

УДК 664.579.674

© 2020

ЕФЕКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ ДЕЗІНФІКУВАЛЬНИХ І МИЙНО- ДЕЗІНФІКУВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ САНІТАРНОЇ ОБРОБКИ МОЛОЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

М.Д. Кухтин¹, Н.П. Болтик², Т.М. Руцинська³, Я.Й. Крижанівський⁴,
В.З. Салата⁵, В.Л. Коваленко⁶

^{1, 5, 6}доктори ветеринарних наук

²кандидат сільськогосподарських наук

⁴кандидат ветеринарних наук

¹⁻⁴Тернопільська дослідна станція Інституту ветеринарної медицини НААН
вул. Тролейбусна, 12, м. Тернопіль, 46027, Україна

⁵Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького

вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна

⁶Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики
та ветеринарно-санітарної експертизи

вул. Донецька, 30, м. Київ, 02000, Україна

e-mail: ¹kuchtynnic@gmail.com, ²boltiknatalia@gmail.com, ^{3, 4}terdosvet@meta.ua,

⁵salatavolod@ukr.net, ⁶kovalenkodoktor@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-0195-0767, ²0000-0002-7378-7735, ³0000-0001-6835-0064,

⁴0000-0002-2097-721X, ⁵0000-0002-9713-0746, ⁶0000-0002-2416-5219

Надійшла 25.02.2020

Мета. Визначити ефективність сучасних дезінфікувальних і мийно-дезінфікувальних засобів для санітарної обробки молочного обладнання. **Методи.** Вивчення чутливості планктонних і біоплівкових форм мікроорганізмів до дезінфікувальних засобів проводили на 18 – 24-годинних культурах, виділених із молочного обладнання згідно з методикою М.Д. Кухтина та ін. **Результати.** Установлено, що робочі розчини дезінфікувальних засобів РЗ-охопія active-150, Eсо chlor, Ultra circ, Maxidez виявляли бактерицидну дію на планктонні бактерії. Проте бактерії, сформовані у біоплівки, виявляли підвищену стійкість до цих розчинів дезінфікувальних засобів. Найефективнішим дезінфікувальним засобом для руйнування мікробних біоплівок був засіб РЗ-охопія active-150 на основі перексиду водню і надोцтової кислоти. Цей засіб виявляв бактерицидну дію на біоплівки бактерій *Streptococcus* spp., *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* і *Pseudomonas fluorescens*. Засіб зменшував кількість бактерій у біоплівках, сформованих *Escherichia coli*, *Lactobacillus* spp., *Bacillus* spp. і *P. aeruginosa*, до 500 КУО в 1 см³ змиви. Синьогнійна паличка виявилася найстійкішою до дезінфікувальних засобів. Тільки планктонні форми *P. aeruginosa* були чутливі до засобів Ultra circ і Maxidez, а біоплівкові форми виявилися стійкими до всіх узятих у дослід засобів. **Висновки.** Дезінфікувальний засіб Argenvit був неефективним щодо біоплівкових і планктонних форм бактерій. Дезінфектанти: РЗ-ansep CIP, Eсо chlor, Ultra circ та Maxidez виявляли бактерицидну дію на планктонні бактерії,

але не впливали на біоплівкові форми. Найефективнішим дезінфікувальним засобом щодо дії на бактерії у біоплівках виявився засіб РЗ-охоніа active-150 на основі перексиду водню і надоцтової кислоти. Отже, для ефективної санітарної обробки молочного обладнання потрібно використовувати такі дезінфікувальні засоби, які впливають на бактерії у біоплівках.

Ключові слова: молочне обладнання, біоплівка, планктонні форми, бактерицидна дія, бактерії.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202005-10>

Кількісний і якісний склад мікрофлори продуктів залежить від дотримання гігієнічних умов виробництва та ефективної санітарної обробки технологічного обладнання [1, 2]. В основному мікрофлора виживає на поверхнях обладнання під час санітарної обробки у так званих «мертвих зонах» (згинах, з'єднаннях, прокладках, клапанів, тріщинах, подряпинах) унаслідок формування біоплівки [3–6]. На обладнанні, де виявлено хоча б одну планктонну бактерію, є близько 1000 мікроорганізмів, сформованих у біоплівки [7].

