


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**ПРОНЬКІНА КСЕНІЯ ВОЛОДИМИРІВНА**



УДК 637.52:57.016:[628.16:621.354.33]

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ ШЛЯХОМ  
ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОАКТИВОВАНОЇ ВОДИ**

Спеціальність 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів  
з гідробіонтів

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Одеса – 2016

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Одеській національній академії харчових технологій,  
Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор,  
лауреат Державної премії України,  
заслужений діяч науки і техніки України  
**Віннікова Людмила Григорівна**,  
Одеська національна академія харчових технологій,  
кафедра технології м'яса, риби та морепродуктів,  
завідувач кафедри.

Офіційні опоненти: – доктор технічних наук, професор  
**Погожих Микола Іванович**,  
Харківський державний університет харчування та торгівлі,  
кафедра фізико-математичних та інженерно-технічних дис-  
циплін, завідувач кафедри;

– кандидат технічних наук, доцент  
**Штонда Оксана Анатоліївна**,  
Національного університет у біоресурсів і природокористу-  
вання України, кафедра технології м'ясних, рибних та  
морепродуктів, доцент кафедри.

Захист відбудеться 29 листопада 2016 року о 13<sup>30</sup> на засіданні спеціалізованої вченої  
ради Д 41.088.02 в Одеській національній академії харчових технологій за адресою:  
65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112 в ауд. А-234.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Одеської національної академії хар-  
чових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112

Автореферат розісланий 28 жовтня 2016 року

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради  
д.т.н., професор



Г.В. Крусір

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** При виробництві м'ясних продуктів використовують технологічну воду, яку вносять у достатньо великих кількостях, до 40%. Ця вода характеризується нестабільним хімічним складом, рН, мікробіологічними показниками і т.д. Зміни у воді, які можуть відбуватись навіть протягом доби, суттєво впливають на функціонально-технологічні властивості м'яса. Зокрема високий вміст іонів кальцію у технологічній воді може вплинути на консистенцію та вихід готового продукту, заліза та магнію – каталізує окиснення ліпідів, що в свою чергу скорочує термін зберігання готових виробів. Тобто вода, яка використовується в ковбасному виробництві у технологічних цілях, суттєво впливає на смак, колір, консистенцію, а також на вихід та мікробіологічний стан готових виробів.

Сучасні виробництва оздоблені очисними системами для води, яка використовується у технологічних цілях. 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 використовують хлорвмісні реагенти. Такий спосіб дає позитивний результат, але хлор у підвищених концентраціях негативно впливає на організм людини і якість готових виробів.

Тому направлена підготовка води стосовно вимог переробки м'яса актуальна для виробників м'ясних продуктів. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є електроактивація води, внаслідок якої під впливом електричного поля високої напруги утворюються два активовані розчини: аноліт (рН = 2...3) та католіт (рН = 10...12). Їх властивості у якості відновника та окисника можуть бути ефективними при виробництві м'ясних продуктів. Враховуючи відсутність комплексних даних з питання впливу електроактивованої води на м'ясні системи, дослідження в цьому напрямку є актуальними.

**Зв'язок з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась згідно з тематикою наукових досліджень кафедри технології м'яса, риби та морепродуктів Одеської національної академії харчових технологій, № держреєстрації 0114U005218.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є встановлення можливості використання електроактивованої води для вдосконалення функціонально-технологічних властивостей м'ясних продуктів.

У відповідності до поставленої мети були вирішені наступні задачі:

- дослідити склад і властивості технологічної та електроактивованої води;
- визначити вплив фракцій електроактивованої води на функціонально-технологічні властивості модельних м'ясних систем;
- дослідити вплив електроактивованої води на дію нітриту натрію;
- дослідити вплив електроактивованої води на проникність солі при солінні;

- визначити вплив фракцій електроактивованої води на функціонально-технологічні властивості функціональних добавок, що використовуються в м'ясній промисловості;
- визначити мікробіологічні показники електроактивованої та питної водопровідної води та дослідити її бактерицидну дію;
- визначити вплив фракцій електроактивованої води на характеристики м'ясних продуктів;
- дослідити можливість корегування функціонально-технологічних властивостей м'яса з вадю PSE;
- дослідити можливість використання електроактивованої води для подовження строків зберігання м'яса та м'ясних продуктів;
- розрахувати економічну ефективність використання електроактивованої води у виробництві м'ясопродуктів.

*Об'єкт дослідження* – технологія м'ясних продуктів з електроактивованою водою.

*Предмет дослідження* - фарші із яловичини та свинини, цільном'язові вироби із свинини з додаванням фракцій електроактивованої води у різних співвідношеннях при сталій кількості.

*Методи дослідження* – математичного моделювання та оптимізації, загальноприйняті та оригінальні фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні, органолептичні, експериментально-статистичні, аналітичні з використанням сучасних вимірювальних приладів та комп'ютерних технологій.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Новизну дисертаційного дослідження визначають наступні теоретичні та практичні результати.

Вперше:

- встановлено, що додавання католіту у м'ясо покращує розчинність м'язових білків та підвищує вологозв'язуючу здатність м'яса, що пов'язане зі зниженим вмістом іонів металів та нижчим рівнем загальної жорсткості католіту і аноліту та зрушенням рН м'язових білків від ізоелектричної точки;
- встановлено позитивний вплив бінарних сумішей електроактивованої води на функціонально-технологічні та органолептичні властивості м'яса і м'ясних продуктів;
- встановлено можливість спрямованого регулювання властивостей свинини з вадю автолізу PSE за рахунок зрушенням рН м'язових білків від ізоелектричної точки;
- встановлена можливість підвищення ефективності використання гідроколоїдів різної природи при їх гідратації фракціями електроактивованої води шляхом приближення рН гідроколоїдів до оптимального значення рН для гелеутворення;
- обґрунтовано способи використання бінарних сумішей електроактивованої води для покращення виходу та органолептичних властивостей ковбасних виробів та цільном'язових виробів із свинини.

**Практичне значення одержаних результатів.** На підставі теоретичних та експериментальних досліджень надано рекомендації щодо використання бі-

нарних сумішей фракцій електроактивованої води в технології м'ясних продуктів. Наукова новизна розробок захищена патентом України на корисну модель №107771.

Результати дисертаційної роботи використовуються у науковій роботі та навчальному процесі на кафедрі м'яса, риби та морепродуктів в Одеській національній академії харчових технологій, а також в курсах дисциплін «Інноваційні технології галузі», «Наукові основи вторинної переробки сировини» та інших.

Промислова апробація з використання електроактивованої води у технології м'ясних продуктів була проведена на ПП «Фірма Гармаш» с. Олександрівка, Комінтернівський район Одеської області.

**Особистий внесок здобувача** полягає в аналізі стану проблеми, розробці програми досліджень, організації, проведенні і узагальненні аналітичних та експериментальних досліджень, аналізі та узагальненні отриманих даних у вигляді висновків, в забезпеченні методичного оформлення роботи, підготовці матеріалів досліджень до публікацій. Особистий внесок підтверджується поданими документами та науковими публікаціями.

Дисертаційна робота здійснена здобувачем за методичної та наукової підтримки д.т.н., професора Віннікової Л.Г.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на наукових та науково-практичних конференціях: IX та X Міжнародній конференції студентів та аспірантів «Техника и технология пищевых производств» (Могильов, Білорусь 2014, 2016), Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного і готельного господарств і торгівлі» ХДУХТ (Харків 2014), VII та VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю «Проблеми формування здорового способу життя у молоді» ОНАХТ (Одеса 2014, 2015), Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності» ХДУХТ (Харків 2015), Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» ОНАХТ (Одеса 2015), Міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості» ТНТУ (Тернопіль 2015), Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки» (Київ 2015), 76 науковій конференції викладачів академії ОНАХТ (Одеса 2016).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 23 наукові праці, у тому числі: 10 публікацій у фахових виданнях, 7 з яких у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз; 2 – у виданнях іноземних держав; 1 патент на корисну модель, а також тези 10 доповідей наукових та науково-практичних конференцій.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел та додатків. Дисертаційну

роботу викладено на 130 сторінках основного тексту, вона містить 59 рисунків (15 сторінок), 18 таблиць (8 сторінок), 4 додатки, список літературних джерел з 157 найменувань.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, зв'язок з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету і завдання досліджень, викладено наукову новизну та практичне значення результатів роботи, наведено відомості стосовно особистого внеску автора, наведено дані про апробацію результатів та публікації.

