

*Л. В. Баль-Прилипка, д. т. н., професор,  
Б. І. Леонова, к. т. н.,  
Е. Р. Старкова, аспірант,  
О. П. Сокирко, аспірант,  
Г. І. Брона, аспірант.*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

## **НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЮВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДНОГО КОМПОНЕНТУ РЕЦЕПТУР М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ**

*В статті наведено 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 технології м'ясних продуктів.*

*Ключові слова: активація, аноліт, відновлення, вода, католіт, окислення, технологія.*

*В статье представлены результаты комплексных экспериментальных исследований физико-химических, органолептических свойств, а также анализ физиологической полноценности водопроводной воды и активированных водных сред (католита и анолита), приведены закономерности и объяснение основных различий с точки зрения дальнейшего применения в технологии мясных продуктов.*

*Ключевые слова: активация, анолит, вода, восстановление, католит, окисление, технология.*

*This paper presents the results of experimental study of complex of physical, chemical and sensorial properties, as well as the physiological value of tap water and activated water environments (catholyte and anolyte). The regularities were explained and the explanations of principal differences in terms of further use of the proposed technology in production of meat products are given.*

*Keywords: activation, anolyte, catholyte, oxidation, reduction, technology, water.*

Високоякісна, безпечна і фізіологічно повноцінна питна вода в необхідній кількості є однією з умов збереження здоров'я нації і сталого розвитку держави. Вода є основною складовою більшості харчових продуктів, як клітинний і позаклітинний компонент, як розчинник, обумовлюючи їх консистенцію і структуру і впливаючи на зовнішній вигляд, смак і стійкість при зберіганні, біологічну і мікробіологічну безпечність. Міжнародні фахівці м'ясопереробної галузі ввели спеціальний термін «*water management*» («управління водним компонентом»), як сукупність прийомів регулювання основних властивостей м'ясних систем, шляхом впливу на водну складову. Даний термін став актуальним, оскільки саме вода є середовищем, в якому відбуваються всі колоїдно-хімічні і біохімічні реакції основних нутрієнтів (білків, ліпідів і т.д.), а також сучасних харчових інгредієнтів, що стали невід'ємною частиною рецептур м'ясних продуктів [1]. Природна питна вода може містити у своєму складі до 240 хімічних елементів і з'єднань, представлених як у вигляді істинних розчинів, так й у вигляді суспензій і колоїдів, концентрація яких може досить істотно варіювати навіть у рамках норм, встановлених нормативною документацією. Даний фактор дуже важливий з точки зору ведення технологічних процесів у харчовій промисловості, оскільки вода є «не стандартизованим» інгредієнтом, при тому що вміст вологи в сучасних м'ясопродуктах

становить приблизно 30-72%. Тому основними завданнями етапу комплексної наукової роботи було: порівняння вітчизняних та європейських вимог щодо питної води; аналіз можливого впливу властивостей технологічної води на якість та безпечність готової продукції; проведення досліджень фізико-хімічних характеристик води з різних регіонів України.

При оцінці води на відповідність нормативній документації регламентуються хімічні (вміст іонів різних металів, в т.ч. жорсткість), біологічні (мікробіологічна забрудненість, фенольний індекс і т.д.) і загальні (рН, мінералізація і т.д.) показники, значення окисно-відновного потенціалу не регламентується, однак дана характеристика є важливою з точки зору біологічної доступності води для організму людини [3,4]. З метою порівняння вимог щодо основних показників якості та безпечності питної води вітчизняних і європейських нормативних документів проведено аналіз. Під час проведення аналізу до уваги бралися узагальнені найбільш важливі фізико-хімічні показники якості та фізіологічної повноцінності питної води. Особливістю нормативів якості питної води, встановлених директивою ЄС №80/778 та ВООЗ, є регламентація значень показника: "максимально допустима концентрація". Проведений аналіз показав деяку розбіжність між українськими і міжнародними нормами. Зокрема розходження знайдені між показниками рН, в міжнародних вимогах допускається більш лужна реакція середовища. 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.