Отже, детальне вивчення мікрофлори молочного обладнання, механізмів виживання бактерій під час санітарної обробки, джерел надходження мікроорганізмів у молочні продукти є актуальною проблемою у молочній галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Мікробна біоплівка — це утворення, яке складається з одного або кількох видів або родів бактерій, які прикріплені до біогенної чи абіогенної поверхні та оточені власно продукуємим матриксом [8, 9]. Матрикс (позаклітинна полімерна субстанція) — це синтезований мікроорганізмами, які формують біоплівку, комплекс біополімерів (полісахаридів, пептидів, нуклеїнових кислот, екзоферментів та інших речовин), який захищає бактерії від факторів навколишнього середовища [10, 11].

Дослідження свідчать, що мікробні біоплівки, які утворюються на поверхнях молочного обладнання, негативно впливають на якість готової продукції і становлять небезпеку для здоров'я людей, оскільки в складі біоплівок, крім сапрофітної мікрофлори, можуть бути патогенні мікроорганізми [7].

Незважаючи на те, що на ринку є значна кількість засобів для санітарної обробки

молочного обладнання, не всі вони достатньо ефективні [7, 12]. Останні наукові дослідження свідчать, що дезінфікувальні засоби й антибіотики не завжди впливають на бактерії у біоплівках [9, 13, 14]. В основному стійкість бактерій у біоплівці залежить від складу матриксу, який у різних родів бактерій відрізняється [15]. Тому дезінфікувальні засоби, ефективні для біоплівок одних родів бактерій, для інших можуть бути неефективними.

Отже, досліджень, які висвітлювали б вплив дезінфікувальних засобів на планктонні і біоплівкові форми бактерій у молочній галузі, недостатньо. Проведені експерименти в цьому напрямі дають змогу виявити найефективніші засоби санітарної обробки. Це запобігатиме формуванню стійких мікробних біоплівок на молочному обладнанні й обсіменінню мікроорганізмами готової продукції.

Мета досліджень — визначити ефективність сучасних дезінфікувальних і мийно-дезінфікувальних засобів для санітарної обробки молочного обладнання.

Матеріали і методи досліджень. Проби сирого молока, змиви з молочного обладнання, танків-охолоджувачів, фасувальних апаратів відбирали на молочних фермах і молокопереробних підприємствах. Змиви з обладнання відбирали після проведення санітарної обробки перед початком і під час доїння, а на молокопереробних підприємствах — під час технологічного процесу з виробництва продукції. Миття та дезінфекцію обладнання, в основному, проводили автоматично за допомогою CIP-установок (Cleaning in Place). Для санітарної обробки використовували такі дезінфікувальні засоби: хлорвмісні (РЗ-ansep CIP, Eco chlor, Ultra circ); на основі перекису водню і надоцтової

кислоти (P3-oxonia active-150); з умістом четвертинних амонієвих солей (Maxidez); на основі наночастинок срібла (Argenvit). Проби у лабораторію доставляли у сумці-холодильнику за температури 4–6 °C упродовж 1–3 год.

Визначення чутливості планктонних і біоплівкових форм мікроорганізмів до дезінфікувальних засобів проводили на 18–24-годинних культурах, виділених із молочного обладнання згідно методики М. Kukhtyn et al. [12]. Отримані результати досліджень обробляли статистично з використанням програми Statistika 10. Різницю вважали вірогідною за $P < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення. Вважається, що ефективна концентрація дезінфектантів щодо бактерій біоплівкових форм у кілька разів більша, ніж та, яка діє на планктонні мікроорганізми [15, 16]. Нами було проведено дослідження з визначення чутливості планктонних бактерій та сформованих у біоплівки, до 6-ти дезінфікувальних засобів, що використовують для санітарної обробки молочного обладнання на фермах і молокопереробних підприємствах. Контролем був метод визначення чутливості планктонних бактерій до цих засобів. У дослідях використано

засоби у концентрації та за температури згідно з інструкцією виробника.

Досліджено чутливість планктонних і біоплівкових форм бактерій до дезінфікувальних засобів (табл. 1, 2).