У **першому розділі** «Наукові основи використання електроактивованої води у харчовій промисловості» виконано аналітичний огляд першоджерел і проаналізовано сучасні способи активації води та перспективні напрямки використання електроактивованої води у харчовій, в тому числі і м'ясопереробній промисловості. Зроблено висновок про необхідність вивчення можливості використання електроактивованої води для вдосконалення технології м'яса та м'ясних продуктів. Узагальнено відомості про властивості фракцій електроактивованої води та їх використання для підвищення ефективності використання добавок різних класів, які використовуються у виробництві м'ясних продуктів, корегування властивостей м'яса з вадами автолітичних процесів, а також підвищення мікробіологічної безпеки м'яса та м'ясних продуктів.

У **другому розділі** «Програма та методи досліджень» розроблено програму теоретичних та експериментальних досліджень (рис. 1), яка ілюструє зв'язок основних етапів дисертаційної роботи. Наведено характеристику об'єктів досліджень, сировини та матеріалів на кожному етапі, визначено методи експериментальних досліджень.

Електроактивовану воду готували за допомогою установки «ЕКОВОД - б» протягом 40 хвилин. Технологія приготування електроактивованої води (ЕАВ) базується на перенесенні іонів води через напівпроникну мембрану, вміщену у розчин електроліту, при створенні в рідині різниці потенціалів по обидві сторони цієї мембрани (рис. 2). Результатом підготовки води було вилучення фракцій електроактивованої води – католіт (лужна фракція) та аноліт (кисла фракція). З цих фракцій було виготовлено ряд бінарних сумішей із співвідношенням католіт/аноліт: 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, 50/50, 40/60, 30/70, 20/80, 10/90. Також фракції використовували у чистому вигляді.

Для дослідження було обрано наступні зразки:

- модельні системи з яловичини та свинини з додаванням водопровідної та електроактивованої води у кількості 20% від маси м'ясної сировини;
- зразки білкових добавок та гідроколоїдів, гідратованих фракціями електроактивованої води (дослідні зразки) та питною водопровідною водою (контроль) згідно до їх гідромодулів;

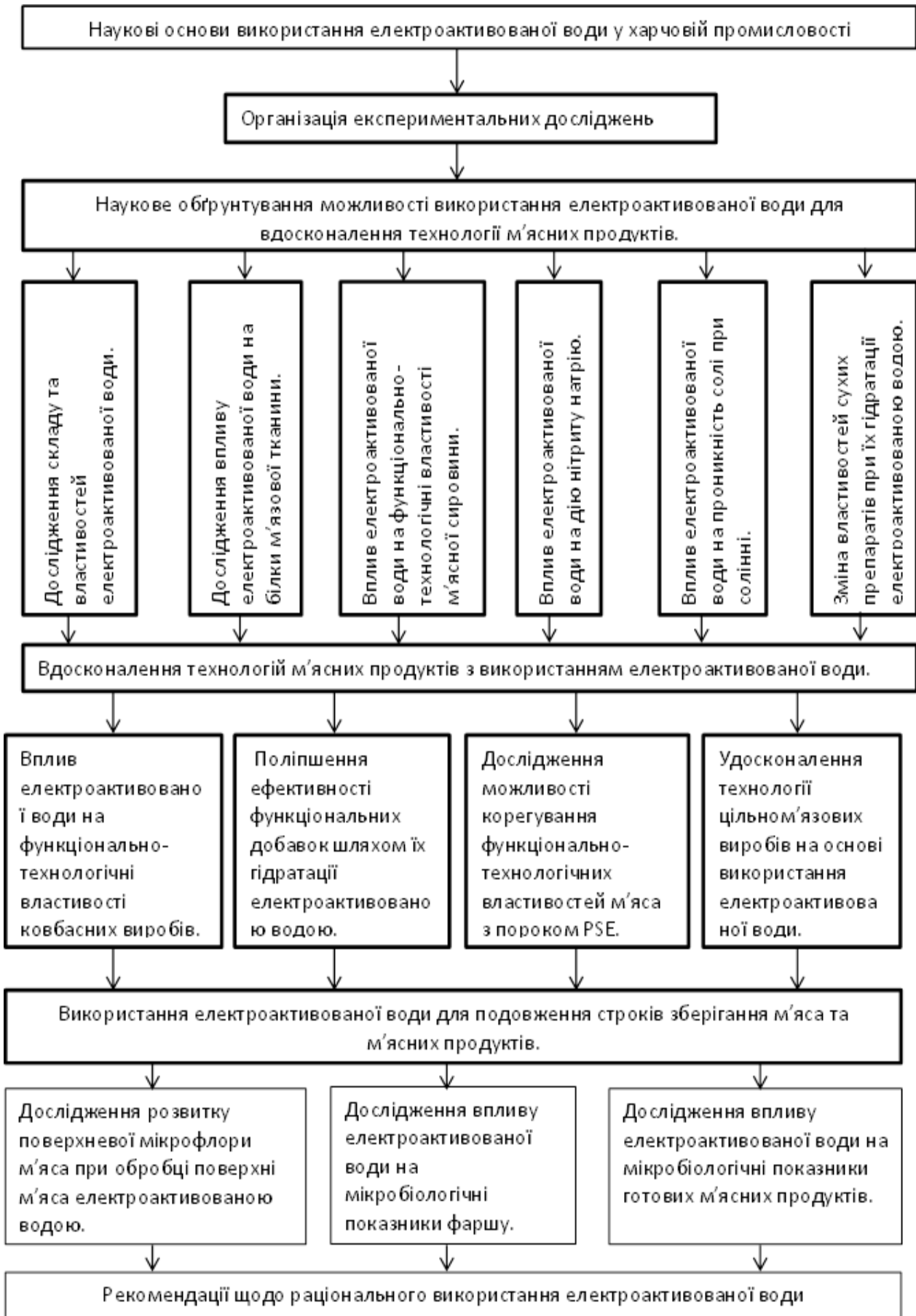


Рис 1. Програма досліджень.

– готові варені ковбасні вироби та цільном'язові вироби зі свинини з додаванням бінарних сумішей фракцій електроактивованої води (дослідні зразки) та питної водопровідної води (контрольний зразок).

Наведено методи експериментальних досліджень: загальноприйняті та оригінальні фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні, органолептичні, експериментально-статистичні, аналітичні з використанням сучасних вимірювальних приладів та комп'ютерних технологій, математичного моделювання та оптимізації.

