

ТЕОРЕТИКО-ЕМПІРИЧНА ОЦІНКА ЗМІН СТРУКТУРНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО СТАНУ ФІЗИЧНО ЗМІНЕНОЇ ВОДИ ТА ЇХ БІОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ

**А.І. Українець, Ю.В. Большак, А.І. Маринін,
Р.С. Святненко, С.В. Позняковський**

У роботі здійснено узагальнення трьох сучасних наукових позицій щодо рівня теоретико-експериментальної оцінки впливу структурно-енергетичного стану води під впливом зовнішніх безреагентних фізичних чинників на біологічні ефекти в організмах, що споживають воду, та гідробіонтів, для яких ця вода є середовищем перебування. Показано особливу роль контактної взаємодії водних об'єктів із молекулами води, що приводить до формування межового шару структурованої води з особливими властивостями. Визначено характер термодинамічних змін на міжфазній поверхні під впливом контактних структурних та енергетичних збуджень молекул води. Структурогенні властивості молекул води під час взаємодії з біополімерами клітин приводять до утворення рідинних полімерних кристалів, які формують структуру внутрішньо- та позаклітинних середовищ. Установлено зв'язок проявів біологічної активності організмів із здатністю структурованої в біотканинах води, як відкритої та чутливої до електромагнітних полів системи, до взаємодії з чинниками зовнішнього впливу, у тому числі надмалої (інформативної) інтенсивності.

Ключові слова: вода, макромолекули, біополімери.

ТЕОРЕТИКО-ЭМПИРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ СТРУКТУРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИ ИЗМЕНЕННОЙ ВОДЫ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ

**А.И. Украинец, Ю.В. Большак, А.И. Маринин,
Р.С. Святненко, С.В. Позняковский**

В работе осуществлено обобщение трех современных научных позиций относительно уровня теоретико-экспериментальной оценки влияния структурно-энергетического состояния воды под воздействием внешних безреагентных физических факторов на биологические эффекты в организмах, потребляющих воду, и гидробионтов, для которых эта вода является средой обитания. Показано особую роль контактного

взаимодействия водных объектов с молекулами воды, что приводит к формированию пограничного слоя структурированной воды с особыми свойствами. Определен характер термодинамических изменений на межфазной поверхности под воздействием контактных структурных и энергетических возбуждений молекул воды. Структурогенные свойства молекул воды при ее взаимодействии с биополимерами клеток приводят к образованию жидких полимерных кристаллов, которые формируют структуру внутри- и внеклеточных сред. Установлена связь проявлений биологической активности организмов со способностью структурированной в биотканях воды, как открытой и чувствительной к электромагнитным полям системы, к взаимодействию с факторами внешнего воздействия, в том числе сверхмалой (информативной) интенсивности.

Ключевые слова: вода, макромолекулы, биополимеры.

THEORETICAL AND EMPIRICAL ESTIMATION OF CHANGES IN THE STRUCTURAL AND ENERGY CONDITION OF PHYSICAL AUTHOR OF WATER AND THEIR BIOLOGICAL IMPLICATIONS

A. Ukrainets, Yu. Bolshak, A. Marinin, R. Syatnenko, S. Poznyakovsky

In present work there was made an attempt to generalize3 modern scientific positions in the level of theoretical and experimental evaluation of the influence of the structural and energy condition of water under the influence of external non-reagent physical factors on biological effects in organisms that consume water and hydrobionts, for which this water is the habitat. It is shown a special role of contact interaction of water objects with water molecules, which leads to the formation of a boundary layer of structured water with special properties, which at the same time reflect the structuring effect of the surface of the water volume. The property of awareness and study of the nature of thermodynamic changes on the interphase surface under the influence of contact structural and energy excitations of water molecules is noted. The structural properties of water molecules are important for the processes of vital activity when it interacts with cell biopolymers, which leads to the formation of liquid polymeric crystals that form the structure of the internal and external cellular environment. Not less important is the study of the role of water in the energy and information exchange of living systems with the surrounding environment, including the mechanism of intermolecular energy exchange in biological environments, to the combination of biomolecules, water and physical fields, which are subject to the laws of quantum physics. It is important to take into account that physical fields increase the structural properties of water affecting a fundamentally important balance between "crystalline" and "isotrope" water in a biological aquatic environment. The connection of manifestation of biological activity of organisms with the ability to water structured in biocides as an open and sensitive to the electromagnetic fields of the system, to interaction with factors of external action, including over small (informative) intensity is established. It is

