



**Л.БАЛЬ-ПРИЛИПКО,**

докт. техн. наук, академік АН ВШ України,  
декан факультету харчових технологій  
та управління якістю продукції АПК  
**Національний**  
університет біоресурсів  
і природокористування України

### Без спаду виробництва

Ні сезонного, ні зумовленого обставинами скорочення обсягів харчових виробів переробники дозволити не можуть.

Адже втративши нішу серед постачальників певного сегменту продуктів посісти її знову буде доволі складно. Тому вплив пори року позначається, передусім, лише на коригуванні споживчого асортименту. Так, влітку дещо збільшується виробництво, зокрема, безалкогольних, кисломолочних напоїв, бутильованої води, овочів і фруктів, морозива тощо. У зв'язку з цим актуалізується потреба у технологіях, які дають змогу безпечно виготовляти і зберігати продукти повсякденного раціону в умовах підвищеної довколишньої температури. Саме на висвітлення своїх пропозицій за згаданою тематикою і спрямовані публікації поточного номера. Сподіваємось, що вони будуть слухними!

УДК 664.002.3

## Порівняння водопровідної води та активованих водних середовищ за фізико-хімічними і показниками безпеки

**Анотація.** Представлено результати комплексних експериментальних досліджень фізико-хімічних, органолептичних властивостей, а також аналіз фізіологічної повноцінності водопровідної води і активованих водних середовищ (католіту і аноліту), наведено закономірності і пояснення основних відмінностей з точки зору подальшого застосування у біотехнології м'ясних продуктів.

**Ключові слова:** католіт, аноліт, релаксація, активація, окислення, відновлення.

**Abstract.** This paper presents the results of experimental studies of complex physical-chemical, organoleptic properties and physiological value of tap water and activated water environments (catholyte and anolyte), presented regularities and explanations of major differences in terms of further application of biotechnology in meat products.

**Key words:** catholyte, anolyte, relaxation, activation, oxidation, reduction.

**Таблиця 1**  
**Дослідження якості та безпечності електроактивованої та водопровідної води**

| Показник  | Зразки       |                   |            | Норми за ДСанПіН 2.2.4-171-10 |
|---|--------------|-------------------|------------|-------------------------------|
|   | контроль-ний | дослідні          |            |                               |
|   |              | водопровідна вода | катодит    |                               |
| <b>Органолептичні показники</b>   |              |                   |            |                               |
| Запах:<br>при 20 °С<br>при 60°С, бали   | 2<br>3       | 1<br>2            | 3<br>3     | 2                             |
| Смак та присмак при 20 °С, бали   | 2            | 1                 | 3          | 2                             |
| Забарвленість, градуси  | 16           | 15                | 15         | 20                            |
| Каламутність, мг/дм <sup>3</sup>  | 0,65         | 0,52              | 0,57       | 1                             |
| <b>Фізико-хімічні показники</b>   |              |                   |            |                               |
| Загальна жорсткість, ммоль/дм <sup>3</sup>  | 6,35±0,5     | 4,3±0,5           | 4,8±0,5    | 7                             |
| Водневий показник, рН   | 6,96±0,06    | 8,48±0,07         | 3,58±0,05  | 6,5- 8,5                      |
| ОВП, мВ   | +322±10      | -430±10           | +720±10    | -                             |
| Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>   | 380±19       | 223±15,3          | 204±16,1   | 1000<br>200-500*              |
| Вміст:<br>хлоридів, мг/дм <sup>3</sup>  | 4,0±0,2      | 3,2±0,19          | 3,1±0,18   | 250                           |
| сульфатів, мг/дм <sup>3</sup>   | <10          | <10               | <10        | 250                           |
| загального заліза, мг/дм <sup>3</sup>   | 0,1          | 0,07              | 0,07       | 2                             |
| нітратів (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>                                    | 0,25±0,01    | 0,19±0,01         | 0,21±0,011 | 50                            |
| кальцію, мг/дм <sup>3</sup>   | 100±5        | 50±2,5            | 78±3,9     | 25-75*                        |
| магнію, мг/дм <sup>3</sup>  | 29,8         | 17,43             | 18,34      | 10-50*                        |
| йоду, мг/дм <sup>3</sup>  | -            | -                 | -          | 20-30                         |
| Електропровідність, мкСм/см   | 570±22,5     | 420±15            | 440±15,5   | -                             |
| <b>Показники мікробіологічної безпечності</b>   |              |                   |            |                               |
| Мікробне число води (загальна кількість бактерій, при 37°С, 24 год), КУО/1 см <sup>3</sup> води | 57           | 27                | 13         | 100                           |