Дозволений вміст сульфатів і хлоридів у вітчизняній документації значно перевищує граничний рівень європейських вимог - у 2 рази і у 1,35 разів відповідно. Присутність хлоридів і сульфатів у водних об'єктах може бути обумовлено природним хімічним складом поверхневих вод і антропогенними причинами – при забрудненні водних об'єктів стічними водами. Підвищений вміст сульфатів і хлоридів впливає на органолептичні властивості питної води: перші надають їй гіркий, другі - солоний смак, зазначимо, що даний негативний вплив може розповсюджуватись і на сенсорні властивості м'ясних продуктів, особливо делікатесної та вареної групи, де вміст вологи найбільший. Вміст кальцію в питній воді нормується тільки в країнах Європейського Союзу, де допускають максимальну концентрацію даного елемента до 100,0 мг/л, українською нормативною документацією регламентується лише мінімальний і максимальний вміст кальцію (так само і магнію), що обумовлює фізіологічну повноцінність, однак з точки зору оцінки якості води дані показники в нашій державі не регламентується. Нагадаємо, що варіювання мікроелементного складу технологічної води може призвести до появи досить істотних проблем, здатних викликати непередбачені зміни окремих показників якості м'ясопродуктів. Так, підвищений вміст іонів заліза, кальцію, магнію, марганцю каталізує окислювання ліпідів, що приводить до скорочення періоду зберігання м'ясопродуктів. Наявність у технологічній воді солей легких і двовалентних металів у підвищених концентраціях, може привести до погіршення товарного виду готової продукції: появи на поверхні цільном'язових м'ясопродуктів і ковбас у паро-, газопроникній оболонці після 8...10 діб зберігання білого пілоподібного нальоту внаслідок дифузії солей (під дією градієнтів температури й вологовмістів). Як правило, білий наліт являє собою солі натрію й кальцію. Природною властивістю води є загальна жорсткість, обумовлена вмістом у ній сульфатів, карбонатів, гідрокарбонатів лужноземельних металів - кальцію, магнію. Найбільшою розбіжністю між українськими і міжнародними стандартами є нормування показника жорсткості води. Так, в Україні він має чітко визначені межі 1,5-7 мг/л, тоді як в нормах ВООЗ та Європейській директиві цей показник сам по собі не має обмежень, так як пов'язаний з наявністю іонів багатьох металів, а також кислотних залишків від дисоціації їх солей, вміст яких суворо регламентується, тому при чіткому

дотриманні комплексних параметрів, що обумовлюють жорсткість сам цей показник вже не вважається таким, що потребує обмежень.[5].

Також варто зазначити, що рівень якості питної води в Європі один із самих високих у світі за рахунок використання сучасних систем водоочиснення та суворого контролю за утилізацією відходів. Внаслідок того, що вітчизняні системи очистки, моніторингу якості питної води не настільки досконалі, як міжнародні, значення жорсткості води є показовим індикатором якості та відповідності вимогам щодо хімічного складу. Фізіологічну повноцінність питної води обумовлюють показники, що характеризують адекватність її мінерального складу біологічним потребам організму. В українських нормативних документах обґрунтовані максимально допустимі концентрації і мінімально необхідні рівні вмісту біогенних елементів у питній воді. При загальній оцінці якості води дані показники не завжди враховуються, прикладом цього є йод, калій, загальна лужність, окисно-відновний потенціал (що не є обов'язковим параметром). Незважаючи на те, що питна вода не є значним джерелом важливих елементів, її фізіологічна повноцінність дуже важлива. У разі гострого дефіциту якогось елементу, навіть відносно мала кількість його у воді може зіграти значну захисну роль. Одним за найважливіших маркерів фізіологічної повноцінності питної води слід назвати йод, значний дефіцит якого спостерігається в усьому світі [1,3]. Так, попередніми дослідженнями була встановлена практично повна відсутність даного мікроелементу в питній воді міста Києва. Що говорить про необхідність стандартизації питної води не лише за фізико-хімічними властивостями, але й за показниками фізіологічної повноцінності.

