

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 613.31

**Михайло ПЕРЕСІЧНИЙ,
Діна ФЕДОРОВА**

ЕЛЕКТРОАКТИВОВАНА ВОДА У ХАРЧУВАННІ ЛЮДИНИ

Систематизовано результати сучасних наукових досліджень щодо якості питної води з різних джерел в Україні. Проведено детальний аналіз підходів до встановлення категорії якості питної води за визначеними характеристиками основних показників. Обґрунтовано доцільність і перспективність використання в харчуванні людини питної води високої якості за гідробіологічними показниками – від’ємним значенням окиснювально-відновного потенціалу та резонансною мікрокластерною структурою.

Ключові слова: якість, питна вода, електроактивована питна вода, дефіцит електронів, вільнорадикальні сполуки, окиснювально-відновний потенціал, резонансні мікрокластери, мікрокластерна структура, електрохімічна активація, фрактальна й оптична анізотропія якості структури.

Пересичный М., Фёдорова Д. Электроактивированная вода в питании человека. Систематизированы результаты современных научных исследований качества питьевой воды из различных источников в Украине. Проведен детальный анализ подходов к установлению категории качества питьевой воды по определенным характеристикам основных показателей. Обоснована целесообразность и перспективность использования в питании человека питьевой воды высокого качества, определяемой по гидробиологическим показателям – отрицательному значению окислительно-восстановительного потенциала и резонансной микрокластерной структуре.

Ключевые слова: качество, питьевая вода, электроактивированная питьевая вода, дефицит электронов, свободнорадикальные соединения, окислительно-восстановительный потенциал, резонансные микрокластеры, микрокластерная структура, электрохимическая активация, фрактальная и оптическая анизотропия качества структуры.

Постановка проблеми. Стан здоров’я населення України за останні роки погіршився, демографічна ситуація в країні оцінюється

© Михайло Пересічний, Діна Федорова, 2013

як кризова. На сьогодні 80 % хронічних неінфекційних захворювань населення певним чином пов'язані з харчуванням [1]. Нераціональне та незбалансоване харчування на фоні тривалого дефіциту в раціонах якісної питної води є одним із найважливіших факторів ризику щодо розвитку поширених хронічних неінфекційних захворювань.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, переважна кількість проблем здоров'я людини певною мірою пов'язані з якістю питної води – кожний десятий мешканець планети не має доступу до питної води [2].

Значна частина українців отримує воду з водопровідних мереж централізованого водопостачання, що надходить з річок, озер і водосховищ, третина – з підземних джерел. Якість води більшості з них за хімічними й бактеріальними показниками класифікується як "забруднена" та "брудна" (IV–V клас якості) [1, с. 27]. Основні причини такої ситуації – підвищене техногенне навантаження на довкілля та водні екосистеми. За даними Всеукраїнської екологічної ліги, з 2004-го по 2010 р. скидання недостатньо очищених або неочищених стічних і промислових вод збільшилося у 2 рази. При цьому значно змінилася структура забруднення води у зв'язку зі значним використанням населенням побутової хімії [3].

За даними УДНДІ "УкрВОДГЕО", 69 % усієї питної води, яка постачається в оселі українців, не відповідає встановленим санітарним нормам (ДСанПіН 2.2.4-171-10). Однією з основних причин погіршення якості питної води є незадовільний санітарно-технічний стан водогінних мереж і споруд, тому очищена вода на шляху до споживача повторно забруднюється патогенними мікроорганізмами, токсичними та іншими речовинами з ґрунтових вод, ушкоджених трубопроводів [3; 4].

Якість природних вод, розфасованих у ємності, також не завжди відповідає екологічним стандартам.

Дослідженню якості питної води присвячено численні праці вітчизняних і закордонних вчених: В. В. Гончарука, А. М. Дуган, М. В. Курика, Н. К. Куцоконя, Н. В. Макарової, Ю. А. Рахманіна, І. В. Болтиної, Hidemitsu Hayashi, Keyichi Morishita та ін. [3–15].

Мета роботи – систематизація результатів сучасних наукових досліджень щодо якості питної води з різних джерел в Україні, детальний аналіз підходів до визначення категорії якості питної води та характеристика основних показників, що її визначають, обґрунтування доцільності та перспектив використання питної води високої якості в харчуванні людини.

Матеріали та методи. Застосовано загальнонаукові й специфічні методи фізико-хімічних досліджень. За допомогою теоретичного узагальнення систематизовано результати сучасних наукових досліджень щодо якості питної води з різних джерел в Україні. На основі системного аналізу встановлено характеристики основних показників, що визначають якість питної води. Значення окиснювально-відновного

потенціалу зразків питної води та напоїв досліджено методом потенціометрії за ГОСТ 26781–85 на мілівольтметрі HANNA pH-150 з використанням платинового електрода ЕПЛ-02 у парі з хлорсрібним електродом ЕВЛ-1М4 (Німеччина).

Результати дослідження. Дослідженнями В. В. Гончарука, Ю. А. Рахманіна, Н. К. Куцоконя [4; 5; 7] та ін. встановлено, що питна вода з мережі центрального водопостачання характеризується наявністю побічних продуктів хлорування – канцеро- та мутагенних хлорорганічних сполук, вміст яких часто перевищує встановлені норми. Це пояснюється хлоруванням води на водоочищувальних станціях України гіпохлоритом натрію, який у розвинених країнах не застосовується через наявність шкідливого впливу та недостатній ступінь знезаражування внаслідок адаптації до нього вірусів і мікроорганізмів. При тривалому надходженні навіть у малих дозах хлорорганічні сполуки здатні накопичуватися в організмі й викликати отруєння, онкологічні захворювання, віддалені наслідки ушкодження генетичного апарату людини.

Виявлено наявність у водопровідній воді мікроміцетів різних класів, зокрема високотоксичних, які не знезаражуються відомими на сьогодні технологічними прийомами на централізованих станціях водопідготовки навіть при хлоруванні високими дозами. Виявлено гостру токсичність водопровідної води на рівні організмів [4]. Зразки води з мережі водопостачання м. Києва за показником мутагенної активності мали достовірне перевищення граничного рівня у три та більше разів [6; 7].