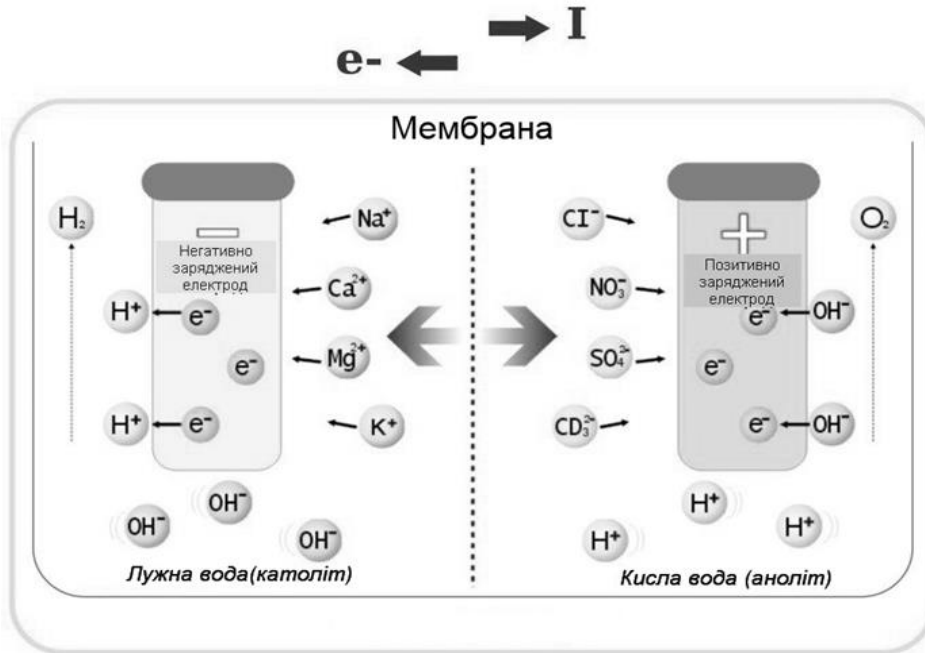


Рис. 2. Схема камери електролізу

Економічну ефективність використання електроактивованої води для вдосконалення технології м'ясних продуктів визначали за діючими в галузі методиками розрахунку. Роботу виконували в лабораторних та виробничих умовах. Експериментальну частину роботи виконували в лабораторних умовах ОНАХТ.

У **третьому розділі** досліджували спектр напрямків для покращення функціонально-технологічних, органолептичних та мікробіологічних показників м'ясних систем шляхом внесення електроактивованої води в модельні м'ясні системи, гідратації добавок для ковбасних виробів, соління м'яса та інше.

Негативний вплив технологічної води, яка використовується при виробництві м'ясних продуктів, пов'язаний з надлишком іонів кальцію, магнію, заліза, нітратів, а також високою жорсткістю води. Підсумувавши аналіз наслідків використання технологічної води з підвищеним складом іонів, було проведено дослідження впливу електроактивації води на кількісний склад цих іонів та органолептичні показники продуктів уніполярної обробки води – католіту і аноліту. Встановлено значне зниження кількості іонів у католіті: кальцію у 6,6 разів, магнію на 66,7 % та заліза у 4 рази, а також зниження загальної жорсткості у 3 рази (табл. 1).



Таблиця 1.

**Кількісний іонний склад та органолептичні показники водопровідної та електроативованої води**

Показник	Розмірність	Водопровідна вода	Католіт	Аноліт
Органолептичні показники				
Запах при 20°C	бал	1,0	1,0	3,0
Смак і присмак при 20°C	бал	1,0	2,0	3,0
Колір	град	26-39	11	25
Мутність	мг/л	0,52 – 0,68	0,70	0,61
Хімічний склад (загальні показники)				
Водневий показник рН	од.	7,25 – 8,1	10,9 – 11,5	2,6 - 2,9
Загальна жорсткість,	ммоль/дм <sup>3</sup>	5,10	1,70	4,15
Неорганічні речовини				
Кальцій	мг/дм <sup>3</sup>	66,13	10,02	44,09
Магній	мг/дм <sup>3</sup>	21,89	14,59	23,71
Залізо	мг/дм <sup>3</sup>	0,24	0,06	0,13
Фториди	мг/дм <sup>3</sup>	0,14	0,06	н/в
Поліфосфати	мг/дм <sup>3</sup>	0,005	н/в	н/в
Свинець	мг/дм <sup>3</sup>	н/в	н/в	н/в
Активний хлор	мг/дм <sup>3</sup>	0,4	н/в	н/в
Лужність	мг/дм <sup>3</sup>	0,5	3,2	н/в

Було проведено дослідження впливу ЕАВ зі зниженим іонним складом на ключові функціонально-технологічні властивості модельних м'ясних систем (табл. 2). Грунтуючись на отриманих даних, можна зробити висновок, що використання католіту зі зниженою кількістю кальцію, магнію та заліза дозволяє підвищити здатність м'ясних систем краще утримувати вологу та жир, що є передумовою для зниження втрат маси готового продукту після теплової обробки.

Таблиця 2.

**Вплив іонів на функціонально-технологічні показники м'ясних систем**

(n = 5, p ≤ 0,05)

Іон	Негативний вплив	Показники	Питна вода	Електроативована вода	
				Католіт	Аноліт
Ca <sup>2+</sup>	знижується вологозв'язуюча здатність м'яса;	ВЗЗ, %	58	67	52
	жорстка консистенція готового продукту;	ГНЗ, кПа	10,38	6,89	8,98
	погіршується емульсійна здатність;	ВУЗ, %	53	66	47
		ЖУЗ, %	49	64	44

Продовження таблиці 2.

Іон	Негативний вплив	Показники	Питна вода	Електроактивована вода	
				Католіт	Аноліт
Ca <sup>2+</sup>		Емульсійна здатність, %	26	48	18,7
	уповільнюється швидкість теплової денатурації білків.	Ефективність теплової обробки, мг/100 г (по фенолу)	0,17	0,07	0,12
Mg, Fe	каталізується окислення ліпідів	Кількість перекислених сполук (через 6 діб), % J	0,026	0,024	0,019
Mg, Fe	гіркий присмак, неприємний запах, пігментація на розрізі виробу.	органолепрично	злегка гіркуватий присмак, пігментація не виявлена	злегка лужний присмак та запах, пігментація не виявлена	злегка кислий присмак та запах, пігментація не виявлена

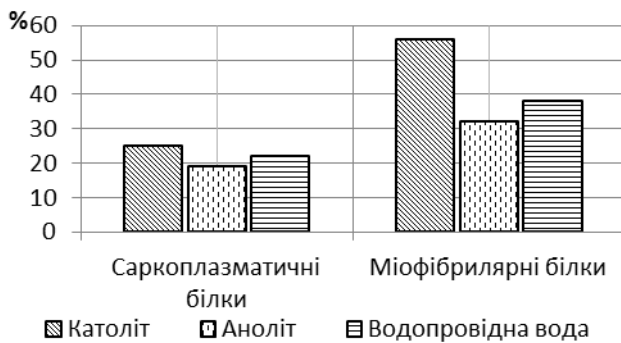


Рис.3. Вплив електроактивованої води на розчинність білків м'яса.

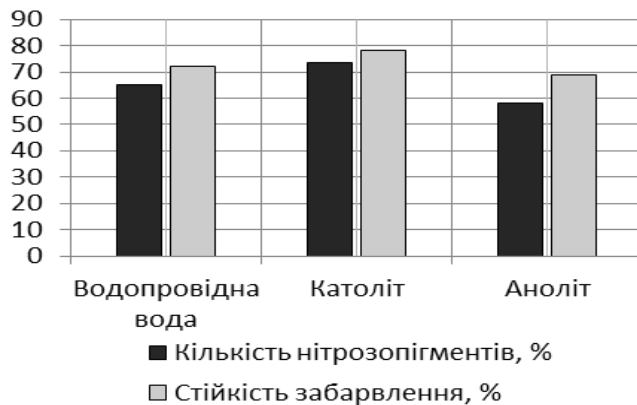


Рис. 4. Вплив електроактивованої води на кількість нітросопігментів та стійкість забарвлення.

Розчинність білків є фундаментально важливою характеристикою, яка впливає на вихід м'ясних продуктів. Від кількості та розчинності білків залежить також соковитість, структура готового продукту та інше. Враховуючи, що ФТВ м'ясних систем суттєво залежить від стану білків, було досліджено розчинність білків м'язової тканини. Встановлений ефект покращення розчинності білків (рис.3), обумовлений їх чутливістю до дії лужного середовища, особливо для міофібрилярних білків. Покращення розчинності білків також може бути обумовлене зниженою кількістю кальцію та магнію у католіті.

