности, на микробный состав и содержание КЦЖК [28]. По сравнению с контрольной группой мыши, которым вводили ЭВВ, имели значительно более низкий уровень холестерина липопротеинов низкой плотности в сыворотке и активность аланинаминотрансферазы. Концентрации органических кислот – пропионовой, изомасляной и изовалериановой были выше у мышей, которым вводили ЭВВ. При этом ан-

тиоксидантная активность щелочной электролизованной воды усиливалась при увеличении концентрации водорода даже при том же значении рН. Эти данные позволяют предположить, что введение ЭВВ влияет на состав микрофлоры кишечника и оказывает благоприятное воздействие на метаболизм холестерина и защиту печени [28].

Показано, что 70 % видов микроорганизмов, перечисленных в проекте «Микробиом человека», способны метаболизировать водород, что подтверждает его роль в физиологии кишечной микрофлоры [33]. Однако требуется дальнейшее изучение влияния ЭВВ на кишечный микробиом, чтобы понять механизмы полезного влияния электролизованной восстановленной воды на здоровье человека.

Выводы

Повышенная антиоксидантная активность электролизованной восстановленной воды может объясняться наличием активного водо-

рода в воде. Однако другие свойства и эффективность восстановленной воды еще предстоит выяснить. Дальнейшая интенсивная характеристика ЭВВ необходима для определения ее фактической восстановительной способности. Кроме того, воздействие ЭВВ на физиологию человека должно быть детально исследовано, учитывая, что около 70 % человеческого тела составляет вода.

Результаты опубликованных исследований показывают, что ежедневное употребление ЭВВ может улучшать здоровье и физическую работоспособность даже у здоровых людей, не имеющих желудочно-кишечных симптомов. Комплексные исследования электролизованной восстановленной воды с различными электролитными составами будут продолжены.

**Исследование выполнено при поддержке
Российского научного фонда (проект № 20-16-00019).**

Литература/References

1. Henry M., Chambron J. Physico-chemical, biological and therapeutic characteristics of electrolyzed reduced alkaline water (ERAW). *Water*, 2013, vol. 5, pp. 2094–2115. DOI: 10.3390/w5042094
2. Бахир В.М. Электрохимическая активация. М.: Вива-Стар, 2014. 511 с. [Bahir V.M. Elektrokhimicheskaya aktivatsiya [Electrochemical activation]. Moscow, 2014. 511 p.]
3. Takenouchi T., Wakabayashi S. I. Rinsing effect of alkaline electrolyzed water on nickel surfaces. *Journal of Applied Electrochemistry*, 2006, vol. 36, no. 10, pp. 1127–1132. DOI: 10.1007/s10800-006-9196-x
4. Kim C., Hung Y.C., Brackett R.E. Robert E. Roles of Oxidation–Reduction Potential in Electrolyzed Oxidizing and Chemically Modified Water for the Inactivation of Food-Related Pathogens. *Journal of Food Protection*, 2000, vol. 63, no. 1, pp. 19–24. DOI: 10.4315/0362-028x-63.1.19
5. Nishikawa R., Teruya K., Katakura Y., Osada K., Hamasaki T., Kashiwagi T. Effect of acidic electrolyzed water on the viability of bacterial and fungal plant pathogens and on bacterial spot disease of tomato. Electrolyzed Reduced Water Supplemented with Platinum Nanoparticles Suppresses Promotion of Two-stage Cell Transformation. *Cytotechnology*, 2005, vol. 47, no. 1-3, pp. 97–105. DOI: 10.1007/s10616-005-3759-2
6. Stopforth J.D., Mai T., Kottapalli B., Samadpour M. Effect of Acidified Sodium Chlorite, Chlorine, and Acidic Electrolyzed Water on Escherichia coli O157:H7, Salmonella, and Listeria monocytogenes Inoculated onto Leafy Greens. *Journal of Food Protection*, 2008, vol. 71, no. 3, pp. 625–628. DOI: 10.4315/0362-028x-71.3.625
7. Park E.J., Alexander E., Taylor G.A., Costa R., Kang D.H. Effect of Electrolyzed Water for Reduction of Foodborne Pathogens on Lettuce and Spinach. *Journal of Food Science*, 2008, vol. 73, no. 6, pp. 268–272. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2008.00809.x
8. Koseki M., Tanaka Y., Noguchi H., Nishikawa T. Effect of pH on the Taste of Alkaline Electrolyzed Water. *Journal of Food Science*, 2007, vol. 72, no. 5, pp. 298–302. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00384.x
9. Bulychev N.A., Kazaryan M.A., Kirichenko M.N., Garibyan B.A., Morozova E.A., Chernov A.A.. Obtaining of hydrogen in acoustoplasma discharge in liquids. *Proceedings of SPIE*, 2018, Vol. 10614, article number 1061411-1. DOI: 10.1117/12.2303452
10. Gómez-Espinosa D., Cervantes-Aguilar F. J., Río-García D., Carlos J., Ameliorative effects of neutral electrolyzed water on growth performance, biochemical constituents, and histopathological changes in Turkey poults during aflatoxicosis. *Toxins*, 2017., vol. 9, no. 3, pp. 104–113. DOI: 10.3390/toxins9030104

