

укова конференція викладачів академії: тези доповідей – Режим доступу: \www/ URL: http://www.onaft.edu.ua/download/konfi/tezy_teacher_2015.pdf. – Назва з екрану.

9. Ткаченко, Н. А. Обґрунтування параметрів ферментації молочно-рослинних вершків у біотехнології білкових паст для дитячого харчування [Текст] / Н. А. Ткаченко, Ю. С. Українцева, Є. І. Гросу // Харчова наука і технологія. – 2014. – № 4 (29). – С. 28–36.
10. Ткаченко, Н. А. Обґрунтування параметрів ферментації білкової маси у технології білкових паст для дитячого харчування [Текст] / Н. А. Ткаченко, Ю. С. Українцева // Харчова наука і технологія. – 2015. – № 2 (31). – С. 38–41. doi: 10.15587/1729-4061.2014.23388.

УДК: 628.16.087.7.097.6:[637'51'62 + 637.51'64]

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОАКТИВОВАНОЇ ВОДИ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ

Віннікова Л. Г., д-р техн. наук, професор, Пронькіна К. В., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведено результати досліджень впливу електроактивованої води на мікробіологічні показники м'яса. Проведено порівняльний аналіз впливу процесу електролізу на мікробіологічні показники питної води. Визначено дію електроактивованої води на розвиток виділеної санітарно-показної мікрофлори м'яса. Наведено вплив електроактивованої води на мікробіологічні показники фаршів з яловичини та свинини у процесі його зберігання.

The article gives the results of studies of the impact the electrically activated water has on microbiological attributes of meat. A comparative analysis of the impact of electrolysis on microbiological attributes of drinking water is conducted. The paper determines the impact of the electrically activated water fractions on the development of the selected sanitary indicator microorganisms in the meat, the presence of which is not allowed in food production. The article gives the results of the studies of the impact the electrically activated water fractions and their ratio have on microbiological attributes of minced beef and pork during storage.

Ключові слова: електроактивована вода, католіт, аноліт, електроліз, санітарно-показна мікрофлора, м'ясо, яловичина, свинина.

Вступ. Проблема якості питної води зачіпає дуже багато сторін життя людського суспільства протягом всієї історії його існування. В даний час питна вода — це проблема соціальна, політична, медична, географічна, а також інженерна та економічна. Питна вода — вода, яка відповідає за своєю якістю у природному стані або після обробки (очищення, знезараження) встановленим нормативним вимогам та призначена для питних і побутових потреб людини або для виробництва харчової продукції [1]. На сьогодні існує безліч альтернативних способів очищення та підготовки води. Одним з таких способів є електроактивація води.

Постановка проблеми. Якість питної води, яка використовується у технологічних цілях при виготовленні м'ясних продуктів, суттєво впливає на якість готових продуктів та на їх строки зберігання. Підвищений рівень мікроорганізмів у воді, яка використовується на підприємствах м'ясопереробної галузі, спричиняє додаткову контамінацію м'яса та м'ясних продуктів мікроорганізмами, знижуючи їх якість і безпечність для споживача [1—3].

Очищення води на підприємствах проводять за допомогою фільтрів, різноманітних за складом і видом абсорбуючих речовин, конструкцією та інше. На сьогоднішній день для знезараження питної води в Одесі використовують хлормістні реагенти. Такий спосіб дає позитивний результат, але хлор у підвищених концентраціях негативно впливає на організм людини [2—4].

Не менш значуща проблема харчових виробництв — це наявність патогенної мікрофлори на поверхні сировини та матеріалів, які використовуються у виготовленні продуктів харчування. Наявність такої мікрофлори у продуктах харчування не допускається вимогами санітарно-епідеміологічної станції, бо може призвести до тяжких захворювань споживачів. Так, наприклад, при потраплянні в організм людини, *Salmonella* поселяється у тонкому кишківнику і колонізує стінку кишки, виділяючи токсин. Дія токсину обумовлена втратою води через кишківник, порушенні тонусу судин, ураженні нервової системи. Сальмонельоз проявляється у наступних симптомах: підвищення температури тіла, загальна слабкість, головний біль, нудота, болі у животі, постійна діарея. При тяжкому протіканні хвороби спостерігається

зневоднення, збільшення печінки та селезінки, у деяких випадках можливий розвиток печінкової недостатності. Сальмонельоз потребує ретельного лікування терміном від 10 днів [5—8].

У разі потрапляння кишкової палички в організм людини з їжею, виникає тяжке отруєння організму. Воно супроводжується наступними симптомами: нудота, судоми шлунку і болі у животі, діарея з виділенням крові. *Escherichia coli* стійка до заморожування та короткочасного нагріву [5—8].