Отже, високий рівень техногенного навантаження на водойми, використання недосконалих технологій водопідготовки та вторинне забруднення води у розподільчих мережах призводить до надходження до питної води значної кількості неорганічних і органічних забруднюючих речовин, сумісна дія яких на організм людини може викликати небезпечні для здоров'я синергічні ефекти. Ось чому науковці з Інституту колоїдної хімії та хімії води НАНУ, Інституту екологієни і токсикології МОЗ України називають таку воду "умовно питною" і не рекомендують вживати її без додаткової обробки.

За даними Інституту природничих і гуманітарних наук Національного університету біоресурсів і природокористування України особливо небезпечна ситуація з якістю питної води в сільській місцевості. В усіх дослідних колодязях низки областей України виявлено підвищений рівень пестицидів і нітратів, які є причиною розвитку хвороб органів кровотворення та травлення, мають канцерогенні властивості. Якість води за бактеріологічними показниками не відповідала вимогам, що є фактором ризику виникнення спалахів інфекційних захворювань серед населення. Висока каламутність, підвищений вміст феруму, мангану та природних органічних речовин є характерним для всіх видів джерел питної води в Україні. Не відповідає оптимальним значенням вміст у питній воді біогенних елементів, таких як йод, селен тощо [4].

Із поширенням поінформованості населення про небезпечні для здоров'я наслідки щоденного споживання водопровідної води зростає попит на воду з альтернативних джерел – артезіанських свердловин та фасовану (бутильовану). Проте споживання води з цих джерел не завжди безпечно. У Києві на сьогодні припинена експлуатація 132 бюветних комплексів [9] внаслідок погіршення санітарно-технічного стану та проблем забезпечення гігієнічних вимог якості питної води.

За результатами комплексної оцінки якості підземних вод юрського та семанського горизонтів бюветів м. Києва встановлено, що зразки води з третини свердловин за виявленими токсикологічними характеристиками належали до категорії небезпечних, що може бути спричинено перевищенням припустимих концентрацій токсичних органічних і неорганічних речовин і рівнів радіоактивного забруднення [8; 9].

Споживання природних вод, розфасованих у різні ємності, швидко зростає, зокрема і в Україні. Однак їхня якість не завжди відповідає екологічним стандартам, що може бути пов'язано зі змінами хімічного складу води, радіаційним і мікробіологічним забрудненням, з тривалістю й умовами зберігання, особливостями технологій водопідготовки.

Науковцями інституту колоїдної хімії та хімії води ім. А. Думанського НАНУ проведено комплексні дослідження якості тридцяти найбільш поширених на ринку України торговельних марок фасованої питної води методами біотестування (на організовому й клітинному рівнях), хімічного та мікробіологічного аналізів. За результатами досліджень встановлено, що хімічний склад дослідних зразків води, за рідкісним виключенням, відповідав стандарту для фасованих питних вод, діючому в Росії (СанПиН 2.1.4.1116–2002 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества"). У хронічних (довготривалих) експериментах 75 % дослідних зразків фасованих питних вод зумовлювали генотоксичні ефекти [8].

Ці результати узгоджуються із дослідженнями науковців інституту екогієни і токсикології ім. Л. І. Медведя МОЗ України. Дослідження мутагенної активності 26 марок фасованої води, які реалізуються на ринку України, показали, що лише питна вода ТМ "Моршинська" є безпечною, 10 – середньо небезпечною (умовно безпечною), 13 – умовно небезпечною, 2 – небезпечною (ТМ "Каліпсо" та "Срібна криниця") [10].

Узагальнюючи результати наведених досліджень, встановлено, що споживання питної води як із системи централізованого водопостачання, так і з альтернативних джерел – артезіанських свердловин, фасованої не є гарантовано безпечним, а за тривалого споживання може призводити до негативних наслідків для здоров'я. Неприятливий вплив неякісної питної води на людину може реалізовуватися в декількох напрямках: загальнотоксичний вплив, що викликає зростання загальної захворюваності населення (захворювань неінфекційної природи)

та вплив на зростання частоти алергічних захворювань і рівня новоутворень в організмі людини. Крім того, сучасні дослідження науковців розглядають причини погіршення стану здоров'я населення з позицій нового фактору ризику – дефіциту електронів у навколишньому середовищі та питній воді.

За результатами досліджень колективу НДІ екології людини і гігієни довкілля ім. А. Н. Сисіна РАМН встановлено, що суттєвий вплив на розвиток "хвороб цивілізації" (серцево-судинні захворювання, різні форми цукрового діабету, ожиріння, остеопороз, злоякісні новоутворення тощо) має зростання дефіциту електронів у навколишньому середовищі і, відповідно, в організмі людини. При цьому проблеми метаболізму клітин визначаються переважно електронним станом зв'язаної води мембран клітин і білкових структур. Заряд негативного знаку на клітинних мембранах посилює стабільний стан більшості морфологічних елементів крові. В умовах дефіциту заряду втрачається стійкість електростатичних систем крові, що сприяє об'єднанню частинок та їх коагуляції [16]. Тривалий дефіцит електронів призводить до порушення ендогенного електрообміну, знижує електричні потенціали кров'яних частинок, колоїдів клітин, тканин і органів, призводить до перенапруження регуляторних систем організму, порушує метаболізм. Це супроводжується зниженням функціонального резерву та зменшенням захисних властивостей організму.

Ураховуючи, що із внутрішньоклітинним потенціалом пов'язаний показник структурованості води, який визначається концентрацією іон-радикалів з негативним зарядом, то зниження ефективності антиоксидантних систем організму і, як наслідок, розвиток захворювань пов'язують із дефіцитом електронів і розпадом структурованої фази води. Електронний дефіцит в організмі людини провокує напруження електрон-акцепторних функцій і розвиток патогенетичних станів серцево-судинної системи, психосоматичної сфери, порушення метаболізму клітин і викликає дисфункцію органів, їхню гіпотрофію й атрофію. Результати багаточисельних досліджень пов'язують ці негативні явища із деградацією структурованої фази води, що впливає на стабільність структури білків, функціональні характеристики біологічних мембран, інтенсивність метаболічних процесів на клітинному рівні [16].

