

## THE PARAMETERS ANALYSIS OF ALKALINE AND ACID MEANS EFFECTIVE USING FOR DAIRY INDUSTRY EQUIPMENT

**V. O. Onyshchenko,**

ORCID ID: 0000-0003-3486-122,

**O. M. Filonych,**

ORCID ID: 0000-0001-5428-6794,

**D. O. Storozhenko,**

ORCID ID: 0000-0001-7920-5161, E-mail: storchem31415S@gmail.com,

**N. B. Senenko,**

ORCID ID: 0000-0002-5585-8405, E-mail: natalinasenenko@gmail.com,

**N. V. Bunyakina,**

ORCID ID: 0000-0003-4241-5127, E-mail: n.bunyakina@gmail.com,

**D. O. Horobets,**

ORCID ID: 0000-0001-8821-3606, E-mail: darina\_horobets@ukr.net,

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Pershotravnevyi Avenue, 24,  
Poltava, 36011, Ukraine

**V. R. Kysil,**

ORCID ID: 0000-0002-3577-3455, E-mail: eco\_valeriya@ukr.net,

Poltava State Agrarian Academy, 1/3 Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*The results of the parameters analysis of the alkaline and acid means efficient using for cleaning and disinfection of dairy industry equipment in one washing cycle Clean-In-Place mode are presented. These solutions were created, protected by Ukrainian patents and proposed for use by the authors. In previous studies, the absolute individual washing capacities of the both solutions were proven. Optimization of the*

*alkaline and acidic means using conditions was carried out. At minimum temperatures recommended by standard Maximum possible dilution degrees with washing properties were determined. The dairy equipment washing according to the standard of Ukraine, as well as the results of researches and recommendations of Ukrainian and foreign scientists, requires the both means using in one washing cycle. That is why, in order to identify the best effect, the optimization of the conditions for their use was carried out. In the work, the results of experimental studies of the alkaline and acid solutions washing capacity for the purification of the dairy industry equipment internal surfaces in CIP regime for different degrees of dilution and minimum temperatures are presented. The advantages of created and proposed means, as well as the high efficiency of their complex application, are shown. The optimal conditions for performing high-quality washing are defined and suggested. Satisfactory washing effect of milk contaminants in the static mode with the alkaline and acid detergents applications, created by the authors, at maximum permissible temperature regimes with dilution 1:9 was proved. The results of removal of 3-day milk contaminations when the temperature regime of acid treatment is decreased to  $t=65\text{ }^{\circ}\text{C}$  at 1:9 dilution of both solutions are presented. The effectiveness of detergents to deleting of one-day milk film with a decreasing the temperature of acid treatment to  $t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$  at 1:9 dilution of both solutions is shown. Optimum conditions of the complex application of the alkaline and acid detergents of the dairy industry washing equipment in CIP-mode created by the authors are detected. High washing efficiency under these conditions is proven. Since the obtained results create a good prognosis for a satisfactory disinfection effect, in further the authors should determine the effectiveness deleting microorganisms with the proposed means and optimize the conditions for their using.*

**Keywords:** *Clean-In-Place, alkaline means, acid means, milk films, dairy industry equipment.*

# АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЕФЕКТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЛУЖНОГО ТА КИСЛОТНОГО ЗАСОБІВ ДЛЯ МИЙКИ ОБЛАДНАННЯ МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

*В. О. Онищенко, О. М. Філонич, Д. О. Стороженко, Н. Б. Сененко,  
Н. В. Бунякіна, Д. О. Горобець,*

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,  
Першотравневий проспект, 24, Полтава, 36011, Україна

*В. Р. Кисіль,*

Полтавська державна аграрна академія, вул. Сковороди, 1/3, Полтава, 36003,  
Україна

*Представлено результати аналізу параметрів ефективного застосування створених, захищених патентами України та запропонованих авторами лужного та кислотного засобів для мийки та дезінфекції обладнання молочної промисловості в безрозбірному режимі (Clean-In-Place – CIP-мийка) в одному мийному циклі. В попередніх дослідженнях було доведено абсолютну індивідуальну мийну спроможність кожного з розчинів та проведена оптимізація умов використання окремо лужного і кислотного засобів, тобто було визначено максимально можливі ступені розведення, при яких зберігається відмиваюча здатність за мінімальних з рекомендованих стандартними методиками температур. Оскільки мийка обладнання молочної промисловості згідно стандарту України, результатів досліджень й рекомендацій вітчизняних та закордонних науковців зазначає застосування обох розчинів в одному мийному циклі, то з метою більш ефективного їх використання була проведена оптимізація умов використання обох композицій. В роботі представлені результати експериментальних досліджень щодо мийної спроможності лужного та кислотного розчинів для мийки внутрішніх поверхонь обладнання молочної*

*промисловості в безрозбірному режимі за різних ступенів розведення та мінімальних температур. Показано переваги створених та запропонованих розчинів, а також висока ефективність комплексного їх використання. Визначено та запропоновано оптимальні умови для здійснення відмивання задовільної якості. Доведено, що видалення молочних забруднень відбувається у статичному режимі при застосуванні лужного та кислотного мийних розчинів, створених авторами, при гранично допустимих температурних режимах з розведенням 1:9. Представлено результати видалення 3-денного молочного забруднення при зниженні температурного режиму кислотної обробки до  $t=65^{\circ}\text{C}$  при розведенні обох розчинів 1:9. Показана ефективність мийних засобів по відношенню до одnodенної молочної плівки при зниженні температурного режиму кислотної обробки до  $t=60^{\circ}\text{C}$  при розведенні обох розчинів 1:9. Доведена висока ефективність та визначені оптимальні умови комплексного застосування створених авторами лужного та кислотного мийних засобів для миття обладнання молочної промисловості в безрозбірному режимі. Оскільки повне відмивання від молочних відкладень надає хороший прогноз щодо задовільного дезінфекційного ефекту, то в перспективі подальших досліджень існує необхідність визначення ефективності використання запропонованих засобів щодо дезінфекції обладнання та оптимізація умов їх використання щодо цього показника.*