finally recognized the fundamentally important role of the electronic component of the associated phase of water in the composition of biological systems of living organisms and its value in provision of their sustainable homeostasis. The generalization of the mass of experimental data allowed establishing the biological activity of physically treated water in the four categories of bioenergetic activity. This will lead to increasing of the production of safe water of the highest quality category in competitive environment and for the further implementation in the food industry of a modern system for evaluation of the bioenergy activity of physically modified high-quality drinking water.

Keywords: water, macromolecules, biopolymers.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Вода в атмосфері, гідросфері, біосфері та довкіллі в цілому є універсальним і повсюдним енергоносієм, де завдяки своїй особливій структурній організації вона здатна сприймати, перетворювати, накопичувати хімічну, електричну, магнітну енергії та передавати електромагнітне випромінювання [1]. Такі процеси супроводжуються змінами стабільних і термодинамічно збуджених станів молекул води (переходів між ними).

Вода, що межує з іншими речовинами, різко змінює свої властивості поблизу поверхні поділу в шарі, товщиною від десятків до сотень мікрон. Вода в природі фактично не буває чистою, оскільки завжди має у своєму складі різноманітні домішки: солі у вигляді аніонів та катіонів (електроліти), недисоційовані хімічні сполуки, мікро- та наночастинки (золі) та органічні сполуки, включаючи органічні макромолекули-біополімери.

Контакт води з поверхнями сторонніх домішок змінює термодинамічний стан системи: зменшується її ентропія завдяки упорядкуванню структури пограничного шару води [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вода може «пам'ятати» історію контактних структурних та енергетичних збуджень. Переконливий факт: біологічні властивості штучно мінералізованої води не досягають біологічної цінності природної підземної води тотожного хімічного складу. Причина, вочевидь, у набутті підземною водою особливого структурно-енергетичного стану під час контактних взаємодій із мінералами в природному середовищі (тривала й інформативно важлива історія контактних взаємодій).

Природну воду характеризують параметрами, які вона набула в ході природного очисного колообігу в атмосфері, водоймах, надрах, біосфері: температура, хімічний склад розчинених компонентів, динаміка циркуляції, географічне місцезнаходження, фазовий стан та ін. За фазовим станом розрізняють вільну та зв'язану (структуровану, упорядковану) воду. Вода добре змішується з іншими полярними

рідинами, близькими за властивостями, та не змішується з неполярними рідинами (вуглеводи, олії тощо).

Структурно-енергетичні властивості води яскраво розкриваються в живих клітинах, тканинах та організмах, забезпечуючи нативну структуру білкових тіл у клітинних та тканинних біосередовищах [3].

На слушну думку авторів [4], властивості молекул води були суттєвою чи навіть визначальною частиною програми створення та розвитку життя на Землі. Структурована під час взаємодії з біополімерами вода створює рідинні полімерні кристали, які входять до складу міжклітинних та внутрішньоклітинних середовищ [2, 3]. Не менш важливою для живих систем є здатність води відігравати головну роль в енерго-інформаційному обміні живих систем із навколишнім середовищем [4], включаючи надзвичайно складні й тонкі механізми міжмолекулярного енергообміну в біологічних середовищах, де поєднання біомолекул, води та фізичних полів підпорядковується закономірностям квантової фізики [5].

Метою статті є визначення підходів до вивчення зміни структурно-енергетичного стану вільної й активованої води під впливом різноманітних безреагентних фізичних чинників.

Виклад основного матеріалу дослідження. Між структурованими асоціатами води, що підтримують просторову структуру біомолекул, локалізується ізотропна «рідка» вода з розчиненими в ній йонними домішками, які, у свою чергу, в електричному полі своїх зарядів додатково структурують водне оточення. Особливий вплив структурно-енергетичних властивостей поверхонь тіл, що контактують із водою, демонструють незвичайні структури водного оточення твердих кристалічних речовин із високим ступенем упорядкованості (наприклад, мінерали типу кварцу).

