

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**



**КРИВОХИЖА ЄВГЕН МИХАЙЛОВИЧ**

УДК 504.054:504.064.2.001.18:614.484:628.387

**ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ  
ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНОГО БІОТЕСТУВАННЯ ЗАСОБІВ ДЛЯ  
САНАЦІЇ МОЛОЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

**03.00.16 – Екологія**

**Автореферат**

**дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора сільськогосподарських наук**

**Київ - 2021**

**Дисертацією є рукопис.**

Роботу виконано в Інституті агроєкології і природокористування Національної академії аграрних наук України.

**Науковий консультант:** доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН  
**Жукорський Остап Мирославович,**  
Національна академія аграрних наук,  
академік-секретар Відділення зоотехнії.

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Романчук Людмила Донатівна,**  
Поліський національний університет,  
проректор з наукової роботи та інноваційного розвитку, професор кафедри біології та захисту лісу;

доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Макаренко Наталія Анатоліївна,**  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, професор кафедри екології агросфери та екологічного контролю;

доктор біологічних наук, професор  
**Лисиця Андрій Валерійович,**  
Рівненський державний гуманітарний університет,  
професор кафедри екології, географії та туризму.

Захист відбудеться «**27**» квітня **2021** р. об **11.00** годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.371.01 Інституту агроєкології і природокористування НААН за адресою: м. Київ, вул. Метрологічна, 12.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту агроєкології і природокористування НААН за адресою: 03143, м. Київ, вул. Метрологічна, 12.

Автореферат розіслано 26 березня 2021 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
кандидат сільськогосподарських наук



С.О. Мазур

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Хімічне навантаження на навколишнє природне середовище (НПС) постійно зростає, у тому числі й за рахунок масового застосування мийних і дезінфікуючих засобів для санації молочного обладнання. У загальному плані проблема виробництва і застосування мийних і дезінфікуючих засобів має низку різнобічних наслідків для НПС та суспільства. Використання цих засобів далеко не завжди є достатньо обґрунтованим, виправданим і раціональним, а питаннями біологічної та екологічної безпеки часто нехтують або висвітлюють їх поверхово (Коваленко, 2013).

Для приведення у належний санітарний стан молочного обладнання на тваринницьких фермах використовується значна кількість засобів, що містять сполуки активного хлору (гіпохлорит натрію, похідні хлорізоціанурової кислоти, хлораміни, хлоргідантоїни) (Вербицький, 2004; Васильєв, 1990). Вони мають різкий, стійкий неприємний запах і подразнювальну дію, а також аніонні поверхнево активні речовини (ПАР), що можуть тривалий час зберігатися у об'єктах НПС і забруднювати води господарсько-побутового призначення, природні водойми, зрештою, поверхневі та ґрунтові води.

Дотепер проблема екологічно безпечної санації обладнання у виробництві молока залишається не розв'язаною. У науковій літературі відсутні методичні підходи і критерії для екотоксикологічної оцінки відпрацьованих розчинів засобів для санації молочного обладнання. З огляду на це теоретичне та експериментальне обґрунтування екотоксикологічного біотестування засобів для санації молочного обладнання є актуальною проблемою.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана в Інституті агроєкології і природокористування НААН, Тернопільській дослідній станції Інституту ветеринарної медицини НААН та Буковинській державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН і є складовою наступних наукових програм: ПНД 32 «Наукове забезпечення епізоотичного благополуччя, біологічної безпеки, здоров'я тварин і ветеринарно-санітарної якості продукції тваринництва» за завданнями «Вивчити механізми утворення мікробних біоплівки на біогенних і абіогенних поверхнях, їх вплив на якість та безпеку молока» (ДР № 0111U000461, 2011–2013 рр.), «Удосконалити систему ветеринарно-санітарного контролю діяльності молочних кооперативів на селі» (ДР № 0114U000293, 2014–2015 рр.), ПНД 06 «Науково-екологічні основи формування збалансованих агроєкосистем України в умовах глобальних змін клімату» за завданнями «Розробити наукові основи екологічного оцінювання стану агробіоресурсів в умовах змін клімату» (ДР № 0116U000703, 2016–2020 рр.), «Розробити наукові основи мінімізації емісії закису азоту та аміаку з сільськогосподарських джерел відповідно до Спільної аграрної політики ЄС» (ДР № 0116U000702, 2016–2020 рр.).

**Мета і завдання досліджень.** *Мета дослідження* – обґрунтувати методичні підходи і критерії для екотоксикологічного оцінювання засобів, які придатні для санації обладнання у екологічно безпечному виробництві молока.

Для досягнення поставленої мети виконували наступні *завдання*:

- оцінити рівень життєздатності тест-організмів за впливу мийно-дезінфікуючих засобів для обладнання у молочній галузі;
- розробити критерії оцінки показників життєздатності біоти за впливу засобів для санації молочного обладнання;
- екологічно обґрунтувати створення безпечних мийно-дезінфікуючих засобів для молочного обладнання;
- оцінити бактерицидні властивості засобів Санімол Л та Санімол К щодо тест-культур умовно патогенних мікроорганізмів;
- з'ясувати можливість мікрофлори адаптуватися до робочих розчинів мийно-дезінфікуючих засобів Санімол Л і Санімол К за тривалого застосування;
- оцінити токсичність засобів Санімол Л та Санімол К щодо найпростіших, бджіл, риб, молюсків, плоских червів та ракоподібних;
- визначити токсикологічну дію створених засобів на ссавців;
- оцінити фітотоксичну дію розроблених засобів Санімол Л та Санімол К;
- визначити вплив мийно-дезінфікуючих засобів на мікроорганізми молочного обладнання у виробничих умовах;
- з'ясувати здатність відновлення і повторного використання відпрацьованих розчинів мийно-дезінфікуючих засобів;
- визначити токсичні властивості стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм;
- розробити елемент технології безпечного використання стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм.

**Об'єкт дослідження** – екологічно безпечна санація обладнання у виробництві молока.

**Предмет досліджень** – вплив сануючих засобів для молочного обладнання на: мікроорганізми, одноклітинні, водні і наземні безхребетні, сільськогосподарські рослини та хордові.

**Методи дослідження:** теоретичні (монографічний, системний підхід, теоретичне узагальнення); загальнонаукові (комплексної оцінки, аналізу і синтезу, порівнянь, абстрагування, функціональний аналіз); польові (короткочасні); лабораторні (екотоксикологічні, мікробіологічні, фізико-хімічні); математичної статистики – для оброблення первинних експериментальних даних і оцінювання достовірності одержаних результатів.

### **Наукова новизна одержаних результатів.**

*Вперше:*

- на хордових (*Poecilia reticulata*), молюсках (*Lymnaea stagnalis*), плоских червах (*Dendrocoelum lacteum*), ракоподібних (*Daphnia magna*), одноклітинних (*Tetrahimena pyriformis*), наземних безхребетних (*Apis mellifera*) та сільськогосподарських рослинах (*Zea mays L.*) оцінено можливі наслідки потрапляння мийно-дезінфікуючих засобів для обладнання у молочній галузі в екосистеми, з'ясовано, що токсичні концентрації їх відпрацьованих розчинів становлять від 0,001% і вище;
- розроблено критерії оцінки показників життєздатності біоти за впливу 0,001–1,0% розчинів засобів для санації молочного обладнання (висока,

середня і низька життєздатність), що дозволяє відбір засобів, придатних у екологічно безпечному виробництві молока;

- науково обґрунтовано склад нових мийно-дезінфікуючих засобів Санімол Л (діючі речовини: луг, катіонні поверхнево-активні речовини, комплексон) і Санімол К (діючі речовини: органічні кислоти) та доцільність їх застосування для екологічно безпечної санації молочного обладнання;

- встановлено, що при поєднанні суміші катіонних поверхнево-активних речовин (алкілдиметилбензиламоній хлорид – 2,0% та дидецилдиметиламоній хлорид – 2,0%) і мийної складової (луг – 7,0%, комплексон – 0,6% та інгібітор корозії – 3,5%) збільшується бактерицидна дія щодо *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus agalactiae* і *Pseudomonas aeruginosa*;

- встановлено, відсутність звикання мікроорганізмів *Escherichia coli* та *Staphylococcus aureus* до робочих розчинів (0,3–0,5%) засобів Санімол Л та Санімол К;

- визначено, мінімальні токсичні концентрації засобів Санімол Л і Санімол К для: *Apis mellifera* – 10,0 г/л та 15,0 г/л, *Daphnia magna*, *Poecilia reticulata* – 0,01%, *Tetrahimena pyriformis*, *Lymnaea stagnalis* і *Dendrocoelum lacteum* – 0,1%;

- надана оцінка гострої токсичності за внутрішньошлункового введення білим щурам (*Rattus norvegicus var. alba*). Визначено, що концентрати засобів Санімол Л та Санімол К відносяться до помірно токсичних речовин і належить до III класу токсичності, а їх робочі розчини є малотоксичні і відносяться до IV класу токсичності;

- з'ясовано, що робочі розчини (0,5–1,5%) засобів Санімол Л та Санімол К не викликають реакції подразнення шкіри, не проникають через її неушкоджений покрив та не мають виражених кумулятивних властивостей;

- визначено дію засобу Санімол Л на затримку росту кореня сільськогосподарських рослин (*Zea mays L.*) за вмісту його в ґрунті 1000 мг/кг, яка виявилась нижчою на 10,2% і 61,1% у порівнянні з засобами CircoSuper AF та Сульфохлорантин. Засіб Санімол К за цієї дози проявляв нижчу фітотоксичну дію на 15,1% та 33,6% у порівнянні з КМС і Сідмакс;

- доведено, що відновлення і повторне використання робочих розчинів засобів Санімол Л і Санімол К для санації доїльних апаратів дозволяє підтримувати санітарний стан їх внутрішніх поверхонь на одному рівні впродовж 5 днів та зменшує кількість зливання відпрацьованих розчинів у об'єкти навколишнього природного середовища на 80,0% за рік;

- розроблено елемент технології удобрення ґрунту стоками молочних блоків (600 л/га) при вирощуванні озимого ріпака для технічних цілей, що сприяє підвищенню врожайності на 8,4%.

*Набуло подальшого розвитку:*

- вивчення токсичності стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм щодо *Daphnia magna*, *Hordeum vulgare L.*, *Raphanus sativus var. radiculata* і *Zea mays L.* Встановлено, що *Daphnia magna* більш чутлива до нативних стоків (LD<sub>100</sub> через 24 год.), а рослини толерантні до їх дії.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблення екологічно безпечних лужного і кислотного мийно-дезінфікуючих засобів і режимів їх застосування дозволяє покращити ефективність санітарної обробки доїльного устаткування згідно чинних мікробіологічних нормативів чистоти, що забезпечує отримання молока коров'ячого екстра ґатунку згідно з ДСТУ 3662–97.

На основі проведених досліджень запропоновано виробництву методик оцінки придатності та ефективності мийних, дезінфікуючих і мийно-дезінфікуючих засобів для санітарної обробки доїльного устаткування та молочного інвентаря та методик оцінки токсичності стічних вод молочно-товарних ферм та їх використання при вирощуванні сільськогосподарських культур для технічних цілей для зниження рівня забруднення навколишнього природного середовища. Розроблено ДСТУ 7452:2013. Устаткування доїльне. Правила відбирання та готування проб для мікробіологічного контролювання.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є самостійною завершеною науковою працею, яка відображає авторський підхід до вивчення впливу засобів для санації доїльного обладнання та молочного інвентаря на біоту та обґрунтування методичних підходів до їх екотоксикологічного оцінювання. Постановка проблеми, теоретичні і практичні положення розроблено автором самостійно, а також здійснено аналіз та емпіричне узагальнення власних і опублікованих даних, на основі багаторічних досліджень сформульовано висновки дисертаційної роботи. Друковані праці за темою дисертації підготовлено самостійно та у співавторстві. У працях, опублікованих у співавторстві, частка авторства здобувача полягає в плануванні та виконанні експериментальних досліджень, узагальненні та опрацюванні результатів, а також підготовленні рукописів до друку.

**Апробація результатів дисертаційних досліджень.** Основні положення дисертації представлено і обговорено на 17 наукових конференціях: міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Формування стратегії науково-технічного, екологічного і соціально-економічного розвитку суспільства» (Тернопіль, 6–7 грудня 2012 р.); III Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України» (Тернопіль, 16–17 травня 2013р.); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України» (Тернопіль, 15–16 травня 2014 р.); науково-практичній конференції молодих вчених «Актуальні проблеми ветеринарної біотехнології та інфекційної патології тварин» (Київ, 26 червня 2014 р.); IV міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Перспективні напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва» (Тернопіль, 18–19 вересня 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні аспекти селекції і насінництва кукурудзи, традиції та перспективи» (Чернівці, 10 вересня 2015 р.); V міжнародній науково-практичній конференції «Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи» (Кам'янець-Подільський, 21–22 травня 2015 р.); Науково-практичній конференції молодих вчених «Актуальні проблеми

ветеринарної біотехнології та інфекційної патології тварин» (Київ, 16 червня 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (Київ, 6–8 липня 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми збалансованого природокористування в агросфері» (Київ, 2–4 листопада 2016 р.); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи» (Кам'янець-Подільський, 25–26 травня 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (Київ, 6–8 липня 2017 р.); Науково-практичній конференції «Наука. Освіта. Практика» (Житомир, 12 жовтня 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (Київ, 4–6 липня 2018 р., Київ, 3–5 липня 2019 р.); I Міжнародній науково-практичній конференції «VinSmartEco» (Вінниця, 16–18 травня 2019 р.); V Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва» (Тернопіль, 30 травня. 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (Київ, 3–5 липня 2019 р.).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 62 наукові праці, у т.ч. 36 статей, з них 1 стаття у науковому виданні України, яке включене до наукометричних баз Web of Science, 27 – у періодичних фахових виданнях України, з них 17, входять до науково-метричних баз, 8 статей в інших наукових виданнях, 5 патентів, 17 матеріалів і тез доповідей конференцій, 2 методичні рекомендації, 1 ДСТУ, 1 посібник у співавторстві.

**Структура і обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 8 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації викладено на 377 сторінках друкованого тексту, у т. ч. основний зміст – на 296 сторінках. Робота містить 32 рисунки, 130 таблиць. Список використаних джерел налічує 417 найменувань, у т. ч. 77 латиницею.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ САНАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ СТІЧНИХ ВОД У ВИРОБНИЦТВІ МОЛОКА**

Проаналізовано сучасний стан наукових досліджень з екологічних проблем застосування мийних та дезінфікуючих засобів для обладнання у молочній галузі. Обґрунтовано необхідність створення екологічно безпечних засобів. Проведено аналіз сучасних технологій утилізації стічних вод молочно-товарних ферм. За результатами аналізу сучасного стану досліджень встановлено, що забруднення довкілля внаслідок викидів відпрацьованих розчинів мийних і дезінфікуючих засобів має суттєве значення і потребує пошуку шляхів його зменшення. Забруднення ґрунтів і водного басейну можуть призвести до змін у кількісному та якісному стані біоти. Обґрунтовано важливість, актуальність і перспективність проведення дослідження за обраною темою.

## МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дисертаційне дослідження проводили в лабораторії екології тваринництва відділу агробіоресурсів та екологічно безпечних технологій Інституту агроекології і природокористування НААН, Тернопільській дослідній станції Інституту ветеринарної медицини НААН та у Буковинській державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН впродовж 2012–2021 рр. Виробничі дослідження проводили у господарствах Тернопільської (ТЗОВ «Агрокомплекс» с. Дубівці, ПАП «Перемога» с. Довжанка, ПрАТ ТФ «Райз-Максимко» с. Забойки Тернопільського району, ТОВ «Медобори» с. Кам'янки Підволочиського району, агропромислового підприємстві ПАП «Дзвін» с. Дзвиняч Чортківського району, ТОВ «Агропродсервіс-Інвест» с. Дмухівці, Козівського району) і Чернівецької (СВК «Зоря» с. Ставчани Кіцманського району) областей.

Схема проведення досліджень наведена на рис. 1.