Літературний огляд. Отримання електроактивованої води є результатом електролізу. Процес електролізу базується на перенесенні іонів води через напівпроникну мембрану, вміщену в розчин електроліту, при створенні в рідині різниці потенціалів по обидві сторони від цієї мембрани. Шляхом відповідного вибору типу мембрани і різниці потенціалів обсяг води між електродами піддається впливу електричного поля високої напруги і через воду протікає електричний струм. При цьому перенесення електронів у воду біля катоду, також як і видалення електронів з води біля аноду супроводжується низкою електрохімічних реакцій на поверхнях аноду та катоду в результаті яких утворюються нові речовини, змінюється система міжмолекулярних взаємодій, у тому числі і структура води як розчинника [9—11].

Окрім очищення води під час електроактивації відбувається її розділення на лужну та кислу фракції (католіт — $\text{pH}=10\ldots 11$, аноліт — $\text{pH}=2\ldots 3$). Кожна з цих фракцій має унікальні властивості. Очевидно, основним чинником реалізації біологічної дії цих розчинів є їх окислювально-відновний потенціал (ОВП). Католіт (негативний ОВП), насичений відновниками, володіє високою адсорбційно-хімічною активністю, а аноліт (позитивний ОВП), що включає високоактивні окиснювачі володіє вираженими біоцидними властивостями. На думку Сумарукова Р. В. в живих системах в тканинних рідинах існує стаціонарний ОВП, який відбиває співвідношення сумарних концентрацій окислених і відновлених форм і служить мірою тенденції системи ставати окисленою або відновленою [9, 10, 12].

Анодно-активована вода (аноліт) характеризується електронно-акцепторними властивостями, має біоцидну активність, стимулює біологічне окислення, сприяє непрямий електрохімічної детоксикації організму шляхом окисного гідроксилування токсинів і шлаків гідрофобної природи [9].

Для аноліту найбільш важливим є протимікробний ефект, який посилюється на 30...100 % при нагріванні до 40 °C. З порівняльною оцінкою дії аноліта і інших антисептиків, де добре видно його переваги, можна познайомитися в роботах Бахіра В. М. В них детально описано виражену зміну форми і розмірів мікроорганізмів та грибів [10, 11].

Цей розчин здатний знищити різноманітні віруси, бактерії, гриби та інші мікроорганізми. Аноліт володіє хорошими бактерицидними і протигрибковими властивостями. Цей розчин можна і потрібно застосовувати для дезінфекції в місцях знаходження та скупчення людей і тварин. Аноліт абсолютно безпечний, екологічно чистий і повністю біорозкладається [11—13].

Результати досліджень. Метою дослідження є покращення мікробіологічних показників м'яса шляхом використання електроактивованої води.

Згідно до мети вирішувались наступні задачі:

- дослідити вплив процесу електролізу питної води на її мікробіологічні показники;
- визначити вплив фракцій електроактивованої води на розвиток виділеної санітарно-показної мікрофлори;
- дослідити вплив електроактивованої води на мікробіологічний стан м'ясного фаршу.

Мікробіологічні показники електроактивованої та питної води. Згідно з літературними даними, вода під час уніполярної обробки в електроактиваторі знезаражується, руйнуються мікробні токсини. На підставі цих даних був проведений мікробіологічний аналіз питної та електроактивованої води згідно з показниками, які регламентуються у ДСанПіН „Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання”.

Повного знезараження води під час електролізу не відбулося, але відзначено суттєве зниження кількості колоній утворюючих організмів. Показник мікробіологічного забруднення питної водопровідної води становив 480 КОУ/г. Згідно з нормативом на якість питної води ДСанПіН загальне бактеріальне забруднення питної води суттєво перевищує допустимий рівень. Кількість колоній у католіті під час електролізу знизилась у 20 разів у порівнянні з вихідними значеннями водопровідної води, у аноліті в 53 рази. Отриманий результат свідчить про суттєве знезараження питної водопровідної води під час приготування фракцій електроактивованої води. Це дає змогу покращити мікробіологічний стан м'ясних продуктів за рахунок зниження контамінації м'яса мікроорганізмами, які присутні у питній водопровідній воді. Результати дослідження представлені у табл. 1.