Доведено, що для технології м'ясопродуктів особливо важливе значення має стабільність макроелементного складу й рівня рН води [5]. Слід зазначити, що деякі харчові інгредієнти (структуроутворювачі, стабілізатори, згущувачі і т.д.) мають високу чутливість до фізико-хімічних властивостей води: іонного і мінерального складу, рівня рН, окисно-відновного потенціалу. Жорсткість води визначається вмістом солей кальцію та магнію, і коливається від 1,5 мг/л (дуже м'яка вода) до 14 мг/л (дуже жорстка вода) При використанні жорсткої води в технології м'ясних продуктів знижується ефективність застосування харчових фосфатів та карагенанів, для яких оптимальний рівень жорсткості становить 1,5-2 мг/л. Так більша частина фосфатів, що внесені в м'ясну систему витрачається на пониження жорсткості, зв'язуючи іони  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{2+}$ , і не може впливати на стан актоміозинового комплексу, на розчинність й емульгуючу здатність м'язових білків. До кальцій-залежних м'язових білків належать міозин, тропонін, кальмодулін, парвальбумін, до кальцій-зв'язуючих – білки плазми (протромбін, фібриноген, фактор X), кісток (остеокальцин), молока (казеїн,  $\alpha$ -лактоальбумін), деякі ферменти (трипсин, хемотрипсин, термолізін). Більша частина зазначених білків виконує структуруючу функцію, забезпечує зв'язування води, стабілізацію емульсій, і залежно від концентрації іонів кальцію в м'ясній системі (кальцій може бути додатково введений у технологічному процесі не тільки з водою, але й з кухонною сіллю, у якій його вміст досягає 0,65%), можуть відбуватися істотні зміни в ході колоїдно-хімічних процесів. При надлишкових концентраціях кальцію білкова матриця, що утвориться, надмірно зміцнюється, зменшує кількість гідрофільних центрів, емульсійна здатність падає, внаслідок чого консистенція готової продукції стає твердою, вологоз'язуюча здатність і, відповідно, вихід знижуються. Широко використовуються в сучасному ковбасному виробництві білкові препарати й препарати, що містять карагенан, також чутливі до іонного складу середовища їх гідратації, що відбивається на величині критичної концентрації термотропного гелеутворення, рівні водоутримуючої здатності, тривалості гелеутворення, міцності гелю, ступеня синерезису та ін. [5,6,7]. Із цієї причини при виборі препаратів для конкретних технологічних цілей треба, поряд з перевіркою їх основних функціональних властивостей, проводити оцінку ступеня їх солетолерантності й  $\text{Ca}^{2+}$

залежності. Можливо проводити гідратацію  $\text{Ca}^{2+}$ -залежних білкових препаратів (для готування суспензій, гелів й емульсій на їх основі) у м'якій воді або попередньо вводити в неї фосфати, що осаджують кальцій у вигляді нерозчинних солей. Для карагенанів властива чутливість до присутності іонів одно-і двовалентних металів. Тому промислові суміші стабілізують солями хлористого калію у співвідношенні, оптимальному для отримання найвищою міцності гелю. За наявності надлишкової кількості даних сполук у складі води рівновага системи «карагенан-іон металу» порушується, що призводить до неконтрольованого проходження процесу гелеутворення, і в результаті зниження міцності гелів. Роботи ряду вітчизняних і закордонних дослідників показують, що стабільна якість готових м'ясних виробів (навіть в умовах варіювання властивостей сировини) може бути гарантована за рахунок постійного контролю властивостей води та застосування відповідних систем її підготовки [1,2].

**Метою статті** є дослідження фізико-хімічних властивостей питної води, використаної для виробництва м'ясопродуктів, а також оцінювання можливості поліпшення її якості шляхом електростимуляції.

**Матеріали та методи.** Відбір проб здійснювався безпосередньо на м'ясопереробних підприємствах у всіх областях України, дані по кожній області узагальнені. Вимірювання проводили за допомогою портативного багато параметричного водоаналізатора Ezodo 7200, при стандартній температурі  $20^{\circ}\text{C}$  для всіх зразків.