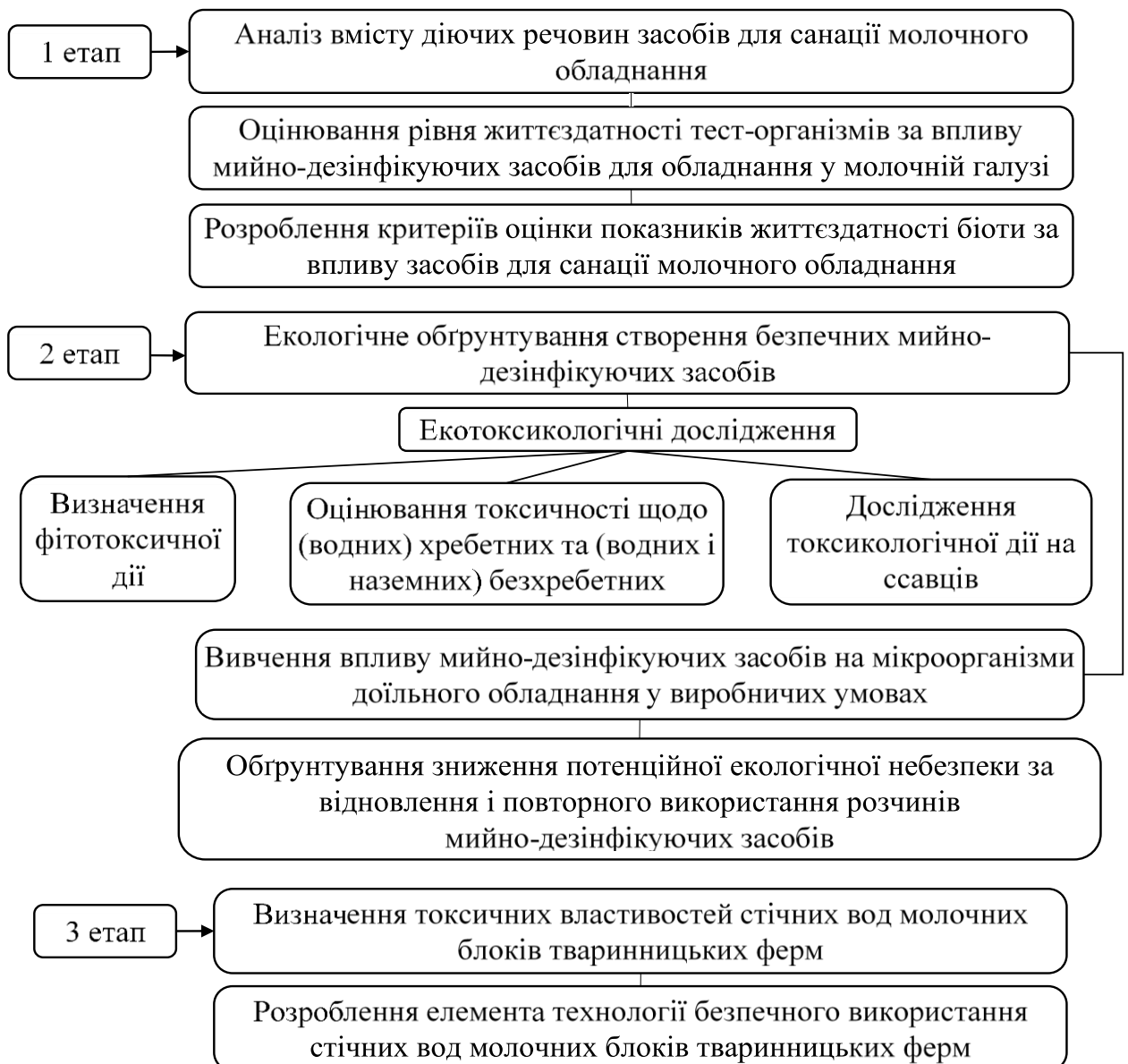


Рис. 1 – Схема проведення досліджень



Дисертаційна робота складалася з трьох основних етапів досліджень. У першому етапі роботи проаналізовано вміст діючих речовин засобів для санації молочного обладнання, проведено дослідження впливу засобів для обладнання у молочній галузі на тест-організми та розроблено критерії оцінки показників життєздатності біоти за їх дії.

Другий етап роботи – це створення екологічно безпечних мийно-дезінфікуючих засобів для санітарної обробки доїльного обладнання та молочного інвентаря, дослідження фізико-хімічних властивостей розчинів розроблених засобів, визначення бактерицидної дії щодо мікроорганізмів, які сформовані у біоплівки, оцінювання токсичності засобів щодо бджіл, риб, молюсків, плоских червів, ракоподібних та тварин; обґрунтування зниження потенційної екологічної небезпеки за відновлення і повторного використання створених засобів.

Третій етап роботи – це визначення токсичних властивостей стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм та розроблення елементу технології безпечного використання стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм.

Вивчення розчинності, концентрації водневих іонів, поверхневого натягу, змочуваності, піноутворюючої здатності, мийного ефекту та корозійної активності розчинів засобів Санімол Л і Санімол К проводили згідно з загальноприйнятими вимогами (Перкій, 2012; Моткалюк, 2013). Визначення бактерицидної концентрації мийно-дезінфікуючих засобів проводили з використанням тест-культур *Escherichia coli* № 078, *Staphylococcus aureus* № 209-Р, *Streptococcus agalactiae* та *Pseudomonas aeruginosa* № 27.99, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus* ATCC 11778. Додатково культури пройшли випробування на стійкість до температури, фенолу та хлораміну згідно з загальноприйнятими методами (Якубчак та ін., 2005; Перкій, 2012). Визначення щільності утворених мікробних біоплівок та їх чутливість до мийно-дезінфікуючих засобів проводили за мікрометодом (Stepanovic, 2000).

Визначення впливу мийно-дезінфікуючих засобів для санітарної обробки доїльного обладнання та стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм на ріст кукурудзи (*Zea mays L.*) проводили згідно з ISO 11269-1:2012.

Токсичність мийно-дезінфікуючих засобів для наземних визначали на бджолах (Medrzycki, 2013).

Дослідження гострої токсичності мийно-дезінфікуючих засобів на інфузоріях (*Tetrahimena piriformis*) проводили згідно з КНД 211.1.4.059-97. Вплив мийно-дезінфікуючих засобів та стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм на *Daphnia magna* визначали згідно ДСТУ 4173:2003 і ISO 10706:2000. Під час випробувань на молюсках *Lymnaea stagnalis*, плоских червах турбелляріях *Dendrocoelum lacteum* та рибах *Poecilia reticulata* мийно-дезінфікуючі засоби додавали в акваріуми одноразово на початку експерименту та спостерігали за реакцією досліджуваних гідробіонтів (Амосова, 2014; Lysytsya, 2017).

Токсикологічні дослідження мийно-дезінфікуючих засобів Санімол Л і Санімол К проводили згідно з загальноприйнятими методами (Высоцкий и др., 2007). Гостру токсичність засобів Санімол Л і Санімол К та їх робочих розчинів досліджували на білих нелінійних щурах віком 2–3 місяці, масою 170–180 г.

(Коцюмбас та ін., 2017). Дослідження шкірно-подразнюючої дії засобів Санімол Л і Санімол К та їх робочих розчинів проводили на кролях (Панько та ін., 2012). Вивчення шкірно-резорбтивної дії концентрату засобів Санімол Л і Санімол К та їх робочих розчинів було проведено на білих щурах (Коцюмбас та ін., 2018). Кумулюючі властивості засобів вивчали на білих щурах згідно з загальноприйнятими методами (Колодій, 2016; Кушнір, 2015).

Перед та після проведення санітарної обробки з внутрішньої поверхні доїльного обладнання та молочного інвентаря відбирали змиви для мікробіологічних досліджень і проби збірного молока з охолоджувача та цистерн молоковозів згідно з методичними рекомендаціями (Перкій, 2012; Якубчак та ін., 2005).

Визначення мікробного числа змивів та молока проводили чашковим методом згідно з DSTU idf100b:2003.

Відбирання проб та дослідження хімічного складу стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм проведені згідно з ДСТУ ISO 5667-10:2005, ПНД Ф 14.1:2:4.254:2009, КНД 211.1.4.021:95, КНД 211.1.4.024:95, КНД 211.1.4.043:95, ПНД Ф 14.1:2:4.277:2013, КНД 211.1.4. 023:95, МВВ №081/12-0004-01 (Рубцов, 2016; Набиванець, Сухан, Карабіна, 1996; Другов, 2000).

Токсичність стічних вод за швидкістю проростання насіння визначали згідно з СанПиН 2.1.7.573–96.

Економічну ефективність застосування засобів Санімол Л і Санімол К для санації доїльного обладнання вираховували згідно з загальноприйнятими методиками (Шатохин Ю.Е. и др., 1997).

Отримані результати досліджень обробляли статистично з використанням програм Microsoft Excel і Statistika 2006. Різницю вважали вірогідною при  $P \leq 0,05$ ,  $P \leq 0,01$  та  $P \leq 0,001$ .

## **ВПЛИВ МИЙНИХ ТА ДЕЗИНФІКУЮЧИХ ЗАСОБІВ НА МІКРООРГАНІЗМИ МОЛОЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ЕКОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЇХ ВІДПРАЦЬОВАНИХ РОЗЧИНІВ**

*Оцінювання впливу мийно-дезинфікуючих засобів на мікроорганізми молочного обладнання та контроль викидів їх відпрацьованих розчинів.* Визначено вплив мийних та дезинфікуючих засобів на мікроорганізми молочного обладнання та проведено еколого-технологічний контроль викидів їх відпрацьованих розчинів. Встановлено, що при проведенні санітарної обробки доїльного устаткування 0,5% розчином Есо Chlor та Медікарін у 0,15% концентрації за температури  $+60 \pm 5^\circ\text{C}$  знижується бактеріальна контамінація доїльного обладнання, що дозволяє одержати молоко з мікробним числом до 30 тис. КУО/см<sup>3</sup>.

Проведено еколого-технологічний контроль обсягів викидів відпрацьованих мийних та дезинфікуючих засобів (Чистюня Лимон, Дезактин, Neomoscan-Sera) в особистих господарствах населення, молочно-товарних фермах із загальним поголів'ям по 10000 корів, а також після проведення санітарної обробки 3-х пастеризаторів та 10-ти цистерн молоковозів на молокопереробному підприємстві шляхом розрахунків.

Визначено, що за використання у господарствах населення, молочно-товарних фермах з поголів'ям по 10 000 корів, а також молокопереробних підприємствах для обробки 3-х пастеризаторів та 10-ти цистерн молоковозів засобів Чистюня Лимон, Дезактин і Neomoscan-Sera найбільше у довкілля надходить хлорорганічних сполук на частку яких припадає 55,0%. Меншою мірою потрапляють фосфати, ПАР і хлорнеорганічні сполуки, що становить 18,0%, 17,0% та 10,0% відповідно. Викиди у об'єкти НПС хімічних діючих речовин цих засобів після їх застосування протягом року в сумарній кількості становлять 11,5 т/рік.

**Екологічні ризики застосування хімічних санітарних засобів для обладнання у молочній галузі.** З'ясовано, що внаслідок застосування на фермах, з поголів'ям 1 000 корів, для санітарної обробки молокопроводів і охолоджувачів молока, лужних (Eco chlor, San alkalin, Сульфохлорантин, Катрил Д, Basix, Нурроклор ED, CircoSuper AF) та кислотних засобів (San acid, Acid XD, Eco cid, Нуррацид, CircoSuper SFM) у об'єкти НПС потрапляють сполуки хлору (1 529,4 т/р), аніонні ПАР (766,5 т/р), фосфати (584,0 т/р), силікати (365,0 т/р) та катіонні ПАР (182,5 т/р), а також близько 7 026,3 т/р кислот, що може зумовлювати порушення у природних екосистемах.

Визначено, що за використання засобів Нурроклор ED і Дезмол для санітарної обробки 10-ти цистерн молоковозів упродовж року в довкілля надходять хлорвмісні речовини 1642,5 кг та 3285,0 кг відповідно. Застосування засобу Нурроклор ED дещо безпечніше, оскільки відсутнє надходження у гідросферу таких залишків мийно-дезінфікуючих засобів, зокрема фосфатів 2920,0–3650,0 кг/рік, сульфонолу 292,0–365,0 кг/рік та силікатів 4380–5475 кг/рік.

## **ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ТЕСТ-ОРГАНІЗМІВ ЗА ВПЛИВУ МИЙНО-ДЕЗІНФІКУЮЧИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОБЛАДНАННЯ У МОЛОЧНІЙ ГАЛУЗІ**

**Вплив на мікроорганізми хімічних санітарних засобів для санації обладнання молочної галузі.** Встановлено, що 0,03% розчин дезінфікуючого засобу Медікаріну та 0,3% ПзОксоній актив 150 проявляли бактерицидну дію до тест-культур мікроорганізмів, зокрема *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens* і *Enterococcus faecalis* у планктонній формі та сформованих у біоплівки за експозиції 30 хв., яка рекомендована інструкцією.

Робочі розчини засобів Чисто-пром ЛЗ, Біомол і Біолайт за експозиції 30 хв. проявляли бактерицидну дію до тест-культур мікроорганізмів, зокрема *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens* і *Enterococcus faecalis* у планктонній формі. Однак за даної експозиції всі взяті в дослід мікроорганізми, які сформовані у біоплівки проявляли резистентність до 3,0% розчину Біомол. Тест-культури мікроорганізмів: *S. aureus*, *E. coli* і *E. faecalis* у біоплівковій формі були резистентними до 2,0% розчину Чисто-пром ЛЗ. До засобу Біолайт у 3,0% концентрації виявився стійким *Enterococcus faecalis* у біоплівковій формі. Отримані дані свідчать про те, що мікроорганізми, які сформовані у біоплівки більш стійкі до дії дезінфікуючих та мийно-

дезінфікуючих засобів, що необхідно враховувати при санації технологічного устаткування.

**Вплив на сільськогосподарські рослини (*Zea mays L.*) хімічних санітарних засобів для санації обладнання молочної галузі.** Досліджено вплив на сільськогосподарські рослини (*Zea mays L.*) лужних засобів для санації технологічного обладнання молочно-товарних ферм (Дезмол, San alkalin і Basix). Доведено, що після 5-ти денного вирощування насіння *Zea mays L.*, у ґрунтах з вмістом 0,001–0,01% досліджуваних лужних засобів довжина кореня суттєво не відрізнялася від контролю. Найбільше зниження даного морфометричного показника, у середньому – на 81,0% ( $P \leq 0,001$ ) – було зафіксовано за внесення у ґрунт засобу Дезмол у кількості 0,1–1,0%. Засоби San alkalin і Basix за цих доз проявляли нижчу фітотоксичну дію у порівнянні з Дезмолем на 39,0% та 46,0% відповідно.

За вирощування насіння *Zea mays L.* у ґрунтах з вмістом 0,001% кислотних засобів (Тигма-К, CircoSuper SFM і Біолайт СТ-2) протягом 5-ти днів відбувалося збільшення довжини найдовшого кореня – до 5,3% у порівнянні з контролем. За внесення у ґрунт засобів CircoSuper SFM і Тигма-К у кількості 0,01–0,1% спостерігалось зниження довжини кореня *Zea mays L.*, у середньому на 28,0% ( $P \leq 0,001$ ) і 51,5% ( $P \leq 0,001$ ) відповідно. Найменше зниження даного морфометричного показника – на 17,5% ( $P \leq 0,001$ ) було за внесення у ґрунт засобу Біолайт СТ-2 у кількості 0,01–0,1%. Нижчі значення довжини кореня *Zea mays L.*, у середньому – на 73,0% ( $P \leq 0,001$ ) спостерігалися за внесення у ґрунт досліджуваних засобів у кількості 1,0%.

Визначено, що у ґрунті з вмістом 0,001% засобів для санації обладнання молокопереробних підприємств (Деозан Деоген, ПЗ-гіпохлоран і Медікарін) через 5 діб вирощування *Zea mays L.* спостерігалось збільшення довжини її кореня, у середньому – на 8,7%. За вмісту у ґрунті 0,01% засобів зниження довжини кореня становило 10,7%. При забрудненні ґрунту у кількості 0,1–1,0% засобом Медікарін відбувалося зниження довжини кореня *Zea mays L.* – на 81,5% ( $P \leq 0,001$ ) у порівнянні з контролем. Нижчі значення цього морфометричного показника спостерігали за вмісту у ґрунті 0,1–1,0% засобів Деозан Деоген і ПЗ-гіпохлоран – на 41,5% ( $P \leq 0,001$ ) і 31,0 ( $P \leq 0,001$ ) відповідно.

**Вплив сануючих засобів для обладнання у молочної галузі на хребетних (водних) та безхребетних (водних і наземних).** У результаті проведених досліджень впливу лужних засобів для санації молочногo обладнання (Дезмол, San alkalin і Basix) на рівень життєздатності хребетних (водних) та безхребетних (водних і наземних) встановлено, що за 0,001% концентрації розчинів засобу Basix виживаність *Tetrahimena pyriformis* упродовж однієї доби зменшилася на 15,0%, водних хребетних (*Poecilia reticulata*) і безхребетних (*Lymnaea stagnalis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Daphnia magna*) – 39,5% у порівнянні з контролем. Засоби San alkalin і Дезмол за такої ж концентрації та експозиції спричиняли зниження виживаності *Tetrahimena pyriformis* – у середньому на 30,0% та водних хребетних і безхребетних – 48,5%. Із збільшенням концентрації досліджуваних засобів до 0,01% відбувається зменшення виживаності *Tetrahimena pyriformis* на 38,0% і водних хребетних та безхребетних – 96,0%. Усі досліджувані засоби у 0,1% і 1,0% концентраціях за

експозиції 24 год проявляли летальний ефект на водних хребетних та безхребетних і здебільшого щодо найпростіших.