Таблиця 1 — Показники мікробіологічного аналізу питної та електроактивованої води

Найменування показників	ДСанПіН	Католіт	Аноліт	Водопровідна вода
Загальне мікробне число (ЗМЧ), КУО/см ³	Не більше 100	24	9	480
Число бактерій групи кишкових паличок (індекс БГКП), КУО/дм ³	Не більше 3	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Число термостабільних кишкових паличок (індекс ФК), КУО/100см ³	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Число патогенних мікроорганізмів, КУО/дм ³	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Бактерицидна дія електроактивованої води. В літературі існують відомості про бактерицидну дію аноліту та використання його у якості знезаражуючої речовини для обробки устаткування на харчових підприємствах. Ґрунтуючись на цій інформації було проведено дослідження бактерицидної дії фракцій електроактивованої води на такі виділені мікроорганізми як *Escherichia coli* та *Salmonella*. Цими мікроорганізмами може бути забруднена поверхня туш забійних тварин при їх зберіганні та транспортуванні. Щоб уникнути загрози захворювання на сальмонельоз та отруєння кишковою паличкою необхідно запобігати потрапляння бактерій у продукти харчування.

Визначення бактерицидних властивостей електроактивованої води проводили у спеціалізованій лабораторії мікробіологічного аналізу на кафедрі біохімії, мікробіології та фізіології харчування Одеської національної академії харчових технологій. Для проведення дослідження були виділені чисті культури *Escherichia coli* та *Salmonella* і оброблені фракціями електроактивованої води, для порівняння в контрольному зразку використовували стерильну питну водопровідну воду. Результати дослідження представлені у табл. 2.

Таблиця 2 — Вплив електроактивованої води на розвиток мікроорганізмів

Культура	Аноліт, КУО/г	Католіт, КУО/г	Водопровідна вода, КУО/г
<i>Salmonella</i>	$54 \cdot 10^3$	$800 \cdot 10^3$	$2000 \cdot 10^3$
<i>Escherichia coli</i>	$200 \cdot 10^5$	$240 \cdot 10^5$	$260 \cdot 10^5$

Отримані результати дослідження свідчать про суттєве зниження кількості бактерій сальмонели в присутності аноліту у 37 разів. Дія католіту також є позитивною, відбулося зниження росту *Salmonella* у 2,5 рази. *E. coli* виявилась більш стійкою до дії фракцій електроактивованої води. Але зменшення росту під дією аноліту відбулося на 23 %, під дією католіту — майже на 8 %.

Ефект пригнічення розвитку досліджуваних культур мікроорганізмів відзначено як в аноліті, так і в католіті. Бактерицидна дія аноліту проявляється за рахунок низького рівня рН, який сягає рівня 2,6 одиниць. Мінімальні значення рН для розвитку *Salmonella* від 4,4 одиниць, а для *Escherichia coli* від 4,0. Отримані дані свідчать про те, що *Salmonella* більш чутлива до зміни рН середовища ніж *Escherichia coli*. Також можна зробити висновок, що дія католіту була менш інтенсивна, хоча його рН сягав 11,2 одиниць.

Вплив електроактивованої води на мікробіологічні показники фаршу. У зв'язку з наявними даними бактерицидної дії електроактивованої води було проведено мікробіологічний аналіз зразків фаршу з яловичини та свинини. Дослідження зразків проводили згідно з ГОСТ 21237-75 „М'ясо. Методи бактеріологічного аналізу„. На першому етапі дослідження визначали кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів у зразках подрібненого м'яса із яловичини та свинини у процесі зберігання. Результати досліджень представлені у вигляді графіків на рис. 1 і 2.

Аналіз графіків свідчить, що внесення електроактивованої води у зразки подрібненого м'яса суттєво знижує початкове значення мікробіологічного стану дослідних зразків. При внесенні бінарної суміші 10/90 пригнічує мікрофлору зразків у 3 рази. Із зростанням долі католіту в бінарній суміші ефект пригнічення зменшується, але навіть при частці католіту 90 % до аноліту 10 % кількість мікроорганізмів менша на 35 %, у порівнянні з контрольним зразком. При зберіганні контрольного зразка протягом 6 діб кількість мікроорганізмів збільшилась у 4 рази. У зразку з бінарною сумішю 10/90 через 6 діб кількість колоній утворюючих одиниць збільшилась у 3 рази від початкової, і лише у 2 рази від початкового контрольного зразка. Що стосується інших зразків, то зі збільшенням частини католіту кількість мікроорганізмів збільшувалась, але навіть через 6 діб зберігання цей показник не перевищував нормативного значення

1×10^5 КУО/г. Результат дослідження вказує на знижений рівень контамінації м'яса з електроактивованою водою у порівнянні з водопровідною. Також внесення бінарних сумішей дозволяє знизити початковий рівень мікробіологічного забруднення зразків за рахунок зміни рН середовища.