Фізичні поля посилюють структурогенні властивості води, змінюючи співвідношення між «кристалічною» та «ізотропною» водою в біологічному водному середовищі. Знаний біофізик Дж. Поллак доводить, що вся внутрішньоклітинна вода є невід'ємною складовою біологічного середовища і перебуває в структурному стані гелю.

На протигагу уявленню про воду як універсальний та інертний розчинник (так це тривалий час усвідомлювали біохіміки та біофізики), останнім часом відкриті принципово нові стани води, жоден з яких не є ні льодом, ні газом, ні рідиною.

З огляду на це, під час переходу води з льоду в рідину не розриваються водневі зв'язки між сусідніми молекулами. Замість цього водневі зв'язки стають мінливими та рухливими. Тобто водневий

зв'язок у будь-який момент може зникнути, поновившись за якісь 200 фемтосекунд із тією самою молекулою-сусідкою або з іншою. Зрештою, такі зникаючі короткі розриви водневих зв'язків дозволяють молекулам води пересуватися одна відносно одної. Отже, рідка вода в певному сенсі вже й не зовсім рідина, а скоріше – пластичний лід.

У роботі [6] показано, що біологічна активність організмів пов'язана зі здатністю структурованої води, як відкритої та чутливої до електромагнітних полів системи, до взаємодії з чинниками зовнішнього впливу надмалої інтенсивності. Установлено також зв'язок проявів біологічної активності організмів зі здатністю структурованої в біотканинах води брати участь у процесах перетворення та трансформації енергії, що супроводжуються участю в них гідроксильних та протонієвих іон-радикалів [6].

Порівнюючи живий організм із динамо-машиною (генератором вільних електронів), Альберт Сент-Дьйордьї писав: «Цілком можливо, що живий організм також пронизаний «невидимим потоком», частинки якого – електрони – більш рухомі, ніж молекули, несуть у собі енергію, заряд, інформацію для всіх процесів життя. Можливо також, що саме за допомогою цих електронів молекули об'єднуються в організовані структури і що від них же залежить різниця досконалості біологічних реакцій [7]». Доволі важливим є дослідження геометричної та електронної будови димера води в основному та збудженому станах [8]. У роботі всі фізичні властивості води пояснюються геометричною просторовою структурою її молекули та електронною будовою атома кисню у складі молекули води.

У рідкій фазі вода перебуває у стані постійної структурної перебудови, адже водневі зв'язки спонтанні, миттєві, швидко рвуться й утворюються знову [9; 10].

У водяній парі, наприклад, міститься 1% димерів води. Відстань між атомами кисню в таких димерах становить – 0,3 нм [10]. Енергія водневого зв'язку на порядок менше енергії дисперсійних взаємодій [9; 10].

Згідно з квантово-хімічним розрахунком [8] питома енергія димера за абсолютною величиною виявляється більшою, ніж енергія молекули, що свідчить про більш вигідний енергетичний стан димера, ніж мономера.

Таким чином, із використанням сучасних неімпіричних та напівемпіричних розрахункових методів квантової хімії існує можливість моделювати з розрахунком квантово-механічних параметрів їх стану асоціати з двох молекул води в стабільному і збудженому стані. Одержані

розрахункові параметри цілком задовільно узгоджуються з експериментальними даними.

Асоційований стан води у складі живих клітин і тканин, органів та організмів, як це впливає з літературних джерел, відіграє визначальну роль у їх життєдіяльності [11]. Принциповою відмінністю асоційованої води в живій системі є її стан стійкої неврівноважності. У такому стані асоційована вода у складі біологічного середовища є активним учасником обмінних електронних процесів між навколишнім середовищем та організмом і водночас активно реагує на зміни внутрішнього гомеостазу організму [11]. Асоційована фаза води відповідальна за формування надмолекулярних структур біополімерів та процеси регуляції стану білкових структур (включаючи структурні, енергетичні, конформаційні зміни та зміни енергії зв'язку електрона в комплексах), а також регулювання активності реакційних центрів [12]. У живих організмах асоційована фаза води характеризується зміною її електронної насиченості, що відбивається на ферментативній активності й самоорганізації біологічних процесів, що істотно впливає на макроорганізацію клітинних та субклітинних структур [12].