\*- вимоги фізіологічної повноцінності питної води

**Л. Баль-Прилипко,**  
докт.техн.наук  
**Б. Леонова ,** аспірант  
Національний  
університет біоресурсів  
і природокористування України

Властивості води, що застосовують у технологічному процесі, значною мірою впливають на показники якості та безпечності готової продукції. Найперспективнішим сучасним способом водопідготовки для регулювання фізико-хімічних властивостей водного компонента рецептур м'ясних продуктів є електрохімічна активація. Електрохімічно активовані водні середовища (системи) одержують шляхом обробки в катодній чи анодній камерах діафрагмового електрохімічного реактора. У результаті цього процесу вода переходить в активований стан, який характеризується окисно-відновним потенціалом, що зв'язаний з активністю електронів у воді, рН, електропровідністю, кількістю молекул у кластері, поверхневим натягом та іншими параметрами. Воду будь-якого мінерального складу можна піддати електрохімічній обробці, в результаті якої отримують модифіковані розчини-анодит та катодит [1]. Як показав літературний і патентний пошук, цілеспрямованих фундаментальних досліджень комплексних характеристик активованих водних середовищ з метою застосування у м'ясопереробній промисловості проведено вкрай мало, тому подальші експерименти актуальні.

Зміна фізико-хімічних властивостей та біологічної активності води в результаті електрохімічної обробки відбувається під впливом електричного струму, який у провідниках першого роду (металевих дротах, електродах) переноситься електронами, а в провідниках другого роду (розчинах електролітів, в т.ч. воді) – іонами. Надходження електронів у воду з катода, також як і видалення електронів з аноду супроводжується цілою серією електрохімічних реакцій на поверхні катода і анода. [2]. Внаслідок цих реакцій утворюються нові сполуки, змінюється вся система міжмолекулярних взаємодій, у тому числі перетворень зазнає і структуру-

ра води, як розчинника. Властивості води, підданої електрохімічній обробці, визначаються характеристиками вихідної води, а також видом і режимом активації [3].

Зразки води для досліджень і подальшої електроактивації відбирали з міської мережі водопостачання в лабораторних умовах кафедри м'ясних, рибних та морепродуктів НУБІП України. Активацію проводили за допомогою приладу марки АП- 1 протягом 20 хвилин. Не пізніше ніж через 3 години дослідні та контрольні зразки в стерильній тарі передавали на дослідження до

речовини. Тому запах води оцінюють як при кімнатній температурі (20°С), так і при її нагріванні до 60° С.

Експериментально встановлено, що контрольний зразок не відповідав вимогам щодо запаху при нагріванні, смаку та присмаку, тоді як католіт був за цими показниками нейтральним, що корелюється зі зміною його фізико-хімічних властивостей по відношенню до контролю. Аноліт мав помітний запах, смак та присмак хлору, що є властивим для даної системи, внаслідок утворення в процесі анодного окислення сполук активного хлору ( $\text{HClO}$ ,  $\text{ClO}_2$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{ClO}$  та