За сучасними уявленнями, антиоксидантна система організму людини є збалансованою антирадикальною мережею протиокиснювальних агентів, що реалізують перенесення електронів і протонів від метаболітів – учасників ензимного окиснення до вільнорадикальних сполук. Регулювання активності переносу протонів і електронів виконує окиснювально-відновний потенціал (ОВП), що характеризує стан внутрішнього біологічного середовища організму [17; 18].

Отже, визначальними факторами якості питної води для організму людини з урахуванням нового фактору ризику (дефіцит електронів) є ОВП і показники структурованості та енергетичного

розподілу структурованої фази води. Показник ОВП у тканинах організму та в біологічних рідких середовищах відображає сумарне співвідношення окиснених і відновлених хімічних форм, а також електрон-акцепторні або електрон-донорні властивості біологічних середовищ щодо їх власних ендогенних складових і речовин екзогенного походження [17; 18]. Середовища з вищими значеннями ОВП мають електрон-акцепторні властивості щодо внутрішніх середовищ організму і при надходженні в організм людини викликають ефект окисдантного навантаження, провокують порушення перекисного гомеостазу. Антиоксидантні речовини мають здатність знижувати значення ОВП, що забезпечує термодинамічні умови для переходу окиснених сполук у відновлені форми.

Встановлено, що недостатність забезпечення організму негативними іонами водню призводить до пригнічення внутрішньоклітинних процесів обміну речовин, ослаблення міжклітинних взаємодій, гальмування виробництва енергії, нагромадження токсичних речовин і вільних радикалів і, в результаті, до погіршення стану здоров'я, передчасного старіння організму. Оскільки кисневі іон-радикали продукуються виключно за рахунок надходження електронів ззовні (через систему посередників), виникає необхідність компенсації електронного дефіциту в організмі людини щоденним споживанням питної води високої якості (безпечної та фізіологічно повноцінної води з мікрокластерною структурою і негативним значенням ОВП) та харчової продукції на її основі в складі раціонів оздоровчого харчування.

У сучасних стандартах існують класичні обов'язкові показники безпечності питної води: фізико-хімічні (рН, твердість, температура, лужність, кислотність, провідність тощо), мікробіологічні, радіологічні, хімічні (концентрації), проте відсутні гідробіологічні показники якості питної води, такі як окиснювально-відновний потенціал і структурні характеристики.

У наукових колах проводяться дискусії щодо визначення категорії якості питної води. Так, Міністерством житлово-комунального господарства України запропоновано запровадити два стандарти питної води – "питна вода" та "питна вода поліпшеної якості", яка пройшла додаткове очищення в спеціальних приладах із використанням фільтрів (оберненого осмосу, нанофільтрів тощо) і коагулянтів. Проте такі методики призводять до надмірного очищення води від природних домішок і мінеральних речовин, спричиняють погіршення її фізичних параметрів і не забезпечують отримання питної води, яка характеризується структурною впорядкованістю молекулярних кластерів і зниженим до фізіологічних значень ОВП.

Професор М. В. Курик (Український інститут екології людини) пропонує таку класифікацію питної води: вода найвищої якості, високої, середньої та низької якості. Усі наведені у класифікації категорії питної води мають задовольняти вимогам ДСанПіНу 2.2.4-171-10, а їхня диференціація відбувається за ОВП і структурними

характеристиками (наявність фрактальної та оптичної анізотропії якості структури). Питна вода найвищої якості – це питна вода, яка структурно впорядкована (фрактальна) за природною структурою і властивостями підпорядковується закону Пастера-Кюрі-Вернадського, максимально відповідає зв'язаній воді організму людини та має високу проникність через канали мембран. Важливою характеристикою такої води є також наявність анізотропії (дисиметрії, за Вернадським). Питна вода високої якості структурно впорядкована, але в ній відсутня оптична анізотропія структури; середньої якості – структурно невпорядкована, має лише оптичну анізотропію; низької якості – структурно невпорядкована, не має оптичної анізотропії [11].

Академіком В. В. Гончаруком запропонована нова концепція стандартів на питну воду, згідно якої вона поділяється на водопровідну (умовно питну), питну воду підвищеної якості (біологічно й фізіологічно безпечну для організму людини) та фасовану (бутильовану) воду [4]. При цьому умовно питну воду запропоновано використовувати для задоволення санітарно-гігієнічних і господарських потреб, а підвищеної якості й бутильовану – для фізіологічних потреб людини. Науковим колективом Інституту колоїдної хімії та хімії води ім. А. Думанського розроблено проект очищення питної води на місці споживання (у підприємствах, установах або житлових будинках), використовуючи для цього спеціальні очисні установки.

На нашу думку, питну воду доцільно поділяти на *якісну*, з точки зору безпечності для здоров'я людини, яка відповідає діючим нормативним вимогам, і питну воду *високої якості* – безпечну й фізіологічно повноцінну, яка додатково відповідає гідробіологічним показникам – ОВП, структурним характеристикам і має фізіологічно повноцінний мінеральний склад.

Дослідженнями багатьох науковців [11–15; 17; 18] доведено, що існуючі стандарти оцінки якості та дослідження властивостей води є недосконалими й не враховують багатьох параметрів, які характеризують її біологічну корисність і активність. На фізіологічні властивості води впливають не тільки її хімічний склад і ступінь очищення, а й низка інших комплексних параметрів, які характеризують воду як складну структуровану систему, що перебуває у нерівноважному термодинамічному стані з власним характерним випромінюванням і певною мікрокластерною структурою, яка відповідає внутрішньоклітинній воді організму.

За результатами експериментальних досліджень (*табл. 1*) встановлено, що значення ОВП води централізованого водопостачання у м. Києві перебувають у межах +350 – +450 мВ, а більшості бутильованих вод – від +200 до +400 мВ. Така вода викликає ефект оксидантного навантаження на організм людини. Виявлено також тенденцію до вищих значень ОВП серед газованих вод і напоїв порівняно із негазо-

ваними. Води та напої з високими значеннями ОВП (вище +200 мВ) при споживанні виявляють окиснювальні (електрон-акцепторні) властивості, які посилюються з підвищенням значення ОВП, внаслідок чого біологічні структури організму зазнають окиснювального руйнування.