За 0,001–0,01% концентрацій досліджуваних сануючих засобів протягом 15 діб виживаність наземних безхребетних (*Apis mellifera*) була аналогічна, як у контролі. За впливу 0,1–1,0% розчинів засобу Basix при подібній експозиції їх кількість зменшилася на 11,0%. Засоби San alkalin і Дезмол за 0,1–1,0% концентрацій протягом 15-ти діб спричиняли 16,3% смертність наземних безхребетних.

Проведено визначення впливу кислотних засобів для санації молочного обладнання (Тигма-К, CircoSuper SFM і Біолайт СТ-2) на рівень життєздатності тест-організмів. Встановлено, що за 0,001% концентрації розчину засобу Біолайт СТ-2 виживаність найпростіших (*Tetrahimena pyriformis*) упродовж однієї доби була аналогічна контролю. Проте життєздатність водних хребетних та безхребетних (*Lymnaea stagnalis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Daphnia magna*) за таких умов зменшувалася на 38,3%. Засоби CircoSuper SFM і Тигма-К за концентрації 0,001% та експозиції 24 год. спричиняли зменшення виживаності найпростіших, водних хребетних та безхребетних на 37,0% і 46,6% відповідно. За концентрацій 0,01% і такої ж експозиції досліджувані засоби спричиняли смертність *Tetrahimena pyriformis* – 33,0%, водних хребетних та безхребетних – 78,3%. 0,1–1,0% концентрації засобів упродовж доби зменшували кількість *Tetrahimena pyriformis* на 78,2% та викликали стовідсоткову загибель водних хребетних та безхребетних.

Концентрації досліджуваних кислотних засобів 0,001–0,01% не викликали загибель наземних безхребетних (*Apis mellifera*) упродовж 15 діб. Із збільшенням концентрації до 0,1% за цієї ж експозиції їх летальність була, у середньому, 5,3%. За концентрації засобів 1,0% та експозиції 15 діб відбувалося збільшення смертності наземних безхребетних до 18,6%.

Досліджено вплив засобів для санації обладнання молокопереробних підприємств (Медікарін, Деозан Деоген і ПЗ-гіпохлоран) на життєздатність тест-організмів. Доведено, що 0,001–0,01% розчини засобу ПЗ-гіпохлоран протягом 24 год. спричиняли меншу загибель найпростіших, водних хребетних (*Poecilia reticulata*) та безхребетних (*Lymnaea stagnalis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Daphnia magna*) – у середньому на 7,1% і 12,7% у порівнянні з Деозан Деоген та Медікарін. 0,1–1,0% розчини засобу ПЗ-гіпохлоран впродовж 24 год. знижували рівень життєздатності *Tetrahimena pyriformis* до 70,0%. Засоби Деозан Деоген і Медікарін за таких умов спричиняли більшу загибель *Tetrahimena pyriformis* на 15,0% і 30,0% відповідно, відносно ПЗ-гіпохлорану. Водночас всі досліджувані засоби за 0,1–1,0% концентрацій та експозиції 24 год. проявляли летальний ефект для водних хребетних та безхребетних.

Найбільша смертність *Apis mellifera* спостерігалася за впливу 0,1–1,0% розчинів засобу Медікарін упродовж 15-ти діб та становила – 18,5%. Засоби Деозан Деоген і ПЗ-гіпохлоран за таких концентрацій і експозиції викликали меншу смертність *Apis mellifera* на – 4,0 і 7,0% відповідно у порівнянні з Медікаріном. Водночас всі досліджувані засоби у концентраціях 0,001–0,01% не спричиняли смертності *Apis mellifera*.

**Критерії оцінки показників життєздатності біоти за впливу засобів для санації молочного обладнання.** На сьогодні у науковій літературі відсутні критерії оцінки показників життєздатності біоти за впливу засобів для санації молочного обладнання. З огляду на це на основі результатів багатократних власних досліджень екотоксичності сануючих засобів сформульовано критерії оцінки життєздатності тест-організмів: *високий* (засоби внаслідок впливу яких у 0,001–1,0% концентраціях спостерігається: виживаність водних хребетних (*Poecilia reticulata*) і безхребетних (*Lymnaea stagnalis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Daphnia magna*, *Tetrahymina pyriformis*) упродовж однієї доби більше 22,0%, наземних безхребетних (*Apis mellifera*) протягом 15-ти діб понад 80,0% та затримка росту кореня сільськогосподарських рослин (*Zea mays L.*) до 20,0%), *середній* (за дії засобів у 0,001–1,0% концентраціях відбувається: виживаність водних хребетних і безхребетних упродовж однієї доби від 12,0% до 22,0%, наземних безхребетних протягом 15 діб від 70,0% до 80,0% та затримка росту кореня сільськогосподарських рослин від 20,0% до 50,0%) і *низький* (засоби за впливу яких у 0,001–1,0% концентраціях виживаність водних хребетних і безхребетних упродовж однієї доби становить до 12,0%, наземних безхребетних протягом 15 діб менше 70,0% та затримка росту кореня сільськогосподарських рослин більше ніж 50,0%) (табл. 1).

Таблиця 1

**Критерії оцінки життєздатності тест-організмів за впливу засобів для санації молочного обладнання**

Тест-об'єкт	Концентрація розчину, %	Період спостереження, діб	Вживаність, %	Показники життєздатності
<i>T. pyriformis</i>	0,1	1	≥35	високий
			до 35	середній
			≤20	низький
<i>D. magna</i>	0,001	1	≥45	високий
			до 45	середній
			≤25	низький
<i>L. stagnalis</i>	0,01	1	≥15	високий
			до 15	середній
			≤8	низький
<i>D. lacteum</i>	0,01	1	≥8	високий
			до 8	середній
			≤4	низький
<i>P. reticulata</i>	0,001	1	≥6	високий
			до 6	середній
			≤3	низький
<i>A. mellifera L.</i>	1,0	15	≥80	високий
			до 80	середній
			≤70	низький
<i>Z. mays L.</i>	0,1% <sup>+</sup>	5	≤20 <sup>++</sup>	високий
			до50 <sup>++</sup>	середній
			≥50 <sup>++</sup>	низький

**Примітка:** <sup>+</sup> – вміст засобів у ґрунті; <sup>++</sup> – зниження довжини кореня, %

Для зниження рівня шкідливих викидів відпрацьованих сануючих засобів необхідно зменшувати та поступово припиняти використання засобів з середньою та високою дією на показники життєздатності тест-організмів. У технологіях екологічно безпечного виробництва молока можуть бути допущені засоби за впливу яких спостерігається високий рівень життєздатності тест-об'єктів.

Отже, критерії оцінки життєздатності тест-організмів дозволять проводити контроль засобів, які придатні у екологічно безпечному виробництві молока.

### **ЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ МИЙНО-ДЕЗІНФІКУЮЧИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ МОЛОЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

*Екологічні особливості підбору хімічних речовин для створення лужного та кислотного мийно-дезінфікуючих засобів.* Вивчення сумісності мийної складової з дезінфікуючими речовинами, для попередження можливої нейтралізації їх позитивних властивостей в результаті хімічної взаємодії є важливим елементом при створенні засобів санації молочного обладнання. У зв'язку з цим, вивчали бактерицидні та мийні властивості окремо дезінфікуючих речовин – суміші катіонних поверхнево-активних речовин (ПАР), мийної складової (луг, комплексон, інгібітор корозії) та дезінфікуючих речовини з мийною складовою. В процесі проведених досліджень встановлено, що при поєднанні суміші катіонних ПАР та мийної складової в заданих концентраціях зростала бактерицидна активність та проявлявся підвищений мийний ефект.

Створена композиція має назву – Санімол Л. За зовнішнім виглядом – це прозора з жовтим відтінком рідина, за хімічним складом – водний розчин суміші катіонних ПАР – 4,0%, луку – 7,0%, комплексону – 0,6% та інгібітора корозії – 3,5%. Даний засіб за температури +20 та +50°C добре розчинявся у воді. Катіонні ПАР, які входять у склад даного засобу більше ніж на 90% біологічно розкладаються (метод OECD), що відповідає вимогам ЄС.

Санімол К – складається з органічних (оцтова – 30,0% та лимонна – 20,0%) кислот, які при попаданні у об'єкти НПС розкладаються на безпечні компоненти. За зовнішнім виглядом – це прозора безбарвна рідина.

*Екологічне обґрунтування створення лужного і кислотного мийно-дезінфікуючих засобів для молочного обладнання.* На основі проведених порівняльних досліджень фітотоксичності діючих речовин у склад лужного та кислотного засобів були підібрані речовини з низькою фітотоксичною дією (зниження довжини кореня сільськогосподарських рослин до 23,0% за вмісту у ґрунті 1000,0 мг/кг діючих речовин).

Досліджували створені лужний та кислотний мийно-дезінфікуючі засоби для молочного обладнання за температури їх розчинів +50–60°C.

Доведено, що розчин засобу Санімол Л у 0,25% концентрації (за температур +50–60°C) проявляв бактерицидну дію щодо *Staphylococcus aureus* та *Streptococcus agalactiae* уже протягом 2 хв., але не інактивував *Escherichia coli* та *Pseudomonas aeruginosa*. Відсутність росту *Escherichia coli* та

*Pseudomonas aeruginosa* відмічали за концентрації 0,5% та експозиції – 2 хв. Бактерицидна дія 0,5% розчину засобу Санімол Л є аналогічною як у засобу CircoSuper AF, але кращою, ніж у засобів Дезмол і Сульфохлорантин (табл. 2).

Таблиця 2

**Бактерицидна дія лужних мийно-дезінфікуючих засобів,  
n=20**

Назва засобу	Концентрація, %	Тест-культури											
		<i>Staphylococcus aureus</i>			<i>Escherichia coli</i>			<i>Streptococcus agalactiae</i>			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		
		Експозиція, хв.											
		2	5	20	2	5	20	2	5	20	2	5	20
CircoSuper AF	0,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Сульфохлорантин	0,3	+	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–
Дезмол	0,5	+	+	–	+	+	–	+	–	–	+	+	–
Санімол Л	0,25	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–
	0,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	1,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Контроль: дистильована вода		+			+			+			+		

**Примітка:** «+» – наявний ріст тест-культур мікроорганізмів; «–» – відсутній ріст

Бактерицидну активність кислотного засобу Санімол К щодо бактерій *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus agalactiae* і *Pseudomonas aeruginosa* вивчали в порівнянні з засобами Сідмакс та КМС за температури розчинів +50–60°C (табл. 3).

Таблиця 3

**Бактерицидна дія кислотних мийно-дезінфікуючих засобів,  
n = 20**

Назва засобу	Концентрація, %	Тест-культури											
		<i>Staphylococcus aureus</i>			<i>Escherichia coli</i>			<i>Streptococcus agalactiae</i>			<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		
		експозиція, хвилин											
		2	5	20	2	5	20	2	5	20	2	5	20
Сідмакс	0,5	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–
	1,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
КМС	0,5	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	+	–
	1,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Санімол К	0,5	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–
	1,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Контроль: дистильована вода		+			+			+			+		

**Примітка:** «+» – наявний ріст тест-культур мікроорганізмів; «–» – відсутній ріст

Визначено, що 0,5% розчин засобу Санімол К інактивував бактерії *Staphylococcus aureus* та *Streptococcus agalactiae* уже протягом 2 хв., але не проявляв бактерицидної дії до мікроорганізмів *Escherichia coli* і *Pseudomonas aeruginosa*. Відсутність росту даних культури відмічали за експозиції 5 хв. Засіб



Сідмакс, КМС та СанімоЛ К в 1,0% концентрації проявляли бактерицидну дію до всіх тест-культур мікроорганізмів уже протягом 2 хв. Бактерицидна дія 0,5% і 1,0% розчинів засобу СанімоЛ К є дещо кращою порівняно з засобом КМС та аналогічною засобу Сідмакс.

Отже, встановлено, що концентрація розчинів створеного лужного засобу СанімоЛ Л для санітарної обробки доїльного обладнання та молочного інвентаря повинна бути не менше 0,25%, а кислотного – 0,5%.

Визначено, що засіб СанімоЛ Л в концентраціях 0,5% проявляв бактерицидну дію до *Bacillus subtilis* та *Bacillus cereus* за експозиції 30 хв, а 1,0% розчин цього засобу інактивував дані мікроорганізми протягом 5 хв. Засіб СанімоЛ К проявляв бактерицидну дію до *Bacillus subtilis* і *Bacillus cereus* починаючи з 1,0% концентрації за експозиції 30 хв. В той же час 2,0% розчин даного засобу знезаражував *Bacillus subtilis* та *Bacillus cereus* упродовж 5 хв.

Досліджено бактерицидну дію лужних мийно-дезінфікуючих засобів на мікроорганізми у планктонній формі та мікроорганізми біоплівки (табл. 4).

Таблиця 4

**Бактерицидна дія лужних мийно-дезінфікуючих засобів на мікроорганізми, які сформовані у біоплівки, n=11**

Рід, вид бактерій	Бактерії	Кількість бактерій, тис. у 1,0 см <sup>3</sup>			
		Контроль	СанімоЛ Л	CircoSuper AF	Сульфо-хлорантин
<i>Staphylococcus aureus</i>	планкт.	10000	0	0	0
	біоплівка	250000±10485	0,043±0,002*	0,36±0,01*	0,73±0,03*
<i>Streptococcus agalactiae</i>	планкт.	10000	0	0	0
	біоплівка	290±14	0,004±0,0002*	0,14±0,006*	0,26±0,01*
<i>Micrococcus spp.</i>	планкт.	10000	0	0	0
	біоплівка	4100±171	0,21±0,01*	0,11±0,005*	0,24±0,01*
<i>Enterococcus spp.</i>	планкт.	10000	0	0	0
	біоплівка	42000±1763	0,73±0,04*	0,28±0,01*	0,39±0,02*
<i>Lactobacillus spp.</i>	планкт.	10000	0	0	0
	біоплівка	930±39	0,038±0,002*	0,076±0,004*	0,082±0,003*
<i>Escherichia coli</i>	планкт.	10000	0	0	0
	біоплівка	360000±15112	0,13±0,007*	0,47±0,02*	0,61±0,04*
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	планкт.	10000	0	5,6±0,23*	6,7±0,29*
	біоплівка	490±21	2,3±0,1*	6,8±0,31*	7,3±0,34*
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	планкт.	10000	0	0	0
	біоплівка	300±12	0	0,004±0,0002*	0,006±0,0003*
<i>Alcaligenes spp.</i>	планкт.	10000	0	0	0
	біоплівка	51000±2139	1,6±0,09*	6,7±0,28*	7,2±0,32*

**Примітка:** \* – (P<0,001) – щодо контролю

Визначено, що всі робочі розчини досліджуваних лужних мийно-дезінфікуючих засобів проявляли бактерицидну дію до більшості досліджуваних тест-культур мікроорганізмів у планктонній формі, окрім *Pseudomonas aeruginosa*. Мікроорганізми, які сформовані у біоплівки проявляли

резистентність до даних засобів (виділяли від 0,04 до 7,3 тис. КУО у 1,0 см<sup>3</sup> змиву) ( $P \leq 0,001$ ).

Проведено дослідження впливу кислотних мийно-дезінфікуючих засобів на мікроорганізми, які перебувають у планктонному стані та у сформованих біоплівках (табл. 5).

Таблиця 5

**Бактерицидна дія кислотних мийно-дезінфікуючих засобів на мікроорганізми, які сформовані у біоплівки, n=14**

Рід, вид бактерій	Бактерії	Кількість бактерій, тис. у 1,0 см <sup>3</sup>			
		Контроль	Санітол К	Сідмакс	КМС
<i>Staphylococcus aureus</i>	планкт.	10000	0,13±0,005*	0,14±0,01*	0,16±0,007*
	біоплівка	21000±8815	120±5,59*	125±6,2*	140±6,85*
<i>Streptococcus agalactiae</i>	планкт.	10000	0,34±0,01*	0,32±0,02*	0,39±0,02*
	біоплівка	320±14	11±0,46*	12±0,59*	16±0,79*
<i>Micrococcus spp.</i>	планкт.	10000	0,04±0,0002*	0,006±0,0002*	0,008±0,0003*
	біоплівка	4300±207	6,9±0,28*	7,4±0,37*	7,5±0,31*
<i>Enterococcus spp.</i>	планкт.	10000	0,25±0,01*	0,27±0,01*	0,29±0,01*
	біоплівка	39000±1892	86±3,94*	82±4,05*	87±4,28*
<i>Lactobacillus spp.</i>	планкт.	10000	1,4±0,06*	1,2±0,05*	1,6±0,07*
	біоплівка	820±35	2,1±0,08*	1,8±0,09*	2,3±0,09*
<i>Escherichia coli</i>	планкт.	10000	0	0	0
	біоплівка	410000±17203	8,2±0,32*	8,4±0,35*	8,7±0,35*
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	планкт.	10000	1,9±0,07*	2,1±0,09*	2,4±0,13*
	біоплівка	530±26	2,2±0,11*	2,3±0,12*	2,6±0,15*
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	планкт.	10000	0	0	0
	біоплівка	310±12	0,39±0,02*	0,38±0,02*	0,45±0,02*
<i>Alcaligenes spp.</i>	планкт.	10000	0	0	0
	біоплівка	46000±1925	9,6±0,46*	9,4±0,39*	10,1±0,42*

**Примітка:** \* – ( $P \leq 0,001$ ) – щодо контролю

З'ясовано, що кислотні мийно-дезінфікуючі засоби проявляли бактерицидну дію до таких планктонних мікроорганізмів як *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens* і *Alcaligenes spp.* В той же час інші планктонні бактерії були стійкішими до даних засобів, їх кількість коливалася в межах від 40 до 2 400 КУО в 1,0 см<sup>3</sup> зависі ( $P \leq 0,001$ ).

