

УДК 628.1.663.6

OXIDATION-RECEIVABLE BALANCE OF DRINKING WATER — INDICATOR OF ITS QUALITY AND PHYSIOLOGICAL COMPATIBILITY

A. Ukrainets, Yu. Bolshak, A. Marynin, R. Svyatnenko

National University of Food Technologies

Key words:

oxidation-reducing balance,
oxidation-reducing
potential of water,
redox state of water,
physiological full value of
water

Article history:

Received 26.09.2018
Received in revised form
15.11.2018
Accepted 24.11.2018

Corresponding author:

mif63@i.ua

ABSTRACT

The article is reviewed the awareness of modern science of the importance of studying and controlling the redoxbalance of drinking water as an indicator of its quality and physiological integrity. The influence of water, salt, acid-base and redox balances of endogenous aqueous media, which depend on the quality and physiological value of drinking water, is considered.

Justification of the redox balance of water is determined by the magnitude of the redox potential (RP), as a modern important indicator of the quality and physiological usefulness of drinking water. The rationale for reviewing and rationing the value of the RP of drinking water in assessing the influence of the physicochemical parameters of drinking water on the course of the body's physiological processes and, finally, on health indicators. The study of physicochemical properties of reagent-activated water is performed by potentiometric methods (pH and RP) electroconductometric methods were used to determine (electrical conductivity), and also measured the kinematic viscosity of water with varying degrees of water structuring with a viscometer. The expediency of using the value of the RP of water drinking water for assessing the quality and physiological usefulness of drinking water is shown. The important role of aqueous, salt, oxide-alkaline and redox balances in maintaining the general water homeostasis of the aquatic biological environments of the organism and its role in maintaining the norm of health indicators is investigated. The prospects and approaches to the creation of drinking water with health-improving properties through its biological activation using reagent-free and physical methods are determined. It is shown, that the availability of the use of reagent-free activated water as a raw material component of food technology to improve the quality and shelf life of food products. The prospect of using reagent-free activated water in an electron-donor state to create a new class of health-improving products of the food industry aimed at the prevention of electron-deficient health disorders has been determined.

DOI: 10.24263/2225-2916-2018-24-3

ОКИСНО-ВІДНОВНИЙ БАЛАНС ПИТНОЇ ВОДИ — ПОКАЗНИК ЇЇ ЯКОСТІ ТА ФІЗІОЛОГІЧНОЇ ПОВНОЦІННОСТІ

А.І. Українець, д-р техн. наук
Ю.В. Большак, канд. техн. наук
А.І. Маринін, канд. техн. наук
Р.С. Святненко

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто усвідомлення сучасною наукою важливості вивчення і контролю окисно-відновного балансу питної води як показника її якості та фізіологічної повноцінності. Проаналізовано вплив водного, сольового, кислотного-лужного й окисно-відновного балансів ендогенних водних середовищ, які залежать від якості та фізіологічної повноцінності питної води, на водний гомеостаз клітинного середовища та організму в цілому.

Окреслено перспективи використання безреагентно активованої питної води в електронно-донорному стані для створення питної води з оздоровчими властивостями та розробки нового класу продукції харчової промисловості з поліпшеними споживчими характеристиками та компенсаторними властивостями стосовно дефіциту надходження в організм електронів з довкілля, питної води та продуктів харчування.

Ключові слова: окисно-відновний баланс, окисно-відновний потенціал води, редокс-стан води, фізіологічна повноцінність води.

Постановка проблеми. Стабільність процесів життєдіяльності організму підтримується відповідно до діючої системи фізіологічного та біохімічного гомеостазу. Складовою частиною останнього є гомеостаз водного середовища організму, який, у свою чергу, забезпечується підтримкою водного, сольового, кислотного-лужного й окисно-відновного балансу у водному секторі організму. Концепція якості питної води знаходиться в постійному розвитку, віддзеркаленням чого є усвідомлення останнім часом особливого значення окисно-відновного балансу питної води як показника її якості та фізіологічної повноцінності.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Поняття фізіологічної повноцінності питної води увійшло до нормативних документів лише на початку XXI століття — в Україні у 2010 році [1].