Таблиця 1

Значення ОВП дослідних зразків питної води та напоїв

Походження (назва) води (напою)	ОВП, мВ
Вода дистильована	від + 280 до + 336
Вода водопровідна (м. Київ)	від + 300 до +450
Вода природна з артезіанських свердловин підземних вод юрського і семанського горизонтів бюветів (м. Київ)	від +100 до +300
Вода природна бутильована:	від +190 до +450
- <i>Здорова вода</i> (негазована)	+ 190
- <i>Моршинська</i> (негазована)	+305
- <i>Моршинська</i> (сильногазована)	+388
- <i>Трускавецька</i> (сильногазована)	+352
- <i>Бонаква</i> (негазована)	+272
- <i>Бонаква</i> (газована)	+365
- <i>Прозора</i> (газована)	+425
- <i>Прозора</i> (негазована)	+220
Напій безалкогольний сильногазований <i>Кока-Кола</i>	+385
Сік яблучний неосвітлений ТМ <i>Сандора</i>	+262
Сік яблучний освітлений ТМ <i>Спеленок</i>	+265
Свіжовичавлений яблучний сік	+92
Свіжовичавлений апельсиновий сік	+52
Свіжовичавлений морквяний сік	-75
Кава натуральна	+64
Чай чорний	+65
Чай зелений	+38
Червоне столове вино	+109

Деякі з дослідних напоїв мають наближені до фізіологічних значення ОВП (від -100 до +100 мВ) – чай, кава, соки-фреш, червоне вино, що пояснюється наявністю природних антиоксидантів у їхньому складі – фенольних сполук, вітамінів, ферментів. Значення ОВП свіжовичавлених соків у 2.4–4.5 раза нижчі порівняно із соками промислового виробництва, що доводить наявність взаємозв'язку між свіжістю продуктів переробки рослинної сировини й значенням ОВП.

Харчові продукти, які переважають у раціонах українців, за метаболічною дією належать до "кислотоутворюючих", їх значення ОВП високі – від +228 мВ і вище (табл. 2).

Таблиця 2

Значення активної кислотності (рН) і ОВП харчових продуктів [19]

Найменування харчового продукту	рН	ОВП, мВ
Білий хліб із пшеничного борошна вищого гатунку	5.63	+322
Бекон відварений	4.02	+487
Бутерброд із сиром і беконом	3.98	+438
Консервованій тунець	3.76	+319
Піца із сиром	4.34	+288
Сир твердий	5.92	+228
Морозиво вершкове	5.17	+322

Використання у харчуванні питної води та харчових продуктів із високими значеннями ОВП сприяє встановленню стану компенсованого ацидозу, для нейтралізації якого організм витрачає велику кількість лужних елементів – магнію та кальцію, при дефіциті яких використання їх відбувається з кісткового скелету. При систематичному надлишковому кислотному навантаженні харчового раціону компенсаторні системи організму виснажуються, що призводить до системного метаболічного ацидозу організму. Такі зміни в харчовому раціоні сприяють порушенню функціонування захисних систем організму людини, подавляючи реакції неспецифічної резистентності та обумовлюючи формування чинників ризику для розвитку багатьох захворювань, включаючи атеросклероз, гіпертонію, остеопороз, діабет 2-го типу тощо. Особливо при цьому страждають системи антиоксидантного захисту, які мають винятково важливе значення для запобігання пошкодженню на клітинному та субклітинному рівнях. Функціонування антиоксидантної системи, індукція синтезу її ферментів, регулювання їхньої активності тісно пов'язані з внутрішньоклітинним окисно-відновним статусом і рівнем надходження антиоксидантів із харчовим раціоном.

Ураховуючи наведене вище, з метою забезпечення антиоксидантного захисту рівноваги внутрішнього середовища організму людини перспективним є використання у раціонах харчування не тільки нутрицевтиків-біоантиоксидантів, а й активованої (іонізованої) води, що містить активні сполуки кисню (сінглетний кисень, супероксиданіон-радикал, перекис водню, гідроксилрадикал та ін.), які виконують важливу регуляторну роль проти запальних процесів. За результатами наукових досліджень (Макаров В. Г., Макарова М. Н., 2004) встановлено, що генеруючі пероксиди та вільні радикали беруть участь у багатьох фізіологічних процесах (апоптоз, фагоцитоз, механізми внутрішньоклітинної регуляції, метаболізм ксенобіотиків, пуринових основ та ін.).

При цьому рівень активних форм кисню в органах і тканинах регулюється антиоксидантною системою. Наукові праці вітчизняних і закордонних вчених [11–18; 20] показали, що забезпечення організму негативними іонами водню при споживанні іонізованої води сприяє активізації внутрішньоклітинних процесів метаболізму, нейтралізації токсичних речовин, вільних радикалів і, в результаті, підвищенню резистентності організму людини. Це один із аргументів споживання людиною питної води високої якості та виробництва широкого асортименту харчової продукції на її основі.

Питна вода високої якості має відповідати властивостям зв'язаної (внутрішньоклітинної) води організму людини, а відповідно – мати певні значення показників якості. Вода має бути слабколужною (рН 7.5–8.5), що є фізіологічним для організму людини та сприяє підтриманню кислотно-лужної рівноваги. Значення ОВП якісної питної води має наближатися до ОВП біологічних рідин в організмі людини – від –50 до –100 мВ. При цьому структура води характеризується наявністю стійких високоенергетичних резонансних мікрокластерів (РМ) з диполів, що осцилюють (молекул води, ОН⁻).

Отримати питну воду високої якості можна використанням низки фізичних, хімічних або біологічних способів активації водних систем – переведення води у нерівноважний термодинамічний стан із резонансною мікрокластерною структурою. Активованим вважається водне середовище, в якому в результаті зовнішніх впливів запас внутрішньої енергії є нерівноважним для певних значень температури й тиску. Такий стан характеризується підвищеною фізико-хімічною та біологічною активністю, наявністю РМ – стійких високоенергетичних резонансних систем із двох і більше диполів води, ОН⁻ поблизу аноду й катоду внаслідок нелінійного параметричного резонансу та надкогерентного випромінювання від РМ. У статистиці такі системи з диполів нестійкі (ефект колапса), але в динаміці, при резонансі, виявляються ефекти динамічної стабілізації нестійких станів. Змінне електромагнітне поле від двох диполів води, які осцилюють синхронно у протифазі, має вузький спектр частот (резонансний ефект) і швидко спадає зі зміною відстані $\sim 1/r^4$. Аномальність властивостей активованих водних розчинів (час релаксації, ефекти безконтактної активації, тривалість існування кластерної структури, дискретність за мінералізацією і гомеопатія) обумовлені високим розміром добротності мікрокластерних утворень ("молекулярних камертонів") $Q \sim 10^{13-23}$ [15].