11. Audenaert K., Monbaliu S., Deschuyffeleer N., Maene P., Vekeman F., Haesaert G., De Saeger S., Eeckhout M. Neutralized electrolyzed water efficiently reduces *Fusarium* spp. in vitro and on wheat kernels but can trigger deoxynivalenol (DON) biosynthesis. *Food Control.*, 2012, vol. 23, pp. 515–521. DOI: 10.1016/j.foodcont.2011.08.024
12. Han A.L. Hydrogen treatment protects against cell death and senescence induced by oxidative damage. *J Microbiol Biotechnol.*, 2017, vol. 27, pp. 365–371.
13. Ohsawa I., Ishikawa M., Takahashi K., Watanabe M., Nishimaki K., Yamagata K., Katsura K., Katayama Y., Asoh S., Ohta S. Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals. *Nat Med.*, 2007, vol. 13, no. 10, pp. 1038–1577. DOI: 10.1038/nm1577
14. Lee M.Y., Kim Y.K., Ryoo K.K., Lee Y.B., Park E.J. Electrolyzed-reduced water protects against oxidative damage to DNA, RNA, and protein. *Appl Biochem Biotechnol.*, 2006, vol. 135, pp. 133–144. DOI: 10.1385/abab:135:2:133
15. Ridwan R.D. The Ability of Electrolyzed Reduced Water to Act as an Antioxidant and Anti-Inflammatory Agent in Chronic Periodontitis Wistar Rats (*Rattus norvegicus*). *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 2019, vol. 4, pp. 1–6. DOI: 10.9775/kvfd.2018.21284
16. Nakayama M., Kabayama S., Ito S. The hydrogen molecule as antioxidant therapy: Clinical application in hemodialysis and perspectives. *Renal Replacement Therapy*, 2016, vol. 2, pp. 23–29. DOI: 10.1186/s41100-016-0036-0
17. Choi W., Hee-Souk K., Hyeon Y.L. Enhancement of anti-skin inflammatory activities of *scutellaria baicalensis* using an alkaline reduced water extraction process. *MSc Thesis, Department of Medical Biomaterials Engineering, Kangwon National University, Chuncheon, Gangwon, Korea.* 2014, vol. 12, pp. 700–711.
18. Mahmud M.F., Mohammed S.F. Effect of ionized water and percentage of concentrate on the rumen environment and some of blood characteristics of Iraqi lambs. *Biochem. Cell. Arch.*, 2019, vol. 19, no. 1, pp. 1487–1492.
19. Arifah RA: The effect of alkaline drinking water to increase the number of plasma cells in chronic inflammation. Undergraduate Thesis, Fakultas Kedokteran Gigi. Universitas Airlangga Surabaya. 2015, vol. 14, pp. 35–47.
20. Harper A., Naghibi M., Garcha D. The Role of Bacteria, Probiotics and Diet in Irritable Bowel Syndrome. *Foods*, 2018, vol. 7, no. 2, p. 13. DOI: 10.3390/foods7020013
21. Shin D.W., Yoon H., Kim H.S., Choi Y.J., Shin C.M., Park Y. Effects of alkaline-reduced drinking water on irritable bowel syndrome with diarrhea: a randomized double-blind, placebo-controlled pilot study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018, vol. 13, pp. 8–16. DOI: 10.1155/2018/9147914
22. Harris L.A., Baffy N. Modulation of the gut microbiota: a focus on treatments for irritable bowel syndrome. *Postgraduate Medical Journal*, 2017, vol. 129, no. 8, pp. 872–888. DOI: 10.1080/00325481.2017.1383819
23. Yoshida N., Takemura T., Granger D.N., Anderson D.C., Wolf R.E., McIntire L.V., Kvietys P.R. Molecular determinants of aspirin-induced neutrophil adherence to endothelial cells. *Gastroenterology*, 1993, vol. 105, pp. 715–724. DOI: 10.1016/0016-5085(93)90888-J
24. Remig V., Franklin B., Margolis S., Kostas G., Nece T. and Street J.C. Trans fats in America: a review of their use, consumption, health implications, and regulation. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2010, vol. 110, pp. 585–592. DOI: 10.1016/j.jada.2009.12.024
25. Viner R.M., Hsia Y., Tomsic T. and Wong I.C. Efficacy and safety of anti-obesity drugs in children and adolescents: systematic review and metaanalysis. *Obes. Rev.*, 2010, vol. 11, pp. 593–602.
26. Tanaka Y., Saihara Y., Izumotani K., & Nakamura, H. Daily ingestion of alkaline electrolyzed water containing hydrogen influences human health, including gastrointestinal symptoms. *Medical gas research*, 2018, vol. 8, pp. 160–167. DOI: 10.4103/2045-9912.248267
27. Ohno K., Ito M., Ichihara M., Ito M. Molecular hydrogen as an emerging therapeutic medical gas for neurodegenerative and other diseases. *Oxid Med Cell Longev*, 2012, vol. 35, pp. 31–42. DOI: 10.1155/2012/353152
28. Higashimura Y., Baba Y., Inoue R., Takagi T., Uchiyama K., Mizushima K. Effects of molecular hydrogen-dissolved alkaline electrolyzed water on intestinal environment in mice. *Medical gas research*, 2018, vol. 8, pp. 6–12. DOI: 10.4103/2045-9912.229597
29. Kim C., Hung Y. C., Brackett R.E. Efficacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemically modified water on different types of foodborne pathogens. *Source: International Journal of Food Microbiology*, 2000, vol. 61, no. 2, pp. 199–207. DOI: 10.1016/S0168-1605(00)00405-0