Доведено, що кислотні засоби (Санітол К, Сідмакс і КМС) мали менший бактерицидний вплив на мікроорганізми, оскільки їх основне призначення – руйнування молочного каменю. В той же час, кислотні засоби проявляли найкращу здатність руйнувати мікробні біоплівки утворені *Pseudomonas aeruginosa*, порівняно з лужним дезінфікуючим засобом Санітол Л. Тому для ефективного зменшення кількості мікробних біоплівок на внутрішніх поверхнях доїльного обладнання та молочного інвентаря необхідно проводити санітарну обробку, чергуючи застосування лужних і кислотних мийно-дезінфікуючих засобів.

Здійснено дослідження з визначення адаптації бактерій *Escherichia coli* і *Staphylococcus aureus* до розчинів мийно-дезінфікуючих засобів Санітол Л і

СанімоЛ К. За дії суббактерицидної концентрації 0,05% засобу СанімоЛ Л щодо бактерій *Escherichia coli* відмічали відсутність їх росту протягом 34 діб пересіву. Тобто, через 34 доби відбулась адаптація тест-культури *Escherichia coli* до 0,05% концентрації засобу. До 0,06% концентрації засобу адаптація *Escherichia coli* тривала 46 діб. Збільшення концентрації засобу до 0,07% і проведення повторних пересівів культури *Escherichia coli* за цієї концентрації СанімоЛу Л протягом 62 діб забезпечувало повне інгібування тест-культури. Повторне визначення бактерицидної концентрації робочого розчину засобу СанімоЛ Л через 143 доби пересіву за суббактерицидної концентрації до тест-культур не виявило росту мікроорганізмів. Це вказує на те, що бактерії *Escherichia coli* не здатні до адаптації до розчинів засобу СанімоЛ Л.

Відсутність росту бактерій *Staphylococcus aureus* за суббактерицидної 0,03% концентрації засобу СанімоЛ Л спостерігали протягом 45 діб. При підвищенні концентрації засобу на 0,01% і повторних пересівах протягом 48 діб – росту культур *Staphylococcus aureus* не відмічали. За наступного пересівання через 94 доби – збільшення мінімальної бактерицидної концентрації не виявлено.

За дії суббактерицидної концентрації 0,1% засобу СанімоЛ К щодо бактерій *Escherichia coli* відсутність росту відзначали протягом 28 діб пересіву. Тобто через 28 днів відбулась адаптація тест-культури *Escherichia coli* до 0,1% концентрації засобу. До 0,11% концентрації засобу адаптація *Escherichia coli* тривала 37 діб. Збільшення концентрації засобу до 0,12% і проведення повторних пересівів культури *Escherichia coli* за цієї концентрації СанімоЛу К протягом 65 діб забезпечувало повне інгібування тест-культури. Повторне визначення бактерицидної концентрації засобу СанімоЛ К через 132 доби пересівів за суббактерицидної концентрації до тест-культур не виявило росту та не спостерігали збільшення концентрації. Це вказує на те, що бактерії *Escherichia coli* не здатні до адаптації до розчинів засобу СанімоЛ К.

Відсутність росту бактерій *Staphylococcus aureus* за суббактерицидної 0,05% концентрації засобу СанімоЛ К спостерігали протягом 41 доби. При підвищенні концентрації засобу на 0,01% і повторних пересівах протягом 54 діб – росту культур *Staphylococcus aureus* не відмічали, через 97 діб – збільшення мінімальної бактерицидної концентрації також не виявлено.

Таким чином, доведено, що засоби СанімоЛ Л і СанімоЛ К мають здатність до довготривалого застосування для санітарної обробки обладнання молочної галузі, оскільки бактерії *Escherichia coli* та *Staphylococcus aureus* не пристосовуються до робочих розчинів цих засобів.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТОКСИЧНОСТІ ЗАСОБІВ САНІМОЛ Л ТА САНІМОЛ К**

**Дослідження токсикологічної дії засобів СанімоЛ Л та СанімоЛ К на ссавців.** Дослідження гострої токсичності засобів СанімоЛ Л та СанімоЛ К проводили на лабораторних об'єктах – білих щурах (*Rattus norvegicus var. alba*) з дотриманням біоетичних норм.

Визначено, що застосування 1,5% робочого розчину лужного мийно-дезінфікуючого засобу СанімоЛ Л при дослідженні параметрів гострої

токсичності за внутрішньошлункового введення *Rattus norvegicus var. alba* не призводило до загибелі лабораторних тварин. Доведено, що цей робочий розчин засобу належить до 4-го класу токсичності (мало токсичні речовини), а LD<sub>50</sub> є більшою 24 900,0 мг/кг (25,0 мл/кг) маси тіла.

За дослідження нативного засобу (за дози 0,32 мл/кг) при визначенні гострої токсичності загибелі лабораторних тварин не спостерігали, але виявлено загибель всіх *Rattus norvegicus var. alba* при дозах 7,5 мл/кг, 10,0 та 12,5 мл/кг нативного засобу Саніمول Л.

Визначено, що концентрований лужний мийно-дезінфікуючий засіб Саніمول Л при внутрішньошлунковому введенні лабораторним тваринам (*Rattus norvegicus var. alba*) належить до 3 класу токсичності (помірно токсичні речовини), а LD<sub>50</sub> даного засобу становить в середньому 2 797 мг/кг.

Дослідження 0,5% розчину Саніمول К за внутрішньошлункового введення *Rattus norvegicus var. alba* виявило, що засіб належить до IV класу токсичності (малотоксичні речовини), а DL<sub>50</sub> є більшою 10 000 мг/кг маси тіла.

При проведенні орієнтовного етапу дослідження гострої токсичності засобу Саніمول К за дози 3000 мг/кг загибелі *Rattus norvegicus var. alba* не виявлено, за дози 6000 мг/кг спостерігали загибель 100% тварин.

Визначено, що концентрований кислотний мийно-дезінфікуючий засіб Саніمول К при внутрішньошлунковому введенні лабораторним тваринам (*Rattus norvegicus var. alba*), згідно СОУ 85.2-37-736:2011, належить до 3 класу токсичності (помірнотоксичні речовини). LD<sub>50</sub> даного засобу становить 3 981 мг/кг маси тіла.

Дослідження місцевої подразнюючої дії (шкірних покривів) 1,5% розчином Саніمول Л кролів (*Lepus cuniculus domesticus*), двічі з інтервалом 21 день, визначили, що візуальних змін з боку шкірного покриву не спостерігали. Нанесення 0,5% робочого розчину Саніمول К на шкірний покрив кролів, не спричиняло візуальних змін. Таким чином, встановлено, що робочі розчини засобів Саніمول Л та Саніمول К не викликають подразнюючої дії при нанесенні на шкіру.

При одноразовому нанесенні концентрату лужного засобу Саніمول Л на шкірні покриви *Lepus cuniculus domesticus* встановлено, що, на 1-шу добу спостерігали сухість і набряк шкіри; на 3 – утворення струпів з послідовним почервонінням; 10 – гіперемії шкірних покривів не відмічалось, а на 17 добу на межі нанесення знаходилися незначні ділянки зі струпами. Повне відновлення покривів спостерігали на 19-ту добу після аплікації мийно-дезінфікуючого засобу.

Одноразове нанесення концентрованого кислотного засобу Саніمول К на шкірні покриви *Lepus cuniculus domesticus* протягом першої доби спричиняло їх сухість і набряк. Дані симптоми зникали на 2-у добу досліджень. Ділянки аплікації повністю відновлювалися та візуально не відрізнялися від контрольної на 4-у добу досліджень.

Таким чином, встановлено, що концентрати засобів Саніمول Л і Саніمول К викликають подразнюючу дію шкірного покриву.

Дослідження подразнюючої дії слизової оболонки ока *Lepus cuniculus domesticus* 1,5% розчином Саніمول Л показало, що даний розчин не викликає

подразнюючої дії навіть через 24–48 годин. Подібні дослідження 0,5% розчину Санімол К також подразнюючої дії не виявив.

При нанесенні концентрату Санімол Л та Санімол К на кон'юнктиву ока, виявило гіперемію, набряк повік та наявність виділень (7 балів) через 24–48 годин, яка поступово проходить на 13-ту добу після аплікації.

При дослідженні шкірно-резорптивної дії 1,5% розчину Санімол Л і 0,5% розчин Санімол К протягом 4 годин візуальних змін з боку шкірного покриву не спостерігали. Разом з тим концентрат цих засобів проявляв сильну подразнюючу дію. В той же час кількість досліджуваних розчинів не зменшувалася, що свідчить про відсутність резорбції.

Дослідження кумулятивних властивостей засобів проводили 24 доби. Визначено, що сумарно введена середня доза лужного мийно-дезінфікуючого засобу за період досліду на одного білого щура (*Rattus norvegicus* var. *alba*) становила 23 016,4 мг/кг. Внутрішньошлункове введення лужного засобу у вигляді водного розчину *Rattus norvegicus* var. *alba* починали з дози 280,3 мг/кг, яка відповідно становила 1/10 від раніше встановленої одноразової дози DL<sub>50</sub>. Через кожні 4 доби дозу препарату збільшували у 1,5 рази. Отже, встановлено, що коефіцієнт кумуляції становить 8,2 одиниці, що свідчить про слабо виражену кумулятивну дію (Ф. 6.1)

$$K_{\text{кум}} = DL_{50 \cdot n} : DL_{50 \cdot 1} = 5826,1 : 2803 = 8,2 \quad (6.1)$$

Дослідження кумулятивних властивостей кислотного мийно-дезінфікуючого засобу Санімол К показало, що середня доза засобу становила 1400,1 мг/кг. Коефіцієнт кумуляції складав 8,3 одиниці, що також свідчить про слабо виражену кумулятивну дію засобу (Ф. 6.2).

$$K_{\text{кум}} = DL_{50 \cdot n} : DL_{50 \cdot 1} = 33602,4 : 4042 = 8,3 \quad (6.2)$$

Отже, дія робочих розчинів засобів Санімол Л та Санімол К на ссавців не токсична, разом з тим концентрати цих засобів є токсичними та викликають подразнюючу дію шкірних покривів та слизових оболонок теплокровних організмів.

**Визначення впливу засобів Санімол Л та Санімол К на хребетних (водних) та безхребетних (водних і наземних).** Було визначено, що порогова концентрація в сиропі, яка може викликати незначну загибель наземних безхребетних (*Apis mellifera*), співрозмірну з контрольною групою, для засобу Санімол Л становить 1,0% (або 10,0 г/л), для засобу Санімол К – 1,5% (або 15,0 г/л). Засіб Санімол Л за дози 1,0% та Санімол К – 1,5% суттєво не впливають на *Apis mellifera*. Для санітарної обробки доїльного обладнання та молочного інвентаря рекомендовано використовувати 0,5–1,0% розчини цих засобів. Тобто, при можливому потраплянні відпрацьованих розчинів в екосистеми прогноз для наземних безхребетних в цілому позитивний. Контрольні засоби CircoSuper AF і Сідмакс в діючих концентраціях більш токсичні для *Apis mellifera* (на 11,2% і 10,1% відповідно).

Визначено, що у 1,0% концентрації засіб Санімол Л спричиняв зменшення чисельності найпростіших (*Tetrahimena pyriformis*) та їх активності упродовж першої хвилини. Засоби CircoSuper AF, Санімол К і Сідмакс за цей

час викликали загибель всіх найпростіших. За 0,1% загибель *Tetrahimena pyriformis* наставала через 4 год. Найбільш токсичними виявилися засоби CircoSuper AF і Сідмакс, загибель одноклітинних наставала вже упродовж перших 5–10 хв.

Визначено, що засоби Санімол Л, CircoSuper AF, Санімол К і Сідмакс у концентрації 0,1% проявляли летальний ефект щодо *Daphnia magna* починаючи з експозиції 24 год. Із зменшенням концентрації до 0,01% летальність *Daphnia magna* за експозиції 48 год. знижувалася, у середньому, на 20,0%. За концентрації 0,001% засобів та цієї експозиції відбувалося зменшення смертності *Daphnia magna* на 54,8%.

Засоби Санімол Л і Санімол К за експозиції 48 год. та концентрацій 0,01% і 0,001% спричиняли меншу смертність *Daphnia magna* на 21,1% порівняно із засобами CircoSuper AF і Сідмакс.

Проведено визначення впливу засобів Санімол Л, CircoSuper AF, Санімол К і Сідмакс на *Lymnaea stagnalis*. З'ясовано, що концентрації досліджуваних засобів 0,0001% і нижче не викликали помітних змін у поведінці *Lymnaea stagnalis* упродовж 4-х діб спостережень. На концентрацію досліджуваних засобів 0,001% *Lymnaea stagnalis* у перші години активно реагували та намагалися залишити акваріум. Упродовж наступних 2-х діб спостерігалось значне зменшення їх активності. Через 4 доби після початку досліду всі *Lymnaea stagnalis*, ще залишалися живими. Концентрація 0,01% викликала загибель від 68,0% до 86,0% *Lymnaea stagnalis* упродовж першої доби. Концентрація 0,1% спричиняла стовідсоткову загибель упродовж першої доби після внесення засобу. Встановлено, що для *L. stagnalis*  $LC_{100}$  досліджуваних засобів становить 1000 мг/л, або 0,1%, а  $LC_0$  – 100 мг/л, або 0,001%.

Досліджено, що засоби (Санімол Л, CircoSuper AF, Санімол К і Сідмакс) у концентрації 0,1% проявляли летальний ефект щодо *Dendrocoelum lacteum* починаючи з експозиції 24 год. Із зменшенням концентрації до 0,01% їх летальність знижувалася за такої ж експозиції, у середньому, на 12,0%. Концентрація засобів 0,001% не викликала загибель *Dendrocoelum lacteum* упродовж 96 год. Доведено, що для *Dendrocoelum lacteum*  $LC_{100}$  досліджуваних засобів складає 1000 мг/л, або 0,1%, а  $LC_0=1$  мг/л, або 0,001%.

Засоби Санімол Л, CircoSuper AF, Санімол К і Сідмакс у концентрації 0,01% проявляли летальний ефект щодо водних хребетних (*Poecilia reticulata*) починаючи з експозиції 24 год. Із зменшенням концентрації до 0,001% їх летальність за цієї експозиції знижувалася, у середньому, на 8,0%. Концентрація засобів 0,001% не спричиняла загибель рибок упродовж 12 діб. Визначено, що концентрації досліджуваних мийно-дезінфікуючих засобів для доїльного обладнання у воді акваріуму від 0,001% і вище є небезпечними для *Poecilia reticulata*,  $LC_{100}=10$  мг/л,  $LC_0=1$  мг/л.

Отже, засоби Санімол Л та Санімол К проявляли дещо менший негативний вплив на досліджуваних водних хребетних та безхребетних на 11,7% порівняно із засобами CircoSuper AF і Сідмакс. За попадання відпрацьованих розчинів засобів Санімол Л та Санімол К у водойми можна

спрогнозувати дещо менший негативний вплив на водних хребетних та безхребетних.

**Визначення фітотоксичної дії засобів Санімол Л та Санімол К.** Викиди відпрацьованих мийних, дезінфікуючих і мийно-дезінфікуючих засобів для доїльного обладнання та молочного інвентаря тваринницьких ферм за тривалого надходження у НПС можуть негативно впливати на стан фітоценозів. Тому пошук та застосування мийно-дезінфікуючих засобів з низьким рівнем фітотоксичності є важливим та необхідним.

Визначено, що при забрудненні ґрунтів у кількості 1,0 мг/кг, 10,0 мг/кг та 100,0 мг/кг лужними мийно-дезінфікуючими засобами CircoSuper AF, Сульфохлорантин і Санімол Л відбувалося поступове зменшення маси стебла, в середньому, на 18,8%. За вмісту в ґрунті 1000,0 мг/кг засобів CircoSuper AF і Сульфохлорантин спостерігалось зниження маси стебла кукурудзи, у середньому, на 25,0% ( $P \leq 0,001$ ) і 59,4% ( $P \leq 0,001$ ) відповідно. Найменше зниження маси стебла на 12,5% ( $P \leq 0,001$ ) було за вмісту в ґрунті 1000,0 мг/кг засобу Санімол Л.