Науковцями науково-дослідного центру "Ікар" (Росія, м. Іжевськ) розроблено методи детектування, візуалізації кластерної структури рідин на основі методів НВЧ-спектроскопії, спектроскопії, спектрофотометрії та УЗ-Доплер томографії [21; 22].

Встановлено, що кластерна структура води пов'язана з показником ОВП. Так, для молекулярної кластеризації 10–13 молекул характерні значення ОВП від +250 до +300 мВ, а для 5–6-ти – від'ємні значення ОВП. Вода з меншою молекулярною кластеризацією має вищу про-

никність – легше й швидше потрапляє до тканин, ефективніше насичує організм поживними речовинами, сприяє кращому їх засвоєнню. При цьому значення поверхневого натягу між молекулами води наближається до відповідних значень внутрішньоклітинної води – 43 дін/см^2 (поверхневий натяг водопровідної води – 73 дін/см^2) [11; 17; 23].

Ураховуючи, що одним із шляхів надходження до організму електронів є вода та харчові продукти, забезпеченість їх негативними іонами водню має бути важливим показником їхньої біологічної цінності. Це вимагає встановлення додаткових вимог до якості питної води (як бутильованої, так і централізованого водозабезпечення). Існуючі нормативні документи у сфері регулювання безпеки питної води (ДСанПін 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною") не враховують її електронний стан і можливості компенсації електронного дефіциту в організмі людини.

Серед природних джерел питної води високої якості в Україні відомі нафтусеподібні води, значення ОВП яких перебуває в межах від -220 до $+20$ мВ [24]. Їхні лікувальні властивості зумовлені наявністю органічних сполук з відновлювальними здатностями. Органічні речовини, маючи у своєму складі аміно-, амідо- та карбоксильні групи, діють як окиснювально-відновні системи, впливаючи на значення ОВП. Визначено залежність ОВП від кількості специфічних для "Нафтусі" мікроорганізмів. За даними науковців інституту геологічних наук НАНУ, Інституту онкології курсове споживання мінеральної води "Нафтусі" Прикарпатсько-Збручанської сприяє відновленню складу крові й крово-творних функцій, порушених внаслідок радіаційного ураження, антиоксидантним процесам в організмі, активує імунну систему [25].

На сьогодні за кордоном розроблено низку сучасних технологій активації води, серед яких: вода "Микрокластерная" (пат. США № 5711950 та № 6033678); активована вода "Биола" (пат. РФ № 2099109); активована вода "Кристалльная" (РФ, м. Самара, ЗАТ "Чистая вода"); структурована вода "Ренорм" (РФ, Москва); питна вода "Университетская", отримана методом безконтактної активації (РФ, м. Іжевськ, ЗАТ НДЦ "Икар", ВАТ "Дальприбор"); активована вода "Метавода" (РФ, компанія "Виталайн"), оброблена неоднорідними електричними полями; активована питна вода "Божья роса" (РФ, Москва), оброблена електромагнітними полями; біогенна вода "Айко" (Казахстан, ТОВ "Айко-Инвест"), оброблена монохроматичним червоним світлом гелій-неонових лазерів на приладі БВ-2 за методом професора В. М. Інюшина; активована вода "H₄O" зі строком придатності до 3-х міс. (Японія, компанія "H₄O"); активована питна вода "Ваше здоровье" (пат. РФ № 2234945) зі строком придатності 6–12 міс. (РФ, компанія "Редокс Технологии"). Біологічно активні й лікувальні властивості розроблених видів активованої води підтверджені висновками клінічних досліджень науково-дослідних установ і лікувальних закладів Росії, США, Молдови, Казахстану, Італії, Германії, Ізраїлю та інших країн [26].

Серед приладів для активації води фізичними полями відомі також турбулізатор *Мартіна*, віталізатор *Груббера*, турбулентний віталайзер *Шаунберга*, методи активації *Вілфріда Хахеня*, *Плохера*, віталізатор *Евокот*. Проте лікувальні властивості заявленої виробниками води не мають наукового обґрунтування. Така вода має високі позитивні значення ОВП, що не забезпечує відновлювальних властивостей.

На сьогодні найбільшого поширення набув електрохімічний метод активації рідини з метою надання їй необхідних функціональних властивостей. Застосування електроактивованої води, отриманої в результаті електрохімічного уніполярного впливу як у діафрагменних електроактиваторах, так і в проточних електрохімічних модульних реакторах, є одним з найперспективніших способів безреагентного регулювання властивостей рідких систем і все більше застосовується у виробництві харчових продуктів із заданими властивостями, зокрема в закладах ресторанного господарства.

Лужна фракція електроактивованої води (католіт), насичена відновлювачами, які утворені вільними гідроксидними групами, набуває від'ємних значень ОВП і високої адсорбційно-хімічної активності. Така вода насичується вільними протонами водню, а її структурна організація характеризується меншими розмірами молекулярних кластерів, що свідчить про її високу розчинну здатність, кращу капілярну проникність. Відома біологічна активність електроактивованої води, що виявляється у запобіганні переокисного окиснення ліпідів в живому організмі, нормалізації окиснювально-відновних біохімічних процесів, вираженій антимікробній дії, активізації ферментативних систем, підвищує адаптаційно-захисні властивості організму та забезпечує стабільність його внутрішнього середовища [17; 18].

Медико-біологічні дослідження електроактивованих розчинів, проведені на білих щурах, показали, що католіт зі значенням ОВП –400 мВ має виражену анаболічну дію, стимулює процеси фізіологічної регенерації, тканинне дихання і сприяє підвищенню надійності антиоксидантного захисту печінки й міокарда [17; 18; 20].