Для досліджень електроактивації було використано попередньо отримані нами дані, згідно з якими раціональними технічними параметрами процесу електроактивації є сила струму 0,2 А та тривалість 600 сек (10 хв), за яких досягається необхідний технологічний ефект, при найменших витратах енергії. Подальшу електроактивацію проводили за визначеними раціональними технічними параметрами.

Не пізніше ніж через 2 години дослідні та контрольні зразки в стерильній тарі передавали на дослідження до Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК, де виконували аналізування аналізу фізико-хімічних, органолептичних властивостей, а також аналіз показників фізіологічної повноцінності водопровідної та електроактивованої води.

**Результати та обговорення.** Варіювання мікроелементного складу технологічної води може призвести до появи досить істотних проблем, здатних викликати непередбачені зміни окремих показників якості м'ясопродуктів. Після проведення аналізування, наступним етапом комплексних експериментів було дослідження фактичного рівню жорсткості води, рН, ОВП та електропровідності води, що використовується на технологічні цілі з усіх регіонів України. В умовах виробництва необхідно мати в своєму розпорядженні повну і об'єктивну інформацію про характеристику води, що поступає на технологічні цілі. Зазначені відомості можуть послужити базою для вдосконалення системи контролю якості продукції, що виробляється, оптимізації параметрів ряду технологічних процесів і операцій, обґрунтованого прогнозування рівня безпеки м'ясних виробів, аргументами в конфліктних ситуаціях (наприклад з постачальниками харчових інгредієнтів). Результати моніторингу якості питної води, що використовується на технологічні цілі м'ясопереробними підприємствами України представлено у табл. 1.

Зазначимо, що  $\text{Cond}$ , мкСм/см – величина питомої електропровідності і/або питомого опору, що характеризує важливі електролітичні властивості розчинів. Її значення збільшується прямо пропорційно жорсткості. Причиною збільшення електропровідності є наявність іонів солей металів  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$  у жорсткій воді, які утворюються при електролітичній дисоціації. Ці сполуки стають провідниками електричного струму, саме цей струм вимірюється і чим більше струму проходить

через воду, тим більше в ній іонів і відповідно, тим більше вода забруднена. Електропровідність хімічно чистої води низька, обумовлена частковою дисоціацією молекули води на іони  $H^+$  і  $OH^-$ , що пояснює питомий опір, наприклад електрохімічно активованих водних середовищ [7,8].

Таблиця 1

**Результати моніторингу якості питної води, що використовується на технологічні цілі м'ясопереробними підприємствами України**

Місце відбору проб (область)	Фізико-хімічні показники			
	pH, од	ОВП, мВ	TDS, мг/л	Cond, мкСм/см
АР Крим	8,2±0,1	240±10	20,34±0,5	2100±10
Вінницька	7,1±0,1	256±10	12,31±0,5	928±10
Волинська	6,8±0,1	234±10	7,03±0,5	527±10
Дніпропетровська	7,2±0,1	273±10	8,83±0,5	500±10
Донецька	7,3±0,1	287±10	15,84±0,5	1180±10
Житомирська	6,7±0,1	210±10	19,24±0,5	1900±10
Закарпатська	7,98±0,1	234±10	11,12±0,5	897±10
Запорізька	7,55±0,1	276±10	13,43±0,5	1123±10
Івано-Франківська	7,98±0,1	234±10	10,99±0,5	867±10
Київська	7,1±0,1	320±10	4,4±0,5	324±10
Кіровоградська	6,73±0,1	278±10	6,47±0,5	406±10
Луганська	7,41±0,1	300±10	17,76±0,5	1355±10
Львівська	7,07±0,1	276±10	7,15±0,5	525±10
Миколаївська	6,78±0,1	303±10	9,0±0,5	812±10
Одеська	7,54±0,1	376±10	17,62±0,5	1331±10
Полтавська	7,09±0,1	235±10	6,29±0,5	488±10
Рівненська	6,9±0,1	255±10	7,45±0,5	527±10
Сумська	6,72±0,1	298±10	9,23±0,5	856±10
Тернопільська	7,2±0,1	245±10	10,31±0,5	1045±10
Харківська	6,56±0,1	212±10	9,76±0,5	897±10
Херсонська	7,3±0,1	298±10	16,54±0,5	1242±10
Хмельницька	7,2±0,1	320±10	4,16±0,5	314±10
Черкаська	7,4±0,1	220±10	6,45±0,5	487±10
Чернігівська	7,99±0,1	287±10	17,04±0,5	1845±10
Чернівецька	6,7±0,1	311±10	7,55±0,5	417±10
Севастополь	8,4±0,1	260±10	19,04±0,5	2320±10
Київ	6,4±0,1	230±10	6,59±0,5	487±10