У нових державних санітарних нормах і правилах «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», крім визначення поняття «питна вода», яке практично не відрізнялося від попереднього документа, з'явилося визначення нового поняття: «Вода питна з оптимальним вмістом мінеральних речовин — питна вода, призначена для споживання людиною з мінеральним складом, адекватним фізіологічній потребі організму людини». У новому документі до нормування показників безпеки та якості питної води було додано 9 показників, нормування яких відповідало вимогам забезпечення фізіологічної повноцінності стосовно мінерального складу питної води.

Відтепер безпечна та якісна питна вода не може вважатися фізіологічно повноцінною, якщо в її складі такі показники не відповідають вимогам: загальна жорсткість < 1,5 ммол/дм³, загальна лужність < 0,5 ммол/дм³, йод < 20 мкг/дм³, калій < 2,0 мг/дм³, кальцій < 25 мг/дм³, магній < 10 мг/дм³, натрій < 2,0 мг/дм³, сухий залишок < 200 мг/дм³, фториди < 0,7 мг/дм³.

Це означає визнання того, що поповнення нашого організму переліченими біогенними речовинами з питною водою вкрай важливе для нашого здоров'я.

Не варто впадати у відчай тим, хто користується ідеально чистою демінералізованою питною водою, одержаною з допомогою мембранного зворотно-осмотичного методу. Така знесолена вода є ідеальним варіантом для приготування кулінарних страв, чаю, кави та напоїв, тобто скрізь, де відвар при варінні потрапляє до складу кінцевого продукту. Саме знесолена вода забезпечує перехід до відвару максимальної кількості поживних речовин з продуктів. Уже не рідкість, коли фільтр питної води має два крани чистої води: знесоленої та повноцінної. Останнім часом можливості одержання фізіологічно повноцінної питної води розширилися: бюветна, бутильована, контрольовані кринична та джерельна.

Півстоліття тому, у Ташкенті було відкрите нове явище: перехід молекул води без участі будь-яких хімічних речовин, а лише під дією електричного струму, із звичного термодинамічно-рівноважного стану у стан термодинамічно-квазінерівноважний [2]. Квазі тому, що після припинення фізичної збуджуючої дії на воду, водна система самочинно повертається в процесі релаксації до первинного стану рівноваги. Потрапляючи в організм, активована вода здатна віддавати надлишок вільної енергії збуджених молекул води для виконання біологічної роботи в клітинах, що енергетично підживлює нашу життєдіяльність. Найважливішим здобутком цих досліджень стало усвідомлення того, що молекули води є активними посередниками між зовнішнім середовищем і біологічним середовищем, до складу якого входить вода.

За сучасними уявленнями вода є гетерогенною системою, що складається з фаз вільної та асоційованої води. Остання є електроактивною та магнітоактивною, що обумовлено її когерентним станом [3; 4]. Когерентність є наслідком колективних властивостей молекул води. Коли зарядовий стан води нерівноважний (надлишок зарядів одного знаку), вода набуває властивостей колективного квантового осцилятора. Осциляційні процеси притаманні живим організмам, що вказує на те, що життя органічно пов'язане особливими структурно-енергетичними властивостями організованої води [5]. Контакт води з гідрофільними поверхнями речовин знижує ентропію системи завдяки структурно-упорядкованій самоорганізованій властивості води при контакті з вказаними гідрофільними поверхнями. Виявилось, що при цьому змінюється окисно-відновна рівновага у водній системі разом із залежною від неї кислотно-лужною рівновагою.

Мета дослідження: обґрунтування окисно-відновного балансу води, який визначається величиною окисно-відновного потенціалу (ОВП), як сучасного важливого показника якості та фізіологічної повноцінності питної води. Обґрунтування розгляду та нормування величини ОВП питної води при оцінці впливу фізико-хімічних показників питної води на протікання фізіологічних процесів організму та, врешті, на показники здоров'я.

