

Section: Mechanics and Electrical Engineering

ЕЛЕКТРОХІМІЧНА АКТИВАЦІЯ ВОДИ – ДІЄВИЙ МЕТОД Її ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ

Шпак Владислав
доктор філософії
Коломієць Дмитро
Зінькевич Петро
доктор філософії

Кафедра електропостачання і енергоменеджменту
Національний університет харчових технологій, Україна

Зміна кліматичних умов, техногенні забруднення, війни та катастрофи протягом останнього півстоліття значно погіршили екологічну ситуацію у світі, що особливо відобразилось на стані води, яка відіграє ключову роль у підтримці життя і здоров'я людини. Вона є основним компонентом клітин, тканин і органів. Постійне вживання води підтримує оптимальний рівень гідратації, забезпечуючи нормальне функціонування клітин.

Відомо, що вода характеризується двома життєво важливими фізичними показниками: рН (водневий показник) і окислювально-відновним потенціалом ОВП (або редокс-потенціалом Red-Ox).

Водневий показник рН – кількісна величина, що показує міру активності іонів водню (H^+) в розчині, тобто ступінь кислотності або лужності розчину.

ОВП залежить від природи системи і співвідношення окисненої та відновленої форм, тобто від зміни в розчині іонів H^+ та OH^- , і показує, чим є той чи інший продукт – оксидантом або антиоксидантом. Отже, ОВП характеризує здатність речовини приєднувати до себе іони або відновлюватися.

Зокрема від'ємні значення ОВП води (або іншого продукту) означають, що, потрапляючи в наш організм, вода віддає електрони, тобто є антиоксидантом. Разом з тим, у національних (зокрема ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», який нормує якість питної води в Україні), міжнародних стандартах на питну воду (стандартах питної води Європейських країн та документах Всесвітньої організації охорони здоров'я) даний показник не нормується, оскільки не визначає будь-яких справжніх показників якості води. Так у документах ВООЗ, які описують оцінку якостей води, редокс-потенціал описується виключно як показник, що визначає ефективність хлору як знезаражуючого реагента, а також попередньої оцінки ймовірності наявності у воді певних поллютантів [1].

Загалом вода є сенсором різних фізичних та хімічних чинників, котрі спричиняють зміни її фізико-хімічних властивостей та впливають на біологічну активність. Серед її компонентів наявні речовини з притаманною їм біологічною

активністю - здатністю до біорегуляції фізіологічних процесів життєдіяльності, забезпечуванні організму необхідними макро– та мікроелементами [2]. Разом з тим, та ж вода є прекрасним середовищем для проживання живих, але шкідливих (патогенних) мікроорганізмів, присутність яких у воді, не допускається. Це зокрема [3]:

- бактерії (холерний вібріон, сальмонела, синьогнійна паличка);
- віруси (гепатит А, В, Е; аденовірус);
- найпростіші (криптоспоридії).

Тому проблема безпеки води наразі викликає чималий ажітаж і привертає увагу різних установ і організацій охорони здоров'я і навколишнього середовища у всьому світі. Багато вчених і навіть цілі дослідницькі центри зосереджені на пошуку і розробці альтернативних способів знезараження води, які в ситуації, що склалася, були б одночасно і доступними, і ефективними.

З метою дезінфекції та підвищення біологічної активності води існує можливість корегування її властивостей різними методами. Через обмеження, що пов'язані з використанням сучасних біоцидних агентів, існує потреба у пошуку нових методів обробки води, зокрема безреагентних. Одним з них є метод електрохімічної активації води.

Запропоновано інноваційні методи активації води для очищення води та поділу іонів – електродеіонізацію, шоківий електродіаліз, емнісна деіонізація та фарадеївська електросорбція. Електрохімічні системи використовують електричні струми для видалення забруднень шляхом розподілу в об'ємних електролітах, електрохімічного захоплення їх у подвійних електричних шарах або інтеркаляції їх у тверді електроди. Перший із цих механізмів керується електрокінетикою, а другий і третій є формами електросорбції [4].

В даних дослідженнях електроактивація водних систем здійснювалась шляхом анодної та катодної електричної обробки рідини в діафрагмовому електрохімічному електролізері. Шляхом відповідного вибору типу мембрани і різниці потенціалів на електродах об'єм води між електродами піддається впливу електричного поля високої напруженості і через воду протікає електричний струм, під дією якого солі металів розкладаються, перетворюються в гідроксиди і випадають в осад. У процесі низькотемпературного електролізу водопровідної води в катодній камері апарата утворюється лужна (жива) вода, а в анодній - кислотна (мертва) вода.

Католіт (ЖВ) та аноліт (МВ) отримували шляхом обробки водопровідної води в електролізері «Ековод -6 Жемчуг».

Зразки води відбирали згідно Настанови щодо відбирання проб з річок і струмків (ISO 5667-6:2005, IDT) та діючої Інструкції з відбирання, підготовки проб води і ґрунту для хімічного та гідробіологічного аналізу. рН води визначали за показами рН-метр Ezodo 5011A, що має діапазон вимірювання (0...14.0) та роздільну здатність ± 0.01 рН. Для вимірювання одночасно солевмісту TDS, електричної провідності EC і температури іонного середовища використовували комбінований прилад TDS & EC meter (hold), який поєднує в собі солемір, кондуктометр і термометр, з функцією HOLD для фіксації

результатів вимірювань на дисплеї. Діапазони виміру: солевмісту (0-9999) ppm, провідності (0-9999) $\mu\text{S} / \text{cm}$, температури (0-80 °C) (32-176 °F). Крок вимірів відповідно: 1 ppm; 1 $\mu\text{S} / \text{cm}$; 0.1 °C / 0.1 °F. Похибка: $\pm 2\%$ повної шкали.