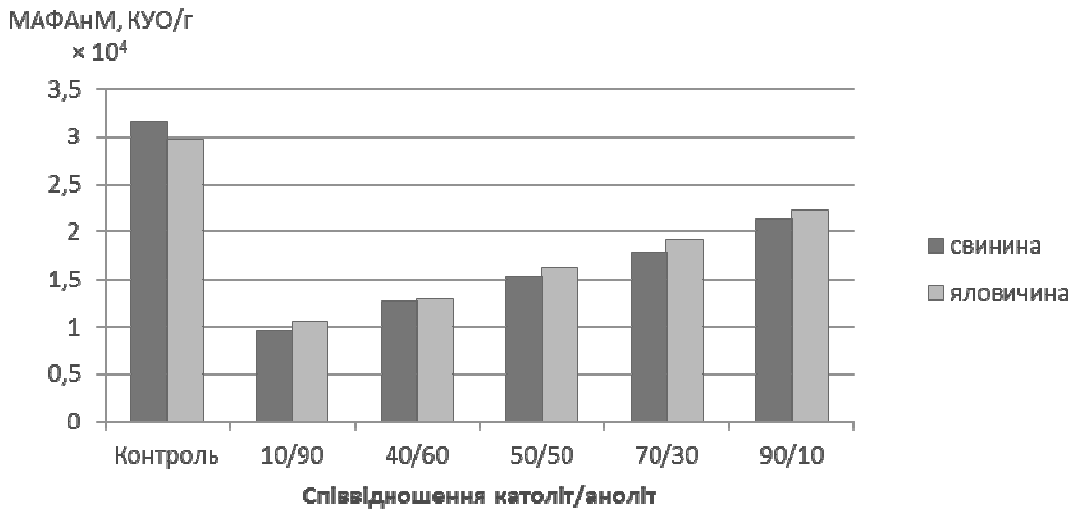


Рис. 1 — Вплив електроактивованої води на кількість МАФАНМ яловичини та свинини без зберігання

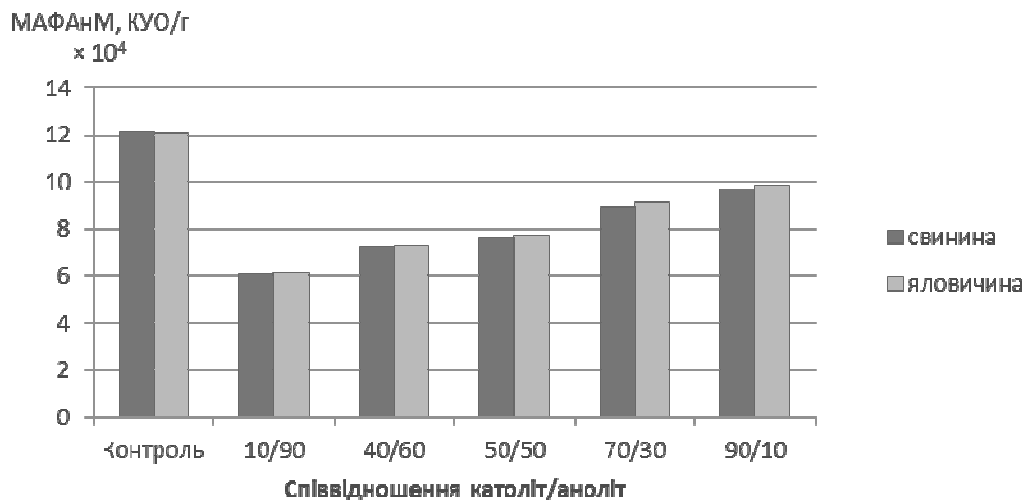


Рис. 2 — Вплив електроактивованої води на кількість МАФАНМ яловичини та свинини через 6 діб зберігання

Отримані результати підтверджують ефективність використання електроактивованої води для покращення мікробіологічного стану м'яса у ході зберігання при температурі $+4^\circ\text{C}$.

Визначення санітарно-показних мікроорганізмів, які регламентуються за нормативною документацією, показало, що протягом 6 діб зберігання не було виявлено: *Salmonella*, *P. vulgaris*, *St. aureus*, сульфитредукуючих анаеробів у всіх дослідних зразках.