Показати органічний взаємозв'язок контрольованих організмом водного, сольового, кислотно-лужного та окисно-відновного балансів ендогенних водних середовищ та їх важливу роль у його загальному водному гомеостазі. Розглянути шляхи підвищення фізіологічної повноцінності і якості питної води шляхом регулювання її окисно-відновного балансу.

Матеріали і методи. Дослідження фізико-хімічних властивостей безреагентно-активованої води проводили потенціометричними (рН та ОВП) методами, електро-кондуктометричними (питома електропровідність) та вимірюванням

кінематичної в'язкості води з різним ступенем структурованості за допомогою віскозиметра ВПЖ-4. Також при дослідженнях використовувалася авторська експериментальна установка [6].

Результати досліджень. Кількісно стан окисно-відновної рівноваги оцінюється величиною окисно-відновного потенціалу. Кров і зовнішньо- та внутрішньоклітинне середовище перебувають у відновному електронно-донорному стані з величиною ОВП $-100 \dots -200$ мВ із слабо лужною реакцією. В кислому середовищі шлункового соку ОВП досягає величин кількох сотень мілівольт зі знаком плюс.

Широко розповсюджене уявлення, що слабка лужна реакція питної води та її ОВП від'ємного знака достеменно сприятливі для поліпшення здоров'я. Але ці вкрай важливі біогенні показники якості питної води, на жаль, не входять до переліку обов'язково контрольованих показників якості питної води, як не входять вони й до переліку показників фізіологічної повноцінності питної води.

У нормально насиченому водою організмі в складі крові близько 94% води, а всередині клітини в нормі води має бути 75%. Вказана різниця обводнення крові та клітин створює осмотичний тиск, під дією якого вода потрапляє в клітини. При недостатньому осмотичному тиску, в тому числі від недостатнього споживання води, процеси обміну речовин (метаболічні процеси) уповільнюються, і поповнення клітин поживними речовинами зменшується. При цьому вивід із клітин відпрацьованих речовин стає неповним, а це призводить до зашлакування токсичними продуктами обміну речовин, тобто до самоотруєння. Якщо клітині не вистачає води, вона продовжує здійснювати обмін речовин, але в зневодненому стані. Рецептори клітин подають сигнали спраги, але, на жаль, цей сигнал сприймається переважно як відчуття голоду і людина замість пиття води втамовує голод, через що нібито безпричинно гладшає. Справжність відчуття голоду легко перевіряється контрольним питтям води. Якщо відчуття голоду зникає, то, вочевидь, насправді це відчуття маскувало порушення водного балансу.

Порушення водного балансу загрожує зневодненням. При сильному зневодненні спочатку частішає пульс, відчувається слабкість, потім можливе запаморочення та задишка. Якщо зневоднення сягає 10% від маси тіла, виникає порушення мови, зору та слуху, можливе марення, галюцинації та втрата свідомості. При втраті 15...25% води від маси тіла людині загрожує загибель.

З хронічним дисбалансом споживання води, що спричиняє біохімічні розлади в організмі, пов'язано більшість хронічних захворювань. Постійна кількість води в організмі — необхідна умова його існування. З віком знижується здатність клітин утримувати певну кількість води, через що клітини змінюють свою форму та розміри. Зневоднення клітин — одна з основних причин старіння організму. Американський лікар і вчений Фірейдон Батмангхелідж після 20 років досліджень довів, що невідчутне хронічне зневоднення організму є причиною таких хвороб, як гастрит, алергія, астма, артрит, гіпертензія тощо [7]. Добова потреба питної води становить 2...4 літри залежно від ряду факторів. Крім того, через органи травлення щодоби в організм потрапляє 6...7 літрів рідин (3 літри слини та шлункового соку, стільки ж кишкового соку, 0,5 літри жовчі та соку підшлункової залози). Вода також виникає в організмі при окисленні харчового субстрату та синтезі протеїнів і білків. Ця ендогенна вода знову частково всмоктується в кров і частково виводиться. Вироблення в мітохондріях кожних 350 кДж енергії супроводжується утворенням 10 мл ендогенної води.