Не менш важливим є вплив електроактивованої води на дію нітриту натрію у м'ясних системах, який обумовлює колір м'ясних продуктів. Було проведено дослідження зміни кількості нітросопігментів,

стійкості забарвлення та кількості залишкового нітриту при використанні електроактивованої води. Встановлено, що використання електроактивованої води

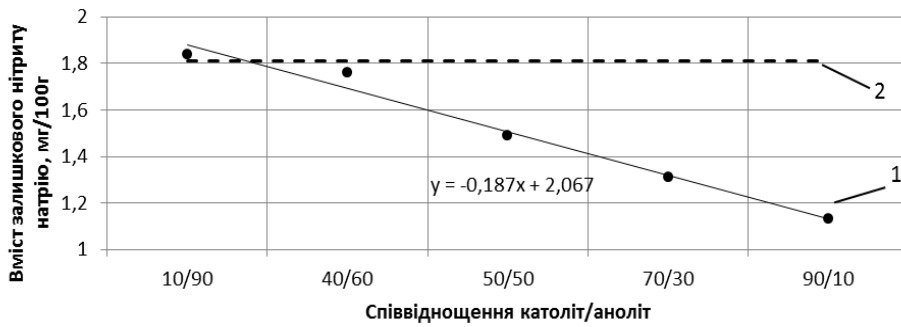


Рис. 5. Вплив електроактивованої води на вміст залишкового нітриту натрію в ковбасних виробках: 1 – дослідні зразки, 2 – контроль.

дозволяє покращити процеси кольороутворення м'ясних продуктів (рис. 4) та знизити вміст залишкового нітриту на 10 – 12 % (рис. 5).

Вплив на функціонально-

технологічні властивості м'ясних систем можливий також шляхом підвищення ефективності добавок, які є обов'язковою складовою рецептур м'ясних виробів. Найпоширенішими є білкові добавки рослинного та тваринного походження, а також гідролоїди. Більшість добавок, які використовуються, потребують попередньої гідратації для отримання стійких емульсій, суспензій та багатокомпонентних систем. Були визначені основні функціонально-технологічні властивості білкових препаратів та гідролоїдів, гідратованих питною водопровідною водою (контроль) та фракціями електроактивованої води.

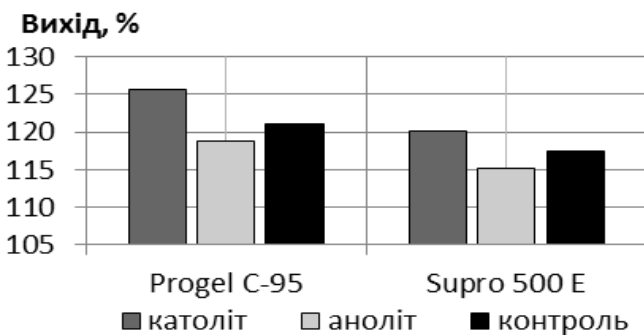


Рис.6. Вплив гідратації білкових добавок EAB на вихід фаршів.

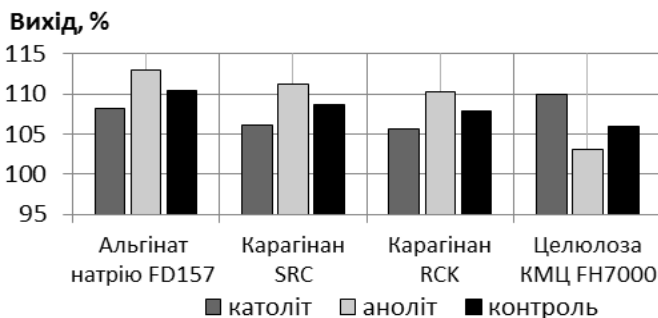


Рис.7. Вплив гідратації гідролоїдів на вихід фаршів.

Використання фракцій електроактивованої води при гідратації функціональних добавок змінює їх в'язкість. Встановлено, що використання катоду для гідратації білкових препаратів, камедей та целюлозного препарату дозволяє підвищити ВУЗ та ЖУЗ, а також знизити ККГ добавок. Використання аноду проявляє такий позитивний ефект при гідратації альгінату натрію та карагінанів. Найбільше підвищення ефективності встановлено для білкових препаратів Progel і Supro E500. Такий ефект може бути пов'язаний з приближенням рівня активної кислотності гідролоїдів до оптимального рівня гелеутворення, а також зі зниженою концентрацією іонів легких металів ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  та

ін.) у фракціях електроактивованої води.

Перевірку підвищення ефективності використаних добавок, гідратованих електроактивованою водою проводили на м'ясних системах. Гідратацію добавок здійснювали згідно з їх індексом розчинності кислою та лужною фракціями електроактивованої води, а також питною водопровідною водою (контроль).

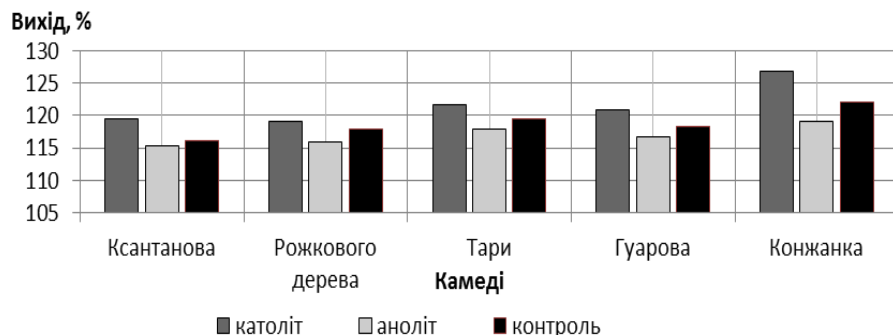


Рис.8. Вплив гідратації камедей на вихід фаршів.

покращити властивості фаршевих систем та підвищити вихід готового продукту на 4 %. Для досягнення збільшення виходу до 4% при використанні альгінату натрію та карагінанів доцільно проводити гідратацію анолітом (рис. 6, 7 та 8). Таким чином можна рекомендувати використання католіту для гідратації білкових препаратів та камедей.

Соління м'яса є однією з важливіших операцій при виробництві м'ясопродуктів. Існує багато способів здійснення цього процесу, але всі вони потребують тривалого часу. Нами було досліджено можливість інтенсифікації процесу соління цільном'язових виробів за допомогою електроактивованої води. Вміст солі в експериментальних модельних зразках підвищується та інтенсифікується процес соління майже на 17% зі збільшенням частки католіта внесених співвідношеннях фракцій електроактивованої води. Це свідчить про

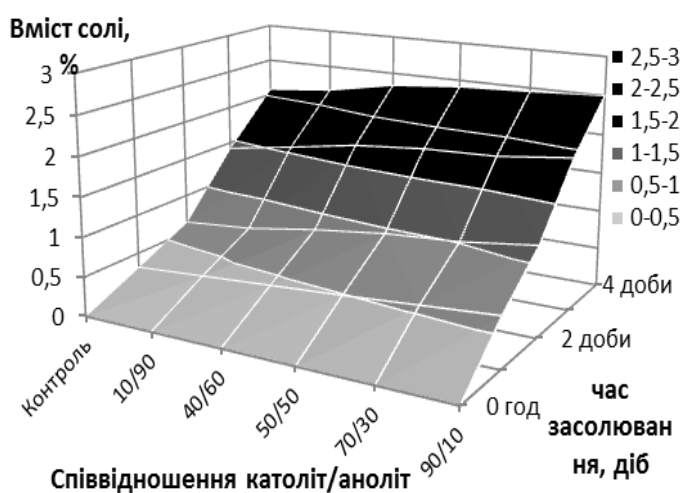


Рис.9. Вплив електроактивованої води на швидкість засолювання м'яса

більш глибоку дисоціацію молекул NaCl на іони у присутності католіта, що свідчить про більш інтенсивну активацію розчинів та підвищення їх хімічної активності. Отримані результати підтверджують можливість інтенсифікації процесу соління та зниження рецептурної кількості кухонної солі в технології м'ясопродуктів, що, в свою чергу, відкриває перспективу розробки нових продуктів здорового харчування (рис. 9).