Із досліджених 6-ти дезінфікувальних засобів єдиний препарат Argenvit був неефективним щодо впливу на планктонні форми бактерій, які взяті у дослід. Цей засіб виявляв слабку бактерицидну дію на бактерії і знищував 75–99,2% планктонних мікроорганізмів та 46,5–88% мікроорганізмів, сформованих у біоплівках.

Усі робочі розчини дезінфікувальних засобів P3-oxonia active-150, Eco chlor, Ultra circ, Maxidez виявляли бактерицидну дію на планктонні бактерії у зазначених в інструкціях концентраціях. Бактерії, сформовані у біоплівки, проявляли підвищену стійкість до цих розчинів дезінфікувальних засобів. Після дії засобів у змивах з поверхонь біоплівки виділяли від 9 до 9900 КУО/см³.

Найефективнішим дезінфікувальним засобом для руйнування мікробних біоплівок був засіб P3-oxonia active-150 на основі перексиду водню і надоктової кислоти. Цей засіб виявляв бактерицидну дію на біоплівки бактерій *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*

1. Чутливість планктонних форм бактерій до дезінфікувальних і мийно-дезінфікувальних засобів для санітарної обробки молочного обладнання

Досліджувані мікроорганізми	Кількість бактерій у 1 см ³ зависі або змиву, КУО						
	Контроль	Argenvit	P3-oxonia active-150	Eco chlor	Ultra circ	P3-ansep CIP	Maxidez
<i>Staphylococcus aureus</i>	1,4±0,1·10 ⁷	8,4±0,5·10 ⁵	0	0	0	0	0
<i>Streptococcus spp.</i>	1,1±0,1·10 ⁷	5,3±0,2·10 ³	0	0	0	0	0
<i>Enterococcus faecalis</i>	1,3±0,1·10 ⁷	9,7±0,6·10 ⁵	0	0	0	0	0
<i>Lactobacillus spp.</i>	2,2±0,2·10 ⁷	2,3±0,2·10 ³	0	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i>	1,2±0,1·10 ⁷	1,6±0,1·10 ⁵	0	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1,2±0,1·10 ⁷	1,2±0,1·10 ⁵	2,6±0,1·10 ¹	7,0±0,3·10 ²	0	5,1±0,2·10 ²	0
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,1±0,1·10 ⁷	7,2±0,3·10 ³	0	0	0	0	0
<i>Bacillus spp.</i>	1,4±0,1·10 ⁷	9,3±0,5·10 ⁵	0	0	0	0	0

2. Чутливість біоплівкових форм бактерій до дезінфікувальних і мийно-дезінфікувальних засобів для санітарної обробки молочного обладнання

Досліджувані мікроорганізми	Кількість бактерій у 1 см ³ зависі або змиву, КУО						
	Контроль	Argenvit	P3-oxonia active-150	Eco chlor	Ultra circ	P3-ansepr CIP	Maxidez
<i>Staphylococcus aureus</i>	2,2±0,2·10 ⁸	1,6±0,4·10 ⁷	0	2,0±0,1·10 ³	4,1±0,1·10 ²	2,4±0,1·10 ²	3,6±0,2·10 ¹
<i>Streptococcus spp.</i>	3,3±0,2·10 ⁵	6,0±0,3·10 ³	1,1·10 ²	1,3±0,1·10 ³	3,0±0,1·10 ²	1,3±0,1·10 ¹	0,8±0,1·10 ¹
<i>Enterococcus faecalis</i>	4,2±0,2·10 ⁷	1,5±0,1·10 ⁷	0	1,2±0,1·10 ³	2,1±0,1·10 ²	2,2±0,2·10 ¹	7,4±0,2·10 ²
<i>Lactobacillus spp.</i>	9,7±0,6·10 ⁶	4,6±0,2·10 ⁴	2,1±0,1·10 ²	4,2±0,1·10 ²	1,1±0,1·10 ²	4,2±0,2·10 ¹	9,2±0,2·10 ¹
<i>Escherichia coli</i>	3,6±0,2·10 ⁸	3,4±0,2·10 ⁷	0	6,3±0,2·10 ²	5,4±0,2·10 ²	9,2±0,6·10 ²	1,4±0,1·10 ²
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5,7±0,4·10 ⁶	4,4±0,3·10 ⁵	5,2±0,2·10 ²	9,6±0,5·10 ³	1,3±0,1·10 ²	6,5±0,3·10 ³	2,2±0,2·10 ³
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	3,6±0,2·10 ⁵	8,4±0,5·10 ³	0	0,7±0,3·10 ¹	3,3±0,1·10 ¹	0,7±0,1·10 ¹	0
<i>Bacillus spp.</i>	3,1±0,2·10 ⁸	4,5±0,1·10 ⁷	2,0±0,1·10 ¹	4,3±0,2·10 ²	6,0±0,1·10 ²	3,9±0,2·10 ¹	7,5±0,3·10 ²