Останнім часом роль електронної компоненти асоційованої фази води у складі біологічних систем живих організмів та її значення в забезпеченні їх сталого гомеостазу загальновизнано [13]. Однак такий важливий показник, як редокс-стан води недостатньою мірою залучається до оцінки біологічної цінності питної води й розробки на цій основі категоризації якості питної води [14].

У дослідженні [11] в основу оцінки й ранжування біоенергетичного стану води покладені показники ступеня зв'язаності води в біологічних структурах, який відображає вплив структурно-енергетичного стану внутрішнього середовища організму на його компенсаторно-адаптаційні можливості [11].

Для оцінки структурно-енергетичного стану фізично зміненої питної води в роботі вибрано такі показники:

- 1) окисно-відновний потенціал (електрохімічний показник, що характеризує стан донорно-акцепторної рівноваги у воді (або ступінь її електронної насиченості);

- 2) вміст пергідроксильного радикала ($\text{HO}_2^\cdot$), що характеризує каталітичну активність води й енергію зв'язку електронів у йон-радикальних комплексах;

- 3) динамічна в'язкість (показник, що характеризує структурну компоненту термодинамічної зміни у воді);

4) параметри структурованості води, що відображають вміст структурованої фази в об'ємній воді та щільність поділу фази за розмірами асоціатів.

Як додаткові підтверджуючі показники електронної насиченості води використовували водневий показник та питому електропровідність, показник динамічної (кінематичної) в'язкості, що відображає термодинамічні зміни у воді (як показник ентропійного балансу станів структурної впорядкованості та хаосу), значущий для оцінки структурних змін у зв'язаній воді через те, що він корелює з показником ступеня структурованості води.

Автори [11] провели ґрунтовні дослідження зазначених основних та додаткових показників, що характеризують структурно-енергетичні зміни фізично оброблених зразків питної води. При цьому застосовувалися різні методи безреагентного фізичного впливу на воду. Також додатково, для оцінки електрофізичних змін у воді, застосовували метод газорозрядної візуалізації, що дозволяє оцінити особливості переходу води в стан донорів або акцепторів електронів. У дослідженні також застосовано метод ядерно-магнітного резонансу, що характеризує зміни у структурному стані води за ступенем електронного екранування [11].

Зрештою, узагальнення маси експериментальних даних дозволило диференціювати біологічну активність фізично обробленої води за чотирма категоріями (табл. 1).

Таблиця 1

Рівень біоенергетичної активності фізично обробленої води

Рівень біоенергетичної активності фізично обробленої води за показниками її структурно-енергетичних змін				
Показник	Рівень енергетичної активності			
	низький	середній	високий	екстремально високий
Біокаталітична активність (концентрація НО ₂ ⁻), мг/л	<10–5	10–5...10–3	10–3...10–2	10–3...0,3
Окисно-відновний потенціал, E _h , мВ	400...296	290...180	180...–50	–50...–406
Термодинамічний потенціал (динамічна в'язкість), ц, сП	1,100–0,990	0,990–0,980	0,980–0,970	0,970–0,955
Структурованість, q, %	0,012...0,400	0,4...0,7	0,7...1,0	>1,0

Із даних, наведених у табл. 1, видно, що екстремально високий рівень біоенергетичної активності характеризується величиною окисно-відновного потенціалу і знаком «мінус», низькою в'язкістю й високим рівнем структурованості (у рівноважних термодинамічних умовах). Тотожним таким показникам є досконало досліджений розробниками електрохімічного методу активації води [14] католіт. Католіт характеризується високоактивним термодинамічно-нерівноважним електронно-донорним станом води. У результаті катодних електрохімічних реакцій у діафрагмовому електролізері до складу католіту входять високоактивні нестабільні йон-молекулярні форми кисню (супероксид- і пероксид-йон радикали), а також гідратовані електрони [11].