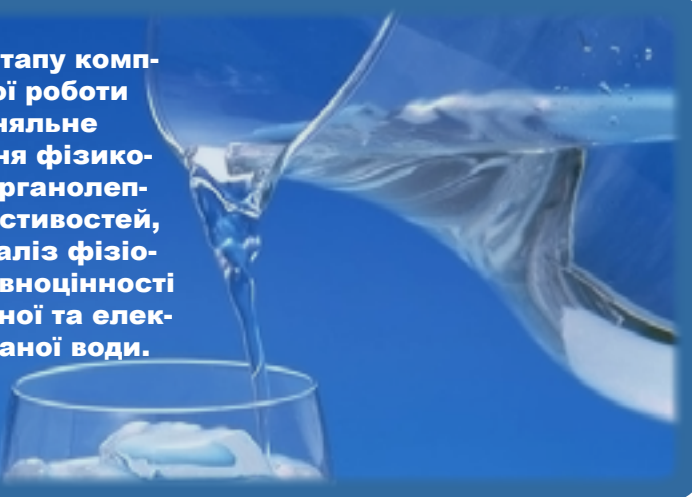
літ та аноліт характеризуються зниженим показником жорсткості - на 32,3 та на 24,4 % відповідно порівняно з контролем.

Наочною демонстрацією зміни сольового складу води після електроактивації слугують фото колб після випарювання досліджуваних зразків, що представлені на рис. 1, на яких чітко видно різницю у кількості осаду нерозчинних солей, які спричиняють жорсткість.

Аналогічна тенденція (до зниження вмісту хімічних сполук у зразках після електроактивації) спостерігається і по відношенню до сульфатів, нітратів та хлоридів, оскільки органічні речовини, а також неорганічні токсичні сполуки (у т. ч. нітрити і сульфати) піддаються анодній окисній деструкції, сильні неорганічні окислювачі (у т. ч. хлор) інактивуються під час реакцій на катоді. Результати досліджень, які констатують зниження вмісту хімічних сполук після електроактивації, узгоджуються з численними даними авторитетних вчених [5,6], які зазначали, що внаслідок електрохімічної обробки води токсичні сполуки, радіонукліди інактивуються на 85-99,9%.

Величина електропровідності характеризує важливі електролітичні властивості розчинів. Активність електронів, яку і виражає ОВП, чинить значний вплив на функціональні властивості компонентів активованих систем, що справедливо і для м'ясної системи, складовою якої буде служити фракція електроактивованої води – католіт. Відповідно до даних експериментальних досліджень ОВП звичайної водопровідної води становить +322 мВ, що вказує на наявність у її складі великої кількості сполук в окисленій формі, відомо що через різницю ОВП організму людини (-150-200мВ) і харчових продуктів (які, зазвичай, мають високі додатні значення) клітинам необхідно витратити енергію (окислювальна реакція) для того, щоб конвертувати заряд складової продукту у від'ємний (бо лише так елемент може засвоїтися), внаслідок чого клітини зношуються і руйнуються. Саме такий негативний вплив може чинити звичайна водопровідна вода у складі м'ясних продуктів, що призведе також до зниження якості під

**М**етою етапу комплексної роботи було порівняльне дослідження фізико-хімічних, органолептичних властивостей, а також аналіз фізіологічної повноцінності водопровідної та електроактивованої води.



Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК. Метою етапу комплексної роботи було порівняльне дослідження фізико-хімічних, органолептичних властивостей, а також аналіз фізіологічної повноцінності водопровідної та електроактивованої води.

Результати порівняльного аналізу представлені в табл.1.