і *Pseudomonas fluorescens*. Засіб зменшував кількість бактерій у біоплівках, сформованих *Escherichia coli*, *Lactobacillus spp.*, *Bacillus spp.* і *Pseudomonas aeruginosa* до 500 КУО в 1 см³ змиву. Ефект засобу зумовлений дією перексиду водню, який під час реакції виділяє вільні радикали, що діють на матрикс біоплівки. Синьогнійна паличка виявилася найстійкішою до дезінфікувальних засобів. Тільки планктонні форми *Pseudomonas aeruginosa* були чутливі до засобів Ultra circ і Maxidez, а біоплівкові форми — стійкі до всіх взятих у дослід засобів.

Наявність мікробних біоплівок на поверхнях молочного обладнання є небезпекою для здоров'я споживачів продукції, оскільки у складі біоплівок можуть міститися, крім сапрофітних, і патогенні мікроорганізми [7]. Також очевидним є те, що бактерії із біоплівок потрапляють у молочні продукти і знижують терміни їх зберігання. Дослідженнями встановлено, що навіть за стандартної санітарної обробки сучасними мийними і дезінфікувальними засобами молочне обладнання не є стерильним. З його поверхонь виділяють мікроорганізми, які формують мікрофлору готової продукції. У попередніх наших дослідженнях виявлено,

що найпоширеніші на обладнанні — це бактерії роду *Bacillus*, *Lactobacillus* і родини *Enterobacteriaceae*, які із сирого молока та танків-охолоджувачів виділяються в 77,2–100% випадків, з іншого молочного обладнання — 22,7–77,4% [12]. Отримані результати дають підставу вважати, що після проведення санітарної обробки молочного обладнання на його поверхнях залишаються тільки бактерії, які мають здатність продукувати біоплівки.

Виявлено, що з перевірених нами дезінфікувальних засобів для санітарної обробки молочного обладнання препарат на основі срібла не впливає на біоплівкові і планктонні форми бактерій. Хлорвмісні дезінфікувальні засоби (P3-ansepr CIP, Ultra circ, Eco chlor) та на основі четвертинних амонієвих сполук (Maxidez) виявляли бактерицидну дію на планктонні бактерії, але не впливали на біоплівкові форми. Після дії цих засобів з біоплівок виділяли бактерії в кількості від 9 до 9000 КУО/см³. Найефективнішим дезінфікувальним засобом для руйнування мікробних біоплівок виявився засіб P3-oxonia active-150 на основі перексиду водню і наддоцтової кислоти. Цей засіб виявляв бактерицидну

дію на бактерії у біоплівках *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* і *Pseudomonas fluorescens*. Засіб зменшував кількість бактерій у біоплівках, сформованих *Escherichia coli*, *Lactobacillus spp.*, *Pseudomonas aeruginosa* і *Bacillus spp.* до 500 КУО в 1 см³ змиву. У літературі також повідомляється, що засоби з умістом перексиду водню є найефективнішими для руйнування мікробних біоплівок на технологічному обладнанні у харчовій промисловості [5, 12]. Тому ми вважаємо, що дезінфікувальні засоби, які виявляють бактерицидну дію на планктонні мікроорганізми в лабораторних дослідженнях, можуть бути неефективними у виробничих умовах. Бактерії у біоплівках є стійкішими до дезінфікувальних засобів через те, що утворюють пептидно-полімерний матрикс і відрізняються за швидкістю розвитку і споживання поживних речовин порівняно з планктонними формами бактерій [9]. Тому встановлена мінімальна бактерицидна концентрація засобу на планктонних тест-культурах мікроорганізмів не може

бути показником ефективності санітарної обробки молочного обладнання. Під час розробки та визначення ефективності дезінфікувальних засобів потрібно підбирати таку робочу концентрацію, яка впливає не тільки на планктонні форми, а й на бактерії, які перебувають у сформованих біоплівках. Крім того, для ефективної санітарної обробки молочного обладнання потрібно визначати адаптацію виділеної мікрофлори до дезінфікувальних засобів і за результатами дослідів замінити засоби кожні 6–12 міс. їх використання.