Біологічний вплив католіту обумовлений здатністю віддавати електрони первинним рецепторам клітинних мембран. Регуляторний ефект дії електронів на первинні рецептори (де визначальна роль біоактивації клітин належить структурованій фазі води біля поверхні мембрани) оптимізує метаболічні процеси в клітинах, позитивно впливаючи на фізіологічні процеси життєдіяльності на клітковому, тканинному і, зрештою, організмівому рівні. Католіт, як зразок активованої води з електронно-донорними властивостями, характеризується гомеостатичним впливом, завдяки чому через свої регуляторні функції католіт сприяє забезпеченню відновлення втраченої організмом від впливу несприятливих чинників довкілля динамічної рівноваги. Уживання католіту спричиняє імуномодельючий ефект, підтримує неспецифічну резистентність, стимулює клітинний і гуморальний відгук організму, забезпечуючи умови його сталого функціонування [15].

Проте вживання католіту з лікувально-профілактичною метою потребує певної обережності й має призначатися досвідченим та підготовленим лікарем. Річ у тому, що завищена електронно-донорна активність католіту під час його вживання, здатна знижувати активність окиснювальних ферментів, значення якої для фізіологічних процесів не менш значуще, ніж стимулювання відновних процесів [15].

Позитивні ефекти профілактично-лікувального застосування ЕХАВ широко відомі [14]. На цьому фоні незрозуміла диспропорційно мала частка робіт із дослідження безпеки вживання ЕХАВ. У цьому плані цікавою є спроба [16] дослідження генетичної безпеки ЕХАВ, а також зразків води, безконтактно активованих у реакторі, де індуктором є ЕХАВ, а вода, призначена для активації, відділяється від індуктора тонкою водонепроникною мембраною. Воду-індуктор (католіт і аноліт) одержували на електрохімічному активаторі води

«Изумруд», після чого отримували зразки безконтактно-індукованого в очищеній водопровідній воді католіту й аноліту.

У висновках [16–19] зазначено, що питна вода зі зміненими фізико-хімічними параметрами, одержана безконтактною індукцією від електрохімічного католіту й аноліту, індукує нестабільного генома на біологічних об'єктах різного рівня – від дрозозфілі до клітин крові людини.

Висновки. Одержані дані доводять необхідність створення системи оцінювання генетичної безпеки електрохімічно активованої води. Наведені результати підтверджують слушність наших рекомендацій щодо контрольованого вживання аноліту й католіту.

З огляду на вищевикладене, питна вода з високим і середнім рівнем біоенергетичної активності виявляє найбільш прийнятні значення електрохімічних та структурно-енергетичних показників, які мають оптимальні компенсаторні властивості під час впливу зовнішніх несприятливих чинників на організм і відповідають третьому рівню енергетичної активності з табл. 1.

Як видно з даних табл. 1, другому рівню активності відповідає вода централізованих систем водозабезпечення, що не може сприйматись як задовільний факт. Така питна вода не може вважатися відповідною критерію питної води вищої категорії якості. Бутильована вода другого рівня біологічної активності може бути визнана лише як така, що забезпечує підтримку сталого гомеостазу всіх систем організму людини, тварин, риб і рослин в умовах слабого та помірного навантаження.

В інтересах споживачів класифікація питної бутильованої води за рівнем її біоенергетичної активності сприяла б у конкурентному середовищі розширенню виробництва питної бутильованої води найвищої категорії якості. А впровадження вищенаведеної системи оцінювання біоенергетичної активності в галузеві стандарти харчової галузі є слушним і актуальним [17].

Список джерел інформації / References

1. Резников В. А. Взаимосвязь оптических колебательных состояний в конденсированной воде / В. А. Резников, Л. С. Ивлев // Естественные и антропогенные аэрозоли: VI сб. труд. междунар. конф., 10 октября 2008 г. – СПб., 2009. – С. 208–215.