Встановлено, що тенденція покращення властивостей м'ясних систем корелюється з результатами гідратації добавок фракціями електроактивованої води. Це дозволить

Мікробіологічний стан м'яса є основним показником його якості. 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.

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 колонійутворюючих організмів. 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.

Визначено вплив фракцій електроактивованої води на ріст виділених мікроорганізмів *Escherichia coli* та *Salmonella*. Відзначено, що в присутності аноліту знижується кількість мікроорганізмів *Escherichia coli* на 23% та *Salmonella* у 37 разів (табл. 3).

Таблиця 3.

#### Вплив електроактивованої води на розвиток мікроорганізмів

(n = 5, p ≤ 0,05)

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

У четвертому розділі представлено результати апробації отриманих даних в технології м'ясних продуктів: виробництва варених ковбас та цільном'язових виробів, а також встановлення можливості направленою регулювання властивостей м'яса з вадою автолізу PSE.

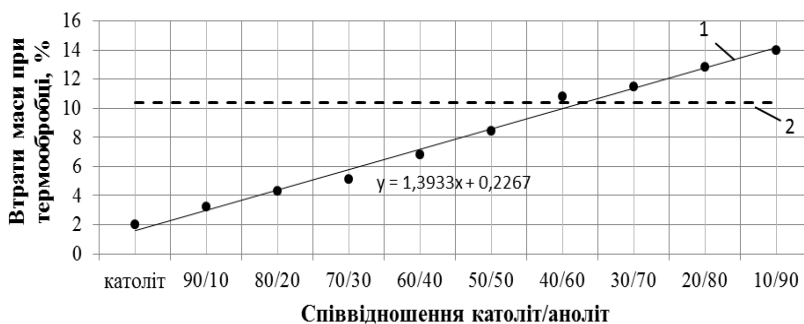


Рис. 10. Вплив електроактивованої води на втрати маси при термічному обробленні зразків вареної ковбаси: 1 – дослідні зразки, 2 – контроль.

Попередні дослідження показали, що використання чистих фракцій електроактивованої води негативно впливає на органолептичні показники модельних м'ясних систем (табл. 2). Гому використовували різноманітні варіанти ЕАВ у вигляді бінарних сумішей фракцій при ви-

готовленні варених ковбасних виробів та цільном'язових виробів із свинини. Встановлено, що використання бінарних сумішей ЕАВ у діапазоні 40/60– 70/30

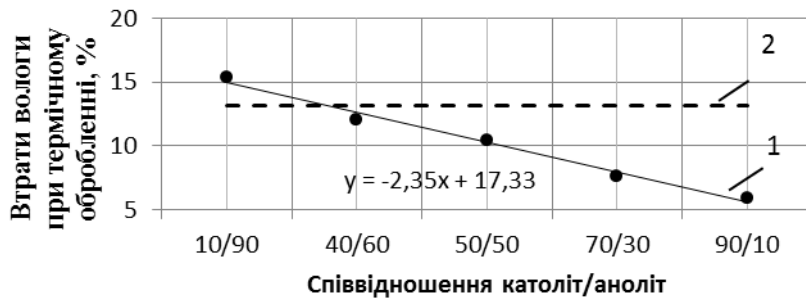


Рис.11. Вплив електроактивованої води на втрати вологи при термічному обробленні зразків цільном'язових варених виробів із свинини: 1- дослідні зразки, 2 – контроль.

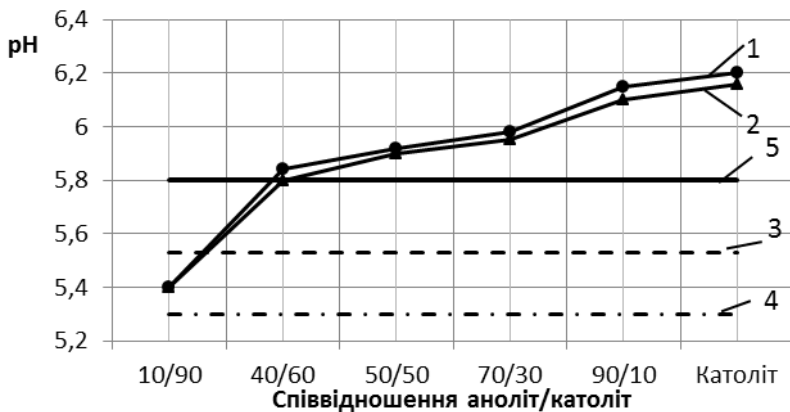


Рис. 12. Вплив електроактивованої води на зміну рН свинини PSE: 1 - «semumem branous», 2 – «longissimus dorsi», 3 – контроль «semumem branous», 4 – контроль «longissimus dorsi», 5 – рН свинини NOR .

ристання фосфатів можливе зрушення рН м'яса PSE, підвищення ВЗЗ та зниження втрат вологи при термічному обробленні такого м'яса (рис. 12, 13 та 14).

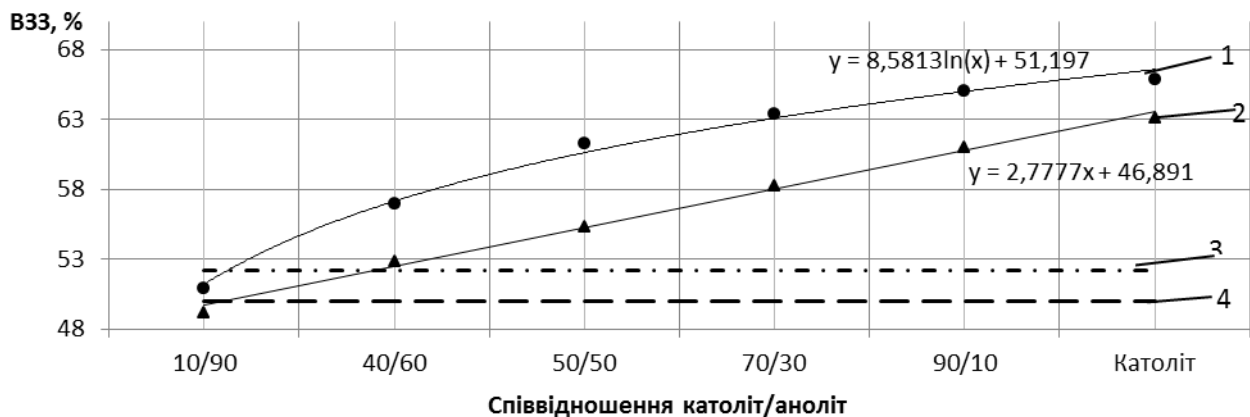


Рис.13. Вплив фракцій електроактивованої води на вологозв'язуючу здатність модельного фаршу із свинини PSE: 1 – найдовший м'яз, 2 – стегновий м'яз, 3 – контроль найдовший м'яз, 4 – контроль стегновий м'яз.

в кількості

20 % від маси м'ясної сировини дозволяє підвищити вихід готових ковбасних виробів (рис.10) та покращити органолептичні властивості зразків. Також відзначено підвищення виходу в зразках цільном'язових виробів із свинини при використанні розсолів на основі бінарних сумішей електроактивованої води у діапазоні 40/60 – 70/30 (рис. 11). Разом з тим, відзначено суттєве покращення консистенції та смаку дослідних зразків у цьому діапазоні співвідношень.

У розділі експериментально доведено можливість корегування властивостей м'яса з вадами автолізу PSE. Тобто без вико-

ристання фосфатів можливе зрушення рН м'яса PSE, підвищення ВЗЗ та зниження втрат вологи при термічному обробленні такого м'яса (рис. 12, 13 та 14).