Характерно, що літні люди в стані зневоднення клітин не відчують спрагу, адекватну водному балансу і тому мало вживають води, через що притаманні літнім людям негаразди із здоров'ям лише посилюються [7]. При відсутності спраги регуляторні системи організму заради збереження роботи життєво важливих функцій відключають належний контроль за менш критичними функціями, що посилює розлади у роботі останніх.

Критичним при зневодненні може бути дефіцит натрію [8]. Надлишок натрію легко виводиться нирками, а от до його дефіциту головний мозок досить чутливий і через особливі гормони сигналізує організму утримувати натрій шляхом активації тонкої та вельми складної системи коригування водного балансу у всіх системах та органах. При нестачі натрію вода не може утримуватися в крові та у кровоносній і лімфатичних системах, що загрожує аритмією серця та ішемізацією тканин. Про це треба пам'ятати прихильникам безсольової дієти, яка з часом може призводити до дисбалансу вмісту натрію та калію в організмі й зниженню здатності клітин затримувати воду.

Водний баланс певним чином пов'язаний із сольовим балансом. При збільшенні мінералізації води все більша частка її іде на формування гідратних оболонок йонів і молекул, а тому зменшуватиметься частка води, здатна поповнювати кліткові рідини. Багато вчених вважають, що знесолення, або ж демінералізація води не є синонімом її чистоти, адже постійне вживання такої «чистої» води призводить до порушення мінерального обміну, дисфункції шлунково-кишкового тракту, порушення імунної системи і до серцевої аритмії. Вода мусить мати у своєму складі необхідні для підтримки сольового балансу мінерали, включаючи натрій. Це дасть змогу організму відповідно до діючої системи збереження фізіологічного та біохімічного гомеостазів не лише позбавлятися від зайвих солей, але й одночасно захищатися від вимивання життєво важливих елементів, перш за все натрію, для збереження постійного осмотичного балансу клітин і нормального кров'яного тиску.

Під терміном «чиста вода» розуміється помірно тверда вода без надлишку в ній карбонатів, заліза, фтору та важких металів, тобто вода, що відповідає гігієнічним нормам.

Без знання й усвідомлення механізмів гідrataції води в організмі людина практично не може визначити потрібну кількість питної води. Щодо якості води, то контроль її починається з визначення стану кислотно-лужного балансу води. У воді більшості джерел питного водопостачання маємо водневий показник, близький до нейтрального $pH = 7$, з розбіжностями в інтервалі 6,5...9,0. У людському організмі існує розмаїття значень pH внутрішніх рідин, але переважна маса їх підтримує слабо лужну реакцію, хоча є і рідини з високою кислотністю. Величина pH людської крові дорівнює $7,4 \pm 0,05$, тобто підтримується з високою точністю. Немов для точного контролю такого важливого параметра, як pH крові, кожна людина має вроджений фотоколориметричний « pH -метр». Величину pH визначають за кольором кон'юнктиви у куточках очей. Так, при оптимальному кислотно-лужному балансі цей колір мусить бути яскраво рожевим; при підвищенні лужності крові спостерігаємо темно-рожевий колір; при підвищенні кислотності крові — блідо-рожевий. Якщо випити кислу або лужну воду, зміна кольору просигналізує про це вже через 80 секунд.

У літературі дуже часто посилаються на дослідження японських вчених, які стверджують, що питна вода з pH вище 6,5...7,0 збільшує показники тривалості життя населення на 20...30%.

Поява в раціоні харчування нових видів промислової харчової продукції на кшталт піци, чипсів, молочної продукції з емульгованими жирами, кондитерських виробів і солодощів різко збільшило кислотні навантаження на організм. Останній намагається весь час відновлювати кислотно-лужний баланс, підтримуючи певний рівень рН. Цей фундаментальний параметр суттєво впливає на всі біохімічні процеси в організмі. Завдяки цьому норми рН крові та інших внутрішніх рідин жорстко контролюється в заданих межах:

- венозної крові — 7,26...7,36;
- лімфи — 7,35...7,40;
- зовнішньо клітинної рідини — 7,26...7,38;
- внутрішньо клітинної рідини — 7,3.