Аналізуючи дані результатів моніторингу щодо якості води у м. Київ, можна констатувати, що вона є задовільною з точки зору фізико-хімічних властивостей і є сталою в усіх районах столиці. Дана тенденція пояснюється тим, що водопостачання міста здійснюється лише двома водопровідним станціями Дніпровською та Деснянською. Експериментальні дослідження показали, що фактично значення pH у технологічної води становлять від 6,4 до 8,2, тобто знаходиться у межах вимог нормативної документації. Однак рівень жорсткості води в різних регіонах України коливається в дуже широких межах, що не відповідає вимогам вітчизняної нормативної документації, та може бути причиною непередбачуваних дефектів м'ясних виробів.

Оскільки одним з найбільш важливих показників якості питної води, з точки зору її використання у технології м'ясних продуктів, є активна кислотність, проведено аналіз фізико-хімічних властивостей сучасних фосфатних сумішей, що

використовуються при виробництві варених ковбас. На основі аналізу визначено, що середнє значення рН 1% водних розчинів сумішей фосфатів для емульгованих м'ясопродуктів становить 8,5. Тому фактичний рівень рН католіту повинен бути максимально близьким до цього значення, що буде слугувати якісною характеристикою процесу електроактивації.

Застосування католіту із заданим рН у технології варених ковбас дозволяє припустити можливість повного виключення фосфатів з рецептури. Даний прийом відповідає одному з принципів концепції функціональних продуктів – елімінації, який передбачає виключення зі складу продукту певного інгредієнту і заміна його іншим, в даному випадку таким, що без погіршення якості, дозволить зменшити кількість хімічних добавок у складі м'ясного продукту та нівелювати ризик передозування  $P_2O_5$ .

Результати порівняльного аналізу фізико-хімічних, органолептичних властивостей, а також аналіз показників фізіологічної повноцінності водопровідної та електроактивованої води представлені у табл. 2.

Органолептичні показники питної води залежать від кількісного і якісного складу розчинених у ній хімічних сполук, здатних подразнювати відповідні сенсорні аналізатори людини. Експериментально встановлено, що контрольний зразок не відповідав вимогам щодо запаху при нагріванні, смаку та присмаку. Це пояснюється підвищенням вмістом розчинених органічних з'єднань, летючість яких з підвищенням температури збільшується і призводить до посилення запаху.