Існують дані про високі радіопротекторні властивості католіту. Встановлено, що активовані розчини не мають канцерогенної, алергічної та токсичної дії на організм людини при їх внутрішньовенному, внутрішньом'язовому, підшкірному та пероральному введенні. Багаторічний клінічний досвід показує, що аноліт і католіт зі значеннями рН, які відповідають висококонцентрованим кислотам і лугам, не виявляють агресивності до тканин людини. Визначена висока антиоксидантна здатність католіту, що створює передумови для дослідження можливості регулювання протиокиснювальної активності готового харчового продукту та проміжних розчинів із застосуванням електроактивованих. Підвищений енергетичний рівень і аномальна реакційна здатність, висока каталітична й біокаталітична активність електроактивованих рідких середовищ є важливою перевагою при використанні для вироб-

ництва харчової продукції, оскільки дає змогу інтенсифікувати технологічні процеси на фоні зниження вмісту синтетичних харчових добавок [17].

Використання активованої води високої якості у харчуванні населення останнім часом активно розвивається в США, Канаді, Франції, Німеччині, Австрії, Ізраїлі, Австралії та арабських країнах. Сьогодні активована вода широко використовується населенням Японії, країн Південно-Східної Азії та Індонезії. В Україні така вода не отримала широкого практичного застосування, проте Фармакологічний комітет СРСР рішенням № 211-2524/791 від 22.02.1988 р. дозволив її використання для внутрішнього споживання людиною.

Висновки. Встановлено, що споживання питної води із системи централізованого водопостачання та з альтернативних джерел (артезіанських свердловин і фасованої) не є гарантовано безпечним, а за тривалого споживання може призводити до негативних наслідків для здоров'я. Обґрунтовано доцільність і перспективи використання у харчуванні людини питної води високої якості, яка, крім нормативних показників безпечності, відповідає гідробіологічним параметрам: має знижені до фізіологічного рівня значення окиснювально-відновного потенціалу (від -50 до -100 мВ), певні показники структурованості та енергетичного розподілу структурованої фази (мікрокластерна структура води з фрактальною і оптичною анізотропією якості). Регулярне споживання такої води сприятиме посиленню антиоксидантного захисту організму від несприятливих впливів окиснювальних факторів харчування та довкілля, активізації внутрішньоклітинних процесів обміну речовин, нейтралізації токсинів, забезпеченню стабільності внутрішньої екології організму людини.

Визначено як перспективний спосіб виробництва активованої питної води високої якості та харчової продукції на її основі у спеціальних пристроях для контактної або безконтактної електрохімічної активації води, отриманої із системи централізованого водопостачання та з інших джерел. Використання таких пристроїв різної потужності (проточних електрохімічних модульних реакторів) уможливить регульовано забезпечувати потреби в питній воді високої якості окремі домогосподарства, заклади ресторанного господарства та промислові підприємства.

Перспективою подальших досліджень є наукове обґрунтування і розроблення технологій кулінарної продукції та напоїв на основі електро-активованої води, затвердження нормативної документації, проведення медико-біологічних і клінічних досліджень щодо підтвердження гіпотези про можливість здійснювати цілеспрямоване регулювання фізичних, фізико-хімічних і біологічних процесів організму людини в напрямі посилення його антиоксидантного захисту, активізації внутрішньоклітинних процесів обміну речовин, регуляції метаболізму, нейтралізації токсичних речовин, а також здійснення комплексу заходів щодо впровадження розробленої продукції у виробництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Зайцева Л. В.* Трансизомеры – чума XXI века / Л. В. Зайцева // Кондитерское пр-во. — 2012. — № 2. — С. 14—17.
2. *ООН:* Кожна десята у світі людина не має доступу до питної води. — Режим доступу : <http://www.ghsc.ua>.
3. *Тимочко Т. В.* Всеукраинская экологическая лига об улучшении питьевого водоснабжения и охране вод в Украине / Т. В. Тимочко // Екологічний вісн. — 2009. — № 2. — С. 27—29.
4. *Гончарук В. В.* SOS: питьевая вода / В. В. Гончарук // Химия и технология воды. — 2010. — Т. 32, № 5. — С. 463—512.
5. *Рахманин Ю. А.* Экология человека: современные проблемы и пути их решения / Ю. А. Рахманин // Науки о жизни и технологии жизнеобеспечения "Устойчивое развитие: Наша практика". — 2003. — № 3. — С. 2—9.
6. *Дуган А. М.* Суммарная мутагенная активность вод из артезианских скважин и смешанного водопровода г. Киева / А. М. Дуган // Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології : зб. наук. пр. — К. ; Луганськ ; Х. : Луган. держ. мед. ун-т ; Укр. наук. центр мед. генетики МОЗ України (Київ) ; Харк. НДІ мікробіології і імунології ім. І. І. Мечникова НАМН України. — 1998. — Вип. 9. — С. 18—21.
7. *Куцоконь Н. К.* Оцінка мутагенних властивостей води з водогінної мережі водойм м. Києва / Куцоконь Н. К., Лазаренко Л. М., Безруков В. Ф. — Вип. 29. — 1999. — Режим доступу : <http://www.irex.kiev.ua/en>.
8. *Комплексна оцінка якості фасованих вод* / [Гончарук В., Архипчук В., Терлецька Г., Корчак Г.] // Вісн. НАН України. — 2005. — № 3. — С. 47—57.
9. *Макарова Н. В.* Качество воды в бюветах г. Киева / Н. В. Макарова // Вода и водоочистные технологии. — 2011. — № 1. — С. 38—39.
10. *Болтина И. В.* Применение краткосрочных тестов для исследования мутагенной активности бутилированной питьевой воды / Болтина И. В., Костик Е. Л., Верголяс М. Р. // Проблемы питания. — 2011. — № 1—2. — С. 70—74.
11. *Кузьменко О. Г.* Стандарт питної води / О. Г. Кузьменко, М. В. Курик // Еніологія. — 2006. — № 1 (21). — С. 71—74.
12. *Гончарук В. В.* Наука о воде : монография / В. В. Гончарук. — К. : Наукова думка, 2010. — 511 с.
13. *Фаращук Н. Ф.* Вода – структурная основа адаптации : монография / Н. Ф. Фаращук, Ю. А. Рахманин. — Смоленск : Смоленская мед. акад. МЗ РФ, 2004. — 180 с.
14. *Зенин С. В.* Биологические и энергоинформационные свойства воды / С. В. Зенин. — М. : ТМО, 2003. — 163 с.
15. *Приготовление питьевой воды высшего качества: анализ и перспектива* / [Широсов В. Г., Минаков В. В., Широсов О. В. и др.] // Экология и пром-сть России. — 2008. — № 1. — С. 4—5.
16. *Рахманин Ю. А.* Новый фактор риска для здоровья человека – дефицит электронов в окружающей среде / Рахманин Ю. А., Стехин А. А., Яковлев Г. В. — Режим доступа : <http://www.professionali.ru>.