Reznikov, V., Ivlev, L. (2009), “The relationship of optical and vibrational states in condensed water” [“Vzaimosvyaz opticheskikh kolebatelnykh sostoyaniy v kondensirovannoy vode”], *Natural and anthropogenic aerosols: works collection of the 10th international conference*, October 7-10, 2008. Publishing House of St. Petersburg University, St. Petersburg, pp. 208-215.

2. Необычные свойства воды пограничного слоя / С. Е. Постнов, Р. Я. Подчерняева, М. В. Мезенцева, В. Э. Щербенко, В. А. Зуев // Вестник Российской академии естественных наук. – 2009. – Т. 9, № 3. – С. 12–15.

Postnov, S., Podchernyaeva, R., Mezentseva, M., Shcherbenko, V., Zuev, V. (2009), “Unusual properties of boundary layer water” [“Neobyichnyie svoystva vodyi pogranichnogo sloya”], *On the creation of a design department and architecture of the russian academy of natural sciences*, Vol. 9, No. 3, pp. 12-15.

3. Воейков В. Л. Устойчиво неравновесное состояние водно-карбонатной матрицы живых систем – первооснова их собственной активности // Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине : сб. избр. трудов V Междунар. конгресса. – СПб., 2009. – С. 98–107.

Voeikov, V. (2009), “The stable nonequilibrium state of the water-carbonate matrix of living systems is the primary basis of their own activity” [“Ustoychivo neravnovesnoe sostoyanie vodno-karbonatnoy matritsyi zhivyih sistem – первоosnova ih sobstvennoy aktivnosti”], *Weak and superweak fields and radiation in biology and medicine: Sat fav tr. V Intern. Congress SPb*, pp. 98-107.

4. Ивлев Л. С. Структурные и энергетические характеристики воды, их роль в экологии окружающей среды. Природная среда / Л. С. Ивлев, В. А. Резников // Интернет-адрес: arhiv 4 (29). С. 265–274.

Ivlev, L., Reznikov, V. (2013), *Structural and energy characteristics of water, their role in environmental ecology* [Strukturnye i energeticheskie harakteristiki vodyi, ih rol v ekologii okruzhayushey sredy] Society The medium Development (Terra Humana), 4(29).

5. Davydov, A. (1979), *Biology and quantum mechanics*. Science opinion.

6. Рахманин Ю. А. Структурно-энергетические изменения воды и ее биологическая активность / Ю. А. Рахманин, А. А. Стехин, Г. В. Яковлева // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 34–36.

Rakhmanin, Yu., Stekin, A., Yakovleva, G. (2007). “Structural-energy changes of water and its biological activity” [“Strukturno-energeticheskie izmeneniya vody i ee biologicheskaya aktivnost”], *Hygiene and sanitation*, No. 5, pp. 34-36.

7. Сент-Дьйордьи А. Биоэлектроника. Исследование в области клеточной регуляции, защитных механизмов и рака. – М. : Мир, 1971. – 80 с.

Saint-Girdrie, A. (1971), *Bioelectronics. Research in the field of cell regulation, protective mechanisms and cancer* [Bioelektronika. Issledovanie v oblasti kletочноy regulyatsii, zaschitnyih mehanizmov i raka], Mir, Moscow, 80 p.

8. Устойчивые геометрические конфигурации основного и возбужденных состояний димеров воды / Н. Г. Лебедев // Вестник Волгоградского гос. ун-та. Серия 1 : Математика. Физика. – 2011. – № 1 (14). – С. 113–119.

Lebedev, N. (2011), “Persistent geometrical configurations of the main and excited states of water” [“Ustoychivyye geometricheskie konfiguratsii osnovnogo i vzbuzhdennyih sostoyaniy dimerov vodyi”], *Bulletin of the Volgograd State. un-ta. Mathematical physics and computer simulation*, No. 1(14), pp. 113-119.

9. Зацепина Г. Н. Физические свойства и структура воды / Г. Н. Зацепина. – М. : Изд-во МГУ, 1987. – 171 с.

Zatsepina, G. (1987), *Physical properties and structure of water* [Fizicheskie svoystva i struktura vody], Because of Moscow State University, Moscow, 171 p.