Таблиця 2

**Показники якості та безпечності електроактивованої і водопровідної води  
(n = 3, P ≥ 0,95)**

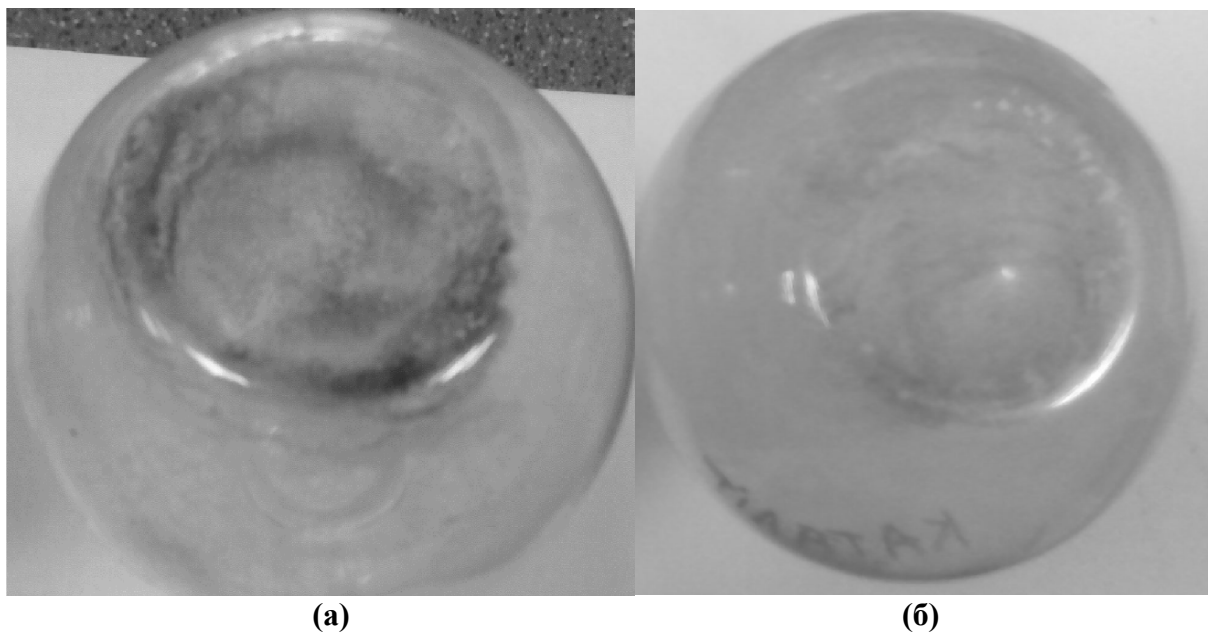
Назва показника	Зразки			Норми за ДСанПіН 2.2.4-171-10
	Контрольний	Дослідні		
		Водопровідна вода	Католіт	
Запах:				
- при 20 °С	2	1	3	2
- при 60°С, бали	3	2	3	
Смак та присмак при 20 °С,	2	1	3	2
Забарвленість, градуси	16	15	15	20
Каламутність, мг/дм <sup>3</sup>	0,65	0,52	0,57	1
Загальна жорсткість,	6,59±0,5	4,31±0,5	4,82±0,5	7
Водневий показник, рН	6,96±0,05	8,51±0,05	3,58±0,05	6,5-8,5
Ен, мВ	+322±10	-430±10	+720±10	-
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	380±19	223±15,3	204±16,1	1000
Вміст хлоридів, мг/дм <sup>3</sup>	4,0±0,2	3,2±0,19	3,1±0,18	250
Вміст сульфатів, мг/дм <sup>3</sup>	10	10	10	250
Вміст загального заліза,	0,1	0,07	0,07	2
Вміст 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
Вміст кальцію, мг/дм <sup>3</sup>	100±5	50±2,5	57±3,9	25-75*
Вміст магнію, мг/дм <sup>3</sup>	29,8	17,43	18,34	10-50*
Вміст йоду, мкг/дм <sup>3</sup>	-	-	-	20-30
Електропровідність,	570±15	420±15	440±15	-
Мікробне число води (загальна кількість бактерій, при 37°С,(24 год), КУО/1 см <sup>3</sup>	57	27	13	100

\*- показники фізіологічної повноцінності питної води

Католіт характеризувався нейтральним запахом, смаком та присмаком, 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 речовини, внаслідок утворення в процесі анодного окиснення сполук активного хлору ( $\text{НСЮ}$ ,  $\text{СЮ}_2$ ,  $\text{СІ}_2$ ,  $\text{СЮ}$  та інших). Забарвленість всіх зразків відрізнялась незначно, деяка розбіжність між контролем і дослідом пояснюється різним вмістом загального заліза, яке обумовлює дану характеристику.

Контрольний зразок характеризувався вищою каламутністю -  $0,65 \text{ мг/дм}^3$  проти  $0,52 \text{ мг/дм}^3$  і  $0,57 \text{ мг/дм}^3$  в католіті і аноліті відповідно. Це обумовлено наявністю у контролі підвищених концентрацій нерозчинних неорганічних і органічних речовин різного походження.