17. *Леонов Б. И.* Физико-химические аспекты биологического действия электрохимически активированной воды / Леонов Б. И., Прилуцкий В. И., Бахир В. М. — М. : ВНИИИМТ, 1999. — 244 с.
18. *Ашбах Д. С.* "Живая" и "мертвая" вода – новейшее лекарство современности / Д. С. Ашбах. — СПб. : Питер, 2008. — 160 с.
19. *Каррел А.* Микрогидрин – наш помощник / А. Каррел. — Режим доступа : <http://coral-club-talda.com/a19317-mikrogidrin-mikrogidrin-samyj.html>.
20. *Supplementation of hydrogen-rich water improves lipid and glucose metabolism in patients with type 2 diabetes or impaired glucose tolerance / Sizuo Kajiyama, Goji Hasegawa, Mai Asano, Hiroko Hosoda, Michiaki Fukui, Naoto Nakamura, Jo Kitawaki, Saeko Imai, Koji Nakano, Mitsuhiro Ohta, Tetsui Adachi, Hiroshi Obayashi, Toshikazu Yoshikawa.* — Published in : Science Direct ; Nutrition Research. — Vol. 28 (2008). — P. 137—143; Elsevier Available online at www.sciencedirect.com: Nutrition Research www.elsevier.com/locate/nutres.
21. *Заявка на изобретение РФ № 2007127133 от 16.07.2007.* Способ детектирования кластерной структуры и микрокластеров жидкости. — Режим доступа : <http://www.ikar.udm.ru/mis-rt.htm>.
22. *Заявка на изобретение РФ № 2007127132 от 16.07.2007.* Способ определения активности структурированной жидкости. — Режим доступа : <http://www.ikar.udm.ru/mis-rt.htm>.
23. *Михалева М.* Нові гідробіологічні показники якості для питної води як харчового продукту номер один / М. Міхалева, Н. Обуховська // Вимірювальна техніка та метрологія. — 2010. — № 71. — С. 148—152.
24. *Шестопалов В. М.* Еще раз о лечебном начале минеральных вод типа "Нафтуся" / В. М. Шестопалов, Н. П. Моисеева // Геологический журн. — 2004. — № 3. — С. 96—97.
25. *Ясевич А. П.* Полярні сполуки мінеральних вод типу "Нафтуся" / Ясевич А. П., Моїсеєва Н. П., Шестопалов В. М. // Геологический журн. — 1996. — № 1—2. — С. 118—122.
26. *"МИС-РТ"* – научный электронный журнал. — Режим доступа : <http://www.ikar.udm.ru/mis-rt.htm>.

Стаття надійшла до редакції 20.03.2013.

Peresichnyi M., Fedorova D. The electroactivated water in human nutrition.

Background. According to the World Health Organization, most health problems to some extent are related to the quality of drinking water. Drinking water consumed by the population of Ukraine does not always meet the safety performance, and nutritive value. In this regard, it is necessary to determine the categories of drinking water quality and characteristics of the main parameters determining it.

Material and methods. Through theoretical generalization the results of modern research on the quality of drinking water from different sources in Ukraine were systematized. Based on the system analysis the characteristics of the main parameters that determine the quality of drinking water were identified. The value of the oxidation-reduction potential of samples of drinking water and beverages studied by potentiometry GOST 26781-85 on millivoltmeters HANNA pH 150.

Results. It is established that the consumption of drinking water from both the centralized water supply system, as well as from alternative sources – artesian wells and

packed, is not guaranteed to be safe, and prolonged use can lead to negative consequences for human health. In this regard, the appropriateness of application in human nutrition drinking water of the highest quality, which in addition to standard indicators of safety, comply with the new hydro-biological indicators of quality: it has reduced to a physiological significance level of oxidation-reduction potential (–50 to –100 mV), certain indicators of structured and energy distribution phase, physiologically complete mineral composition. The results of experimental studies set ORP of water from different sources.

Conclusion. The systematization of the results of modern scientific research of quality of drinking water from different sources in Ukraine was held. The characteristics of the main indicators of water high quality were defined. Method of producing high quality drinking water and food products on the basis of flow-through electrochemical modular reactors was defined as a promising one. This will ensure the regulated water needs of individual households and restaurants. Prospects of further researches is development of technologies of culinary production and beverages on the basis of electroactivated water, confirmation of documentation and conduct of medical-biological researches.

Key words: quality, drinking water, electroactivated water, lack of electrons, free radical compounds, redox potential, resonance microclusters, microcluster structure, electrochemical activation, fractal and optical anisotropy of quality structure.