10. Стехин А. А. Структурированная вода: нелинейные эффекты / А. А. Стехин, Г. В. Яковлева. – М. : Изд-во ЯКИ, 2008. – 320 с.

Stekhin, A. (2008), *Structured water: nonlinear effects* [Strukturirovannaya voda: nelineynye efektyi], Because of Yaki, Moscow, 320 p.

11. Фаращук Н. Ф. Вода – структурная основа адаптации / Н. Ф. Фаращук, Ю. А. Рахманин. – М. ; Смоленск : СГМА, 2004. – 172 с.

Farashchuk, N.F., Rakhmanin, Yu.A. (2004), *Water-structural basis of adaptation* [Voda – strukturnaya osnova adaptatsii], SGMA, Smolensk, Moscow, 172 p.

12. Рахманин Ю. А. Гигиена и санитария / Ю. А. Рахманин, А. А. Стехин, Г. В. Яковлева. – 2008. – С. 23–26.

Rakhmanin, Yu., Stekin, A., Yakovleva, G. (2008), *Hygiene and sanitation* [Gigiena i sanitariya], pp. 23-26.

13. Безреагентная активация среды обитания человека, питьевой воды и продуктов питания – фактор оптимизации электронного состояния клеточных сред, улучшения здоровья и долголетия / Ю. В. Большак, С. В. Воронов, В. Я. Каганов, Т. А. Солнцева // Проблемы старения и долголетия. – 2016. – Вып. 25, № 1. – С. 40–49.

Bolshak, Yu., Voronov, S., Kaganov, V., Solntseva, T. (2016), “Non-reagent activation of the human environment, drinking water and food is a factor in optimizing the electronic state of cellular environments, improving health and longevity” [“Bezreagentnaya aktivatsiya sredy obitaniya cheloveka, pitevoy vody i produktov pitaniya – faktor optimizatsii elektronnoy sostoyaniya kletochnykh sred, uluchsheniya zdorovya i dolgoletiya”], *Problems of Aging and Longevity*, Vol. 25, No. 1, pp. 40-49.

14. Леонов Б. И. Физико-химические аспекты биогенного действия электрохимически-активированной воды / Б. И. Леонов, В. И. Прилуцкий, В. М. Бахир // ВНИИМТ. – 1999. С. 40–49.

Leonov, B., Prilutsky, V., Bahir V. (1999), “Physico-chemical aspects of the biogenic action of electrochemically-activated water” [“Fiziko-himicheskie aspekty biogennogo deystviya elektrohimicheski-aktivirovannoy vody”], *VNIIMT*, pp. 40-49.

15. Гомбоев Д. Д. Физиологическое обоснование действия электрохимически-активированных растворов поваренной соли на организм животных : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Д. Д. Гомбоев. – Новосибирск, 2009.

Gombobov, D. (2009), *Physiological rationale for the action of electrochemically-activated solutions of salt on the animal organism: Author's thesis* [Fiziologicheskoe obosnovanie deystviya elektrohimicheski-aktivirovannykh rastvorov povarennoy soli na organizm zhivotnykh: avtoref. dis. ... Dr. of Biol. nauk], Novosibirsk.

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

Bolshak, Yu. (2015), *Biological activity and patterns of formation of reagent-free modified water* [Biologicheskaya aktivnost i zakonornosti formirovaniya bezreagentno modifitsirovannoy vody], Book Plus, Kiev, 200 p.

17. Святненко Р. С. Вплив імпульсного електромагнітного поля на життєздатність *Escherichia Coli* в модельному розчині води / Р. С. Святненко, А. І. Маринін, А. І. Українець, О. В. Кочубей-Литвиненко // Науковий вісник НУБіП України. Техніка та енергетика АПК. – 2016. – № 252. – С. 185–191. – DOI: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/25598>

Svyatnenko, R., Marinin, A., Ukrainets, A., Kochubey-Litvinenko, O. (2016), “Impact of pulsed electromagnetic field on the viability of *Escherichia Coli* in a model water solution” [“Vplyv impulsnoho elektromagnitnoho polia na zhyttiezdatnist *Escherichia Coli* v modelnomu rozchyni vody”], *Scientific Bulletin of NUBiP of Ukraine. Engineering and Power Engineering of Agroindustrial Complex*, No. 252, pp. 185-191.

