



Journal of Chemistry and Technologies

pISSN 2663-2934 (Print), ISSN 2663-2942 (Online).

journal homepage: <http://chemistry.dnu.dp.ua>

editorial e-mail: chem.dnu@gmail.com



UDC 619:614.4:616.98:636.5

EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF THE METHOD OF SANITATION OF THE WATER SUPPLY SYSTEM

Oksana I. Kasianenko*, Svitlana M. Nazarenko, Volodymyr Yu. Kassich, Liudmyla V. Nahorna, Alexandr L. Nechiporenko, Vitalii I. Risovany, Larysa V. Plyuta, Yulia V. Negreba, Sergii M. Kasianenko
Sumy National Agrarian University, Herasym Kondratiev str., 160, Sumy, 40021, Ukraine

Received 13 May 2025; accepted 1 July 2025; available online 20 October 2025

Abstract

Objective. The conducted research is aimed at solving the scientific problem of developing a method of sanitation of a closed water supply network based on the use of an experimental environmentally safe detergent «Sandez». The disinfectant is an aqueous alkaline solution, does not contain anti-corrosion components and compounds that pose a potential threat of negative environmental impact. The article presents the results of a comprehensive study of the antimicrobial activity of the experimental alkaline-detergent disinfectant Sandez. *In vitro* experiments have established bactericidal concentrations of the test disinfectant in relation to test strains of *S. aureus* ATCC 25923 and *E. coli* ATCC 25922 and *S. aureus*, *E. coli* and *S. Enteritidis*, previously isolated from the closed water system of poultry farms. During the experiment, the closed water supply system of the poultry house was filled with a 2.0 % solution of Sandez. In the control, a solution of sodium hypochlorite with an active chlorine concentration of 100 mg/dm³ was used to disinfect the closed water system. The decontamination solutions were left in closed systems for 5 hours, after which the solutions were drained and the lines were washed with clean tap water. It was found that the use of a 2.0 % solution of environmentally safe alkaline detergent «Sandez» for exposures of 5 hours is an effective method of sanitation of the closed water supply system of the poultry farm. The use of the disinfectant «Sandez» provides a 24 % reduction in the level of microbial contamination compared to the control. The results of sanitary and hygienic assessment of water quality in relation to oronoleptic microbiological, parasitological, physico-chemical and sanitary-toxicological indicators confirm its suitability for use in poultry farming. The introduction of this method into the system of veterinary and sanitary measures during poultry cultivation allows achieving a high level of sanitization.

Keywords: disinfectant; water supply system; sanitation; water safety.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ САНАЦІЇ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Оксана І. Касяненко, Світлана М. Назаренко, Володимир Ю. Кассіч, Людмила В. Нагорна, Олександр Л. Нечипоренко, Віталій І. Рисований, Лариса В. Плюта, Юлія В. Негреба, Сергій М. Касяненко

Сумський національний аграрний університет, вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми, 40021, Україна

Анотація

Проведене дослідження спрямоване на розробку методу санації замкнутої водопровідної мережі на основі застосування експериментального екологічно безпечного мийно-дезінфекційного засобу «Сандез», який є водним лужним розчином, не містить антикорозійних компонентів та сполук, які становлять потенційну загрозу негативного впливу на довкілля. У статті представлені результати комплексного дослідження антимікробної активності експериментального дезінфікуючого засобу «Сандез». У досліджах *in vitro* встановлено бактерицидні концентрації досліджуваного деззасобу щодо тест-штамів *S. aureus* ATCC 25923 та *E. coli* ATCC 25922 та ізолятів мікроорганізмів *S. aureus*, *E. coli* і *S. Enteritidis*, попередньо виділених із замкнутої водопровідної системи птахогосподарств. У ході експерименту замкнуту систему водопостачання пташника заповнювали 2.0 % розчином засобу «Сандез». У контролі для дезінфекції закритої водопровідної системи застосовували розчин гіпохлориту натрію з концентрацією активного хлору 100 мг/дм³. Розчини деззасобів залишали в закритих системах на 5 годин, після чого розчини зливали, а трубопроводи промивали чистою водопровідною водою. Встановлено, що застосування 2.0 %-го розчину дезінфекційного засобу «Сандез» за експозиції 5 год є ефективним методом санації замкнутої водопровідної системи птахогосподарства. Використання дезінфікуючого засобу «Сандез» забезпечує зменшення рівня мікробної контамінації на 24 % порівняно з контролем. Результати санітарно-гігієнічної оцінки якості води відносно оранолептичних мікробіологічних, паразитологічних, фізико-хімічних та санітарно-токсикологічних показників підтверджують придатність її до використання в птахівництві.

Ключові слова: дезінфікуючий засіб; система водопостачання; санація; безпечність води.

*Corresponding author: e-mail: tel.:0960690902; e-mail: oksana.kasjanenko@ukr.net

© 2025 Oles Honchar Dnipro National University; doi: 10.15421/jchemtech.v33i3.329631

Вступ

Якість та безпечність води є важливими чинниками, що впливають на стан здоров'я тварин і птиці, сприяють підвищенню їхнього добробуту та продуктивності. Однією з ключових умов рентабельного ведення аграрного бізнесу є ефективне управління системою водопостачання, яке передбачає безперервний моніторинг якості води, її безпечності, а також регулярну санацію трубопроводної мережі. Постачання води належної якості має вагоме санітарно-гігієнічне значення, зокрема в контексті профілактики інфекційних захворювань, збудники яких можуть передаватися через воду. Недостатня якість водопровідної води здатна спричинити порушення процесів травлення, що негативно позначається на продуктивності птиці. Забруднена вода також може знижувати ефективність вакцинації та дії лікарських засобів, які вводяться через системи напування, а також створює загрозу поширення інфекцій [1–3].

Якість питної води визначається органолептичними властивостями та відсутністю механічних домішок. За результатами масштабних досліджень, проведених у США, до основних параметрів, що підлягають контролю, належать жорсткість, рівень рН (у межах 6.0–6.8), концентрації токсичних елементів (зокрема свинцю й миш'яку), а також мікробне забруднення. Контамінація води спричиняє розмноження мікроорганізмів і утворення біоплівки, які згодом мінералізуються. Частинки біоплівки і механічні домішки можуть потрапляти в потік води, забруднюючи її в процесі транспортування трубопроводами. Осад, який накопичується в системах водопостачання, порушує гідравлічний режим руху води та створює умови для розмноження патогенів, виступаючи джерелом вторинного забруднення [4; 5].