За вмісту у ґрунті досліджуваних засобів у кількості 1,0 мг/кг, 10,0 мг/кг та 100,0 мг/кг відбувалося поступове зменшення довжини стебла, в середньому, на 15,9% порівняно з контролем. Найбільше зниження довжини стебла на 62,3% ( $P \leq 0,001$ ) було за вмісту в ґрунті 1000 мг/кг засобу Сульфохлорантин. Менше зниження даного морфометричного показника на 36,6% ( $P \leq 0,001$ ) і 16,4% ( $P \leq 0,001$ ) спостерігалось при внесенні у ґрунти 1000 мг/кг засобів CircoSuper AF та Санімол Л відповідно.

При забрудненні ґрунту засобами CircoSuper AF, Сульфохлорантин і Санімол Л у кількості 1,0 мг/кг та 100,0 мг/кг спостерігалось незначне зменшення довжини кореня, в середньому, на 6,3%. За вмісту в ґрунті 10,0 мг/кг лужних засобів відбувалося збільшення довжини найдовшого кореня кукурудзи на 8,7%, що свідчить про стимулюючий вплив на ріст кореневої системи та відсутність фітотоксичності. Забруднення ґрунтів такими засобами як CircoSuper AF та Санімол Л – 1000,0 г/кг спричинило зниження довжини найдовшого кореня на 21,7% ( $P \leq 0,001$ ) і 12,9% ( $P \leq 0,001$ ) відповідно. За вмісту в ґрунті 1000,0 мг/кг засобу Сульфохлорантин довжина найдовшого кореня знижувалася на 66,9% ( $P \leq 0,001$ ), що пов'язано з токсичною дією.

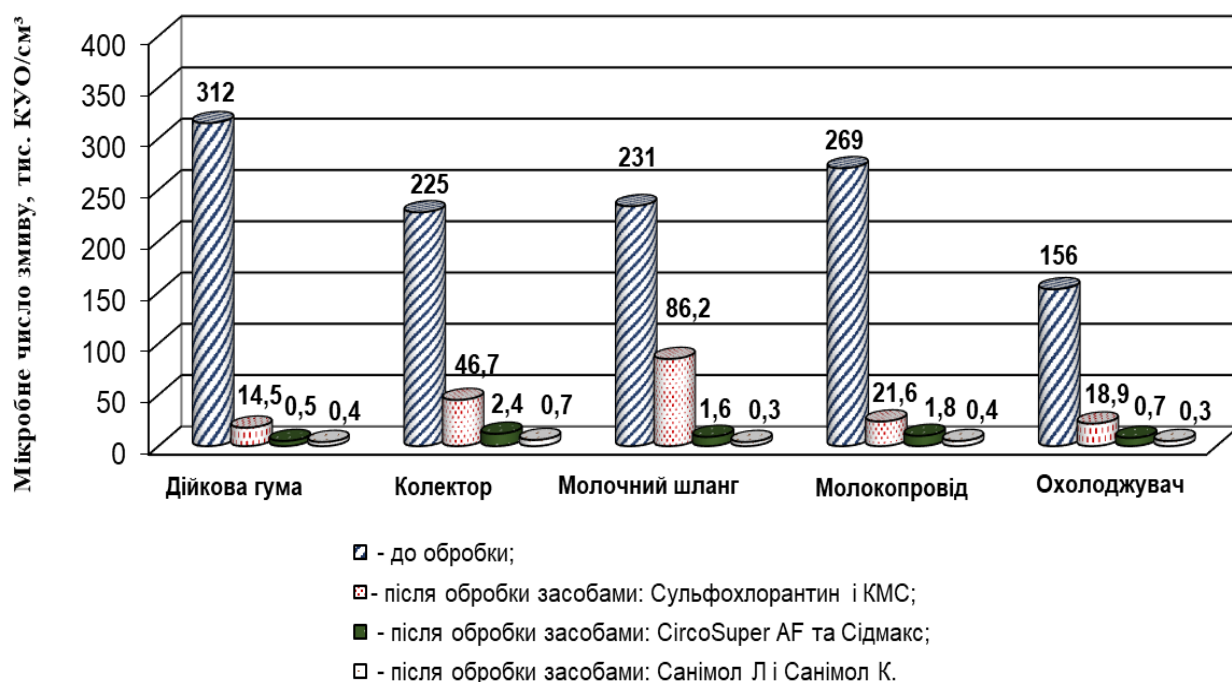
За вмісту у ґрунтах кислотних засобів Сідмакс, КМС і Санімол К у кількості 1,0 мг/кг, 10,0 мг/кг та 100,0 мг/кг відбувалося поступове зменшення маси стебла кукурудзи, в середньому, на 11,2% порівняно з контролем. Найнижче зниження маси стебла на 10,7% ( $P \leq 0,001$ ) було за вмісту в ґрунті 1000,0 мг/кг засобу Санімол К. Дещо більше зниження маси стебла кукурудзи, у середньому, на 29,9% ( $P \leq 0,001$ ) спостерігалось за вмісту в ґрунті 1000,0 мг/кг засобів Сідмакс та КМС.

Після 5-денного вирощування насіння кукурудзи, у ґрунтах з вмістом 1,0 мг/кг, 10,0 мг/кг та 100,0 мг/кг досліджуваних засобів відбувалося поступове зменшення довжини стебла кукурудзи, в середньому, на 13,4% порівняно з контролем. При внесенні у ґрунти 1000 мг/кг засобів Сідмакс, КМС і Санімол К спостерігалось зниження даного морфометричного показника, у середньому, на 40,6% ( $P \leq 0,001$ ), 29,9% ( $P \leq 0,001$ ) та 12,5% ( $P \leq 0,001$ ) відповідно.

За вмісту в ґрунтах 1,0 мг/кг, 10,0 мг/кг та 100,0 мг/кг засобів (Сідмакс, КМС і СанімоЛ К) довжина коренів була дещо нижче контролю. Це свідчить, що дані концентрації не мають фітотоксичної дії. При забрудненні ґрунту в кількості 1000 мг/кг засобами КМС і СанімоЛ К даний морфометричний показник знижувався на 24,6% ( $P \leq 0,001$ ) і 9,2% ( $P \leq 0,001$ ) відповідно. Найбільше зниження довжини коренів на 41,9% ( $P \leq 0,001$ ) було за вмісту в ґрунті 1000 мг/кг засобу Сідмакс, що свідчить про токсичність ґрунту.

Отже, розроблені мийно-дезінфікуючі засоби СанімоЛ Л і СанімоЛ К проявляють низький рівень фітотоксичності. За викидів відпрацьованих розчинів даних засобів у ґрунти можна спрогнозувати дещо зменшений негативний вплив на рослини.

**Вплив засобів СанімоЛ Л і СанімоЛ К на мікроорганізми молочного обладнання.** Експериментально встановлено (рис. 2), що початковий рівень мікробного обсіменіння доїльного обладнання коливався в межах 156–312 тис. КУО/см<sup>3</sup>. Після проведення санітарної обробки доїльного обладнання засобами Сульфохлорантин та КМС за температури робочих розчинів  $+60 \pm 5^\circ\text{C}$  мікробне число змивів зменшилося у 6,3 раза ( $P \leq 0,001$ ) і становило, в середньому, від  $14,5 \pm 2,9$  до  $86,2 \pm 6,4$  тис. КУО/см<sup>3</sup>. Ефективність санобробки, в середньому, становила 84,2%.



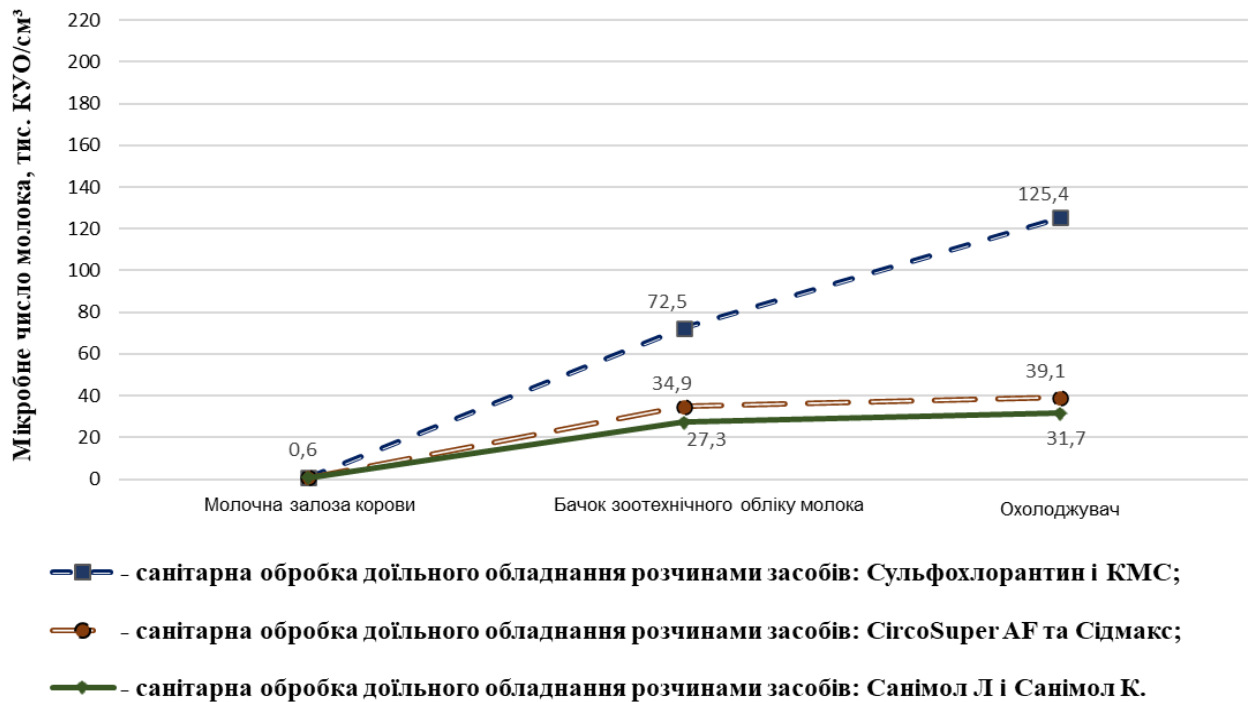
**Рис. 2 – Мікробіологічні дослідження змивів з доїльного обладнання**

Мийно-дезінфікуючі засоби: CircoSuper AF, Сідмакс, СанімоЛ Л і СанімоЛ К за температури робочих розчинів  $+60 \pm 5^\circ\text{C}$  проявляли значно кращий дезінфікуючий ефект. Санітарна обробка 0,5% розчинами засобів CircoSuper AF і Сідмакс сприяла зменшенню мікробної контамінації устаткування у 170,4 раза ( $P \leq 0,001$ ). Ефективність санітарної обробки, в середньому, була 99,4%. Після проведення санітарної обробки доїльного обладнання 0,7% розчином СанімоЛу Л та 0,5% СанімоЛу К мікробне число змивів зменшувалося у 568,1



раза ( $P \leq 0,001$ ) і становило, в середньому  $0,4 \pm 0,1$  тис. КУО/см<sup>3</sup>. Ефективність санобробки, в середньому, була 99,8%.

Результати досліджень мікробного обсіменіння одержаного молока на молочних фермах у процесі його одержання після санітарної обробки доїльного обладнання наведено на рис. 3.



**Рис. 3 – Мікробне обсіменіння молока у процесі його одержання**

По мірі надходження молока із молочної залози клінічно здорових корів до охолоджувача, мікробне число збільшувалося, оскільки кожна складова доїльного устаткування вносить певну кількість первинної мікрофлори. При використанні робочих розчинів Сульфохлорантин та КМС для санітарної обробки доїльного обладнання уміст мікроорганізмів у свіжонадоєному молоці, яке було відібране з охолоджувача становив  $125,4 \pm 10,1$  тис. КУО/см<sup>3</sup>, що відповідає вищому гатунку згідно ДСТУ 3662-97. В той же час при санітарній обробці обладнання 0,5% розчинами засобів: СісоСупер АФ та Сідмакс, а також СанімоЛ і СанімоК мікробне число молока становило  $39,1 \pm 3,5$  та  $31,7 \pm 1,9$  тис. КУО/см<sup>3</sup> відповідно, що відповідає екстра гатунку.

Отже, використання розроблених нами екологічно безпечних безхлорних засобів СанімоЛ і СанімоК для доїльних установок з молокопроводом у концентрації 0,7% та 0,5% (відповідно) за температури розчинів  $+50-60^\circ\text{C}$  і експозиції 20 хв. забезпечує належний санітарний стан їх робочих поверхонь, що дозволяє одержати молоко з мінімальним вмістом мікроорганізмів.

**Обґрунтування зниження потенційної екологічної небезпеки за відновлення і повторного використання розчинів засобів СанімоЛ та СанімоК.** У процесі проведення санітарної обробки доїльного обладнання у робочих розчинах мийно-дезінфікуючих засобів накопичуються розчинені залишки молока, від чого змінюються їх фізико-хімічні властивості та погіршується мийна здатність, що призводить до неможливого їх подальшого

використання. Вивчення можливості відновлення і повторного використання відпрацьованих розчинів засобів Санімол Л і Санімол К проводили у порівнянні з наявними на ринку України засобами, зокрема, CircoSuper AF, Сульфохлорантин, КМС та Сідмакс. Всі засоби використовували згідно з інструкцій із застосування.

Після застосування робочих розчинів досліджуваних засобів їх фільтрували за допомогою багатошарового молочного фільтра та зливали у спеціальну ємність. Перед наступним застосуванням додавали 8–10% засобу від необхідної кількості для проведення однієї санітарної обробки доїльних апаратів. Критерієм відновлення робочого розчину було рН ((0,7%) Санімол Л –  $11,37 \pm 0,15$ , (0,5%) CircoSuper AF  $11,23 \pm 0,16$ , (0,3%) Сульфохлорантин –  $11,18 \pm 0,12$ , (0,5%) Санімол К –  $2,51 \pm 0,18$ , (0,5%) Сідмакс –  $2,28 \pm 0,15$  і (0,5%) КМС –  $2,64 \pm 0,21$ ).

Санітарну обробку доїльних апаратів проводили три рази на добу, після кожного доїння корів, шляхом послідовного виконання таких операцій: ополіскування водою для видалення залишків молока за температури  $+35$ – $40^\circ\text{C}$ ; миття розчином лужного засобу за температури  $+50$ – $60^\circ\text{C}$ ; обполіскування водою за температури  $+35$ – $40^\circ\text{C}$  для видалення залишків лужного мийного засобу; застосування розчинів кислотних засобів за температури  $+50$ – $60^\circ\text{C}$ ; заключне ополіскування водою за температури  $+35$ – $40^\circ\text{C}$  для видалення залишків розчинів кислотних засобів. Змиви відбирали один раз у день після обідньої санітарної обробки.

До проведення санітарної обробки спостерігалися досить високі показники мікробної контамінації різних елементів доїльних апаратів, які становили, в середньому  $202,6$  тис. КУО/см<sup>3</sup> змиву. У першу добу після проведення санітарних обробок мікробне число було, в середньому,  $14,1 \pm 1,0$  тис. КУО/см<sup>3</sup>. При подальшому відновленні і повторному використанню робочих розчинів досліджуваних засобів для санітарної обробки доїльних апаратів мікробна контамінація їх внутрішніх поверхонь залишалася на одному рівні впродовж 5 днів. Однак починаючи з 6 доби відбувалося помутніння робочих розчинів досліджуваних засобів. Тому ми вважаємо, що вони непридатні для подальшого застосування.

Визначено, що мікробне число одержаного молока у перший день проведення санітарної обробки доїльних апаратів було, в середньому,  $51,9 \pm 4,7$  тис. КУО/см<sup>3</sup>. При подальшому повторному використанню для санітарної обробки робочих розчинів мийно-дезінфікуючих засобів мікробне обсіменінні одержуваного молока корелювало з відповідною чистотою доїльних апаратів та залишалася на одному рівні впродовж 5 днів.

За повторного використання відновлених робочих розчинів мийно-дезінфікуючих засобів впродовж 5 днів зменшується надходження їх хімічних діючих речовин у навколишнє природне середовище за рік на 80,0%.

Отже, повторне використання відновлених робочих розчинів мийно-дезінфікуючих засобів для санітарної обробки доїльних апаратів дозволяє підтримувати санітарний стан їх внутрішніх поверхонь на одному рівні впродовж 5 днів та знижує викиди відпрацьованих засобів у НПС за рік на 80,0%.

## ОЦІНЮВАННЯ ТОКСИЧНОСТІ СТІЧНИХ ВОД МОЛОЧНИХ БЛОКІВ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ ТА РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТУ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ

**Оцінювання токсичності стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм.** Встановлено, що нативні стічні води та їх розведення 1 : 1, 1 : 2 і 1 : 3 вже через 24 год. викликають загибель 100% *Daphnia magna*. Із зменшенням розведення стічних вод до 1 : 20 летальність *Daphnia magna* за експозиції 48 год. знижується на 6,0% порівняно із нативними. За розведень 1 : 40, 1 : 60 і 1 : 80 та цієї ж експозиції відбувається зменшення смертності *Daphnia magna* на 14,0%, 51,0% та 83,0% відповідно. Мінімальне розведення, при якому стічна вода не має гострої токсичної дії на досліджуваний водний тест-об'єкт, становить 1 : 100.