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

Ukrainets, A., Bolshak, Y., Svyatnenko, R., Prohorenko, Z. (2018), “Application of physically modified (active) water for improving the efficiency of food production technologies and improving quality of production” [“Zastosuvannya fizychno zminenoi (aktyvovanoi) vody dlia pidvyshchennia efektyvnosti tekhnolohii kharchovoho vyrobnytstva ta polipshennia yakosti produktsii”], *Scientific works of the National University of Food Technologies*, Vol. 24, No. 5, pp. 219-224.

19. Окисно-відновний баланс питної води – показник її якості та фізіологічної повноцінності / А. І. Українець, Ю. В. Большак, А. І. Маринін, Р. С. Святненко // Харчова промисловість. – 2018. – № 24. – С. 6–14.

Ukrainets, A., Bolshak, Yu., Marin A., Svyatnenko R. (2018), “Okisno-vidnovny balance of the nutritional water – a demonstration of the self-similarity of the physical science” [“Okysno-vidnovnyi balans pytnoi vody – pokaznyk yii yakosti ta fiziologichnoi povnotsinnosti”], *Kharchova promislovist*, No. 24, pp. 6-14.

Українець Анатолій Іванович, проф., д-р техн. наук, ректор Національного університету харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна. Тел.: (044)289-95-55.

Українець Анатолій Іванович, проф., д-р техн. наук, ректор Національного університету харчових технологій. Адреса: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина. Тел.: (044)289-95-55.

Ukrainets Anatoly, Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector of the National University of Food Technologies. Address: Volodymyrska st., 68, Kyiv, Ukraine. Tel.: (044)289-95-55.

Большак Юрий Васильевич, канд. техн. наук, ст. науч. співроб. Проблемної Науково-дослідної лабораторії Національного університету харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна. Тел.: 0504692261.

Большак Юрий Васильевич, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. Проблемной научно-исследовательской лаборатории Национального университета пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина. Тел.: 0504692261.

Bolshak Yuriy, PhD, National Academy of Sciences of the Food Technologies National Academy of Sciences. Address: Volodymyrska st., 68, Kyiv, Ukraine. Tel.: 0504692261.

Маринін Андрій Іванович, канд. техн. наук, доц., ст. наук. співроб., завідувач Проблемної науково-дослідної лабораторії, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна. Тел.: 0503574667; e-mail: andrii_marynin@ukr.net.

Маринин Андрей Иванович, канд. техн. наук, доц., ст. науч. сотр., заведующий Проблемной научно-исследовательской лабораторией, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина. Тел.: 0503574667; e-mail: andrii_marynin@ukr.net.

Marinin Andrey, PhD (Tech.), Assoc. Prof., Senior Researcher, Head of the Problem Research Laboratory, National University of Food Technologies. Address: Volodymyrska st., 68, Kyiv, Ukraine. Tel.: 0503574667; e-mail: andrii_marynin@ukr.net.

Святненко Роман Сергійович, наук. співроб. Проблемної науково-дослідної лабораторії, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна; e-mail: Svyatnenko@i.ua.

Святненко Роман Сергеевич, науч. сотр. Проблемной научно-исследовательской лаборатории, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина; e-mail: Svyatnenko@i.ua.

Svyatnenko Roman, Research Fellow, Problem Research Laboratory, National University of Food Technologies. Address: Volodymyrska st., 68, Kyiv, Ukraine; e-mail: Svyatnenko@i.ua.

Позняковський Сергій Володимирович, технік першої категорії Проблемної науково-дослідної лабораторії, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна. Тел.: 0636867780.

Позняковский Сергей Владимирович, техник первой категории Проблемной научно-исследовательской лаборатории, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина. Тел.: 0636867780.

Poznyakovsky Sergey, technician of the first category of the Problem Research Laboratory, National University of Food Technologies. Address: Volodymyrska st., 68, Kyiv, Ukraine. Tel.: 0636867780.

DOI: 10.5281/zenodo.3263743