Для досягнення максимального рівня біобезпеки в господарствах, що вирощують птицю без застосування антибіотиків, обов'язковою умовою є регулярна дезінфекція водопровідної мережі [6–8]. Як зазначено в низці досліджень [9], задля мінімізації ризику негативного впливу стану трубопроводних систем на якість води, дезінфекція повинна здійснюватися після введення систем в експлуатацію. Планова профілактична обробка водопровідних мереж

замкнутого типу виконується під час технологічної перерви в вирощуванні птиці за принципом «порожньо-зайнято». В разі спалаху інфекційних захворювань дезінфекційні заходи здійснюються примусово згідно з чинними інструкціями та нормативними актами.

За результатами експериментальних досліджень [10; 11], у практиці санації трубопроводів застосовуються два методи дезінфекції – об'ємний і поверхневий. Об'ємний метод передбачає повне заповнення системи водопроводів дезінфекційним розчином із подальшою витримкою протягом 5–6 год, після чого засіб видаляється, а система промивається чистою водою до повного усунення запаху дезінфектанта. Поверхнева дезінфекція передбачає нанесення деззасобу на внутрішні поверхні ємностей для зберігання води з експозицією 1–2 год, після чого поверхні промивають чистою водою. Ефективність дезінфекції оцінюється за результатами мікробіологічних, фізико-хімічних та санітарно-токсикологічних аналізів.

Одним із ефективних методів дезінфекції водопровідних мереж є застосування хлорвмісних реагентів, серед яких використовують гіпохлорит натрію (хлорноватистокислий натрій) марок А і Б, електролітичний гіпохлорит натрію, рідкий хлор, хлорне вапно, а також нейтральний гіпохлорит кальцію марки А. Згідно з вимогами п. Д.2 додатка Д до ДСТУ-Н Б В.2.5–68:2012 «Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації», можуть також використовуватись інші реагенти, дозволені для дезінфекції та знезараження питної води в трубопроводах і спорудах водопровідних систем. Перед проведенням дезінфекції обов'язковою умовою є попереднє очищення трубопроводної мережі від відкладень, біоплівки та іржі шляхом промивання протягом 4–5 год зі швидкістю водного потоку 1–1.5 м/с. Вода повинна зливатися в каналізацію через усі відкриті тупикові та найвищі точки системи.

Процедура дезінфекції реалізується об'ємним методом із використанням розчину хлорвмісного реагенту з концентрацією активного хлору 100 мг/л. Мережа заповнюється дезінфекційним розчином до досягнення в найвіддаленішій точці

щонайменше 50 % початкової концентрації активного хлору. Після цього усі крани закриваються, а розчин витримується в системі протягом 5–6 год. Після завершення експозиції дезрозчин видаляється, а система промивається чистою водою до повного усунення запаху хлору. Завершальним етапом є відбір проб води для мікробіологічного та фізико-хімічного аналізу [13].

Наукове дослідження [14] засвідчує, що недоліками даного способу є тривала експозиція, а також потенційні ризики для навколишнього середовища, пов'язані з можливим потраплянням до нього залишків активної діючої речовини під час приготування та утилізації дезінфекційних розчинів.

Згідно з даними досліджень, застосування об'ємного методу дезінфекції із використанням гіпохлориту натрію в системах централізованого водопостачання продемонструвало високу ефективність. Метод передбачає заповнення трубопровідної системи робочим розчином гіпохлориту натрію з концентрацією 75–100 мг/дм³ активного хлору, залежно від рівня забруднення, ступеня зношеності мережі та санітарно-епідемічної ситуації. Подача розчину триває до моменту, коли в найвіддаленіших точках мережі фіксується концентрація активного хлору не нижче 50 % від заданої дози. З цього моменту подача дезрозчину припиняється, а мережа залишається заповненою ним щонайменше на 6 год. Після завершення дії розчину проводиться його злив та ретельне промивання системи чистою водопровідною водою.

Разом з тим було встановлено, що цей метод має певні обмеження. Зокрема, можливе перевищення гранично допустимого рівня залишкового хлору в воді (понад 1.0 мг/дм³) після завершення промивання, що супроводжується утворенням токсичних і канцерогенних побічних продуктів – хлорорганічних сполук, які становлять загрозу для здоров'я людини та екосистем [15].

У науковій праці [16] повідомляється про високу ефективність дезінфекції водопровідних мереж із використанням діоксиду хлору, що забезпечує істотне зниження утворення тригалометанів (ТГМ). Механізм його взаємодії з гуміновими та фульвокислотами принципово відрізняється

від механізму дії хлору. Зокрема, діоксид хлору функціонує виключно як окиснювач, в той час як хлор бере участь не лише в окисненні, а й у реакціях електрофільного заміщення, які зумовлюють формування ТГМ. Результати численних досліджень підтвердили, що діоксид хлору вступає в реакцію з попередниками тригалометанів, модифікуючи їхню структуру і позбавляючи здатності утворювати ці небажані побічні продукти. Таким чином, попередня обробка води діоксидом хлору значною мірою інгібує утворення ТГМ навіть у разі подальшого застосування хлору на наступних етапах знезараження.

Проте комбіноване використання хлору та діоксиду хлору не завжди виявляється ефективним у боротьбі з біоплівками. Водночас одним із переваг застосування діоксиду хлору є відсутність необхідності транспортування та зберігання легкозаймистих речовин, оскільки він може генеруватися безпосередньо на місці в процесі реакції між хлоридною кислотою та хлоритом натрію (NaClO₂). У водному середовищі утворений діоксид хлору проявляє дезінфікуючу дію, яка в чотири рази перевищує ефективність хлору, та не супроводжується типовими негативними наслідками останнього завдяки специфічному хімічному механізму впливу на забруднювачі та патогенні мікроорганізми. Метод характеризується високою ефективністю щодо знищення біоплівок, сильною антимікробною активністю, а також доступністю і безпекою використання реагентів – хлориту натрію та хлоридної кислоти.

Втім, перед використанням діоксиду хлору необхідно попередньо дослідити можливості ефективного вилучення побічних продуктів його дії, зокрема хлоратів і хлоритів, з питної води. Результати досліджень, проведених у США та країнах Європи, засвідчили, що хлор і хлорвмісні реагенти, застосовувані для дезінфекції стічних вод, у процесі взаємодії з органічними залишками утворюють токсичні сполуки. Ці продукти можуть накопичуватися в організмі людини і тварин, становлячи потенційну небезпеку для довкілля. Зі свого боку озонування, що також використовується в системах водопідготовки, призводить до формування окиснених похідних органічних забруднювачів, які виявляють ще вищу токсичність порівняно з вихідними

речовинами. В зв'язку з цим було запропоновано використання біоцидного реагенту «Акватан», ефективність якого забезпечується наявністю полімерної сполуки полігексаметиленгуанідину.