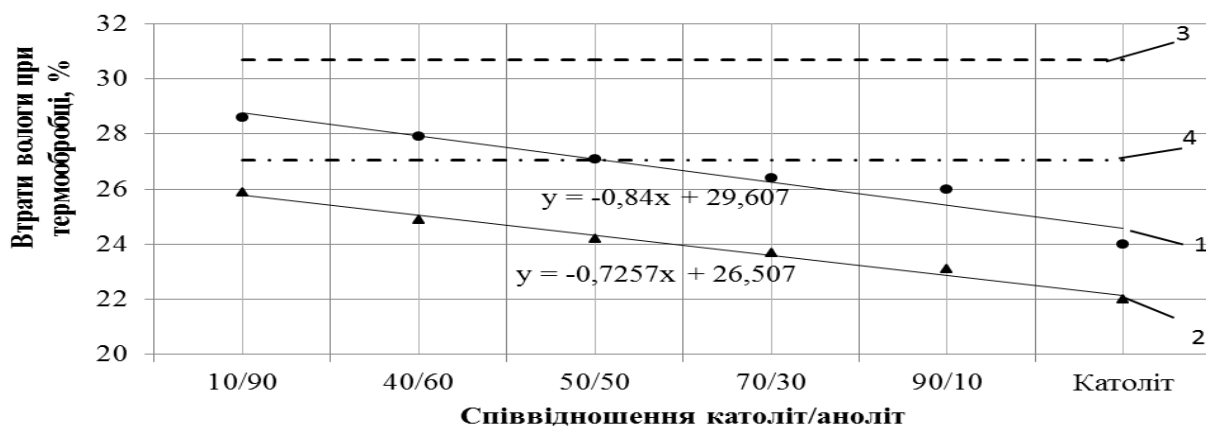


Рис.14. Вплив фракцій електроактивованої води на втрати вологи при термообробці модельного фаршу із свинини PSE: 1 – найдовший м'яз, 2 – стегновий м'яз, 3 – Контроль найдовший м'яз, 4 – контроль стегновий м'яз.

У п'ятому розділі представлені дослідження впливу електроактивованої води на мікробіологічний стан м'яса та м'ясних продуктів. Встановлено інгібуючу дію аноліту на розвиток поверхневої мікрофлори м'яса на протязі 6 днів зберігання (табл. 4).

Таблиця 4.

**Вплив фракцій електроактивованої води на розвиток поверхневої мікрофлори м'яса**

Обробка	МАФАНМ, КОЕ/г			Норма СанПіН
	1 доба	3 доба	6 доба	
Катодіт	-	1440	2244	10 <sup>5</sup>
Аноліт	-	720	560	
М'ясо без обробки (контроль)	900	1310	1850	

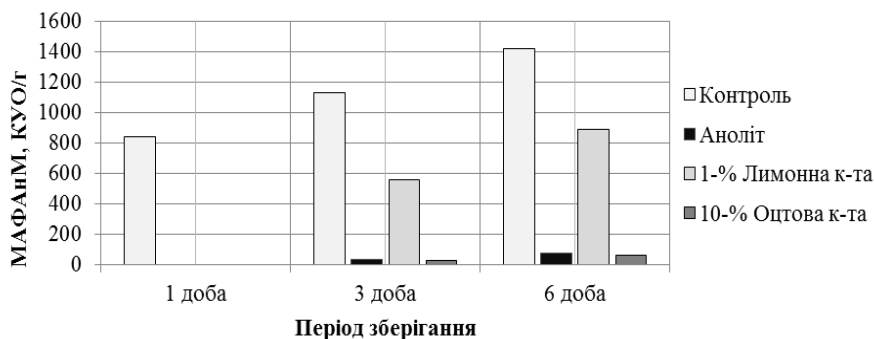


Рис.15. Вплив аноліту і хімічних кислот на розвиток поверхневої мікрофлори м'яса.

Проведено дослідження впливу аноліту на мікрофлору м'яса у порівнянні з харчовими кислотами. Відзначено, що ефект пригнічення росту мікрофлори при використанні аноліту близький до дії 10-% розчину оцтової кислоти, але аноліт не викликає погіршення органолептичних властивостей та денатурації білків поверхні м'яса (рис. 15).

Також у розділі наведено дослідження мікробіологічного стану зразків фаршів з яловичини та свинини та готових м'ясних продуктів при додаванні до них бінарних сумішей фракцій електроактивованої води (рис. 16 та 17).

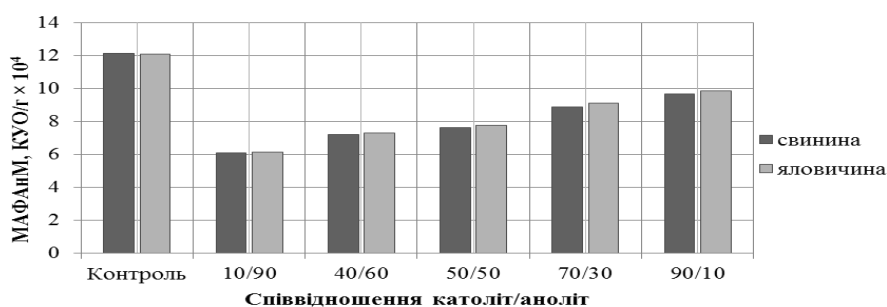


Рис.16. Вплив ЕАВ на КМАФAnM фаршів з яловичини та свинини через 6 днів зберігання.

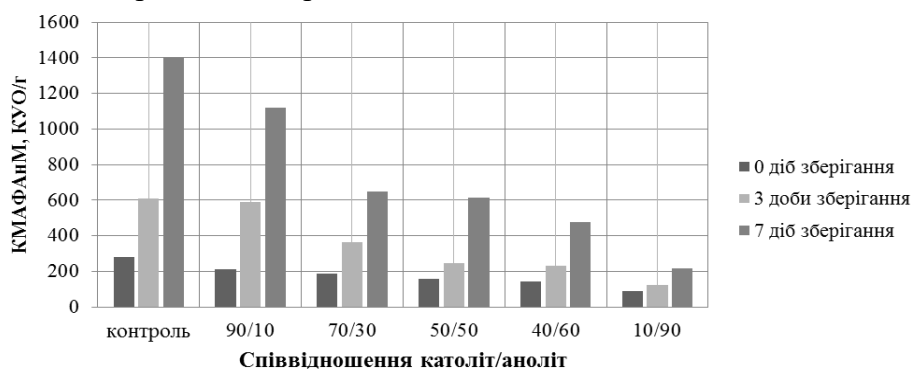


Рис.17. Вплив ЕАВ на мікробіологічні показники зразків варених при 62°C ковбас при зберіганні.

Встановлено, що з використанням бінарних сумішей з більшою долею аноліту мікробіологічна забрудненість зразків знижується. Використання аноліту дозволяє суттєво інгібувати ріст мікрофлори м'яса та подовжити його строки зберігання на 2 доби без погіршення органолептичних властивостей та денатурації білків поверхні м'яса.

У шостому розділі наведено рекомендації щодо використання електроактивованої води у технології м'ясних продуктів.

## ВИСНОВКИ

На основі аналізу літературних та патентних джерел і результатів експериментальних досліджень доведена ефективність використання електроактивованої води в різноманітних технологічних аспектах виробництва м'яса та м'ясних продуктів.

1. Доведено, що електроактивація води призводить до зниження кількості іонів кальцію, магнію та заліза, а також загальної жорсткості.

2. Відзначено вплив фракцій електроактивованої води зі зниженим рівнем іонів на функціонально-технологічні властивості м'яса. Використання католіту дозволяє підвищити розчинність білків м'язової тканини і покращити функціонально-технологічні властивості яловичини та свинини (зниження втрат вологи на 2,8 ... 7,5 %). Використання фракцій електроактивованої води дозволяє направлено регулювати показник активної кислотності м'яса.