REFERENCES

1. *Zajceva L. V.* Transyzomeri – chuma XXI veka / L. V. Zajceva // Kondyterskoe pr-vo. — 2012. — № 2. — S. 14—17.
2. *OON:* Kozhna desjata u sviti ljudyna ne maje dostupu do pytnoi' vody. — Rezhym dostupu : <http://www.rbc.ua>.
3. *Tymochko T. V.* Vseukraynskaja ekologicheskaja lyga ob uluchshenyy pyt'evogo vodosnabzheniya y ohrane vod v Ukrayne / T. V. Tymochko // Ekologichnyj visn. — 2009. — № 2. — S. 27—29.
4. *Goncharuk V. V.* SOS: pyt'evaja voda / V. V. Goncharuk // Hymyja y tehnologyja vodi. — 2010. — T. 32, № 5. — S. 463—512.
5. *Rahmanyn Ju. A.* Ekologyja cheloveka: sovremennie problemi y puty yh resheniya / Ju. A. Rahmanyn // Nauky o zhyzny y tehnologyy zhyzneobespecheniya "Ustojchyvoe razvytye: Nasha praktyka". — 2003. — № 3. — S. 2—9.
6. *Dugan A. M.* Summarnaja mutagennaja aktyvnost' vod yz artezyanskykh skvazhyn y smeshannogo vodoprovoda g. Kyeva / A. M. Dugan // Problemy ekologichnoi' ta medychnoi' genetyky i klinichnoi' imunologii' : zb. nauk. pr. — Kyi'v ; Lugans'k ; Harkiv : Lugans'kyj derzhavnyj medychnyj universytet ; Ukrai'ns'kyj naukovyj centr medychnoi' genetyky MOZ Ukrai'ny (Ky'i'v) ; Harkivs'kyj NDI mikrobiologii' i imunologii' im. I. I. Mechnykova NAMN Ukrai'ny. — 1998. — Vyp. 9. — S. 18—21.
7. *Kucokon' N. K.* Ocinka mutagennykh vlastyvostej vody z vodoginnoi' merezhi vodojm m. Kyjeva / Kucokon' N. K., Lazarenko L. M., Bezrukov V. F. — Vyp. 29. — 1999. — Rezhym dostupu : <http://www.irex.kiev.ua/en>).
8. *Kompleksna ocinka jakosti fasovanykh vod* / [Goncharuk V., Arhypchuk V., Terlec'ka G., Korchak G.] // Visn. NAN Ukrai'ny. — 2005. — № 3. — S. 47—57.
9. *Makarova N. V.* Kachestvo vodi v bjuvetah g. Kyeva/ N. V. Makarova // Voda y vodoochystnie tehnologyy. — 2011. — № 1. — S. 38—39.
10. *Boltyna Y. V.* Prymenenye kratkosrochnih testov dlja yssledovanyja mutagennoj aktyvnosti butilyrovannoy pyt'evoy vody / Boltyna Y. V., Kostyk E. L., Vergoljas M. R. // Problemy pytanyja. — 2011. — № 1—2. — S. 70—74.
11. *Kuz'menko O. G.* Standart pytnoi' vody / O. G. Kuz'menko, M. V. Kuryk // Eniologija. — 2006. — № 1 (21). — S. 71—74.
12. *Goncharuk V. V.* Nauka o vode : monografija / V. V. Goncharuk. — K. : Naukova dumka, 2010. — 511 s.

13. *Farashhuk N. F.* Voda – strukturnaja osnova adaptacyy : monografija / N. F. Farashhuk, Ju. A. Rahmanyn. — Smolensk : Smolenskaja med. akad. MZ RF, 2004. — 180 s.
14. *Zenyn S. V.* Byologicheskiye y energoynformacyonnie svojstva vodi / S. V. Zenyn. — M. : TMO, 2003. — 163 s.
15. *Prygotovlenye pyt'evoj vodi visshogo kachestva: analiz y perspektiva* / [Shyronosov V. G., Mynakov V. V., Shyronosov O. V. y dr.] // *Ekologiya y prom-st' Rossyy.* — 2008. — № 1. — S. 4—5.
16. *Rahmanyn Ju. A.* Novij faktor ryska dlja zdorov'ja cheloveka – defycyt elektronov v okruzhajushhej srede / Rahmanyn Ju. A., Stehyn A. A., Jakovlev G. V. — Rezhym dostupa : <<http://www.professional.ru>>.
17. *Leonov B. Y.* Fyzyko-hymicheskiye aspekti byologicheskogo dejstvija elektrohymichesky aktivirovannoj vody / Leonov B. Y., Pryluckyj V. Y., Bahyr V. M. — M. : VNYYYMT, 1999. — 244 s.
18. *Ashbah D. S.* "Zhyvaja" y "mertvaja" voda – novejshee lekarstvo sovremennosti / D. S. Ashbah. — SPb. : Pyter, 2008. — 160 s.
19. *Karrel A.* Mykrogydryn – nash pomoshhnyk / A. Karrel. — Rezhym dostupa : <http://coral-club-talda.com/a19317-mikrogidrin-microgidrin-samyj.html>.
20. *Supplementation of hydrogen-rich water improves lipid and glucose metabolism in patients with type 2 diabetes or impaired glucose tolerance* / Sizuo Kajiyama, Goji Hasegawa, Mai Asano, Hiroko Hosoda, Michiaki Fukui, Naoto Nakamura, Jo Kitawaki, Saeko Imai, Koji Nakano, Mitsuhiro Ohta, Tetsui Adachi, Hiroshi Obayashi, Toshikazu Yoshikawa. — Published in : Science Direct ; Nutrition Research. — Vol. 28 (2008). — P. 137—143 ; Elsevier Available online at www.sciencedirect.com: Nutrition Research www.elsevier.com/locate/nutres.
21. *Zajavka na yzobretenye RF № 2007127133 ot 16.07.2007.* Sposob detektyrovanya klasternoj struktury y mykroklasterov zhydkosty. — Rezhym dostupa : <http://www.ikar.udm.ru/mis-rt.htm>.
22. *Zajavka na yzobretenye RF № 2007127132 ot 16.07.2007.* Sposob opredelenija aktivnosti strukturyrovannoj zhydkosty. — Rezhym dostupa : <<http://www.ikar.udm.ru/mis-rt.htm>>.
23. *Mihaljeva M.* Novi gidrobiologichni pokaznyky jakosti dlja pytnoi' vody jak harchovogo produktu nomer odynd / M. Mihaljeva, N. Obuhov'ska // *Vymirjuval'na tehnika ta metrologija.* — 2010. — № 71. — S. 148—152.
24. *Shestopalov V. M.* Eshhe raz o lechebnom nachale myneral'nyh vod typu "Naftusja" / V. M. Shestopalov, N. P. Moyseeva // *Geologicheskij zhurn.* — 2004. — № 3. — S. 96—97.
25. *Jasevych A. P.* Poljarni spoluky mineral'nyh vod typu "Naftusja" / Jasevych A. P., Moisejeva N. P., Shestopalov V. M. // *Geologicheskij zhurn.* — 1996. — № 1—2. — S. 118—122.
26. *"MYS-RT"* – nauchnij elektronnij zhurnal. — Rezhym dostupa : <http://www.ikar.udm.ru/mis-rt.htm>.