У ході досліджень, спрямованих на оцінку впливу галогеновмісних сполук на організм теплокровних тварин і людини, був зроблений висновок щодо їхньої біологічної чужорідності. Цей висновок базується на тому, що в природі відсутні хімічні зв'язки між атомами карбону і хлору в структурах клітинних молекул, що унеможливорює еволюційно сформовані адаптаційні механізми до токсичної дії хлорорганічних сполук [17].

З урахуванням інтенсифікації промислового птахівництва, підвищення рівня антропогенного навантаження та погіршення стану навколишнього середовища, проблема якості води стає дедалі актуальнішою. В зв'язку з цим використання сучасних технологій водопідготовки дає змогу значно покращити характеристики води, що використовується в сільському господарстві.

В межах постійного наукового пошуку оптимальних і екологічно безпечних методів дезінфекції води, дослідники [18] виокремлюють застосування експериментального лужного мийно-дезінфікуючого засобу «Сандез». Препарат являє собою світло-коричневу рідину – водний розчин луку з комплексною антикорозійною дією. Він не містить компонентів, що становлять ризик для навколишнього середовища. Склад «Сандезу» включає такі компоненти, мас. %: натрій гідроксид – 5.0; кальцинована сода – 0.5; катамін – 10.0; натрій кремнієкислий – 4.0; трилон Б – 0.5; дистильована вода – 80.0.

Активна речовина засобу – натрій гідроксид – належить до лугів, які зумовлюють денатурацію білків протоплазми мікробної клітини. Він демонструє високий рівень бактерицидної дії проти таких патогенів, як *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella Enteritidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus spp.*. Згідно з отриманими результатами, «Сандез» проявляє виражений мийний ефект за жорсткості води до 8 мг-екв/л і характеризується низьким корозійним впливом на металеві елементи технологічного обладнання.

Наукова новизна даного винаходу підтверджена Патентом України на корисну модель № 51382. Лужний мийно-дезінфікуючий засіб «Сандез» для санітарної обробки доїльного устаткування та молочного інвентарю. МПК (2009) C11D7/00 A61L 2/16). Недоліком даного винаходу є обмежена область використання засобу і способу дезінфекції [19].

Експериментальна частина

Метою дослідження була розробка ефективного та екологічно безпечного способу дезінфекції закритої водопровідної мережі пташників, що дозволить забезпечити ефективність дезінфекційної обробки та уникнути негативного впливу на навколишнє середовище.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання:

- визначити антимікробну активність деззасобу «Сандез» відносно тест-культур та ізолятів мікроорганізмів;

- дослідити ефективність способу дезінфекції закритої водопровідної системи за допомогою застосування експериментального екологічного безпечного лужного мийно-дезінфікуючого засобу «Сандез».

Експериментальне вирішення наукової проблеми здійснювали шляхом санітарно-гігієнічної оцінки експериментального екологічно безпечного лужно-мийного дезінфікуючого засобу «Сандез». Розробником засобу виступає Тернопільська дослідна станція Інституту ветеринарної медицини НААН. Ефективність дезінфекції оцінювали за наявністю патогенних мікроорганізмів, таких як *S. aureus*, *E. coli* та *Salmonella spp.*

На першому етапі експерименту було проведено визначення бактерицидної активності засобу «Сандез» щодо тест-штамів кишкової палички (*E. coli* ATCC 25922 (F-50) та золотистого стафілокока (*S. aureus* ATCC 25923). На другому етапі досліджень визначали ефективність засобу проти ізолятів патогенних бактерій (*S. aureus*, *E. coli*, *S. Enteritidis*), які були попередньо ідентифіковані в пробах води замкнутої системи водопостачання пташничих господарств. Визначення бактерицидних властивостей та контроль відсутності бактериостатичного ефекту проводились згідно з чинними методичними рекомендаціями [20].

У період технологічної перерви між циклами вирощування птиці проводили дослідну дезінфекцію замкнутої водопровідної системи птахогосподарства. Процедура дезінфекції здійснювалась у відповідності до вимог «Інструкції з проведення санітарної обробки – дезінфекції, дезінсекції та дератизації об'єктів птахівництва» [21]. Задача реалізовувалась шляхом застосування об'ємного методу: водопровідні труби заповнювали 2.0 %-м розчином експериментального засобу «Сандез» із подальшою витримкою протягом 5 год. Після завершення експозиції розчин зливали, а трубопроводи промивали чистою водопровідною водою.

З метою порівняння проводився контрольний дослід із використанням гіпохлориту натрію в концентрації 100 мг/дм³ активного хлору. Методика аналогічна – трубопровід заповнювався розчином, витримувався протягом 5 год, після чого проводили злив хлорованої води та промивання системи. Робочі розчини обох дезінфікуючих засобів готували безпосередньо перед використанням.

Оцінку ефективності дезінфекції водопровідної системи у птахівництвах здійснювали відповідно до загальноприйнятих методичних підходів [22]. Результати щодо ефективності застосування засобу «Сандез» у процесі санації водопровідних систем були отримані в умовах виробничого середовища. Для контролю якості дезінфекції відбирали по 7 проб води в дослідній та контрольній групах. Фізико-хімічні та бактеріологічні аналізи відібраних проб проводили через 2 та 4 год після завершення експозиції відповідно.

Безпечність і якість води, призначеної для напування птиці, порівнювали з нормативними показниками, визначеними Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [23].

Санітарно-гігієнічна оцінка якості води для напування птиці охоплювала органолептичні характеристики (запах, смак і присмак, колір, каламутність), мікробіологічні, паразитологічні, фізико-хімічні та санітарно-токсикологічні показники, що комплексно відображають її придатність до використання в тваринництві.

Відбір зразків води здійснювали в хімічно чистий скляний або поліетиленовий посуд,

щільно закупорюючи його корками. Перед забором проб для фізико-хімічного аналізу ємності ретельно ополіскували тією ж водою, яка підлягала дослідженню. Для проведення повного аналізу з кожної точки відбирали по 5 л води. Для санітарно-бактеріологічного аналізу здійснювали забір 0.5 л води в стерильний скляний посуд, який закривали притертими корками, дотримуючись усіх вимог бактеріологічної техніки. В разі відбору проб з крана його попередньо обробляли полум'ям (фламбували) та зливали застійну воду протягом 5 хв. Наповнення тари здійснювали під нахилом, уникаючи контакту з краном.

Посудину не заповнювали водою повністю, щільно закривали корком і маркували етикеткою, на якій зазначали дані про місце відбору (область, район, господарство, ферма), дату, номер зразка; ці дані також реєстрували в польовому журналі. Для кожного зразка, що направлявся до лабораторії, оформлювали супровідний документ із зазначенням номера зразка, дати забору, розташування джерела води, точки забору, об'єму і способу відбору, результатів органолептичної оцінки під час забору (температура, запах, смак, забарвлення, каламутність), способу можливого консервування, мети дослідження та інформації про особу, яка проводила забір і транспортування.