3. Відзначено, що використання бінарних сумішей католіту і аноліту 50/50...90/10 дозволяє знизити кількість залишкового нітриту у готових виробках на 10...12 %, а також збільшити кількість нітрозопігментів і підвищити стабільність забарвлення виробів.



4. Встановлено підвищення проникності солі при солінні м'яса на 17% та скорочення терміну посолу на одну добу при використанні католіту.

5. Відзначено підвищення вологоутримуючої, жирутримуючої здатності та зниження критичної концентрації гелеутворення при гідратації білкових препаратів, камедей та целюлозного препарату католітом, а також при гідратації анолітом – альгінату натрію та карагінанів. Використання препаратів гідратованих фракціями електроактивованої води дозволяє покращити вологозв'язуючу здатність фаршів і підвищити вихід готового продукту на 4...6 %.

6. Показано позитивний вплив електроактивації на мікробіологічний стан води. Встановлена бактерицидна дія аноліту на мікроорганізми *Escherichia coli* та *Salmonella*.

7. Встановлено підвищення виходу на 2...5,3 % та покращення органолептичних властивостей варених ковбас при додаванні на етапі кутерування бінарних сумішей електроактивованої води у діапазоні співвідношень 40/60...70/30. Використання електроактивованої води у розчинах для шприцювання при виготовленні цільном'язових виробів у вказаному діапазоні співвідношень дозволяє підвищити вихід на 3...7,3 % та покращити смак, соковитість та консистенцію виробів.

8. Встановлено, що використання бінарних сумішей фракцій електроактивованої води дає можливість підвищити вологозв'язуючу здатність свинини з вадою автолізу PSE, як альтернативу використання фосфатів.

9. Відзначена інгібуюча дія аноліту на поверхневу мікрофлору м'яса, що дозволяє подовжити строки зберігання на 2 доби, а також суттєве пригнічення мікрофлори готових м'ясних продуктів при використанні бінарних сумішей католіт/аноліт 10/90...40/60.

10. Розрахунки економічної ефективності підтверджують доцільність використання електроактивованої води у технології варених ковбасних виробів. Економічний ефект складає 56,72 тис. грн..

## **ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Віннікова, Л.Г. Вплив електроактивованої води на властивості свинини з пороком автолізу PSE. [Текст]/ Л.Г. Віннікова, К.В. Пронькіна // Харчова наука та технологія. - № 2 (31), 2015– С.48 – 52.

2. Віннікова, Л.Г. Вплив фракцій електроактивованої води на функціонально-технологічні властивості яловичини та свинини. [Текст]/ Л.Г. Віннікова, К.В. Пронькіна// Східно-Європейський журнал передових технологій. - № 3/10 (75), 2015. – С. 36 – 43.

3. Віннікова, Л.Г. Вплив фракцій електроактивованої води на розчинність білків м'яса. [Текст]/ Л.Г. Віннікова, К.В. Пронькіна //Технологічний аудит та резерви виробництва. – Том 5, № 7 (25), 2015. – С. 36 – 38.

4. Віннікова, Л.Г. Вплив електроактивованої води на мікробіологічні показники м'ясної сировини. [Текст]/ Л.Г. Віннікова, К.В. Пронькіна //Наукові праці ОНАХТ. – Випуск 48, 2015. – С. 110 – 114.

5. Vinnikova, L. G. Improving efficiency of the dry protein preparations hydrated with the electro activated water [Text] /L. G. Vinnikova, K.V. Pronkina, A.V. Kisheniia// Ukrainian Journal of Food Science. – Vol. 3, Issue 2, 2015. – pp. 216 – 224.
6. Віннікова, Л.Г. Зміна властивостей гідроколоїдів під впливом електроактивованої води [Текст]/ Л.Г. Віннікова, К.В. Пронькіна //Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького – Том 18 – № 1 (65), 2015, Ч. 4 – С. 39 – 44.
7. Vinnikova, L. G. The changes of characteristics of the pork whole muscle meat products while using the electrolyzed water [Text]/ L. G. Vinnikova, K.V. Pronkina // Харчова наука і технологія. - №10 (2), 2016 – С. 19 – 23.
8. Віннікова, Л.Г. Використання електроактивованої води для гідратації гідроколоїдів [Текст]/ Л.Г. Віннікова, К.В. Пронькіна // Продовольча індустрія АПК— № 1-2, 2016 – С.28 – 33.
9. Віннікова, Л.Г. Вплив електроактивованої води на розвиток поверхневої мікрофлори м'яса. [Текст]/ Л.Г. Віннікова, К.В. Пронькіна // Технологічний аудит та резерви виробництва — № 3/3(29), 2016 – С.8 – 12.
10. Віннікова, Л.Г. Дослідження реологічних властивостей комплексів гідроколоїдів в якості плівкоутворюючих покриттів. [Текст]/ Л.Г. Віннікова, А.В. Кишеня, К.В. Пронькіна // Технологічний аудит та резерви виробництва — № 4/4(30), 2016 – С. 51 – 56.
11. Винникова, Л.Г. Изменение свойств камедей при гидратации электроактивированной водой. [Текст]/ Л.Г. Винникова, К.В. Пронькина, О.А. Глушков// East European Scientific Journal. - № 3 (3), 2015. – pp. 146 – 150.
12. Пронькіна, К.В. Влияние гидратированных белковых препаратов на функционально-технологические свойства колбасного фарша. [Текст]/ К.В. Пронькина//Наука и мир. Международный научный журнал. – Том 1, № 2 (30), 2016. – С. 74 – 76 ISSN 2308-4804.
13. Патент на корисну модель №107771, МПК А23L 13/60 (2016.01). Спосіб корегування властивостей м'яса з пороком автолізу PSE [Текст] / Л.Г. Віннікова, К.В. Пронькіна; власник Одес.нац. акад. харч. технологій. - № u 2015 11685; Заявл. 26.11.2015, Опубл. 24.06.2016, Бюл. № 12;
14. Пронькіна, К.В. Роль якості питної води в технології м'ясних продуктів. Проблеми формування здорового способу життя у молоді. Зб. матеріалів VII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю. – Одеса: ОНАХТ, 2014. – С.239 – 240.
15. Віннікова, Л.Г., Пронькіна К.В. Зміна властивостей фаршу залежно від концентрації іонів кальцію у воді.// «Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності : Міжнародна науково-практична конференція», 8–11 вересня 2015 р. : [тези] / редкол.: Кюрчев В.М., Черевко О.І. [та ін.]. – Харків : ХДУХТ, 2015. – С. 229 – 230. ISBN 978-966-405-369-0.
16. Віннікова, Л.Г., Пронькіна К.В. Вплив електроактивованої води на вміст залишкового нітриту натрію у м'ясних продуктах. // Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми. Зб. тез доповідей – Одеса: ОНАХТ, 2015. – С. 73 – 75.
17. Віннікова, Л.Г., Пронькіна К.В. Вплив електроактивованої води на проникність солі при солінні м'яса.//Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості» - Тернопіль: ТНТУ 8-9 жовтня 2015. – С. 102-103.
18. Пронькіна, К. В., Клименко А. А. Использование электроактивированной воды для коррекции рН мяса // Техника и технология пищевых производств. Сб. тезисов IX Международ. научн. конф. студентов и аспирантов – Могилев: МГУП. – 2014. – с.205.
19. Пронькіна, К.В., Клименко Г.О. Корегування рН м'яса з ознаками PSE за допомогою електроактивованої води //Розвиток харчових виробництв, ресторанного і готельного господарств і торгівлі. Зб. тез доповідей міжнародної науково-практ конф – Харків: ХДУХТ. – 2014. – ч.1 – с.324-325

**20.** Віннікова, Л.Г., Пронькіна К.В. Зміна іонного складу води під час електролізу. // Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 18-19 листопада 2015 р. К.: «Центр учбової літератури», 2015. – С. 107-108.