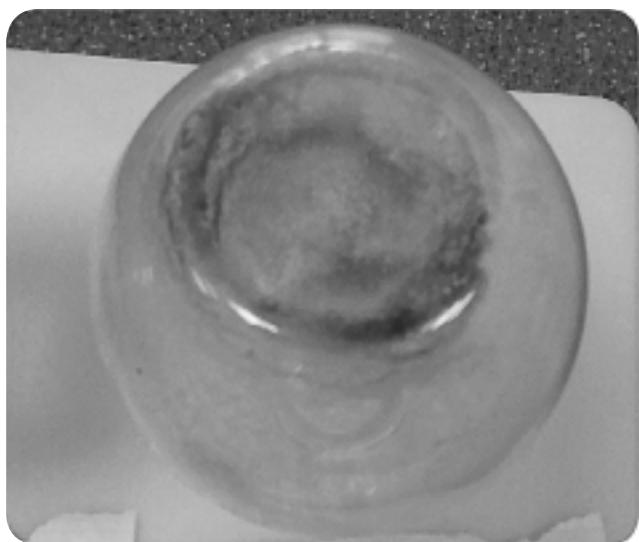
Органолептичні показники питної води, що сприймаються сенсорною системою людини, безпосередньо залежать від кількісного і якісного складу розчинених у ній хімічних сполук, здатних подразнювати відповідні аналізатори та зумовлювати те чи інше відчуття. З підвищенням температури погіршується розчинність у воді газів та збільшується леткість розчинних органічних речовин, що призводить до посилення запаху. Крім того, під впливом високої температури у воді можуть відбуватися хімічні перетворення і з'являтися нові пахучі

інших). Забарвленість у всіх зразках відрізняється незначно, деяка розбіжність між контрольним і дослідними зразками пояснюється різним вмістом загального заліза, яке зумовлює дану органолептичну характеристику. Контрольний зразок був з дещо вищою каламутністю - 0,65 мг/дм<sup>3</sup> проти 0,52 мг/дм<sup>3</sup> і 0,57 мг/дм<sup>3</sup> в католіті і аноліті відповідно, що пояснюється наявністю у контролі нерозчинних неорганічних і органічних речовин різного походження у вищих концентраціях порівняно з дослідними зразками.

У технології м'ясопродуктів показник загальної жорсткості води має надзвичайно важливе значення. Ця природна властивість зумовлена наявністю у воді солей кальцію та магнію (сульфатів, хлоридів, гідрокарбонатів). Доведено, що підвищена концентрація цих солей негативно позначається на властивостях м'ясних систем і готових продуктів. [4].

З даних табл. 1. видно, що католіт



**а****б**

**Рис.1.Осад нерозчинних солей після випаровування  
(а) – водопровідна вода, (б) – католіт**

час зберігання внаслідок окислення жирових компонентів рецептури. У той же час окисно-відновний потенціал дослідного зразка - католіту становить - 430 мВ, що дає підстави стверджувати про високі антиоксидантні властивості, і узгоджується з даними [9,10]. Якщо в організм надходить продукт з низьким ОВП, то він засвоюватиметься (асимілюватиметься) без використання електричної енергії мембран клітин, у деяких випадках при засвоєнні може навіть генеруватися додаткова енергія, що буде витрачатися клітинами в якості енергетичного запасу антиоксидантного захисту, в основному від дії вільних радикалів [11]. У цьому аспекті католіт може виступати поліфункціональним антиоксидантом з вираженими захисними властивостями проти вільних радикалів при умові зниження ОВП готового м'ясного продукту з його застосуванням. Окисно-відновний потенціал аноліту високий, і становить +720 мВ, що є властивим значенням для даного виду електроактивованої води.

Одним з найбільш важливих з точки зору якості води та технології м'ясних продуктів є показник кислотно-лужної рівноваги води. Контроль за рівнем рН технологічної води має істотне значення особливо в сучасних умовах, коли вітчизняні підприємства змушені працювати

на м'ясній сировині, що має ознаки DFD і PSE. На основі детального аналізу фосфатних сумішей, що використовуються при виробництві варених ковбас, визначено, що значення рН 1% розчинів коливається в межах 8,2- 9,5, тому активна кислотність католіту повинна бути у цих межах. Фактичний рівень рН католіту 8,48, що відповідає висунутим вимогам і є близьким до необхідних значень розчинів фосфатів. Це дозволяє припустити можливість їх повного виключення з рецептури, що узгоджується з одним із принципів створення функціональних продуктів – елімінації, тобто вилучення зі складу продукту певного інгредієнта і заміна його іншим, у даному випадку таким, що без погіршення якості дасть змогу зменшити кількість добавок, що мають Е-індекс, у складі м'ясного продукту та уникнути небезпеки передозування  $P_2O_5$ .