Середні зразки води аналізували за такими показниками: запах, смак, забарвлення, каламутність – за органолептичними методами; вміст органічних і азотвмісних речовин – фотоколориметричним способом; рН – електрометричним методом; загальну жорсткість – за комплексонометричним підходом; концентрацію сульфатів і хлоридів – титрометрично; сухий залишок – гравіметричним методом. Мікробіологічні показники включали визначення колі-індексу та загальної кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ) шляхом посіву на поживні середовища.

Процедури відбору, зберігання, транспортування та підготовки проб води для аналізу виконували згідно з вимогами ДСТУ ISO 5667:2009 [24]. Визначення фізичних властивостей води проводили відповідно до ДСТУ ISO 7027:2003 [25], а за органолептичними показниками (запах, смак, присмак, забарвлення, каламутність) – згідно

з ДСТУ 7887:2003 [26]. Дослідження хімічного складу води передбачало вимірювання показника рН відповідно до ДСТУ ISO 4077:2001 [27], визначення вмісту амоній-іонів та нітритів – за ДСТУ ISO 6778:2003 [28], а загальної твердості – за методикою, регламентованою ДСТУ ISO 9963-2:2007 [29].

Санітарно-мікробіологічну оцінку якості питної води здійснювали на основі стандартів ДСТУ ISO 9308-1:2005 [30], ДСТУ ISO 9308-2:2005 [31] та згідно з Методичними вказівками МВ 10.2.1-113-2005 «Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води» [32].

Санітарно-паразитологічні дослідження проводили відповідно до МВ 10.10.2.1-071-00 [33]. Якість та безпечність питної води після проведення санації систем водопостачання в птахівничих підприємствах оцінювали за епідеміологічними критеріями безпеки, а також за санітарно-хімічними показниками (органолептичними, фізико-хімічними, санітарно-токсикологічними), відповідно до вимог державних санітарних норм і правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10, додаток 5) [34].

Усі експериментальні дослідження, описані в даній роботі, проводили відповідно до чинного законодавства України та міжнародних етичних норм щодо використання хребетних тварин у наукових дослідженнях. Дослідження були організовані з дотриманням статті 26 Закону України № 4017-IX від 10.10.2024 р. «Про захист тварин від жорстокого поводження», а також згідно з «Загальними етичними принципами експериментів на тваринах», ухваленими на

Першому національному конгресі з біоетики, положеннями Європейської конвенції «Про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (European Convention, 1986) та Декларації «Про гуманне ставлення до тварин» (Universal Declaration, 2007). Усі експерименти були погоджені Біоетичною комісією Сумського національного аграрного університету (протокол № 9 від 27 листопада 2024 року) [35–37].

Результати та обговорення

Результати дослідження антимікробної активності деззасобу «Сандез» відносно тест-культур та ізолятів мікроорганізмів. Експериментальне вирішення наукової задачі здійснювали шляхом проведення санітарно-гігієнічної оцінки експериментального екологічно безпечного лужно-мийного дезінфікуючого засобу «Сандез», до складу якого входять наступні компоненти: натрій гідроксид, натрій кремнієвокислий, кальцінована сода, трилон Б, катамін та дистильована вода.

Антимікробні властивості засобу оцінювали шляхом визначення мінімальної інгібуючої концентрації в умовах суспензійного тесту щодо стандартних тест-культур мікроорганізмів. Модельна система включала мікроорганізми *S. aureus* ATCC 25923, а також *E. coli* ATCC 25922 (штам F-50). Результати досліджень щодо бактерицидної активності робочих розчинів лужно-мийного дезінфікуючого засобу «Сандез» стосовно зазначених тест-штамів мікроорганізмів наведені в табл. 1.

Antimicrobial activity of «Sandez» disinfectant for the test strain *S. aureus* ATCC 25923, n=3

Table 1

Таблиця 1

Антимікробна активність деззасобу «Сандез» щодо тест-штаму <i>S. aureus</i> ATCC 25923, n=3						
Sample №	Concentration of test solution means «Sandez»		Registration of colony growth			
	dilution disinfectant «Sandez»	solution concentration, %	after 12 hours exposure, min		after 24 hours	
			10	20	10	20
1	1:25	4.0	–	–	–	–
2	1:50	2.0	–	–	–	–
3	1:100	1.0	–	–	–	–
4	1:200	0.5	–	–	+	–
5	1:400	0.25	–	–	+	+
6	1:800	0.125	+	–	+	+
7	1:1600	0.0625	+	+	++	+
8	1:3200	0.03125	+	+	++	++
9	1:6400	0.015625	++	+	++	++
10	1: 12800	0.0078125	++	++	+++	+++
control			+++	+++	+++	+++

Note: «-» - no colony growth; «+» - signs of growth of colonies of microorganisms (slight turbidity of nutrient medium); «++» - signs of growth of colonies of microorganisms (significant turbidity of nutrient medium); «+++» - signs of growth of colonies of microorganisms (intense turbidity of nutrient medium).

Згідно з даними табл. 1 за розведення досліджуваного препарату 1:400 і більше реєстрували ріст колоній *S. aureus*, який залежав від концентрації препарату, часу інкубації та експозиції. Після 12 год інкубації реєстрували ріст колоній за 10 хв експозиції і концентрації препарату 0.125 %, а за 20 хв експозиції – 0.625 %. Після 24 год інкубації

реєстрували ріст колоній за 10 хв експозиції і концентрації препарату 0.5 %, а за експозиції 20 хв – 0.25 %.

Дані результатів досліджень антимікробної активності засобу «Сандез» у відношенні до тест-культури *E. coli* ATCC 25922 (F-50) наведені в табл. 2.

Table 2

Antimicrobial activity of «Sandez» disinfectant for the test strain *E. coli* ATCC 25922 (F-50), n=3

Таблиця 2

Антимікробна активність засобу «Сандез» щодо тест-штаму *E. coli* ATCC 25922 (F-50), n=3

Sample №	Concentration of test solution means «Sandez»		Registration of colony growth			
	dilution disinfectant «Sandez»	solution concentration, %	after 12 hours exposure, min		after 24 hours	
			10	20	10	20
1	1:25	4.0	-	-	-	-
2	1:50	2.0	-	-	-	-
3	1:100	1.0	-	-	-	-
4	1:200	0.5	-	-	-	-
5	1:400	0.25	-	-	+	-
6	1:800	0.125	-	-	+	+
7	1:1600	0.0625	+	-	+	+
8	1:3200	0.03125	+	+	++	++
9	1:6400	0.015625	++	+	++	++
10	1:12800	0.0078125	++	++	+++	+++
microorganism growth control			+++	+++	+++	+++
control of sterility of the culture medium			-	-	-	-

Note: «-» - no colony growth; «+» - signs of growth of colonies of microorganisms (slight turbidity of nutrient medium); «++» - signs of growth of colonies of microorganisms (significant turbidity of nutrient medium); «+++» - signs of growth of colonies of microorganisms (intense turbidity of nutrient medium).