Жорсткий контроль внутрішніх рідинних середовищ потрібен тому, що лише в таких умовах можлива нормальна робота більшості ферментів. Для кожного з них існує оптимум величини рН (переважно 7,3...7,4), при якій активність ферменту максимальна. Навіть незначні зміни величин рН спричиняють падіння активності ферментів, що викликає сповільнення біохімічних процесів. Про це потрібно завжди пам'ятати тим, хто експериментує з вживанням «живої» та «мертвої» води. Пиття «живої» води зміщує рН ендогенних водних середовищ у лужний бік, а «мертвої» — в кислотний. Важливо усвідомлювати наслідки зміни при цьому лужно-кислотного балансу в клітинах і тканинах організму.

При розпаді речовин, що входять до складу продуктів харчування, утворюється в 20 разів більше кислотних речовин, ніж лужних. Тому системи внутрішнього гомеостазу спрямовані переважно на нейтралізацію та виведення кислотних продуктів розпаду. Забезпеченість лужними продуктами в раціоні харчування (овочі та фрукти) важлива ще й тим, що недостатність лужних середовищ для нейтралізації кислотних продуктів розпаду провокує організм до забирання кальцію з власних кісток і з його допомогою регулювання рівня рН. Так провокується остеопороз. Неприємний факт: надмірне вживання цукру призводить до посиленого викиду магнію з сечею, а кальцій і магній є своєрідними «буферами», які нейтралізують кислоти. Кальцій, магній, калій та інші елементи, що нейтралізують кислоти, мусять обов'язково поповнювати організм з продуктами харчування і, що особливо підкреслюється, з питною водою. Інакше прийдуть хронічні хвороби.

Без магнію кальцій не засвоюється, магній урівноважує надходження кальцію і перешкоджає його виведенню. Брак магнію тягне за собою дефіцит біогенних елементів — цинку, міді, калію, кальцію, кремнію та подальше їх заміщення токсичними важкими металами: свинцем, кадмієм, алюмінієм. Причинами дефіциту магнію є вживання рафінованої їжі, що призводить до втрати 60...70% магнію; інтенсивне землеробство (виснажений ґрунт та численні добрива перешкоджають переносу магнію з ґрунту до рослин). Антогоністи магнію — це улюблена малюками кола, кофеїн, цукор. Магній інтенсивно витрачається в процесі напруженої інтелектуальної роботи, пов'язаної з психоемоційним напруженням, старанного навчання, при вживанні фармацевтичних препаратів, антибіотиків, алкоголю.

Проблема закислення організму в сучасних умовах є майже невідворотною, а боротьба із закисленням є нелегкою та багатофакторною. Слід також звернути увагу на популярне упередження щодо шкідливості жорсткої води. Ця шкідливість за своїми наслідками ніщо порівняно з ефективністю поповнення організму

кальцієм та магнієм з питною водою, особливо при вживанні гідрокарбонатного типу води, яка, до того ж, має переважно легко-лужну реакцію та ще й поліпшений смак.

Фізіологічну повноцінність питної води особливо ефективно підвищувати шляхом регулювання її окисно-відновного балансу в електрохімічному двокамерному діафрагмовому електролізері. Втім існують інші методи та прилади для біоактивації питної води. Як відомо, окисно-відновний потенціал (ОВП), відомий також як редокс-потенціал (E_h), характеризує рівень активності електронів в окисно-відновних реакціях, пов'язаних з приєднанням, або передачею електронів. ОВП водного середовища виконує дуже важливу функцію, визначаючи активність і напрямок хімічних реакцій з участю реакційно здатних електронів, що надзвичайно важливо усвідомлювати при вивченні хімічних і, особливо, біохімічних процесів, де вода відіграє виключно важливу роль.