Показник загальної жорсткості води має надзвичайно важливе значення для технології м'ясопродуктів. Аналізуючи дані табл. 2 зазначимо, що в католіті та аноліті даний показник зменшується на 32,38%, та на 24,4 % відповідно у порівнянні з контролем. Дана тенденція пояснюється тим, що після електроактивації іони металів, які обумовлюють жорсткість, переходять у форму нетоксичних і важкорозчинних гідроксидів (випадають в осад), відповідно їх вміст зменшується. Рівень загальної жорсткості зразків води корелюється з дослідними даними щодо вмісту кальцію і магнію та сухого залишку (кількісної характеристики рівня мінералізації води). Слід зазначити, що за вмістом кальцію контрольний зразок перевищував норму, тоді як відповідні значення у католіті і аноліті знаходились у межах регламентованих вимог. Зміни сольового складу води після електроактивації наочно ілюструють фотозображення колб після випарювання досліджуваних зразків, представлені на рис. 1., на якому чітко видно різницю у кількості осаду нерозчинних солей.



**Рис. 1. Колби після випарювання:**  
(а)- водопровідна вода, (б)- католіт

Аналогічна тенденція до зниження вмісту хімічних сполук у зразках після електроактивації спостерігається і відносно 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 наших досліджень, які констатують зниження вмісту хімічних сполук після електроактивації, узгоджуються з

літературними даними [9,10]. Всі зразки відповідають за рівнем жорсткості вимогам нормативної документації, однак практичний інтерес представляє моніторинг цього показника залежно від регіону України.

Електропровідність характеризує електролітичні властивості розчинів. Так, у контрольному зразку вона становить 570 мкСм/см, що на 29,54% вище за відповідне значення аноліту, та на 35,71 % католіту. Це пояснюється тим, що електропровідність збільшується прямо пропорційно жорсткості. Причиною цього слугує наявність іонів солей металів  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$ , які виступають провідниками електричного струму.

Аномальними властивостями електроактивованих водних систем є унікальні співвідношення значень Eh/pH. Окисно-відновний потенціал, як міра хімічної і біологічної активності системи, значним чином впливає на її властивості. Це положення є справедливим і для м'ясних систем, складовою яких виступатиме католіт. Згідно з даними експериментальних досліджень, Eh водопровідної води становить +322 мВ, що вказує на наявність у її складі великої кількості сполук в окисненій формі.

В той же час відомо, що через різницю Eh організму людини (-150-200мВ) і продуктів харчування (які зазвичай мають високі додатні значення Eh) клітинам необхідно витратити енергію для конвертації заряду складової продукту у від'ємний, внаслідок чого клітини зношуються і руйнуються. Подібний негативний вплив може спричинити водопровідна вода у складі м'ясних виробів, що також призведе до зниження якості продукції під час зберігання внаслідок окиснення жиркових компонентів рецептури. В той же час, окисно-відновний потенціал католіту становить -430 мВ, що дозволяє стверджувати про виражені антиоксидантні властивості. Якщо в організм надходитиме продукт з низьким Eh, то він засвоюватиметься (асимілюватиметься) без використання енергії мембран клітин, у деяких випадках при засвоєнні може навіть генеруватиметься додаткова енергія, що буде витрачатися клітинами в якості запасу антиоксидантного захисту, в основному від дії вільних радикалів.

В цьому аспекті католіт може виступати поліфункціональним антиоксидантом із захисними властивостями проти вільних радикалів за умови зниження Eh готового м'ясного продукту з його застосуванням. Окисно-відновний потенціал аноліту високий і становить +720 мВ, що є властивим значенням для даної фракції електроактивованої води.

Контрольний зразок водопровідної води характеризувався значенням pH 6,96, що відповідає нормі. Активна кислотність аноліту становить 3,58, що обумовлено утворенням внаслідок електролізу оксидантів різної хімічної природи (в т. ч.  $\text{HClO}$ ). Аномальні значення pH католіту (8,5) пояснюються утворенням внаслідок дії електричного струму метастабільних аквакомплексів аніонів гідроксилу, пероксиду, гідропероксиду, молекулярного іон-радикалу кисню, іону кисню, пероксид-аніону.