Апробація результатів досліджень. При визначенні впливу процесу електролізу на мікробіологічний стан питної водопровідної води відзначено, що значна кількість мікроорганізмів присутніх в ній гине. Цей ефект вказує на практичну доцільність використання електроактивованої води у виробництві харчових продуктів для зниження їх контамінації мікроорганізмами, які знаходяться у питній воді. Також, завдяки аномальним властивостям фракцій електроактивованої води та їх рівням рН, можливе зниження ризику розвитку таких мікроорганізмів як *Salmonella* та *E. coli*. Це дає можливість підвищити безпечність продуктів для споживача. Використання електроактивованої води у виробництві м'ясних про-

дуктів покращує їх мікробіологічні показники. Як показали результати досліджень, такий ефект дозволяє подовжити строки зберігання готових виробів без використання консервантів.

Висновки. За результатами досліджень було виявлено, що повного знезараження води під час електролізу не відбулося, але відзначено суттєве зниження кількості колоній утворюючих організмів, а саме у католіті кількість мікроорганізмів знизилась у 20 разів, у аноліті — у 53 рази. Це дає змогу покращити мікробіологічний стан м'ясних продуктів за рахунок зниження контамінації м'яса мікроорганізмами, які присутні у питній водопровідній воді. Ефект пригнічення розвитку досліджуваних культур мікроорганізмів (*E. coli*, *Salmonella*) відзначено як в аноліті, так і в католіті. Кількість колоній *Salmonella* у присутності аноліту знизилась у 37 разів, у присутності католіту — у 2,5 рази. Було відзначено, що внесення електроактивованої води у фарш у 3 рази знижує початкове значення мікробіологічного стану зразків. Результати досліджень проявляють позитивну дію на мікробіологічний стан м'яса, що даю змогу подовжити його строки зберігання.

Література

1. Першегуба, Я. Стан питної води в Україні [Електронний ресурс]: [Веб-сайт] / Режим доступу: http://www.labprice.ua/naukovo-populyarni_statti/stan_pitnoi_vodi_v_ukraini – 10.09.2015. – Назва з екрану.
2. Тимочко, Т. В. Всеукраїнська екологічна ліга об улучшении питьевого водоснабжения и охране вод в Украине [Текст] / Т. В. Тимочко // Екологічний вісник. – 2009. – № 2. – С. 27–29.
3. Гончарук, В. В. SOS: питьевая вода [Текст] / В. В. Гончарук // Химия и технология воды. – 2010. – Т. 32, № 5. – С. 463–512.
4. Вред хлорированной воды [Електронний ресурс]: [Веб-сайт] / Режим доступу: <http://www.watermap.ru/articles/vred-hlorirovannoj-vody> – 10.09.2015. – Заглавие с экрана.
5. Горелов, А. В. Сравнительная эффективность различных методов терапии кандидозного дисбактериоза [Текст] / А. В. Горелов, С. В. Николаева // Вопросы современной педиатрии. – 2009. – Т. 8, № 6. – С. 22–26.
6. Magnusson, K. E. Surface charge and hydrophobicity of *Salmonella*, *E. coli*, *Gonococci* in relation to their tendency to associate with animal cells [Text] / K. E. Magnusson et al // Scandinavian journal of infectious diseases. Supplementum. – 1979. – С. 135–140.
7. Franz, E. Ecology of *E. coli* O157: H7 and *Salmonella enterica* in the primary vegetable production chain [Text] / E. Franz, A. H. C. Van Bruggen // Critical reviews in microbiology. – 2008. – Vol. 34, Issue 3–4. – С. 143–161.
8. Hopkins, K. L. Mechanisms of quinolone resistance in *Escherichia coli* and *Salmonella*: recent developments [Text] / K. L. Hopkins, R. H. Davies, E. J. Threlfall // International journal of antimicrobial agents. – 2005. – Vol. 25, Issue 5. – С. 358–373.
9. Гончарук, В. В. Наука о воде [Текст]: монографія / В. В. Гончарук. — К. :Наукова думка, 2010. — 511 с.
10. Ашбах, Д. С. "Живая" и "мертвая" вода — новейшее лекарство современности [Текст] / Д. С. Ашбах. — СПб. : Питер, 2008. — 160 с.
11. Хацуков, С. М. Исследование свойств электроактивированной воды [Текст] / С. М. Хацуков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – № 3. – С. 14–15.
12. Aider, M. Electro-activated aqueous solutions: theory and application in the food industry and biotechnology [Text] / M. Aider et al. // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2012. – Vol. 15. – С. 38–49.
13. Gnatko, E. N. Emergence of the science and technology of electroactivated aqueous solutions: applications for environmental and food safety [Text] / E. N. Gnatko, V. I. Kravets, E. V. Leschenko, A. Omelchenko. – NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, 2011. – P. 101–116. doi: 10.1007/978-94-007-1235-5_8