Після 12-годинної інкубації було зафіксовано ріст колоній тест-штаму *E. coli* ATCC 25922 (F-50) на поверхні поживних середовищ за умов 10- та 20-хвилинної експозиції за концентрацій досліджуваного засобу 0.625 % та 0.03125 % відповідно. Подальше дослідження, проведене після 24-годинної інкубації, показало наявність колоній після 10- та 20-хвилинного впливу розчину в концентраціях 0.25 % та 0.125 % відповідно. Ці дані свідчать про високу ефективність дезінфікуючого засобу «Сандез» – до 90–100 % – щодо тест-штамів мікроорганізмів *S. aureus* ATCC 25923 та *E. coli* ATCC 25922 (F-50) протягом першої доби його застосування. Водночас, на другу добу спостерігалось незначне зниження антимікробної активності засобу.

Бактерицидне розведення препарату після 12-годинної інкубації після 10- та 20-хвилинної експозиції для зазначених тест-штамів становило відповідно 1 : 400 та 1 : 800

за концентрацій 0.25 % та 0.125 %. Отримані результати підтверджують потужну антимікробну дію експериментального лужно-мийного дезінфікуючого засобу «Сандез» щодо культур *S. aureus* ATCC 25923 та *E. coli* ATCC 25922.

Окрім того, нами була визначена бактерицидна активність різних концентрацій робочих розчинів «Сандез» відносно ізолятів мікроорганізмів (*S. aureus*, *E. coli*, *S. Enteritidis*), попередньо виділених із води закритих водопровідних систем птахогосподарств. Ефективність засобу оцінювалася за експозиції 1, 3 та 5 год, що дало змогу підтвердити його значний антимікробний потенціал у виробничих умовах експлуатації.

Дані результатів досліджень щодо визначення антимікробної активності робочих розчинів засобу «Сандез» впродовж 1 години наведені в табл. 3.

Table 3

Antimicrobial activity of the detergent and disinfectant «Sandez» against isolates of microorganisms after exposure for 1 hour, n=5

Таблиця 3

Антимікробна активність мийно-дезінфікуючого засобу «Сандез» відносно ізолятів мікроорганізмів за експозиції 1 година, n=5

Disinfectant solution concentration, %	Microorganism isolates		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. Enteritidis</i>
4.0	–	–	–
2.0	–	–	+
1.0	–	–	+
0.5	+	–	+
0.25	+	+	+
0.125	+	+	++
0.0625	++	+	++
0.03125	++	++	+++
0.015625	+++	++	+++
0.0078125	+++	+++	+++
microorganism growth control	+++	+++	+++
control of sterility of the culture medium	–	–	–

Note: «–» - no colony growth; «+» - signs of growth of colonies of microorganisms (slight turbidity of nutrient medium); «++» - signs of growth of colonies of microorganisms (significant turbidity of nutrient medium); «+++» - signs of growth of colonies of microorganisms (intense turbidity of nutrient medium).

За концентрації 0.5 %-ий робочий розчин засобу демонстрував бактерицидну активність щодо *E. coli*, а концентрація 2.0 % забезпечувала пригнічення росту як *E. coli*, так і *S. aureus*. Максимальний антимікробний ефект спостерігався під час використання 4.0 %-го розчину дезінфікуючого препарату, який виявляв повну бактерицидну дію протягом 1-годинної експозиції відносно всіх досліджуваних тест-культур мікроорганізмів.

У табл. 4 наведено результати вивчення антимікробної дії мийно-дезінфікуючого засобу «Сандез» після 3-годинної експозиції.

Встановлено, що за концентрацій 0.25 % та 0.5 % засіб проявляв бактерицидну активність виключно проти ізолятів *E. coli*. За умови використання розчинів у межах концентрацій 1.0–2.0 % було зареєстровано ріст *S. Enteritidis*, що вказує на недостатній рівень антимікробної активності проти цього збудника. Водночас, після 3-годинної експозиції 4.0 %-го робочого розчину «Сандез» реєстрували бактерицидний вплив на всі досліджені мікроорганізми, включаючи *S. aureus*, *E. coli* та *S. Enteritidis*.

Table 4

Antimicrobial activity of the detergent and disinfectant «Sandez» against isolates of microorganisms after exposure for 3 hours, n=5

Таблиця 4

Антимікробна активність мийно-дезінфікуючого засобу «Сандез» відносно ізолятів мікроорганізмів за експозиції 3 годин, n=5

Disinfectant solution concentration, %	Microorganism isolates		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. Enteritidis</i>
4.0	–	–	–
2.0	–	–	+
1.0	–	–	+
0.5	+	–	+
0.25	+	–	+
0.125	+	+	++
0.0625	++	+	++
0.03125	++	++	+++
0.015625	+++	++	+++
0.0078125	+++	+++	+++
microorganism growth control	+++	+++	+++
control of sterility of the culture medium	–	–	–

Note: «–» - no colony growth; «+» - signs of growth of colonies of microorganisms (slight turbidity of nutrient medium); «++» - signs of growth of colonies of microorganisms (significant turbidity of nutrient medium); «+++» - signs of growth of colonies of microorganisms (intense turbidity of nutrient medium).

В табл. 5 представлені результати досліджень антимікробної активності мийно-дезінфікуючого засобу «Сандез» відносно

ізолятів *S. aureus*, *E. coli*, *S. Enteritidis* за експозиції 5 год.

Table 5

Antimicrobial activity of the detergent and disinfectant «Sandez» against isolates of microorganisms after exposure for 5 hours, n=5

Таблиця 5

Антимікробна активність мийно-дезінфікуючих засобу «Сандез» відносно ізолятів мікроорганізмів за експозиції 5 годин, n=5

Disinfectant solution concentration, %	Microorganism isolates		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. Enteritidis</i>
4.0	–	–	–
2.0	–	–	–
1.0	+	–	–
0.5	+	–	–
0.25	+	–	+
0.125	+	+	++
0.0625	++	+	++
0.03125	++	+	+++
0.015625	+++	++	+++
0.0078125	+++	+++	+++
microorganism growth control	+++	+++	+++
control of sterility of the culture medium	–		

Note: «–» - no colony growth; «+» - signs of growth of colonies of microorganisms (slight turbidity of nutrient medium); «++» - signs of growth of colonies of microorganisms (significant turbidity of nutrient medium); «+++» - signs of growth of colonies of microorganisms (intense turbidity of nutrient medium).