Контрольний зразок характеризувався нормативним значенням рН 6,96. Активна кислотність аноліту становить 3,58, що не відповідає регламентованим вимогам щодо якості питної води і виключає можливість його застосування безпосередньо у складі рецептур м'ясних продуктів. Аномальні значення рН католіту пояснюються утворенням внаслідок дії електричного струму метастабільних аквакомплексів аніонів гідроксилу, пероксиду, гідрпероксиду,

молекулярного іон-радикалу кисню, іону кисню, пероксид-аніону, аноліту - оксидантів різної хімічної природи (в т.ч. кислоти  $HClO$ ).

Епідемічну безпечність води характеризують мікробіологічні показники, що включають у себе загальне число мікроорганізмів і число бактерій групи кишкової палички. Як показують результати досліджень контрольний зразок води в сотні разів перевищує норму щодо загальної кількості колиформних бактерій, тоді як у дослідних зразках даних мікроорганізмів не виявлено. Мікробне число контрольного зразка знаходиться у межах норми, однак у католіті цей показник знижується у 2,1 раза, а в аноліті – у 4,38 разів .

Така різниця між контрольним та дослідними зразками пояснюється тим, що внаслідок проходження через воду електричного струму відбувається перебудова її структури на кластерному рівні, набуття аномальних співвідношень параметрів ОВП/рН та утворення сильних дезинфектантів, за рахунок чого мікроорганізми практично повністю знищуються, що дає змогу одержати абсолютно мікробіологічно безпечну водну систему. [12]

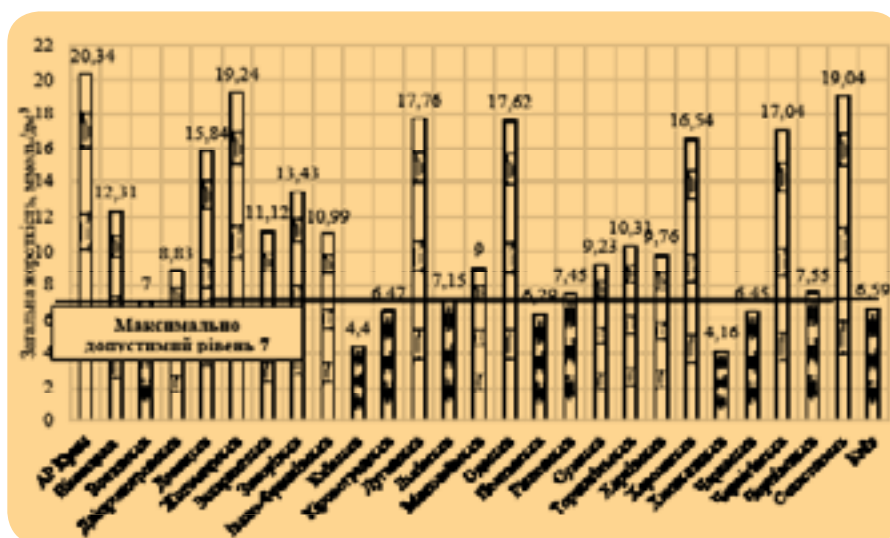
До факторів навколишнього середовища, здатних впливати на стан та розвиток організму людини, як на клітинному, так і на макрорівні, потрібно віднести ступінь фізіо-

логічної повноцінності питної води, яку характеризує наявність мікро- та макроелементів, зокрема йоду. Вченими встановлено, що підвищена жорсткість води в ендемічних районах сприяє розвитку ендемічного зобу, оскільки погіршує всмоктування йоду в травному каналі, а підвищені концентрації кальцію сприяють розвитку найбільш важкої його форми. Так, у всі досліджуваних зразках води йоду не було виявлено, що свідчить про її фізіологічну неповноцінність, а підвищена концентрація кальцію у контрольному зразку може негативно впливати на всмоктування йоду організмом людини, який отриманий із інших джерел.