Отже, отримані дані дають змогу стверджувати, що біоплівки на молочному обладнанні — це одне із джерел забруднення молока-сировини та готової продукції мікроорганізмами і для боротьби з ними слід комплексно підходити до розв'язання цієї проблеми. Необхідно проводити дослідження з вивчення складу матриксу біоплівок, впливу на них різних дезінфектантів, розробляти обладнання з мінімальними протиадгезивними властивостями.

Висновки

Установлено, що дезінфікувальний засіб *Argenvit* виявився неефективним щодо біоплішкових і планктонних форм бактерій. Дезінфектанти: *P3-anser CIP*, *Eco chlor*, *Ultra circ* та *Maxidez* мали бактерицидний вплив на планктонні бактерії, але не впливали на біоплішкові форми. Найефективнішим дезінфікуваль-

ним засобом щодо бактерій у біоплівках виявився засіб *P3-oxonia active-150* на основі перексиду водню і надोцтової кислоти. Отже, для ефективної санітарної обробки молочного обладнання потрібно використовувати такі дезінфікувальні засоби, які впливають на бактерії у біоплівках.

Kukhtyn M.¹, Boltyk N.², Rushchynska T.³, Kryzhanivskiy Ya.⁴, Salata V.⁵, Kovalenko V.⁶

¹⁻⁴ Ternopil Research Station of the Institute of Veterinary Medicine of the NAAS, 12 Troleibusna Str., Ternopil, 46027, Ukraine, ⁵ National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after Stepan Gzhytskyi, 50 Pekarska Str., Lviv, 79010, Ukraine, ⁶ State Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary Expertise, 30 Donetska Str., Kyiv, 02000, Ukraine; e-mail: ¹kuchtynnic@gmail.com, ²boltiknatalia@gmail.com, ³terdosvet@meta.ua, ⁵salatavolod@ukr.net, ⁶kovalenkodoktor@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-0195-0767, ²0000-0002-7378-7735,

³0000-0001-6835-0064, ⁴0000-0002-2097-721X, ⁵0000-0002-9713-0746, ⁶0000-0002-2416-5219

The efficiency of modern disinfectants and detergents for sanitization of dairy equipment

Goal. To determine the efficiency of modern disinfectants and detergents for the sanitization of dairy equipment. **Methods.** Study of the sensitivity of planktonic and biofilm forms of microorganisms to disinfectants was carried out on 18–24-hours cultures, isolated from dairy equipment by the methodology of M. D. Kuhtin et al. **Results.** It is determined that working solutions of disinfectants *P3-oxonia active-150*, *Eco chlor*, *Ultra circ*, *Maxidez* showed bactericidal activity against planktonic

bacteria. However, the bacteria formed in the biofilm had increased stability to these solutions of disinfectants. The most effective means for the destruction of the microbial biofilms was the preparation P3oxonia active-150 based on hydrogen peroxide and peracetic acid. It showed a bactericidal effect on biofilm of bacteria *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, and *Pseudomonas fluorescens*. The preparation reduced the number of bacteria in biofilms formed by *Escherichia coli*, *Lactobacillus spp.*, *Bacillus spp.*, and *P. aeruginosa*, up to 500 CFU/cm³ of wash off. *Pseudomonas aeruginosa* was the most resistant to disinfectants. Only planktonic forms of *P. aeruginosa* were sensitive to Ultra circ and Maxidez, and

biofilm forms were resistant to all preparations in the experiment. **Conclusions.** Argenvit was ineffective against biofilm and planktonic forms of bacteria. Disinfectants P3-ansep CIP, Eco chlor, Ultra circ, and Maxidez had a bactericidal effect on planktonic bacteria but did not affect biofilm forms. The most effective means against the bacteria in biofilms was P3-oxonia active-150 based on hydrogen peroxide and peracetic acid. Therefore, for effective sanitization of dairy equipment is necessary to use such disinfectants that affect the bacteria in biofilms.