За результатами дослідження встановлено, що за 5-годинної експозиції робочий розчин деззасобу «Сандез» у концентрації 0.25 % забезпечував повну бактерицидну дію щодо всіх ізолятів *E. coli*. За підвищення концентрації до 0.5–1.0 % засіб виявляв антимікробну активність не лише проти *E. coli*, але й до ізолятів *S. Enteritidis*. За умов застосування 2.0 % розчину фіксувалася повна інактивація всіх досліджуваних культур мікроорганізмів, що свідчить про високу ефективність засобу за тривалої експозиції.

Таким чином, результати дослідження антимікробної активності експериментального мийно-дезінфікуючого препарату «Сандез» щодо тест-штамів і польових ізолятів бактеріальних патогенів дають підстави рекомендувати використання робочих розчинів засобу в концентрації не нижче 4.0 % за експозиції 1–3 год та щонайменше 2.0 % за експозиції тривалістю 5

год для санітарної обробки систем водопостачання.

Результати дослідження ефективності способу дезінфекції закритої водопровідної системи на основі застосування експериментального екологічного безпечного лужного мийно-дезінфікуючого засобу «Сандез».

Оцінюючи запах води в досліді встановлено, що даний показник за температури 20 і 60 °C відповідав нормі для питної води і становив 2 бали, в контрольних пробах аналогічний показник складав 1 бал. Органолептична оцінка дослідних і контрольних проб за показниками смаку і присмаку відповідала нормі і складала 2 бали, забарвленість дослідних – 35 градусів. Сторонніх запахів і присмаків води в дослідних і контрольних пробах не реєстрували. (табл. 6).

Table 6

Water quality indicators, n=7

Таблиця 6

Показники контролю показників якості води, n=7

показники контролю показників якості води, п-7				
Sample №	Name of indicators	Sampling location		Standards for drinking water
		the experiment (sanation by «Sandez»)	control (sanation by sodium hypochlorite)	
organoleptic parameters				
1	smell:			
	at t 20 °C, degrees	≤ 2	≤ 1	≤ 2
	at t 60 °C, degrees	≤ 2	≤ 1	≤ 2
Продовження Таблиці 6				
2	taste, points	≤ 2	≤ 2	≤ 2
3	color, degrees	35	35	≤ 35
4	turbidity, NOC	≤ 1,5 ⁷	≤ 1,5 ⁷	≤ 1,0-3,5 ⁷

Продовження Таблиці 6

Отже, за результатами дослідження на органолептичні показники можна стверджувати, що усі проби води рекомендовані до споживання.

Також нами проведено визначення санітарно-хімічних показників безпечності та якості води. Результати проведених досліджень представлені в табл. 7

Table 7

Physical and chemical indicators of water safety and quality

Таблиця 7

Фізико-хімічні показники безпечності та якості води, n=7

Sample №	Name of indicators	Sampling location		Standards for drinking water
		experiment (sanation by «Sandez»)	control (sanation by sodium hypochlorite)	
inorganic components				
1	hydrogen index pH	6.6	6.8	6.5-8.5
2	total iron, mg/dm³	0.016	0.016	≤ 0.2
3	total hardness, mmol/dm³	5.44	5.44	≤ 7.0
4	manganese, mg/dm³	0.02	0.02	≤0.05
5	copper, mg/dm³	0.29	0.29	≤ 1.0
7	sulfates, mg/dm³	61.3	61.3	≤ 250
8	dry residue, mg/dm³	632.13	632.13	≤ 1000
9	chlorine residual free, mg/dm³	відсутній	0.03	≤ 0.5
10	chlorides, mg/dm³	51.2	51.2	≤ 250
11	zinc, mg/dm³	0.005	0.005	≤ 1.0
organic components				
12	chlorine residual bound, mg/dm³	missing	0.93	≤ 1.2

Note: $p \leq 0.05$

Водневий показник води pH дослідних і контрольних проб був слабокислий і складав 6.6 і 6.8, відповідно. Порівняно із нормативами для питної води, залізо загальне становило 0.016 мг/дм³ проти 0.2 мг/дм³; загальна жорсткість – 5.44 ммоль/дм³ проти 7.0 ммоль/дм³; марганець – 0.02 мг/дм³ проти 0.05 мг/дм³; мідь – 0.29 мг/дм³ проти 1.0 мг/дм³; сульфати – 61.3 мг/дм³ проти 250 мг/дм³; сухий залишок – 632.13 мг/дм³ проти 1000 мг/дм³; хлориди – 51.2 мг/дм³ проти 250 мг/дм³; цинк – 0.005 мг/дм³ проти 1.0 мг/дм³, як у контрольних, так і в дослідних зразках. Водночас варто зауважити, що в пробі води контрольних ділянок (дослід) із використанням дезінфікуючого засобу «Сандез» був відсутній хлор залишковий вільний і залишковий зв'язаний.

Під час санації систем водопостачання гіпохлоритом натрія контрольних ділянок (контроль) встановлено вміст хлору залишкового зв'язаного 0.93 мг/дм³. Зменшення концентрації хлору залишкового вільного до 0.03 мг/дм³ свідчить про його витрачання на окиснення хімічних речовин у воді, а також на знищення патогенних мікроорганізмів біоплівки на внутрішніх стінках труб.

Отже, дезінфекція системи водопостачання лужним засобом «Сандез» є придатною для використання в досліджуваних ділянках в системі ліній напування птиці, а показники якості води не перевищують гранично допустимих меж, вказаних у ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Санітарно-токсикологічні показники досліджуваних проб води представлені в табл. 8.

Варто зауважити, що за санітарно-токсикологічними компонентами відхилень від встановлених нормативів якості води системи лінії напування птиці не спостерігалось. Вміст азоту амонійного був 0.2 мг/дм³ проти 0.5 мг/дм³; нітрати – 3.72 мг/дм³ проти 50 мг/дм³; нітроти – 0.003 мг/дм³ проти 0.5 мг/дм³; фториди – 0.37 мг/дм³ проти 1.5 мг/дм³, як у дослідних, так і в контрольних пробах води.

Епідемічну безпеку питної води визначали за показниками загальної кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) в 1 см³ води та відсутністю патогенних мікроорганізмів у 100 см³.

Table 8

Sanitary and toxicological indicators of water safety and quality, n=7

Таблиця 8

Санітарно-токсикологічні показники безпечності та якості води, n=7

Sample №	Name of indicator	Sampling location		Standards for drinking water
		experiment	control	
		(sanation by «Sandez»)	(sanation by sodium hypochlorite)	
inorganic components				
1	ammonium nitrogen, mg/dm³	0.2±0.05	0.2±0.06	≤ 0.5
2	nitrates, mg/dm³	3.72±0.83	3.72±1.11	≤ 50
3	nitrites, mg/dm³	0.003±0.001	0.003±0.001	≤ 0.5
4	fluorides, mg/dm³	0.37±0.09	0.37±0.06	≤ 1.5

Note: p ≤ 0.005

Результати мікробіологічних досліджень проб води після санаційної обробки водопровідної мережі дослідного і контрольного пташників представлені в табл. 9.