30. Deza M.A., Araujo M., Garrido M.J. Efficacy of Neutral Electrolyzed Water To Inactivate *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Staphylococcus aureus* on Plastic and Wooden Kitchen Cutting Boards. *Source: Journal of Food Protection*, 2007, vol. 70, no. 1, pp. 102–108. DOI: 10.4315/0362-028X-70.1.102

31. Jardon-Xicotencatl S., Díaz-Torres R., Marroquín-Cardona A., Villarreal-Barajas T., Méndez-Albores A. Detoxification of aflatoxin-contaminated maize by neutral electrolyzed oxidizing water. *Toxins*, 2015, vol.7, pp. 4294–4314. DOI: 10.3390/toxins7104294

32. Escobedo-González R., Méndez-Albores A., Villarreal-Barajas T., Aceves-Hernández J.M., Miranda-Ruvalcaba R., Nicolás-Vázquez I. A theoretical study of 8-chloro-9-hydroxy-aflatoxin B1, the conversion product of aflatoxin B1 by neutral electrolyzed water. *Toxins*, 2016, vol. 8, pp. 225–238. DOI: 10.3390/toxins8070225

33. Ito H., Kabayma S., Goto K. Effects of electrolyzed hydrogen water ingestion during endurance exercise in a heated environment on body fluid balance and exercise performance. *Temperature*, 2020, vol. 3, pp. 1–10. DOI: 10.1080/23328940.2020.1742056

34. Tanaka Y., Kanazawa M., Palsson O. S. Increased Postprandial Colonic Motility and Autonomic Nervous System Activity in Patients With Irritable Bowel Syndrome: A Prospective Study. *Journal of Neurogastroenterology and Motility*, 2018, vol. 24, no. 1, pp. 87–95. DOI: 10.5056/jnm16216

Суворов Олег Александрович, кандидат технических наук, сотрудник лаборатории функциональной микроскопии биоструктур, Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук (г. Пущино), 79264003948@ya.ru

Панайт Артём Игоревич, младший научный сотрудник лаборатории функциональной микроскопии биоструктур, Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук (г. Пущино), panait-artem@rambler.ru

Воложанинова Светлана Юрьевна, сотрудник лаборатории функциональной микроскопии биоструктур, Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук (г. Пущино), volozhaninova@mail.ru

Кузнецов Александр Львович, кандидат технических наук, сотрудник лаборатории функциональной микроскопии биоструктур, Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук (г. Пущино), a.l.kuznetsov@bk.ru

Ипатова Лариса Григорьевна, доктор технических наук, сотрудник лаборатории функциональной микроскопии биоструктур, Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук (г. Пущино), larissa_ipatova@bk.ru

Погорелов Александр Григорьевич, доктор биологических наук, заведующий лабораторией функциональной микроскопии биоструктур, Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук, (г. Пущино), agpogorelov@rambler.ru

Поступила в редакцию 26 августа 2020 г.