Величину ОВП вимірюють, порівнюючи з потенціалом водневого електроду, приймаючи останній за нуль при $pH = 0$. Проте для біологічних систем зручніше використовувати ОВП при $pH = 7,0$. При цьому потенціал водневого електроду дорівнює $-0,42$ В. У природній воді наявні як окислювачі, так і відновлювачі. Зазвичай, окислювачами у воді бувають кисень і нітрат йони. Відновлювачами бувають сірководень, аміак, гумінові кислоти а також деякі органічні сполуки. Співвідношення тих та інших сполук, врешті, визначає окисні та відновні властивості води. У природних водоймах вода перебуває у відновному стані. У водних середовищах вирізняють такі редокс-стани [9]:

1. Окисний. $E_h > 200 - 350$ мВ. Наявні вільний кисень і ряд елементів у вищій своїй валентності (Fe^{3+} , Mn^{3+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} та інші). Стан типовий для поверхневих вод.

2. Перехідний (окисно-відновний). E_h від 0 до $+100$ мВ. Наявні кисень і сірководень. В таких умовах відбувається як слабке окислення, так і слабке відновлення цілого ряду металів.

3. Відновний. $E_h < 0$. Типовий для підземних вод, де наявні метали з низькими ступенями валентності (Fe^{2+} , Mn^{2+} , Mo^{4+}), а також сірководень.

Прикладом того, як величина ОВП води стає визначальною для характеристики функціонального стану води, є електрохімічно оброблена вода, активована в анодній камері двокамерного електролізера. В таблиці наведено дані про ефективність знезараження води басейну анолітом.

Таблиця. Залежність середньої тривалості життя кишкової палички від величини редокс-потенціалу води після обробки в анодній камері двокамерного електрохімічного електролізера

	ОВП, мВ	Тривалість життя <i>Escherichia coli</i> , хвилин
1	450—500	170
2	500—550	4
3	550—600	2
4	700—750	0,2
5	759—800	0,05

Як видно, при досягненні в анодній камері величини ОВП більше $+750$ мВ, повне знищення патогенного мікроорганізму досягається за 3 секунди його перебування в реакційній камері. При об'ємі реактора 1 л перебування збудника у ній 3 секунди забезпечується при максимальній витраті води $1,2$ м³/год. Для більших робочих витрат розміри камери легко порахувати.

У цьому випадку величина ОВП води забезпечує контроль ефективності електрохімічної системи знезараження потоку води і є зручним параметром управління процесом знезараження води.

Широко відомі антисептичні та бактерицидні властивості електрохімічно активованої (ЕХА) води успішно застосовуються в харчових виробництвах переважно для регулювання мікробної активності в бродильних процесах, хлібопекарському виробництві, в галузі підвищення ефективності і термінів зберігання харчової продукції, як миючі та дезінфікуючі засоби. Принципово важливо, що ЕХА розчини після використання перетворюються в звичайну воду, що порівняно з використанням хімічних засобів є суттєвою екологічною перевагою.

Безреагентна електрохімічна активація води в катодному реакторі дає змогу одержувати ЕХА з мінусовим знаком ОВП (католіт). За даними численних досліджень [10] метод забезпечує одержання зразків ЕХА води з різною електронно-донорною активністю, що надає одержаним водним розчинам антиоксидантних, біоенергетичних, метаболічних і імуностимулюючих властивостей. Крім перспектив використання високого медико-біологічного потенціалу властивостей католітів, маємо реальні перспективи виробництва питної води з оздоровчими властивостями. Як сировинний компонент харчової продукції безреагентно активована вода здатна поліпшувати якість кінцевого продукту. Зокрема, зважаючи на значне падіння електронного насичення повітря, питної води та продуктів харчування спостерігається зростання захворювань, викликаних дефіцитом надходження електронів у водний сектор організму. Активована вода в електронно-донорному стані може стати новим класом оздоровчої продукції харчової галузі, що спрямована на профілактику електронозалежних розладів здоров'я.