Дослідні результати вказують на те, що регулювання жорсткості води електроактивацією сприяє збалансованості її хімічного складу та уникненню розвитку ряду захворювань.

Беручи до уваги проведений аналіз етапом комплексних експериментів було дослідження фактичного рівня жорсткості води, що використовується на технологічні цілі з усіх регіонів України, оскільки в умовах виробництва необхідно мати в своєму розпорядженні повну і об'єктивну інформацію про характеристику води, що використовують на технологічні цілі.

Одержані дані можуть служити базою для вдосконалення системи контролю якості продукції, оптимізації параметрів ряду технологічних процесів і операцій, обґрунтованого прогнозування рівня безпечності м'ясних виробів, аргументами у контактах, наприклад, з постачальниками харчових інгредієнтів.



**Рис.2. Результати моніторингу загальної жорсткості питної води по регіонах України**

Відбір проб здійснювали безпосередньо на м'ясопереробних підприємствах у всіх областях України, дані по кожній області узагальнені. Результати моніторингу загальної жорсткості питної води, що використовується на технологічні цілі м'ясопереробними підприємствами України, представлено на рис. 2.

Дані моніторингу (рис.2.) якості води у м. Київ свідчать, що вона є задовільною з точки зору фізико-хімічних властивостей і сталою в усіх районах столиці. Дана тенденція пояснюється тим, що водопостачання міста здійснюється лише двома водопровідними станціями Дніпровською та Деснянською. Однак, рівень жорсткості технологічної води в різних регіонах України коливається в дуже широких ме-

жах, і у більшості випадків не відповідає вимогам вітчизняної нормативної документації, що може бути причиною небажаних дефектів м'ясних виробів. Так, наприклад, при надлишкових концентраціях кальцію білкова матриця, що утвориться, надмірно зміцнюється, зменшує кількість гідрофільних центрів, емульсійна здатність падає, в результаті консистенція готової продукції стає твердою, вологоз'язуюча здатність і, відповідно, вихід знижуються. При підвищеній жорсткості води погіршується ефективність застосування фосфатів, оскільки їх більша частина витрачається на зв'язування надлишкового кальцію, при цьому активація м'ясних білків відбувається не повною мірою.

**Література**

1. Бахир В.М., Цикоридзе Н.Г., Спектор Л.Е. и др. *Электрохимическая активация водных растворов и ее технологическое применение в пищевой промышленности.* // Серия: Пищевая промышленность. – Тбилиси: ГрузНИИ научн.-техн. информ., 1988, № 3. – 81 с.  
 2. Петрушанко И.Ю., Лобышев В.И. *Физико-химические свойства водных растворов, полученных в мембранном электролизере* // *Биофизика*, 2004. Т.49. № 1. С. 22-31  
 3. Бывальцев А. И., Магомедов Г. О., Бывальцев В. А. *Свойства активированной воды и ее использование в пищевой промышленности.* – М.: 2008. - № 7. - С. 49-53.  
 4. Рогов И.А., Жаринов А.И., Воякин М.П. *Химия пищи. Принципы формирования качества мясопродуктов.* –

СПб.: Издательство РАПП, 2008. - 340 с.  
 5. Петрушанко И.Ю., Лобышев В.И. *Физико-химические свойства водных растворов, полученных в мембранном электролизере* // *Биофизика*, 2004. Т.49. Вып. 1. С. 22-31.  
 6. Зенин С.В., Полануер Б.М., Тяглов Б.В. *Экспериментальное доказательство фракций воды.* // *Журн. «Гомеопатическая медицина и акупунктура»*, 1998. – №2. – С.41.  
 7. Борисенко, А. А. *Теоретические и практические аспекты полифункционального использования электроактивированных жидкостей в технологических процессах производства мясопродуктов* : автореф. дис. ...д. т. н. / А. А. Борисенко. – Ставрополь, 2002  
 8. Аксенов С.И. *Вода и ее роль в регуляции биологических процессов.* М.: Наука, 1990.-120 с.