DOI: 10.14529/food200413

BIOLOGICAL EFFECTS AND MAIN MECHANISMS OF INFLUENCE OF ELECTROLYZED RECONSTITUTED WATER ON HUMANS

**O.A. Suvorov, A.I. Panait, S.Yu. Voloshaninova,
A.L. Kuznetsov, L.G. Ipatova, A.G. Pogorelov**

*Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of the Russian Academy of Sciences,
Pushchino, Moscow region, Russian Federation*

The formation of reactive oxygen species or free radicals causes oxidative damage to biological macromolecules, which contributes to the development of various diseases and rapid aging of the body. The effect of reducing oxidative stress was demonstrated when using reduced electrolyzed water obtained during electrochemical activation of water in the area adjacent to the cathode.

Reduced water is saturated with molecular hydrogen, which has antioxidant properties, it is characterized by alkaline pH values and negative values of redox potential. The bioactivity of the reduced electrolysis water and its antioxidant efficiency are shown. 70 % of the microbial species listed in the human Microbiome project are able to metabolize hydrogen, which confirms its role in the physiology of the intestinal microflora. However, further study of the effect of electrolyzed reduced fraction (ERF) on the intestinal microbiome is required to understand the mechanisms of beneficial effects of electrolyzed reduced water on human health. The increased antioxidant activity of the electrolyzed reduced water can be explained by the presence of active hydrogen in the water. However, other properties and effectiveness of the recovered water have yet to be determined. Further intensive characterization of ERF is necessary to determine its actual recovery capacity. In addition, the effects of ERF on human physiology should be further investigated in detail, given that about 70 % of the human body is water. The results of published studies show that daily use of ERF can improve health and physical performance even in healthy people who do not have gastrointestinal symptoms.

Keywords: electrochemically activated water, electrolyzed reduced water, oxidative stress, antioxidant, mechanism.

Oleg A. Suvorov, Ph.D, Employee, Laboratory of functional microscopy of biostructures, Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Theoretical and Experimental Biophysics” of the Russian Academy of Sciences (Pushchino, Moscow region), 79264003948@ya.ru

Artyom I. Panait, Junior Researcher, Laboratory of functional microscopy of biostructures, Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Theoretical and Experimental Biophysics” of the Russian Academy of Sciences (Pushchino, Moscow region), panait-artem@rambler.ru

Svetlana Yu. Voloshaninova, Employee, Laboratory of functional microscopy of biostructures, Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Theoretical and Experimental Biophysics” of the Russian Academy of Sciences (Pushchino, Moscow region), volozhaninova@mail.ru

Alexander L. Kuznetsov, Ph.D, Employee, Laboratory of functional microscopy of biostructures, Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Theoretical and Experimental Biophysics” of the Russian Academy of Sciences (Pushchino, Moscow region), a.l.kuznetsov@bk.ru

Larisa G. Ipatova, Ph.D, Employee, Laboratory of functional microscopy of biostructures, Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Theoretical and Experimental Biophysics” of the Russian Academy of Sciences (Pushchino, Moscow region), larissa_ipatova@bk.ru

Alexander G. Pogorelov, Ph.D, Head, Laboratory of functional microscopy of biostructures, Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Theoretical and Experimental Biophysics” of the Russian Academy of Sciences (Pushchino, Moscow region), agpogorelov@rambler.ru

Received August 26, 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Биологические эффекты и основные механизмы влияния электролизованной восстановленной воды на человека / О.А. Суворов, А.И. Панаит, С.Ю. Воложанинова и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2020. – Т. 8, № 4. – С. 104–110. DOI: 10.14529/food200413

FOR CITATION

Suvorov O.A., Panait A.I., Voloshaninova S.Yu., Kuznetsov A.L., Ipatova L.G., Pogorelov A.G. Biological Effects and Main Mechanisms of Influence of Electrolyzed Reconstituted Water on Humans. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2020, vol. 8, no. 4, pp. 104–110. (in Russ.) DOI: 10.14529/food200413