Висновки. Обґрунтовано визнання окисно-відновного балансу води як критерію її якості та фізіологічної повноцінності. Показано доцільність використання величини ОВП питної води для оцінки якості та фізіологічної повноцінності питної води. Досліджено важливу роль водного, сольового, окисно-лужного та окисно-відновного балансів у підтриманні загального водного гомеостазу водних біосередовищ організму та його роль у підтриманні в нормі показників здоров'я. Визначено перспективи та підходи до створення питної води з оздоровчими властивостями шляхом її біологічної активації безреагентними фізичними методами. Показано можливість використання безреагентно-активованої води як сировинного компоненту харчових технологій для поліпшення якості й терміну зберігання харчової продукції. Окреслено перспективу використання безреагентно активованої води в електронно-донорному стані для створення нового класу оздоровчої продукції харчової промисловості, спрямовану на профілактику електроннедефіцит-залежних розладів здоров'я.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСанПіН 2.2.4-171-10 (ДСанПіН 2.2.4-400-10). Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною.
2. Прилуцкий В.И. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия / Прилуцкий В.И., Бахир В.М. — М.: ВНИИ мед.техника, 1997. — 228 с.
3. Del Giudice E. Coherent dynamics of water as possible explanation of membrane formation / Del Giudice E., Preparata G. // J. Biol. Phys. — 1994. — 20. — P. 105—116.
4. Препарата Дж. Реалистичная квантовая физика: пер. с англ. / Препарата Дж. — М.: Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005.

5. Воейков В.Л. Фундаментальная роль воды в биоэнергетике / Воейков В.Л. // Сборник избранных трудов IV Международного Конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине», Санкт-Петербург. — 2006. — С. 46-54

6. Українець А.І. Застосування фізично зміненої (активованої) води для підвищення ефективності технологій харчового виробництва та поліпшення якості продукції / А.І. Українець, Ю.В. Большак, Р.С. Святненко, Ж.І. Іванівна // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2018. — Т. 24, № 5. С. 219—224.

7. Ферейдун Батмангхелидж Ваше тело просит воды / Ферейдун Батмангхелидж. — Минск, 2014 г. — 178 с.

8. Высоцкий Е.П. Биосфера — живая вода организма / Высоцкий Е.П. — Донецк, 2010. — 450 с.

9. Андреев В.С. Окислительно-восстановительные свойства воды и возможности их регулирования при использовании метода электроуправляемой сорбции / В.С. Андреев, Н.В. Дронова, Ю.Н. Поварков, В.Г. Попов. // Биотехнология. — 1991. — № 2. — С. 48—52.

10. Большак Ю.В. Биологическая активность и закономерности формирования безреагентно модифицированной воды / Большак Ю.В. — Киев. Книга-плюс, 2015. — 200 с.

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ БАЛАНС ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ — ПОКАЗАТЕЛЬ ЕЕ КАЧЕСТВА И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛНОЦЕННОСТИ

А.И. Українець, Ю.В. Большак, А.И. Маринин, Р.С. Святненко

Національний університет пищевых технологий

В статье рассмотрено осознание современной наукой важности изучения и контроля окислительно-восстановительного баланса питьевой воды как показателя ее качества и физиологической полноценности. Проанализировано влияние водного, солевого, кислотно-щелочного и окислительно-восстановительного балансов эндогенных водных сред, которые зависят от качества и физиологической полноценности питьевой воды, на водный гомеостаз клеточной среды и организма в целом.

Определены перспективы использования безреагентно активированной питьевой воды в электронно-донорном состоянии для создания питьевой воды с оздоровительными свойствами и разработки нового класса продукции пищевой промышленности с улучшенными потребительскими характеристиками и компенсаторными свойствами относительно дефицита поступления в организм электронов с окружающей среды, питьевой воды и продуктов питания.

Ключевые слова: окислительно-восстановительный баланс, окислительно-восстановительный потенциал воды, окислительно-состояние воды, физиологическая полноценность воды.