Вимірювання рН робочих середовищ проводили з використанням спеціального приладу рН-метр Ezodo 6011, що має діапазон вимірювання (0...14.0) ± 0.1 рН. Для цього відбирали пробу 100 мл в мірний стакан і розміщували в термошафу при температурі 20 °C, ополіскували електроди рН метра в дистильованій воді, висушували в сушильній шафі, охолоджували до температури 20 °C, після чого занурювали вимірювальний електрод в зразок.

Робочі середовища на основі аноліту та католіту володіють специфічними властивостями по відношенню до біологічно-активних речовин (БАР) рослинного та тваринного походження.

Аноліт (мертва вода) на вигляд безбарвна рідина з запахом кислоти, а на смак — кисла і трохи в'язка. Його кислотність - (2,5...3,5) рН. Свої властивості він зберігає протягом 1-2 тижнів у закритих посудинах. Це прекрасний дезінфектор. Застосовується для полоскання при простудних захворюваннях, дезінфікації білизни, меблів, приміщення і навіть ґрунту. Аноліт знімає кров'яний тиск, заспокоює нервову систему, покращує сон, зменшує біль у суглобах, має розчинну дію.

Католіт (жива вода) - це дуже м'яка, безбарвна рідина з лужним смаком, (8,5-10,5) рН. Після електролізу в ній випадають осадки - всі домішки води, в т. ч. і радіонукліди. За умови зберігання в закритій посудині в темному місці католітом можна користуватися протягом 2 діб. Він має ОВП = -350...-700 мВ, володіє сильними якостями біостимулятора, відновлює імунну систему організму.

Відомо, що ОВП всіх рідких середовищ людського організму завжди має бути негативним. Тому деякі науковці вважають, що споживання рідин, які мають негативний (відновний) потенціал, буде позитивно позначатися на здоров'ї. Проте, дані клінічних досліджень, що підтверджують ефективність такої води в плані покращення самопочуття, не знайдено. Більшість публікацій стосуються лабораторних експериментів або методів отримання води. Частина з досліджень проводилися для маркетингових цілей того чи іншого виробника іонізаторів води. Важливо відзначити, що рідини свіжих овочів і фруктів мають негативний потенціал, а ось приготовані харчові продукти, напої та вода з водопроводу мають позитивні значення потенціалу. Природні води також вкрай рідко мають негативний потенціал [1].

Завдяки своєму рН та ОВП активована вода має антимікробну дію широкого спектру та є високоефективним засобом для знезараження. Відомо, що така вода знайшла застосування у медицині та косметології. У харчовій промисловості її використовують для попередження мікробіологічного псування сировини та надання виробам оздоровчих властивостей.

Відомо, що м'ясо та м'ясні напівфабрикати є продуктами, які швидко псуються [5]. Дослідження показали, що активовані рідини мають високу реакційну здатність і є потужними інструментами для зниження активності

мікробів у м'ясних продуктах. Встановлено також, що активована електрохімічним методом вода у складі крохмальних суспензій впливає на функціонально-технологічні властивості та реологічні показники пащтетів з їх використанням. Зокрема, активована вода у складі суспензій кукурудзяного крохмалю сприяє зміні функціонально-технологічних властивостей та реологічних показників пащтетів з їх вмістом, що у свою чергу відобразиться на консистенції м'ясних пащтетів. Реологічні показники, а саме значення напруження зсуву, усіх зразків пащтетів різко збільшуються при використанні аноліту [6]. Католіт меншою мірою впливає на зміну напруження зсуву. Отже, аноліт в більшій мірі впливає на вологозв'язувальну здатність пащтетів.

Висновок.

Застосування електроактивованої води, отриманої в діафрагмених електроактиваторах, є одним із перспективних способів безреагентного регулювання властивостей різних систем і знаходить все більшого застосування як антисептик у медицині та виробництві харчових і косметичних продуктів.

Список використаних джерел

1. Кузьмінчук А. (2024). Окисно відновний потенціал води. URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/okislitelno-voosstanovitelnyu-potentsial-vody/>
2. Баль-Прилипка Л., Паска М., Бутенко А. (2021). Наукове обґрунтування та розроблення рецептури води збалансованого складу. Сучасні тенденції розвитку індустрії гостинності, Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції 7-8 жовтня 2021 р. Львів, 116-119.
3. Сусь М. (2024). Вічний бій за безпеку води. URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/vechnyy-boy-za-bezopasnost-vody/>
4. Su X., Hatton T.A. (2017). Electrosorption at functional interfaces: from molecular-level interactions to electrochemical cell design. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 19, 23570–23584.
5. Roobab U, Madni G.M., Ranjha M.M.A.N., Khan A.W., Selim S., Almuhayawi M.S., Samy M., Zeng X-A., Aadil R.M. (2023). Applications of water activated by ozone, electrolysis, or gas plasma for microbial decontamination of raw and processed meat. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1007967. DOI:10.3389/fsufs.2023.1007967
6. Маринін А.І, Шпак В.В, Пасічний В.М, Шубіна Є.А, Святненко, Р.С. (2023). Вплив електрохімічно активованої води на функціонально–технологічні властивості та реологічні показники м'ясних пащтетів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (2(16), 79–85. DOI:10.20998/2413-4295.2023.02.11