Показники загальної мікробіологічної контамінації дослідних і контрольних проб відповідали нормі і складала 65.75±18.43 та 89.47±26.81 КУО/см³ відповідно. В 100 см³ досліджуваних проб води патогенних мікроорганізмів *P. aeruginosa*, *E.coli*, *Enterococcus spp.*, *Salmonella spp.* не реєстрували.

Таким чином, на основі проведеного досліді можна зробити висновок, що запропонований нами спосіб санації замкнутої водопровідної мережі птахогосподарства на основі застосування експериментального екологічно безпечного лужного дезінфікуючого засобу «Сандез» має високий мийно-дезінфікуючий ефект, забезпечує відповідність показників якості і безпеки води вимогам нормативів державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) та поєднується з відсутністю негативного впливу на навколишнє середовище.

Схожі результати були отримані в інших дослідженнях, де застосування сучасних дезінфекційних засобів на основі лужних компонентів демонструвало ефективність у зниженні мікробного забруднення води в системах напування птиці. Наприклад, дослідження, проведені в Європейському Союзі, вказують на те, що використання безпечних мийно-дезінфікуючих засобів дозволяє знизити ризики контамінації патогенною мікрофлорою та забезпечує дотримання санітарно-гігієнічних стандартів [38; 39].

Значна увага в світовій науковій спільноті приділяється розробці екологічно безпечних дезінфікуючих засобів, що не лише ефективно знищують патогени, але й мінімізують негативний вплив на навколишнє середовище. Це особливо важливо для сільськогосподарського виробництва, де безпека води безпосередньо впливає на здоров'я птиці та якість кінцевої продукції. Аналогічні методи продемонстрували ефективність у інших країнах світу, де дезінфекційні заходи в птахівництві регулюються законодавчими нормативами [40].

Table 9

Indicators of epidemic safety of drinking water, n=7

Таблиця 9

Показники епідемічної безпеки питної води, n=7

Sample №	Name of indicator	Sampling location		Standards for drinking water
		experiment (sanation by «Sandez»)	control (sanation by sodium hypochlorite)	
microbiological parameters				
1	Total microbial number at t 37 °, KFU / cm ³	65.75±18.43	91.31±25.45	≤ 100
2	common coliforms, CFU/100 cm ³	not found	not found	no
3	<i>E.coli</i> , CFU/100 cm ³	not found	not found	no
4	<i>Enterococcus spp.</i> , CFU/100 cm ³	not found	not found	no
5	<i>P. aeruginosa</i> , CFU/100 cm ³	not found	not found	no
6	<i>Coliphages</i> , CFU/dm ³	not found	not found	no

7	<i>S. Enteritidis</i> , CFU/100 cm ³	not found	not found	no
8	pathogenic enterobacteria, presence in 1 dm ³	not found	not found	no
9	enteroviruses, adenoviruses, antigens of rotaviruses, reoviruses, hepatitis a virus and others	not found	not found	no
parasitological parameters				
10	pathogenic intestinal protozoa: cryptosporidium oocysts, isospores, giardium cysts, dysenteric amoebas, intestinal balantidia and others, (cells, cysts in 50 dm ³)	not found	cysts giardia	no
11	intestinal helminths, (cells, eggs, larvae in 50 dm ³)	not found	not found	no

Note: p ≤ 0.05

Висновки

Отже, використання 2.0 % розчину засобу «Сандез» за експозиції 5 год можна вважати оптимальним підходом до ефективної санації замкнених водопровідних систем. Запропонована технологія обробки є перспективною для широкого впровадження в птахівничих господарствах, оскільки вона поєднує високу антимікробну ефективність із дотриманням сучасних екологічних стандартів. У подальшому наукова увага має бути зосереджена на вивченні тривалої стабільності дії засобу «Сандез» у різних умовах експлуатації, а також на розробленні комплексних програм мікробіологічного

моніторингу та біобезпеки у системах водопостачання птахів.

Конфлікт інтересів

Автори декларують, що не мають конфлікту інтересів стосовно даного дослідження, в тому числі фінансового, особистісного характеру, авторства чи іншого характеру, що міг би вплинути на дослідження та його результати, представлені в даній статті.

Use of artificial intelligence

The authors confirm that they did not use artificial intelligence technologies when creating the current work.

References

- [1] Kukhtyn, M., Kozhyn, V., Horiuk, V., Malimon, Z., Horiuk, Y., Yashchuk, T., Kernychnyi, S. (2021). Activity of Disinfecting Biocides and Enzymes of Proteases and Amylases on Bacteria in Biofilms. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 27(4), 495–502. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2021.25770>
- [2] Kozhyn, V., Salata, V., Kukhtyn, M., Vasylykiv, O., Laiter-Moskaliuk, S. (2024). Evaluation of the disinfectant "Enzidez" according to indicators of acute toxicity and irritant effect. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(113), 62–67. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11310>
- [3] Kukhtyn, M., Sverhun, Z., Horiuk, Y., Salata, V., Laiter-Moskaliuk, S., Mocherniuk, M., Kladnytska, L., Horiuk, V. (2024). The influence of different methods of decontamination of microbial biofilms formed on eggshells. *Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 666–682. <https://doi.org/10.5219/1981>
- [4] Kozhyn, M. D., Horiuk, Y. V., Horiuk, V. V., Perkiy, Y. B., Gufrij, D. F. (2021). Study of the disinfectant's «Enzides» toxic effects on infusoria cells. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 9(4), 191–194. <https://doi.org/10.32819/2021.94029>
- [5] Kukhtyn, M., Kozhyn, V., Horiuk, V., Horiuk, Y., Boltyk, N. (2022). Evaluation of disinfectant "Enzidez" according to physical and chemical parameters. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 24(105), 3–9. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10501>
- [6] Kukhtyn, M., Kozhyn, V., Horiuk, V., Malimon, Z., Horiuk, Y., Yashchuk, T., Kernychnyi, S. (2021). Activity of Disinfecting Biocides and Enzymes of Proteases and Amylases on Bacteria in Biofilms. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 27(4), 495–502. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2021.25770>
- [7] Kasianenko, O. I., Nesterenko, O. M. (2023). Study of the efficiency of using the experimental biocide sandez for the sanitation of the poultry water supply system. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 24(2), 72–76. <https://doi.org/10.36359/scivp.2023-24-2.08>
- [8] Dolbanosova, R. V., Nahorna, L. V., Serhiienko, Ya. V. (2023). Comparative characteristics of some indicators works of the hypochlorite installation in the process of water disinfection. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Veterinary Medicine*, 4(63). 30–36. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.4.5>
- [9] Ghozhenko, A. I., Petrenko, N. F., Mokijenko, A. V. (2008). [Biological foundations of economic safety of using chemical means for disinfection of drinking water] [Literature review and own research]]. *Zhurnal Akademiji medychnykh nauk*, 14(1), 134–149. (In Ukrainian)
- [10] Kramarenko, L. V. (2010). [Special course on natural water treatment]. Kharkiv: KNAUE. (In Ukrainian)
- [11] Petruk, V. Gh., Styskal, O. A. (2016). [Analysis of current safe alternatives for drinking ater disinfection]. *Ekologichni nauky*, 1–2(12–13), 50–57. (In Ukrainian).
- [12] Research Center «Polymer Pipelines in Construction» (2012). [Guidelines for the construction, installation and quality control of pipelines of external water