Наступною частиною наших досліджень було визначити фітотоксичність насіння за швидкістю його проростання. Визначено, що досліджувана стічна вода помітно впливає на проростання насіння *Hordeum vulgare L.* та *Raphanus sativus var. radiculata* лише в першу добу експерименту. Через 72 год. число пророслого насіння в досліді з нативними стічними водами і в розведенні 1 : 1 практично вирівнюється із контролем. Інгібування проростання насіння нативною стічною водою майже не проявляється і становить 1,4 (P≤0,05) і 3,3% (P≤0,05) для *Hordeum vulgare L.* і *Raphanus sativus var. radiculata* відповідно (табл. 6).

Таблиця 6

### Вплив стічної води молочного блоку на проростання насіння редиски та вівсу

Об'єкт дослідження	Насіння рослин	Кількість пророслого насіння, %		
		24 год.	48 год.	72 год.
Нативна стічна вода	<i>Hordeum vulgare L.</i>	87,6±0,2	93,4±0,3	96,9±0,4**
	<i>Raphanus sativus var. radiculata</i>	90,1±0,3	95,4±0,4	96,7±0,4**
Розведення 1 : 1	<i>Hordeum vulgare L.</i>	95,2±0,4	97,3±0,5	97,5±0,5*
	<i>Raphanus sativus var. radiculata</i>	91,5±0,3	96,9±0,3	97,2±0,5*
Контроль	<i>Hordeum vulgare L.</i>	97,2±0,5	97,4±0,5	98,3±0,5
	<i>Raphanus sativus var. radiculata</i>	96,3±0,4	98,7±0,5	100,0

**Примітка:** \*– P≤0,05; \*\*–P≤0,01– щодо контролю

Таким чином, нативні стічні води і в розведенні 1 : 1 не проявляють помітної фітотоксичної дії. Водночас очевидно, що стічні води містять речовини за дії яких відбувається пригнічення проростання насіння *Hordeum vulgare L.* і *Raphanus sativus var. radiculata* у першу добу.

Нативна стічна вода молочного блоку помітно впливає на *Zea mays L.* за вмісту її у ґрунті 1000 мг/кг. При цьому спостерігається зменшення маси стебла *Zea mays L.* на 32,5% довжини стебла на 32,8% та довжини кореня на 18,2% порівняно з контролем, що свідчить про низький рівень фітотоксичності. За

вмісту у ґрунті 1000 мг/кг розведення стічної води 1 : 1 спостерігається збільшення маси стебла на 26,9%, його довжини на 28,1% та довжини кореня на 7,5% порівняно із нативними стоками. Отже, за розведення стоків водою відбувається зниження їх токсичності.

**Екологічне обґрунтування елемента технології безпечного використання стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм.** Визначено рівень забрудненості гноєвмісних стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм (табл. 7).

Таблиця 7

**Хімічний склад стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм, мг/дм<sup>3</sup>, M±m, n=15**

Хімічний склад	Стічні води молочних блоків господарств		
	ТОВ «Агропродсервіс-інвест»	СВК «Зоря»	ТОВ «Медобори»
Завислі частинки	238,6±28,3	175,2±21,2	214,5±25,7
ХСК, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	1351,4±259,2	1255,1±223,9	1286,8±242,5
БСК <sub>повне</sub> , мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2396,2±191,7	1237,5±99,1	1716,9±137,4
Азот загальний	256,9±17,9	242,1±16,9	251,2±17,6
Фосфати	175,3±8,6	151,9±7,6	167,4±8,4
Калій	496,8±29,8	394,3±23,7	462,1±27,2
Кальцій	431,1±21,6	360,8±18,1	408,6±20,43
Магній	105,4±3,9	63,5±3,2	94,2±4,7
Хлориди	189,4±7,6	137,1±5,4	152,3±6,1
pH	8,2±0,3	7,1±0,2	7,6±0,3

Стічні води молочних блоків містять цінні органічні речовини у легкозасвоюваній формі, що необхідно для рослин. Тому нами було проведено дослідження з визначення можливості використання стічних вод молочних блоків як добрива за вирощування ріпаку озимого для переробки його на біопаливо. Для досліджень використовували озимий ріпак (*Brassica napus oleifera biennis*) сорту Дембо. Попередником була озима пшениця. Стічні води вносили у ґрунт за допомогою підживлювача-обприскувача у агрегаті з культиватором. Глибина внесення була 10–14 см, що сприяє зниженню інтенсивності виділення аміаку.

Визначено, що без внесення добрив в середньому за роки досліджень формувалася найменша врожайність насіння ріпаку озимого – 15,4 ц/га. Застосування стічних вод у кількості 500 л/га, 600 л/га та 700 л/га сприяло зростанню врожайності на 5,2% (P≤0,001), 8,4% (P≤0,001) і 9,7% (P≤0,001) відповідно. За внесення 600 л/га і 700 л/га стічних вод показники врожайності суттєво не відрізнялися. Тому для безпечного використання стічних вод молочних блоків доцільно їх вносити у ґрунти у кількості 600 л/га. Найбільша врожайність на 15,6% (P≤0,001) була за внесення у ґрунти під попередник озиму пшеницю гною у кількості 20–25 т/га та стічних вод (600 л/га перед посівом ріпака).

Встановлено, що внесення стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм у ґрунти у кількості 600 л/га перед посівом озимого ріпаку дозволяє безпечно їх використовувати. Для отримання високих показників врожайності необхідно додатково вносити органічні добрива.

Визначено загальну кількість мікроорганізмів ґрунту після внесення у нього січних вод молочно-товарних ферм. Експерименти проводили у п'яти повтореннях (табл. 8).

Таблиця 8

**Загальна кількість мікроорганізмів у ґрунті після внесення січних вод молочно-товарних ферм,  $M \pm m$ ,  $n=14$**

Дози стічних вод, л/га	Тривалість часу після внесення стоків, днів	тис. КУО в 1 г ґрунту			
		2018 р.	2019 р.	2020 р.	середнє
Контроль	–	2643,7±186,3	2612,5±176,8	2693,2±181,5	2649,8±181,5
500	12	2913,9±198,6*	2734,3±183,4*	2938,7±209,1*	2862,3±196,7*
	30	2678,2±190,4*	2645,7±178,2*	2732,9±184,6*	2685,6±184,4*
600	12	2985,6±211,9*	2803,1±187,6*	3026,4±215,8*	2938,4±205,1*
	30	2713,8±192,4*	2670,6±180,1*	2748,2±186,5*	2710,9±186,3*
700	12	3092,4±206,2*	2873,5±192,8*	3109,6±221,3*	3025,2±206,8*
	30	2735,9±187,5*	2681,2±181,4*	2756,4±192,9*	2724,5±187,3*

*Примітка:* \* $P \leq 0,001$  – вірогідність змін щодо контролю

Доведено, що у середньому за роки досліджень загальна кількість мікроорганізмів у ґрунті за проведення обліку через 12 діб після внесення січних вод молочно-товарної ферми у кількості 500 л/га перевищувала контроль – на 7,4% ( $P \leq 0,001$ ). За дози 600 л/га і 700 л/га – на 9,8% ( $P \leq 0,001$ ) та 12,4% ( $P \leq 0,001$ ) відповідно. Це пов'язано із засвоєнням мікроорганізмами легкодоступних органічних сполук стоків. Через 30 діб після внесення стічних вод кількість мікроорганізмів майже не відрізнялася від контролю.

Проведено дослідження впливу січних вод молочно-товарних ферм на загальну кількість мікробіотів ґрунту (табл. 9).

Таблиця 9

**Загальна кількість мікробіотів у ґрунті після внесення січних вод молочно-товарних ферм,  $M \pm m$ ,  $n=14$**

Дози стічних вод, л/га	Тривалість часу після внесення стоків, днів	тис. КУО в 1 г ґрунту			
		2018 р.	2019 р.	2020 р.	середнє
Контроль	–	261,5±16,3	258,7±17,2	275,8±18,1	265,3±17,2
500	12	307,9±20,6***	294,5±19,8***	329,6±22,3***	310,7±20,9***
	30	263,2±17,4	259,9±16,1	278,5±18,9*	267,2±17,5
600	12	321,4±21,8***	304,3±20,4***	345,2±23,3***	323,6±21,8***
	30	264,8±18,3*	262,1±17,6*	280,9±19,5**	269,3±18,5**
700	12	330,2±22,5***	311,7±21,3***	347,4±24,1***	329,8±22,6***
	30	267,6±19,4**	264,9±17,8**	282,6±20,3**	271,7±19,2**

*Примітка:* \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ ; \*\*\* $P \leq 0,001$  – вірогідність змін щодо контролю.

Визначено, що за внесення стоків спостерігалось зростання загальної кількості мікроміцетів. Так через 12 діб за внесення дози 500 л/га відбувалося зростання кількості мікроміцетів, у середньому – на 14,6% ( $P \leq 0,001$ ); за дози 600 л/га – на 18,0% ( $P \leq 0,001$ ); за дози 700 л/га – на 19,6% ( $P \leq 0,001$ ).

Через 30 діб після внесення стічних вод загальна кількість мікроміцетів перевищувала контроль на 1,5%. З результатів проведених досліджень видно, що січні води молочно-товарних ферм за доз 500–700 л/га не проявляють негативного впливу на мікробіоту ґрунтів.

## **ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МІЙНО-ДЕЗІНФІКУЮЧИХ ЗАСОБІВ САНІМОЛ Л І САНІМОЛ К**

**Економічна ефективність застосування засобів СанімоЛ Л і СанімоЛ К від різниці вартості аналогічних засобів.** Застосування засобу СанімоЛ Л для санації молочного обладнання є економічно вигідним у 1,3–1,8 рази, порівняно із CircoSuper AF. Використання засобу СанімоЛ К у 3,8–4,0 рази дешевше від Сідмаксу.

**Економічна ефективність від підвищення мікробіологічних показників якості одержаного молока.** Економічну ефективність застосування засобів СанімоЛ Л і СанімоЛ К розраховували на 100 корів при триразовому доїнні переносними доїльними апаратами. Надій на одну лактуючу корову становив 4500 кг молока на рік. У господарстві до впровадження санітарної обробки доїльного обладнання засобами СанімоЛ Л і СанімоЛ К одержували молоко першого гатунку, вартістю 8,4 грн. за 1 кг. Використання даних засобів дозволило одержати і доставити молоко на переробне підприємство екстра гатунком, вартістю за 1 кг – 9,8 грн. Річний економічний ефект внаслідок використання засобів СанімоЛ Л і СанімоЛ К для санітарної обробки доїльного обладнання та молочного інвентаря на тваринницьких фермах з поголів'ям 100 корів становитиме 624097,2 грн.

## **ВИСНОВКИ**

У дисертаційній роботі теоретично та експериментально обґрунтовано нові методичні підходи оцінки можливих наслідків потрапляння сануючих засобів для молочного обладнання у природні екосистеми, які ґрунтуються на комплексному дослідженні впливу їх відпрацьованих розчинів на організми різного рівня організації. Запропоновано критерії відбору сануючих засобів, які придатні для екологічно безпечної санації молочного обладнання. Екологічно обґрунтовано створення безпечних засобів для доїльного обладнання та молочного інвентаря, досліджено їх фізико-хімічні властивості, бактерицидну дію на мікроорганізми у біоплівках. Визначено токсикологічну дію на одноклітинні, водні і наземні безхребетні, сільськогосподарські рослини та хордові.

1. Встановлено, що засоби Basix, San alkalin, CircoSuper SFM, Біолайт СТ-2, Деозан Деоген, ПЗ-гіпохлоран у 0,001–1,0% концентраціях викликають зменшення кількості *Tetrahimena pyriformis*, у середньому – на 46,6%, водних хребетних (*Poecilia reticulata*) та безхребетних (*Lymnaea stagnalis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Daphnia magna*) – 83,6%, *Apis mellifera* – 6,0% та

спричиняють затримку росту кореня сільськогосподарських рослин (*Zea mays L.*) – 22,0%. Водночас засоби Дезмол, Тигма-К і Медікарін за таких ж концентрацій знижують рівень життєздатності тест-організмів – на 71,2%, 87,0%, 8,5% і 43,2% відповідно.

2. Обґрунтовано, що для екологічно безпечної санації молочного обладнання можуть використовуватися засоби, які у 0,001–1,0% концентраціях за впливу на біоту відповідають критерію «високої життєздатності»: виживаність водних хребетних (*Poecilia reticulata*) і безхребетних (*Lymnaea stagnalis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Daphnia magna*, *Tetrahimena pyriformis*) упродовж однієї доби більше 22,0%, наземних безхребетних (*Apis mellifera*) протягом 15 діб понад 80,0% та затримка росту кореня сільськогосподарських рослин (*Zea mays L.*) до 20,0%.

3. На основі проведених порівняльних досліджень фітотоксичності дезінфікуючих речовин та компонентів мийних засобів, що дозволені до використання у молочній промисловості, і співставленні показників їх бактерицидної дії та мийної здатності (патент України на корисну модель № 133659 від 25.04.2019) створено екологічно безпечний лужний мийно-дезінфікуючий засіб Санімол Л, до складу якого входять суміш катіонних ПАР, луг, комплексон та інгібітор корозії (патент України на корисну модель № 133516 від 10.04.2019).

4. Створений кислотний мийно-дезінфікуючий засіб Санімол К (патент України на корисну модель № 133517 від 10.04.2019) до складу якого входить оцтова і лимонна кислоти, у 0,5% концентрації має рН 2,5 од., проявляє незначну корозійну дію на метали. Втрата маси алюмінієвих тест-пластинок за температури +20°C у 0,5% розчині засобу становить – 0,014%, тест-пластинок з оцинкованої сталі – 0,095% та з нержавіючої сталі – 0,007%. Даний засіб руйнує мікробні біоплівки та сприяє їх видаленню.

5. Засіб Санімол Л у 0,5% концентрації проявляє бактерицидну дію на тест-культури умовно-патогенних бактерій: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* (експозиція 2 хв), аналогічно засобу СіркоSuper AF. Засіб Санімол К у 1,0% концентрації за експозиції 2 хв. проявляє бактерицидну дію щодо *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* аналогічно як засоби Сідмакс та КМС. Засіб Санімол Л у 0,5% концентрації та 2,0% розчин засобу Санімол К забезпечують бактерицидний ефект щодо спороутворюючих бактерії *Bacillus subtilis* і *Bacillus cereus* за експозиції 30 хв.

6. Встановлено, відсутність звикання бактерії *Escherichia coli* (пересівання суббактерицидних концентрацій – 143 доби) та *Staphylococcus aureus* (пересівання суббактерицидних концентрацій – 94 доби) до 0,3–0,5% розчинів засобу Санімол Л. У 0,5–1,0% розчинів засобу Санімол К відсутня адаптація до *Escherichia coli* (пересівання суббактерицидних концентрацій впродовж 132 доби) та *Staphylococcus aureus* (пересівання суббактерицидних концентрацій – 97 діб).

7. Встановлено мінімальні токсичні концентрації засобу Санімол Л для: наземних безхребетних (*Apis mellifera*) 10,0 г/л, *Daphnia magna*, *Poecilia*

*reticulata* – 0,01%, *Tetrahimena pyriformis*, *Lymnaea stagnalis* і *Dendrocoelum lacteum* – 0,1%. LD<sub>50</sub> per os для ссавців (*Rattus norvegicus* var. *alba*) даного засобу становить 2 797 мг/кг маси тіла. Засіб Санімол Л спричиняє подразнюючу дію при нанесенні на шкіру ссавців (*Lepus cuniculus domesticus*) та шкідливу дію на їх слизові оболонки ока, при занурюванні хвостів *Rattus norvegicus* var. *alba* у даний засіб протягом 4 год. не проявляє резорбтивної дії. Коефіцієнт кумуляції засобу у *Rattus norvegicus* var. *alba* становить 8,2 одиниці (слабко виражена кумулятивна дія).

8. Мінімальні токсичні концентрації засобу Санімол К для: наземних безхребетних (*Apis mellifera*) 15,0 г/л, *Daphnia magna*, *Poecilia reticulata* – 0,01%, *Tetrahimena pyriformis*, *Lymnaea stagnalis* та *Dendrocoelum lacteum* – 0,1%. LD<sub>50</sub> даного засобу per os для ссавців (*Rattus norvegicus* var. *alba*) становить 3981 мг/кг маси тіла. Засіб викликає подразнюючу дію за нанесення на шкіру та слизові оболонки ока *Lepus cuniculus domesticus*, не проявляє резорбтивної дії. Коефіцієнт кумуляції концентрату кислотного засобу Санімол К у *Rattus norvegicus* var. *alba* становить 8,3 одиниці (слабко виражені властивості щодо кумуляції).