Key words: dairy equipment, biofilm, planktonic forms, bactericidal activity, bacteria.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202005-10>

Бібліографія

1. Petrus R.R., Loiola C.G., Olivira C.A. Microbiological shelf life of pasteurized milk in bottle and pouch. *J. Food Sci.* 2010. V. 75 (1). P. 36–40. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01443.x
2. Кухтин М. Концепція розробки та застосування нормативів для виробництва незбираного молока ґатунку «екстра» за вмістом мікроорганізмів. *Ветеринарна медицина України*. 2010. № 10. С. 42–43.
3. Abdallah M., Benoliel C., Drider D. et al. Biofilm formation and persistence on abiotic surfaces in the context of food and medical environments. *Arch. Microbiol.* 2014. V. 196 (7). P. 453–472. doi: 10.1007/s00203-014-0983-1
4. Bremer P.J., Fillery S., McQuillan A.J. Laboratory-scale clean-in-place (CIP) studies on the effectiveness of different caustic and acid wash steps on the removal of dairy biofilms. *Int. J. Food Microbiol.* 2006. V. 106 (3). P. 254–262. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.07.004
5. Кравченко Х.Ю., Кухтин М.Д., Лазарюк В. В. Формування біоплівки *E. coli* на поверхні нержавіючої сталі AISI 321, залежно від шорсткості поверхні. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2016. № 1 (56). С. 95–100.
6. Кухтин М. Мікробіологічні нормативи ефективності технологій одержання молока сирого екстра-ґатунку. *Ветеринарна медицина*. 2008. № 2. С. 45–46.
7. Marchand S., De Block J., De Jonghe V. et al. Biofilm Formation in Milk Production and Processing Environments; Influence on Milk Quality and Safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2012. V. 11 (2). P. 133–147. doi: 10.1111/j.1541-4337.2011.00183.x
8. Oliveira N.M., Martinez-Garcia E., Xavier J. et al. Correction: Biofilm Formation As a Response to Ecological Competition. *PLOS Biology*. 2015. V. 13 (8). P. e1002232. doi: 10.1371/journal.pbio.1002232
9. Kukhtyn M., Kravcheniuk K., Beyko L. et al. Modeling the process of microbial biofilm formation on stainless steel with a different surface roughness. *Eastern-European j. of Enterprise Technologies*. 2019. V. 98. № 2 (11). P. 14–21. doi: 10.15587/1729-4061.2019.160142
10. Romling U., Kjelleberg S., Normark S. et al. Microbial biofilm formation: a need to act. *J. of Internal Medicine*. 2014. V. 276 (2). P. 98–110. doi: 10.1111/joim.12242
11. Hall-Stoodley L., Costerton J., Stoodley P. Bacterial biofilms: from the natural environment to infectious diseases. *Nature Reviews Microbiology*. 2004. V. 2. P. 95–108. doi: 10.1038/nrmicro821
12. Kukhtyn M., Berhilevych O., Kravcheniuk K. et al. The influence of disinfectants on microbial biofilms of dairy equipment. *EUREKA: Life Sciences*. 2017. V. 5. P. 11–17. doi: 10.21303/2504-5695.2017.00423
13. Davin-Regli A., Pagès J.-M. Cross-resistance between biocides and antimicrobials: an emerging question. *Rev. sci. tech. off. int. epiz.* 2012. V. 31 (1). P. 89–104.
14. Simoes M.A., Vieira M.J. A review of current and emergent biofilm control strategies. *Food Science and Technology*. 2010. V. 43 (4). P. 573–583. doi: 10.1016/j.lwt.2009.12.008
15. Chandy J.P., Angles M.L. Determination of nutrients limiting biofilm formation and the subsequent impact on disinfectant decay. *Water Res.* 2001. V. 35 (11). P. 2677–2682.
16. Horiuk Yu., Kukhtyn M., Kovalenko V. et al. Biofilm formation in bovine mastitis pathogens and the effect on them antimicrobial drugs. *Independent j. of management & production (IJM&P)*. 2019. V. 7 (10). P. 897–910. doi: 10.14807/ijmp.v10i7.1012