- supply and sewage networks]. (DSTU-N B V.2.5-68:2012). Kyiv, Derzhstandart Ukraine (in Ukrainian).
- [13] Instrukcija z dezinfekcij vodoprovodnykh merezh ta sporud na nykh. (In Ukrainian) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0145-00#Text>
- [14] Ponomar, S. I., Artemenko, L. P., Lytvynenko, O. P., Ghoncharenko, V. P. (2011). [Handbook on laboratory methods for diagnosing invasive animal diseases]. Bila Cerkva. (In Ukrainian).
- [15] Mafijevskij, V. F., Serdjuk, A. M. (2006). [New water treatment technologies from the perspective of the World Health Organization's concept of «Risk Management»]. *Voda i vodoochysni tekhnologiji*, 3: 23–29. (In Ukrainian).
- [16] Kovalenko, V. L. (2019). [Guidelines for the determination of bactericidal activity and control of the absence of bacteriostatic effect of disinfectants], *Metodychni rekomendacii*, 28. (In Ukrainian).
- [17] Abdelaty, M.F., Nasr, S.A.E. Hamoud, M. M., Ismail, T. F., Laban, S. E., Gamal, A., Bashandy, E. Y., Nasefand, S. A., Zahran, O. K. (2019). Efficiency of some sanitizers and disinfectants against biofilms and planktonic cells buildup on cages (Galvanized wire) and plastic material (PVC) in poultry farms. *Inter J., Vet Sci.*, 8(3), 120–126.
- [18] Kasianenko, O. I., Naghorna, L. V., Kasianenko, S. M. (2020). Efficiency of the use of washing and disinfectant «Sandez» for disinfection of poultry houses. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Veterinary Medicine*, 2 (49). 16–23.
- [19] Kasjanenko, O.I. Naghorna, L.V. Kasjanenko, S.M. Nesterenko O.M. (2006). Pat. 154333 Ukrajiny, MPK (2006): C11D 7/00, A61L 9/00, A61L 2/00. [Method of renovating the poultry farm water supply system] (In Ukrainian)
- [20] Kovalenko, V. L., Harkavenko, T. O., Horbatiuk, O. I., Kozyska, T. H., Harkavenko, V. M., Ordynska, D. O. (2019). [Guidelines for the determination of bactericidal activity and control of the absence of bacteriostatic effect of disinfectants]. Kyiv. (In Ukrainian)
- [21] Instructions for sanitary treatment - disinfection, disinsection and deratization of poultry facilities <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0813-07#Text>
- [22] Instructions for disinfection of water supply networks and structures on them <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0145-00#Text>
- [23] State sanitary norms and rules «Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
- [24] Ukrainian Research Institute of Environmental Problems. (2010). [Water quality. Sampling]. (DSTU ISO 5667-2009). Kyiv, Derzhpozhyvstandart Ukraine (in Ukrainian).
- [25] Technical Committee for Standardization "Alcoholic Beverages, Yeast" (2004). [Water quality. Determination and investigation of turbidity]. (DSTU ISO 7027-2003). Kyiv, Derzhpozhyvstandart Ukraine (in Ukrainian).
- [26] Technical Committee for Standardization "Alcoholic Beverages, Yeast" (2005). [Water quality. Determination and investigation of coloration]. (DSTU 7887-2003). Kyiv, Derzhpozhyvstandart Ukraine (in Ukrainian).
- [27] Ukrainian Research Institute of Environmental Problems. (2003). [Water quality. Determination of pH]. (DCTY ISO 4077). Kyiv, Derzhstandart Ukraine (In Ukrainian).
- [28] Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences (2004). [Water quality. Determination of ammonium. Potentiometric method]. (DSTU ISO 6778:2003 (ISO 6778-1984, IDT). Kyiv, Derzhpozhyvstandart Ukraine (in Ukrainian).
- [29] Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences (2009). [Water quality. Determination of total hardness. Part 2]. (DSTU ISO 9963-2:2007), Kyiv, Derzhpozhyvstandart Ukraine (in Ukrainian).
- [30] Ukrainian Research and Training Center for Standardization, Certification and Quality Problems (2007). [Water quality. Identification and accounting of *Escherichia coli* and coliform bacteria. PART 1. Membrane filtration method]. (DSTU ISO 9308-1: 2005). Kyiv, Derzhstandart Ukraine (in Ukrainian).
- [31] Ukrainian Research Institute of Environmental Problems (2008). [Water quality. Identification and accounting for coliform bacteria and estimated amounts of *Escherichia coli*. - PART 2. Multiple tube method]. (DSTU ISO 9308-2: 2005 Kyiv, Derzhstandart Ukraine (in Ukrainian).
- [32] Methodological guidelines «Sanitary and microbiological control of drinking water quality» <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0060282-05#Text>
- [33] State Sanitary Norms and Rules «Hygienic Requirements for Drinking Water Intended for Human Consumption»
- [34] <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
- [35] European Convention for the protection of vertebrate animals used for research and other scientific purposes https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_137#Text
- [36] Procedure for conducting experiments on animals by scientific institutions <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text>
- [37] European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. (1986, March). <https://rm.coe.int/168007a67b>
- [38] Kasianenko, O. I., Nesterenko, O. M. (2024). Alternative methods of prevention of infectious diseases of poultry. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Veterinary Medicine*, 2(65), 13–22. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2024.2.3>
- [39] Kasianenko, O. I., Shvets, Kh. S., Dolbanosova, R. V. (2024). Alternative methods of prevention of infectious poultry diseases. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Veterinary Medicine*, 1(64), 3–10. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2024.1.1>
- [40] Liu, Zh., Yu, Y., Fotina, T., Petrov, R., Klishchova, Zh., Fotin, A., Ma J. (2022). Multiplex PCR assay based on the citE2 gene and intergenic sequence for the rapid detection of *Salmonella Pullorum* in chickens. *Poultry Science*, 101(8), 101981