Характеристикою епідемічної безпечності води є мікробне число. Як показують результати досліджень, мікробне число контрольного зразка знаходиться у межах норми, однак в католіті цей показник знижується у 2,1 рази, 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 Eh/pH та утворення сильних дезінфектантів, за рахунок чого мікроорганізми практично повністю знищуються, що дозволяє отримати мікробіологічно безпечну водну систему. Дана тенденція може позитивно вплинути на рівень безпечності та стабільності якісних характеристик в процесі виготовлення та зберігання готової продукції при поліфункціональному використанні активованих водних систем.



## Висновки

В результаті проведених досліджень встановлено розбіжність між українськими і міжнародними нормами щодо якості питної води. Дані відмінності певною мірою ускладнюють об'єктивний моніторинг та контроль якості питної води, тому нормативна база України, яка регламентує якість і безпеку питної води, потребує вдосконалення та гармонізації з міжнародними стандартами. Слід наголосити, що в сучасній м'ясопереробній галузі вода повинна розглядатися, як самостійний технологічний інгредієнт, властивості якого потребують ретельного контролю та управління. Можна констатувати, що однією з основних причин виникнення великої кількості технологічних проблем (особливо неочікуваних, раптових, або сезонних) є розходження у фізико-хімічному складі води залежно від регіону. Результати моніторингу якості питної води, що використовується на технологічні цілі м'ясопереробними підприємствами України, свідчать про невідповідність значення жорсткості води вимогам нормативної документації. В той же час, фактичний рівень жорсткості коливається від 4 до 20 мг/л, що непередбачуваним чином може впливати на проходження фізико-хімічних перетворень в м'ясних системах. Відсутність постійного і об'єктивного контролю за фізико-хімічними і мікробіологічними показниками води, як правило, призводить до появи дефектів, небажаних побічних ефектів і некерованих процесів у технології м'ясних продуктів. Застосування систем водоочищення і водопідготовки (зокрема електрохімічної активації) може істотно знизити вірогідність появи технологічного браку, стабілізувати якість, а адекватний постійний моніторинг фізико-хімічних властивостей води дозволить технологам управляти технологічними процесами та уникнути спірних ситуацій щодо раптових дефектів

Проблему підвищення якості води можна вирішити за допомогою електроактивації. Воду будь-якого мінерального складу та концентрації можна піддати електрохімічній обробці та отримати модифікований розчин - аноліт або католіт – відповідно із заданими фізико-хімічними показниками. Доведено, що електроактивація води значно покращує показники її якості та безпечності, і це відкриває широкі можливості та перспективи для застосування активованих водних середовищ в технології м'ясних продуктів.

## Література

1. Баль-Прилипка Л.В. Інноваційні технології якісних та безпечних м'ясних виробів: монографія / Баль-Прилипка Л. В. - К.: Видавничий центр НУБіП України, 2012. – 207 с.
2. ДСанПіН2.2.417110 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року № 400, Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747.
3. Вода в пищевых продуктах / под ред. Р.Б. Дакурорта; пер. с англ. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 376 с.
4. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10/page>.
5. Директива Совета Европейского Союза 98/83/ЕС от 03.11.1998 по качеству воды.
6. Зуев Е.Т. Питьевая и минеральная вода. Требования мировых и европейских стандартов к качеству и безопасности / Е.Т. Зуев, Г.С. Фомин. - М.: Протектор, 2003. - 320 с.
7. Отчет ВОЗ ВОЗ. Руководство по качеству питьевой воды. Гигиенические критерии и другая сопутствующая информация. Женева: ВОЗ, 1996 г.

8. Жаринов А.И. Роль макроэлементарного состава воды и хлорида натрия в формировании свойств мясных систем и качества готовой продукции / А.И. Жаринов, Т.А. Сергиенкова, О.В. Веселова О.В., В.А. Малков // Все о мясе. - 2001. - №3. - С. 9-11.
9. Петрушанко И. Ю. Физико–химические свойства водных растворов, полученных в мембранном электролизере / И. Ю. Петрушанко, В. И. Лобышев // Биофизика–2004. –№1. – С. 22–31.
10. Зенин С. В. Экспериментальное доказательство фракций воды. / С.В. Зенин, Б.М. Полануер, Б.В. Тяглов //«Гомеопатическая медицина и акупунктура»–1998. –№2. – С. 41.