9. LD<sub>50</sub> 1,5% розчину засобу Санімол Л є більшою 24 900,0 мг/кг маси тіла *Rattus norvegicus* var. *alba*. DL<sub>50</sub> 0,5% розчину засобу Санімол К є більшою 10 000 мг/кг маси тіла. Робочі розчини засобів Санімол Л і Санімол К не спричиняють подразнюючої дії на шкіру та слизові оболонки ока *Lepus cuniculus domesticus* і не проявляють шкірно-резорбтивної дії.

10. За вмісту у ґрунті лужного засобу Санімол Л у кількості 1000 мг/кг відбувається зменшення маси стебла сільськогосподарських рослинах (*Zea mays* L.) на 12,5%, довжини стебла 16,4% та довжини найдовшого кореня на 12,4%, порівняно із лужними засобами CircoSuper AF та Сульфохлорантин у яких зменшення маси стебла було 25,0% і 59,4%, довжини стебла – 36,6% та 62,3% і найдовшого кореня 21,7% та 66,9% відповідно.

11. При внесенні у ґрунти 1000 мг/кг кислотних засобів Сідмакс, КМС і Санімол К спостерігалось зниження маси стебла сільськогосподарських рослинах (*Zea mays* L.) на 32,8%, 27,0% та 10,7%, його довжини на 40,6%, 29,9% і 12,5% та довжини найдовшого кореня на 41,9%, 24,6% і 9,2% відповідно. Встановлено, що засоби Санімол Л і Санімол К проявляють найнижчий рівень фітотоксичності порівняно з іншими досліджуваними засобами.

12. Санація молочного обладнання 0,7% розчином засобу Санімол Л і 0,5% Санімол К забезпечує зниження мікробного обсіменіння його внутрішніх поверхонь, у середньому, на 99,8%, що дозволяє одержувати молоко з мікробним числом до 40 тис. КУО/см<sup>3</sup>, що відповідає міжнародним стандартам.

13. За повторного використання відновлених робочих розчинів мийно-дезінфікуючих засобів Санімол Л і Санімол К мікробне обсіменіння внутрішніх поверхонь доїльних апаратів знаходиться на одному рівні (0,4–0,6 тис. КУО/см<sup>3</sup>) протягом п'яти діб та зменшується кількість відпрацьованих викидів хімічних діючих речовин у об'єкти НПС на 80,0%.

14. Нативні гноєвмісні стоки молочних блоків тваринницьких ферм та їх розведення 1:1, 1:2 і 1:3 вже через 24 год. спричиняють загибель 100,0%



*Daphnia magna*. За вмісту в ґрунтах 1000 мг/кг нативних стічних вод молочних блоків спостерігається зменшення маси стебла сільськогосподарських рослинах (*Zea mays L.*) на 32,5% довжини стебла на 32,8% та довжини кореня на 18,2%, що свідчить про низький рівень фітотоксичності.

15. Розроблено елемент технології безпечного використання гноєвмісних стоків молочних блоків тваринницьких ферм, який полягає у внесенні їх у ґрунти перед посівом озимого ріпаку у кількості 600 л/га, що сприяє підвищенню його врожайності (у середньому за 3 роки) на 8,4% у порівнянні з контролем (без внесення добрив).

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Рекомендовано для впровадження у виробництво для санітарної обробки технологічного обладнання і молочного інвентаря екологічно безпечні засоби Санімол Л і Санімол К.

2. Для оцінки ефективності та розробки мийно-дезінфікуючих засобів для санітарної обробки доїльного обладнання та молочного інвентаря рекомендовано керуватися методичними рекомендаціями: «Оцінка придатності та ефективності мийних, дезінфікуючих і мийно-дезінфікуючих засобів для санітарної обробки доїльного устаткування та молочного інвентаря» затверджені науково-методичною радою Тернопільської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН від «11» жовтня 2012 року (протокол № 6) та науково-технічною радою Державної ветеринарної та фітосанітарної служби України від «21» грудня 2012 року (протокол № 1).

3. Науковим співробітникам і виробничникам при створенні та оцінюванні мийно-дезінфікуючих засобів для санітарної обробки обладнання у молочній галузі пропонується «Спосіб руйнування мікробних біоплівки на молочному технологічному устаткуванні розчинами ензимів» (деклараційний патент України на корисну модель № 85227) та «Спосіб визначення мийної здатності засобів для санітарної обробки доїльного устаткування та молочного інвентаря» (деклараційний патент України на корисну модель: № 133659 від 25.04.2019)..

4. Запропоновано ДСТУ 7452:2013. Устаткування доїльне. Правила відбирання та готування проб для мікробіологічного контролювання, яке прийнято та надано чинності: наказом Міністерства економічного розвитку України від 11 грудня 2013 року № 1470.

5. З метою контролю токсичності стічних вод молочно-товарних ферм та безпечного використання їх при вирощуванні ріпаку, пшениці та кукурудзи для переробки на біопаливо рекомендовано керуватися методичними рекомендаціями: «Оцінка токсичності стічних вод молочно-товарних ферм та їх використання при вирощуванні сільськогосподарських культур для технічних цілей» розглянуті і затверджені до друку рішенням Вченої ради Інституту агроєкології і природокористування НААН від «7» жовтня 2020 року (протокол № 9).

## СПИСОК ОСНОВНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Статті у фахових виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз

1. Кухтин М.Д., Крижанівський Я.Й, Перкій Ю.Б., **Кривохижа Є.М.**, Моткалюк Н.Ф. Загальні вимоги до засобів, які використовують для санітарної обробки доїльного устаткування та молочного інвентарю. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2012. Т.14, №2. С. 88–91 (аналіз стану проблеми і участь у написанні статті).

2. **Кривохижа Є.М.**, Мусієнко М.Т., Степанюк М.В., Свергун Ж.Г., Русенко Я.Г. Гігієнічне значення окремого здоювання перших порцій молока. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2013. Т.15, №3. С. 368–371 (відбір проб, проведення дослідження і участь у написанні статті).

3. **Кривохижа Є.М.**, Перкій Ю.Б., Моткалюк Н.Ф., Кухтин М.Д., Карпенко М.М. Характеристика імпортованих кислотних мийних засобів, наявних на ринку України. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2014. Т.16, №2., Ч. 3. С. 299–304 (проведення та наукове обґрунтування досліджень, формулювання висновків і написання статті).

4. Моткалюк Н.Ф., **Кривохижа Є.М.**, Крижанівський Я.Й., Карпенко М.М. Вибір кислот для створення кислотного мийного засобу для санітарної обробки доїльного устаткування. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2014. Т. 16, № 3, Ч. 3. С. 348–352 (аналіз стану проблеми і участь у написанні статті).

5. **Кривохижа Є.М.**, Жукорський О.М., Никифорок О.В., Лесик О.Б. Екологічні ризики проведення санітарної обробки доїльно-молочного обладнання у особистих селянських господарствах. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Розведення і генетика тварин»*. 2016. Вип. 51. С. 310–318 (проведення та наукове обґрунтування досліджень, формулювання висновків і написання статті).

6. Жукорський О.М. **Кривохижа Є.М.** Оцінювання рівня надходження відпрацьованих розчинів мийно-дезінфікуючих засобів для доїльного устаткування на фермах у доквілля. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2016. № 115. С. 75–82 (аналіз стану проблеми і участь у написанні статті).

7. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Регенерація розчинів кислотних мийно-дезінфікуючих засобів для доїльних апаратів на фермах як спосіб зниження рівня забруднення доквілля. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2016. Вип. 9. С. 291–297 (проведення та наукове обґрунтування досліджень, формулювання висновків і написання статті).

8. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Забруднення ґрунтів діючими речовинами мийних засобів господарствами населення, що утримують овець та кіз. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2017. № 117. С. 52–57 (аналіз стану проблеми і участь у написанні статті).

9. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.**, Осадчук В.Д. Визначення дії мийно-дезінфікуючих засобів для доїльно-молочного обладнання на ріст кукурудзи. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2017. № 118. С. 70–76

(проведення та наукове обґрунтування досліджень, формулювання висновків і написання статті).

10. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Забруднення ґрунтів викидами відпрацьованих мийних засобів для доїльно-молочного обладнання господарствами населення. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2017. Вип. 10. С. 242–249 (аналіз стану проблеми і участь у написанні статті).

11. **Кривохижа Є.М.** Біотестування забруднених мийно-дезінфікуючими засобами для доїльно-молочного обладнання ґрунтів. *Збалансоване природокористування*. 2018. № 1. С. 104–106.

12. Жукорський О.М., Стравський Я.С., **Кривохижа Є.М.** Оцінювання фітотоксичності мийно-дезінфікуючих засобів, які застосовують для санітарної обробки цистерн молоковозів. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2018. № 119. С. 69–76 (проведення та наукове обґрунтування досліджень, формулювання висновків і написання статті).

13. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.**, Лесик О.Б. Визначення фізико-хімічних властивостей та бактерицидної дії екологічно безпечного засобу Санімол-Л для санітарної обробки доїльного обладнання. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2018. Вип. 11. С. 83–93 (проведення та наукове обґрунтування досліджень, формулювання висновків і написання статті).

14. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Санітарна обробка доїльно-молочного обладнання екологічно безпечними засобами Санімол Л та Санімол К. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2018. № 120. С. 46–55 (проведення та наукове обґрунтування досліджень, формулювання висновків і написання статті).

15. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.**, Осадчук В.Д. Фітотоксична дія лужного мийно-дезінфікувального засобу Санімол Л. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 4. С. 78–81 (проведення та наукове обґрунтування досліджень, формулювання висновків і написання статті).

16. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Визначення токсичності мийно-дезінфікувального засобу Санімол Л із використанням інфузорій *Tetrachutena pyriformis*. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 2. С. 86–90 (проведення досліджень, узагальнення результатів і підготовка роботи до друку).

17. Бородай В.П., **Кривохижа Є.М.**, Чуприна Д.С. Огляд сучасних технологій переробки гною у скотарстві. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 112–119 (опрацювання наукової літератури, формулювання висновків, написання статті).

#### Статті у фахових виданнях України

1. **Кривохижа Є.М.** Вивчення комплексної дії хімічних речовин при розробці кислотного мийно-дезінфікуючого засобу для санітарної обробки доїльного устаткування ферми. *Ветеринарна біотехнологія*. Бюлетень. 2012. № 21. С. 271–275.

2. Моткалюк Н.Ф., **Кривохижа Є.М.**, Перкій Ю.Б., Крижанівський Я.Й., Кухтин М.Д. Удосконалення нормативної бази з питання контролю мийних, дезінфікуючих і мийно-дезінфікуючих засобів для санітарної обробки доїльного устаткування і молочного інвентарю. *Науково-технічний бюлетень*

*ІБТ і ДНДКІ. 2013. Вип. 14. № 3, 4. С. 321–324 (аналіз стану проблеми і участь у написанні статті).*

3. Моткалюк Н.Ф., **Кривохижа Є.М.**, Крижанівський Я.Й., Карпенко М.М. Метод визначення ефективності кислотних мийних засобів для санітарної обробки доїльного устаткування в лабораторних умовах. *Науково-технічний бюлетень ІБТ і ДНДКІ. 2014. Вип. 15. № 2, 3. С. 295–298 (аналіз стану проблеми і участь у написанні статті).*

4. Перкій Ю.Б., **Кривохижа Є.М.**, Кухтин М.Д. Формування мікробних біоплівки на доїльному устаткуванні за наявності молочних залишків в умовах *in vitro*. *Ветеринарна біотехнологія. Бюлетень. 2014. № 25. С. 51–53 (аналіз стану проблеми і участь у написанні статті).*

5. **Кривохижа Є.М.**, Василів А.П., Болтик Н.П. Значення санітарної обробки доїльного устаткування на фермах для підвищення мікробіологічних показників якості коров'ячого молока. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: Збірник наукових праць ХДЗВА. 2015. Вип. 30, Ч. 1. С. 235–241 (проведення та наукове обґрунтування досліджень, формулювання висновків і написання статті).*

6. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Вплив відпрацьованих розчинів мийно-дезінфікувальних засобів на довкілля за санітарної обробки цистерн молоковозів. *Вісник аграрної науки. 2016. № 8 (16). С. 43–46 (проведення та наукове обґрунтування досліджень, формулювання висновків і написання статті).*

7. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Еколого-технологічне контролювання мийних і дезінфекційних засобів у молочній галузі. *Вісник аграрної науки. 2017. № 6. С. 61–64 (аналіз стану проблеми і участь у написанні статті).*

8. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.**, Лесик О.Б. Аналіз обсягів забруднення ґрунтів відпрацьованими мийними засобами господарствами населення, що утримують корів, овець і кіз. *Вісник аграрної науки. 2018. № 3. С. 40–44 (аналіз стану проблеми і участь у написанні статті).*

9. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.**, Осадчук В.Д. Оцінювання фітотоксичності мийно-дезінфікуючих засобів для доїльного обладнання та молочного інвентарю. *Таврійський науковий вісник. 2018. Вип. 100, Т.1. С. 306–311 (проведення та наукове обґрунтування досліджень, формулювання висновків і написання статті).*

10. **Кривохижа Є.М.**, Осадчук В.Д. Економічна ефективність санітарної обробки доїльного обладнання за використання екологічно безпечних мийно-дезінфікувальних засобів Санімол Л і Санімол К. *Вісник аграрної науки. 2020. № 11 (812). С. 74–79 (аналіз стану проблеми і участь у написанні статті).*

#### Статті в інших виданнях

1. **Кривохижа Є.М.** Порівняльний аналіз ефективності застосування мийно-дезінфікуючих засобів для санітарної обробки доїльного устаткування. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: Збірник наукових праць ХДЗВА. 2013. Вип. 26, Ч. 2. С. 297–300.*

2. Моткалюк Н.Ф., **Кривохижа Є. М.**, Перкій Ю.Б., Крижанівський Я.Й., Кухтин М.Д. Визначення піноутворювальної здатності розчинів мийних, дезінфікуючих і мийно-дезінфікуючих засобів модифікованим методом Росс-Майлса. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: Збірник наукових праць ХДЗВА*. 2013. Вип. 26, Ч. 2. С. 300–303.

3. **Кривохижа Є.М.** Вивчення дії кислотного мийного засобу з різними інгібіторами корозії на стан доїльного устаткування. *Наукові доповіді НУБіП України: електронне видання*. 2013. № 2 (38). URL: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2013\\_2/13kem.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2013_2/13kem.pdf).

4. **Кривохижа Є.М.** Аналіз чинників, які спричиняють корозію металевих деталей доїльного устаткування та молочного інвентаря. *Наукові доповіді НУБіП України : електронне видання*. 2013. № 3 (39). URL: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2013\\_3/13kem.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2013_3/13kem.pdf).

5. Карпенко М.М., **Кривохижа Є.М.**, Крижанівський Я.Й. Вплив санітарного стану доїльного устаткування та молочного інвентаря на якість молока. *Всеукраїнський аграрний журнал «Агроеліта»*. 2014. № 15. С. 40–41.

6. **Кривохижа Є.М.**, Кухтин М.Д., Карпенко М.М. Порівняльна характеристика засобів для санітарної обробки технологічного устаткування молокопереробних підприємств. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2014. Т. 16, № 3, Ч. 3. С. 321–326.

7. **Кривохижа Є.М.**, Крижанівський Я.Й., Карпенко М.М., Русенко Я.Г., Кос'янчук Н.І. Санітарний догляд за доїльним устаткуванням у технології одержання молока за мікробіологічними показниками згідно вимог Європейського Союзу. *Ветеринарна біотехнологія*. Бюлетень. 2014. № 25. С. 44–46.

8. Zhukorskyi O.M., **Kryvokhyzha Ye.M.** Ecological risks of using chemical sanitizing agents for milking machines and milk containers. *Agricultural science and practice*. 2016. Volume 3. P. 12–16. URL: [http://agrisp.com/en/archive/2016\\_3/2016\\_3\\_2.html](http://agrisp.com/en/archive/2016_3/2016_3_2.html).

### Патенти

1. Кухтин М.Д., Перкій Ю.Б., Крушельницька Н.В. **Кривохижа Є.М.** Спосіб руйнування мікробних біоплівки на молочному технологічному устаткуванні розчинами ензимів: пат. 85227 Україна: № 201306961; заяв. 03.06.2013; опубл. 11.11.2013, Бюл. №21. 4 с.

2. **Кривохижа Є.М.**, Моткалюк Н.Ф., Кухтин М.Д., Перкій Ю.Б., Карпенко М.М. Кислотний мийно-дезінфікуючий засіб «ТДС» для санітарної обробки доїльного устаткування та молочного інвентарю: пат. 94570 Україна: № 201403445; заяв. 04.04.2014; опубл. 25.11.2014, Бюл. №22. 4 с.

3. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.**, Никифорок О.В., Пінчук В.О. Лужний мийно-дезінфікуючий засіб «Санітол Л»: пат. 133516 Україна: № u201810993; заявл. 07.11.2018; опубл. 10.04.2019, Бюл. № 7. 6 с.

4. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.**, Никифорок О.В., Пінчук В.О. Кислотний мийно-дезінфікуючий засіб «Санітол К»: пат. 133517 Україна: № u201810994; заявл. 07.11.2018; опубл. 10.04.2019, Бюл. № 7. 5 с.

5. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.**, Никифорок О.В. Спосіб визначення мийної здатності засобів для санітарної обробки доїльного

устаткування та молочного інвентарю: пат. 133659 Україна: № а201612496; заявл. 08.12.2016; опубл. 25.04.2019; Бюл. № 8. 4 с.

### Посібник у співавторстві

1. Жукорський О.М., Никифорок О.В., Болтик Н.П., Гулай О.В., **Кривохижа Є.М.** Екологічні дослідження у тваринництві. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. І.І. Ібатулліна, О.М. Жукорського. К.: Аграр. наука. 2017. С. 264–271. (опрацювання та аналіз наукової літератури і підготовка до друку).

### Методичні вказівки та рекомендації

1. Перкій Ю.Б., Крижанівський Я.Й., **Кривохижа Є.М.**, Моткалюк Н.Ф., Кухтин М.Д., Крушельницька Н.В. Оцінка придатності та ефективності мийних, дезінфікуючих і мийно-дезінфікуючих засобів для санітарної обробки доїльного устаткування та молочного інвентаря : методичні рекомендації. Тернопіль, 2012. 67 с.

2. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.**, Пінчук В.О. Оцінка токсичності стічних вод молочно-товарних ферм та їх використання при вирощуванні сільськогосподарських культур для технічних цілей : методичні рекомендації. Київ, 2020. 43 с.

### Матеріали доповідей конференцій

1. **Кривохижа Є.М.**, Шуманський Ю.І. Коринформні бактерії, як етіологічний чинник маститів корів. *Формування стратегії науково-технічного, екологічного і соціально-економічного розвитку суспільства: матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (Тернопіль, 6–7 грудня 2012 р.). Тернопіль, 2012. Ч.1. С. 102–103.

2. **Кривохижа Є.М.**, Крижанівський Я.Й., Моткалюк Н. Ф. Дослідження дії на молочний камінь та ступеня корозійної активності розчинів кислотного мийного засобу для санітарної обробки доїльного устаткування. *Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю* (Тернопіль, 16–17 травня 2013р.). Тернопіль, 2013. С. 226–227.

3. Карпенко М.М., **Кривохижа Є.М.** Санітарна обробка доїльного устаткування та молочного інвентаря різними мийно-дезінфікуючими засобами. *Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю* (Тернопіль, 15–16 травня 2014 р.). Тернопіль, 2014. С. 257–259.

4. **Кривохижа Є.М.**, Карпенко М.М. Розробка критеріїв оцінки кислотних мийних засобів для санітарної обробки доїльного устаткування. *Актуальні проблеми ветеринарної біотехнології та інфекційної патології тварин: матеріали науково-практичної конференції молодих вчених* (Київ, 26 червня 2014 р.). Київ, 2014. С. 16–17.

5. Шуманський Ю.І., **Кривохижа Є.М.** Санітарне значення післядоїльної обробки дійок вимені корів. *Перспективні напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції*

молодих вчених. (Тернопіль, 18–19 вересня 2014 р.). Тернопіль, 2014. С. 147–149.

6. **Кривохижа Є.М.**, Саранчук І.І. Вплив санітарного стану цистерн молоковозів на бактеріальне обсіменіння молока. *Сучасні аспекти селекції і насінництва кукурудзи, традиції та перспективи*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Чернівці, 10 вересня 2015 р.). Чернівці, 2015. С. 98–100.

7. **Кривохижа Є.М.**, Саранчук І.І., Клепач Д.В., Приліпко Т.М. Санітарна обробка доїльного устаткування для підвищення гігієнічної якості коров'ячого молока. *Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи*: матеріали V міжнародної науково-практичної конференції (Кам'янець-Подільський, 21–22 травня 2015 р.). Кам'янець-Подільський, 2015. С. 66–67.

8. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Зниження забруднення природних біоценозів за регенерації мийно-дезінфікуючих засобів для доїльних апаратів на фермах. *Актуальні проблеми ветеринарної біотехнології та інфекційної патології тварин*: матеріали щорічної науково-практичної конференції молодих вчених (Київ, 16 червня 2016 р.). Київ, 2016. С. 29–31.

9. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Регенерація і повторне використання розчинів лужних мийно-дезінфікуючих засобів для доїльних апаратів на тваринницьких фермах. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 6–8 липня 2016 р.). Київ, 2016. С. 41–44.

10. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Визначення рівня викидів відпрацьованих мийних та дезінфікуючих розчинів у молочному скотарстві. *Проблеми збалансованого природокористування в агросфері*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 2-4 листопада 2016 р.). Київ, 2016. С. 65–71.

11. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Оцінювання обсягів викидів відпрацьованих мийних та дезінфікуючих засобів у молочній промисловості. *Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (Кам'янець-Подільський, 25–26 травня 2017 р.). Кам'янець-Подільський, 2017. С. 155–158.

12. Жукорський О.М., Никифорок О.В., **Кривохижа Є.М.** Методологічні підходи до організації екологічних досліджень у сільськогосподарському тваринництві. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 6–8 липня 2017 р.). Київ, 2017. С. 60–62.

13. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.**, Никифорок О.В., Лесик О.Б. Вплив ґрунтів, які забруднені мийними засобами для молочного посуду, на ріст кукурудзи. *Наука. Освіта. Практика*: матеріали науково-практичної конференції (Житомир, 12 жовтня 2017 р.). Житомир, 2017. С. 151–155.

14. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Санітарна обробка охолоджувачів молока екологічно безпечним мийно-дезінфікуючим засобом Санімол-Л. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в*

*агропромислового виробництва*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 4–6 липня 2018 р.). Київ, 2018. С. 69–72.

15. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Токсична дія стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм. *VinSmartEco*: збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції (Вінниця, 16–18 травня 2019 р.). Вінниця: КВНЗ «Вінницька академія неперервної освіти», 2019. С. 284–286.

16. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Аналіз технологій утилізації відходів у скотарстві. *Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва*: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (Тернопіль, 30 травня 2019 р.). Тернопіль, 2019. С. 31–33.

17. Жукорський О.М., **Кривохижа Є.М.** Біотестування на інфузоріях кислотного мийно-дезінфікуючого засобу СанімоЛ К для доїльного обладнання. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромислового виробництва*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 3–5 липня 2019 р.). Київ, 2019. С. 104–107.

### Національні стандарти

1. Даниленко І.П., **Кривохижа Є.М.**, Крижанівський Я.Й., Кухтин М.Д., Моткалюк Н.Ф., Перкій Ю.Б. ДСТУ 7452:2013. Устаткування доїльне. Правила відбирання та готування проб для мікробіологічного контролювання. [Чинний від 2014-09-01]. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. 6 с.

### АНОТАЦІЯ

**Кривохижа Є.М.** Теоретичне та експериментальне обґрунтування екоотоксикологічного біотестування засобів для санації молочного обладнання. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 – Екологія. – Інститут агроєкології і природокористування Національної академії аграрних наук України, Київ, 2021.

Дисертаційна робота присвячена визначенню впливу засобів для молочного обладнання і стічних вод доїльних залів на тест-організми, розробленню критеріїв оцінки показників життєздатності біоти за дії сануючих засобів та екологічному обґрунтуванню створення сучасних безпечних мийно-дезінфікуючих засобів для санації молочного обладнання тваринницьких ферм.

Запропоновано метод еколого-технологічного контролю викидів відпрацьованих розчинів засобів для санації обладнання у молочній галузі. Визначено фізико-хімічні властивості створених засобів, їх бактерицидну дію і мийну здатність. Вивчено корозійну дію засобів на металеві складові молочного обладнання. Проведено оцінку токсичності засобів щодо *Tetrahimena pyriformis*, *Apis mellifera*, водних хребетних (*Poecilia reticulata*), безхребетних (*Lymnaea stagnalis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Daphnia magna*) та сільськогосподарських рослин (*Zea mays L.*). Досліджено гостру токсичність, подразнюючу, шкірно-резорбтивну дію та кумулятивні властивості на ссавцях. Оцінено фітотоксичну дію розроблених засобів.



Визначено вплив мийно-дезінфікуючих засобів на мікроорганізми молочного обладнання у виробничих умовах. Обґрунтовано технологічні режими застосування нових екологічно безпечних засобів для санації молочного обладнання, які забезпечують мікробіологічну чистоту його внутрішніх поверхонь з мікробним числом до 500 КУО/см<sup>3</sup> змиву, що дозволяє за умови проведення комплексу санітарних заходів одержати збірне молоко із вмістом мікроорганізмів до 40 тис. КУО/см<sup>3</sup> та доставити його на молокопереробне підприємство з мікробним числом до 100 тис. КУО/см<sup>3</sup>, що відповідає міжнародним стандартам. З'ясовано здатність відновлення і повторного використання відпрацьованих розчинів мийно-дезінфікуючих засобів. Розроблено елемент технології безпечного використання стічних вод молочних блоків тваринницьких ферм.

**Ключові слова:** сануючі засоби, молочне обладнання, санація, тест-організми, біотестування, життєздатність біоти, бактерицидна дія, токсичність, стічні води.

## АННОТАЦІЯ

**Кривохижа Е.М.** Теоретическое и экспериментальное обоснование экотоксикологического биотестирования средств для санации молочного оборудования. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.16 – Экология. – Институт агроэкологии и природопользования Национальной академии аграрных наук Украины, Киев, 2021.

Диссертационная работа посвящена определению влияния средств для молочного оборудования и сточных вод доильных залов на тест-организмы, разработке критериев оценки показателей жизнеспособности биоты за действия санирующих средств и экологическому обоснованию создания современных безопасных моюще-дезинфицирующих средств для санации молочного оборудования животноводческих ферм.

Определено физико-химические свойства созданных средств, их бактерицидное действие и моющую способность. Изучено коррозионное действие средств на металлические составляющие молочного оборудования. Проведена оценка токсичности средств на *Tetrahimena pyriformis*, *Apis mellifera*, водных позвоночных (*Poecilia reticulata*), беспозвоночных (*Lymnaea stagnalis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Daphnia magna*) и сельскохозяйственных растений (*Zea mays L.*). Исследовано острую токсичность, раздражающее, кожно-резорбтивное действие и кумулятивные свойства на млекопитающих. Оценено фитотоксическое действие разработанных средств.

Определено влияние моюще-дезинфицирующих средств на микроорганизмы молочного оборудования в производственных условиях. Обоснованно технологические режимы применения новых экологически безопасных средств для санации молочного оборудования, обеспечивающие микробиологическую чистоту его внутренних поверхностей с микробным числом до 500 КОЕ/см<sup>3</sup> смыва, что позволяет при условии проведения

комплекса санитарных мероприятий получить сборное молоко с содержанием микроорганизмов до 40 тыс. КОЕ/см<sup>3</sup> и доставить его на молокоперерабатывающее предприятие с микробным числом до 100 тыс. КОЕ/см<sup>3</sup>, что соответствует международным стандартам. Выяснено способность восстановления и повторного использования отработанных растворов моюще-дезинфицирующих средств. Разработан элемент технологии безопасного использования сточных вод молочных блоков животноводческих ферм.

**Ключевые слова:** *санирующие средства, молочное оборудование, санация, тест-организмы, биотестирование, жизнеспособность биоты, бактерицидное действие, токсичность, сточные воды.*

## SUMMARY

**Kryvokhyzha Ye.M.** Theoretical and experimental substantiation of ecotoxicological biotesting of agents for sanitation of dairy equipment. – The manuscript.

Thesis submitted for the Doctor Degree in Agricultural Sciences on Specialty 03.00.16 – Ecology. – Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to the ecological substantiation of creation of modern safe cleaning-disinfecting agents for sanitation of dairy equipment of livestock farms, determination of their influence on test organisms, development of criteria for assessment of biota viability indicators under the action of sanitizers. The calculation method of ecological and technological control of waste water of sanitizing agent for equipment in the dairy industry is offered. It was determined that the largest share of gas emissions into the environment (55.0%) is accounted for by organochlorine compounds when using sanitizing agents Cleaner Lemon, Dezaktin and Neomoscan-Sepa in households, dairy farms with 10,000 cows, as well as milk processing plants (for sanitation of 3 pasteurizers and 10 tanks of milk trucks. Phosphates, surfactants and organochlorine compounds are released into the environment in smaller quantities, which are 18.0%, 17.0% and 10.0%, respectively. Emissions to the environment of chemical active substances of these agents after their use during the year in the total amount is 11.5 t/year.

The influence of cleaning-disinfecting agents for equipment in the dairy industry on the level of viability of test organisms has been studied. It was determined that the working solutions of cleaning-disinfecting agents Chisto-prom LZ, Biomol and Biolight for their bactericidal properties against microorganisms which formed biofilm layer are inferior to Medicarin and P<sub>3</sub>Oxonium active 150, which should be taken into account when studying the efficiency of sanitary treatment during production process. It was found that Basix, San alkalin, CircoSuper SFM, Biolight ST-2, Deozan Deogen, PZ-hypochlorane in concentrations of 0.001–1.0% cause a decrease in the amount of *Tetrahymina pyriformis* on average – by 46.6%, aquatic vertebrates (*Poecilia reticulata*) and invertebrates (*Lymnaea stagnalis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Daphnia magna*) – by 83.6%, *Apis mellifera* – by 6.0% and cause growth retardation of the root of agricultural plants (*Zea mays* L.) –

by 22.0%. At the same time, Desmol, Tigma-K and Medicarin at the same concentrations reduce the viability of test organisms – by 71.2%, 87.0%, 8.5% and 43.2%, respectively.

It is substantiated that for ecologically safe sanitation of dairy equipment can be used agents that in 0.001-1.0% concentrations for exposure to biota meet the criterion of "high viability": survival of aquatic vertebrates (*Poecilia reticulata*) and invertebrates (*Lymnaea stagnalis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Daphnia magna*, *Tetrahimena pyriformis*) for one day more than 22.0%, survival of terrestrial invertebrates (*Apis mellifera*) for 15 days over 80.0% and growth retardation of the root of agricultural plants (*Zea mays* L.) to 20.0%.

The creation of cleaning-disinfecting agents Sanimol L (active substances: alkali, cationic surfactants, complexone) and Sanimol K (active substances: organic acids) and the feasibility of their use for environmentally safe sanitation of dairy equipment is scientifically substantiated. Physicochemical properties and washing ability of the created agents, and also their corrosion action on metal components of the dairy equipment are defined. The influence of cleaning-disinfecting agents on microorganisms of dairy equipment in production conditions, which ensure microbiological purity of its internal surfaces with a microbial number up to 500 CFU/cm<sup>3</sup> of flushing, is determined. Compliance with a set of sanitary measures ensures the level of microbiological purity, which allows to obtain whole milk with a content of microorganisms up to 40 thousand CFU/cm<sup>3</sup> and deliver it to a milk processing plant with a microbial count of up to 100 thousand CFU/cm<sup>3</sup>, which meets international standards. The ability to recover and reuse waste waters of cleaning-disinfecting agents has been determined.

It was found that the cleaning-disinfecting agent Sanimol L at a concentration of 0.5% has a bactericidal effect at 2 minutes exposure on test cultures of opportunistic bacteria: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* similar to agent CircoSuper AF. The cleaning-disinfecting agent Sanimol K at a concentration of 1.0% at an exposure of 2 minutes exhibits bactericidal action against *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* similarly to agents Sidmax and CMS. Agents Sanimol L at a concentration of 0.5% and Sanimol K at a concentration of 2.0% at an exposure of 30 minutes provide a bactericidal effect against spore-forming bacteria *Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus*.

Toxicity of cleaning-disinfecting agents was assessed for *Tetrahimena pyriformis*, *Apis mellifera*, aquatic vertebrates (*Poecilia reticulata*), invertebrates (*Lymnaea stagnalis*, *Dendrocoelum lacteum*, *Daphnia magna*) and agricultural plants (*Zea mays* L.). Acute toxicity, irritant, skin-resorptive action and cumulative properties of these agents on mammals have been studied. The phytotoxic effect of the developed cleaning-disinfecting agents was evaluated.

It was found that native manure-containing effluents of dairy blocks of livestock farms and their dilution 1: 1, 1: 2 and 1: 3 in 24 hours cause the death of 100.0% of *Daphnia magna*. At the content in the soils of 1000 mg / kg of native wastewater of dairy blocks there is a decrease in stem mass of agricultural plants (*Zea mays* L.) by 32.5%, stem length – by 32.8%, and root length – by 18.2%, indicating a low level of phytotoxicity. An element of technology for safe use of manure-

containing effluents of dairy blocks of livestock farms has been developed, which consists in introducing them into the soil before sowing winter rape in the amount of 600 l/ha, which increases its yield (on average over 3 years) by 8.4% compared to control (without fertilizer application).

**Keywords:** *sanitizing agents, dairy equipment, sanitation, test organisms, biotesting, biota viability, bactericidal action, toxicity, wastewater.*