**21.** Винникова, Л.Г, Пронькина К.В. Влияние электроактивированной воды на микробиологические показатели готовых цельномышечных изделий из свинины.// Техника и технология пищевых производств : тез. докл. X Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, 28–29 апреля – Могилев, 2016. – С. 178.

**22.** Пронькіна, К.В. Зміна характеристик фаршу в залежності від концентрації магнію та заліза у технологічній воді. //Проблеми формування здорового способу життя у молоді. Зб. матеріалів VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю – Одеса: ОНАХТ, 2015. – С. 216-217.

**23.** Віннікова, Л.Г., Пронькіна К.В. Вплив електроактивованої води на стабільність забарвлення м'ясних продуктів. //Збірник тез доповідей 76 наукової конференції викладачів академії 18 – 22 квітня – Одеса: ОНАХТ, 2016 – С. 122 – 123.

#### **Особистий внесок автора:**

1) огляд літературних джерел, проведення досліджень, обробка, обґрунтування та узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалу до друку. (поз. 1 - 12)

2) проведення досліджень, обробка, обґрунтування та узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалу до друку (поз 14 - 23).

### **АНОТАЦІЯ**

**Пронькіна К.В.** Вдосконалення технології м'ясних продуктів шляхом використання електроактивованої води. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних продуктів та продуктів з гідробіонті. Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2016 р.

Дисертаційна робота присвячена вдосконаленню технологій м'ясних продуктів шляхом використання фракцій електроактивованої води у чистому вигляді та у вигляді бінарних сумішей.

Вивчено вплив фракцій електроактивованої води на функціонально-технологічні, органолептичні та мікробіологічні показники м'яса та м'ясних продуктів, а також функціональних добавок, які використовуються у технології м'ясних продуктів.

Встановлена можливість підвищення ефективності використання функціональних добавок, інтенсифікації процесу соління, покращення кольороутворення м'ясних продуктів, підвищення виходу готових м'ясних продуктів, покращення органолептичних показників та мікробіологічного стану м'яса та продуктів з нього.

Надано рекомендації щодо шляхів використання фракцій електроактивованої води у технологічних цілях на м'ясопереробних підприємствах. Підтверджено економічну доцільність впровадження вдосконаленої технології.

**Ключові слова:** електроактивована вода, католіт, аноліт, м'ясо, функціонально-технологічні властивості, інтенсифікація соління, мікробіологічний стан, м'ясні продукти.

## АННОТАЦІЯ

**Пронькина К.В.** Усовершенствование технологии мясных продуктов путем использования электроактивированной воды. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных продуктов и продуктов из гидробиионтов. Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2016 г.

Диссертационная работа посвящена совершенствованию технологий мясных продуктов путем использования фракций электроактивированной воды в чистом виде и в виде бинарных смесей.

Изучено влияние фракций электроактивированной воды на функционально-технологические, органолептические и микробиологические показатели мяса и мясных продуктов, а также функциональных добавок, используемых в технологии мясных продуктов.

Доказана эффективность использования электроактивированной воды в различных технологических аспектах технологии мяса и мясных продуктов.

Установлено снижение общей жесткости воды и количества ионов кальция, магния и железа при электроактивации. Отмечено, что использование электроактивированной воды с пониженным уровнем ионов на функционально-технологические свойства мяса позволяет повысить растворимость белков мышечной ткани и улучшить функционально-технологические свойства говядины и свинины (снижение потерь влаги на 2,8 – 7,5 %).

Отмечено, что использование бинарных смесей католита и анолита позволяет снизить количество остаточного нитрита в готовых изделиях на 10 – 12%, а также увеличить количество нитрозопигментов и повысить стабильность окраски мясных изделий.

Установлено, что при использовании бинарных смесей электроактивированной воды с большей долей католита позволяет интенсифицировать процесс посола на 17%.

Исследована возможность использования электроактивированной воды для гидратации сухих белковых препаратов и гидроколлоидов различной природы. Показана возможность направленного регулирования их свойств. Отмечено, что использование католита позволяет повысить влагоудерживающую, жирудерживающую способности и критическую концентрацию гелеобразования в белковых препаратах, камедях и целлюлозной препарате. Использование анолита способствует повышению этих показателей в альгинате натрия и каррагинанах.

Доказана возможность использования бинарных смесей фракций электроактивированной воды в технологии производства колбасных изделий и цельномышечных вареных изделий. Для изготовления колбасных изделий ре-

комендуется использовать бинарные смеси католит/анолит в количестве 20% от массы мясного сырья в диапазоне соотношений от 40/60 до 70/30 для достижения повышенного выхода соответственно на 2 – 5,3 % и улучшение органолептических свойств вареных колбас. Использование рассолов на основе смесей фракций электроактивированной воды в качестве раствора для инъектирования при изготовлении цельномышечных вареных изделий позволяет снизить потери влаги при термообработке готовых продуктов на 3 – 7,3% и значительно улучшить вкус, сочность и консистенцию изделий.

Исследована и подтверждена возможность улучшения свойств свирина с пороком автолиза PSE путем использования бинарных смесей фракций электроактивированной воды, как альтернативу использования фосфатов.

Показано положительное влияние электроактивации на микробиологическое состояние воды. Установлено бактерицидное действие анолита на *Escherichia coli* и *Salmonella*. Определено действие фракций электроактивированной воды на развитие поверхностной микрофлоры мяса. Установлено, что использование анолита для обработки поверхности мяса позволяет существенно ингибировать рост поверхностной микрофлоры мяса и продлить его сроки хранения на 2 суток без ухудшения органолептических свойств и денатурации белков поверхности мяса. Экспериментально доказана эффективность использования фракций электроактивированной воды в соотношении католит/анолит 10/90 – 40/60 для существенного подавления микрофлоры в фарше и образцах цельномышечных изделий.

Даны рекомендации относительно путей использования фракций электроактивированной воды в технологических целях на мясоперерабатывающих предприятиях. Подтверждено экономическую целесообразность внедрения усовершенствованной технологии.

Подтверждена экономическая целесообразность использования электроактивированной воды в технологии мясных продуктов. Установлено, что экономический эффект достигается путем снижения себестоимости готового продукта.

Результаты научных исследований защищены патентом Украины № 107771 «Спосіб корегування властивостей м'яса з пороком автолізу PSE».

Проведена промышленная апробация на предприятии мясоперерабатывающей отрасли на ЧП «Фирма Гармаш», с. Александровка, Коминтерновского района Одесской области.

Полученные результаты исследований внедрены в учебный процесс кафедры технологии мяса, рыбы и морепродуктов Одесской национальной академии пищевых технологий.

**Ключевые слова:** электроактивированная вода, католит, анолит, мясо, функционально-технологические свойства, интенсификация посола, микробиологическое состояние, мясные продукты.

**ABSTRACT**

Pronkina K. V. Improvement of technology of meat products through the use of electroactivated water. – The manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical Sciences, specialty 05.18.04 – Technology of Meat, Dairy Products and Hydrobionits Products. Odessa National Academy of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2016

This thesis is devoted to improvement of technology of meat products through the use of fractions electroactivated water in its pure form and as binary mixtures.

The influence of factions electroactivated water on the functional-technological, microbiological and organoleptic parameters of meat and meat products, as well as functional additives used in technology of meat products.

A possibility of increasing the efficiency of use of functional additives, the intensification of the process of salting, the improvement chlorotaurine meat products, increasing the yield of finished meat products to improve the organoleptic characteristics and microbiological status of meat and its products.

Recommendations on ways of using fractions electroactivated water for technological purposes at industrial enterprises. Confirmed the economic feasibility of implementing improved technology.

Key words: electroactivated water, catholyte, anolyte, meat, functional and technological properties, the intensification of the pickles, the microbiological condition of meat products.

Підписано до друку 26.10.2016 р. Формат 60×90/16

Об'єм 0,9 умов. друк. арк. Замовлення № 12. Тираж 100 прим.

---

ОНАХТ, 65039, м. Одеса – 39, вул. Канатна, 112.