***Ключові слова:** СІР-мийка, засіб лужний, засіб кислотний, молочна плівка, обладнання молочної промисловості.*

## **АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЩЕЛОЧНОГО И КИСЛОТНОГО СРЕДСТВ ДЛЯ МОЙКИ ОБОРУДОВАНИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*В. А. Онищенко, Е. Н. Филонич, Д. А. Стороженко, Н. Б. Сененко,  
Н. В. Бунякина, Д. А. Горобец,*

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка  
Первомайський проспект, 24, Полтава, 36011, Україна,

*В. Р. Кисиль,*

Полтавська державна аграрна академія, ул. Сковороди, 1/3, Полтава,  
36003, Україна

*Виконано аналіз параметрів ефективного використання створених авторами миючих засобів для очищення обладнання молочної промисловості. Представлено результати експериментальних досліджень щодо отмиваючої здатності щелочного і кислотного розчинів для мийки внутрішніх поверхонь обладнання молочної промисловості в безрозборному режимі при різних ступенях розведення і при мінімально допустимих температурних режимах. Визначено вплив сумішей на молочні плівки різної давності. Перевірено можливість використання композицій при більш низьких температурах, ніж ті, які рекомендовані методиками. Доведено переваги створених і запропонованих розчинів, а також високу ефективність комплексного їх використання. Визначено і запропоновано оптимальні умови для реалізації якісного отмивання молочних відкладень.*

**Ключевые слова:** *CIP-мойка, средство щелочное, средство кислотное, молочная пленка, оборудование молочной промышленности.*

**Вступ.** Інтеграція України в європейський простір вимагає від аграрно-промислового комплексу відповідності виробів вітчизняного виробництва до сучасних стандартів якості. Це необхідно для успішного просування її на світовий ринок. Для продукції аграрного сектору і молочної галузі в тому числі висунуто

особливі вимоги. Тому перед українськими виробниками стоїть задача забезпечення умов високих смакових властивостей та безпеки для споживача з оптимальною ціновою політикою. Як зазначено в [6] під «безпекою розуміють відсутність шкідливих хімічних і біологічних домішок, у тому числі патогенних мікроорганізмів і отруйних продуктів їх життєдіяльності, а під мікробіологічною стійкістю – потенційну можливість зберігання продукту без псування». Саме тому невід'ємним етапом сучасних технологічних процесів виробництва та переробки молочної продукції є забезпечення чистоти технологічного обладнання особливо в режимі СІР (Clean-In-Place) мийки [6]. Унаслідок важкодоступності внутрішніх поверхонь особливі вимоги висунуті до мийних засобів, які повинні забезпечити не тільки видалення забруднення, але й повну дезінфекцію [7]. Хімічний склад та властивості молочних забруднень представлені в [8]. Методика санітарної обробки є специфічною [8, 15]. Необхідно враховувати особливості технологічних процесів із суворим дотриманням спеціальних інструкцій [8, 19]. Крім того сучасні дослідження вносять певні корективи у методику СІР-мийки [9]. Оскільки основними компонентами забруднюючих речовин є білки, жири й неорганічні речовини у комплексі з білками, то необхідно, щоб миючі розчини були лужними та кислотними. Спочатку відбувається обробка сильно лужними мийними засобами, під час якої відбувається гідроліз білків та жирів. Завершальним циклом є мийка сильно кислими розчинами, за допомогою яких розчиняються та видаляються з поверхні обладнання комплекси неорганічних речовин [8, 15, 19]. Робочі кислотні розчини засобу повинні мати рН  $\sim 1,6$ . Тобто цикл мийки та дезінфекції складається з послідовної обробки лужним та кислотним розчинами з відповідними промиваннями водою та витримкою необхідних температурних режимів [19].

Відомий метод оцінки мийного ефекту за методикою [5]. Суть її полягає в тому, що використовують пластини з неіржавіючої сталі харчової марки розміром  $80 \times 40 \times 2$  мм. Після їх забруднення відповідно до методики, описаної вище, та

очищення, порівнюють отримані результати з еталонним чистим зразком із врахуванням остаточного забруднення (M). Остаточне забруднення M – це відношення маси забруднення до одиниці площі контактної поверхні зразка. Одиниці вимірювання  $\text{г/см}^2$ . Масу забруднення визначають за різницею мас зразка з остаточним забрудненням після очищення мийним засобом та чистого зразка. Ми застосовували цей метод [16] при оцінці мийної здатності засобів безпосередньо при пошуку хімічного їх складу та оптимальних діапазонів концентрацій для задовільного мийного ефекту, тобто тоді, коли є залишок молочних відкладень і потрібно оцінити ефективність.

У роботі [9] представлений огляд наукових досліджень щодо ступенів очищень різних моделей за зміною інтервалів температур та концентрацій мийних розчинів. Особливо детально досліджені лужні розчини, їх ефективність залежно від концентрацій, товщини молочної плівки та температурного режиму. Представлено новий аналіз ризиків СІР-видалення протеїнових молочних відкладень та виконано порівняння з традиційними підходами. Подана інформація про випадкові (стохастичні) помилки, які можуть призвести до несподіваних ризиків. Розрахований фактор ризику та доведено, що крім хімічного складу мийних розчинів обов'язково потрібна оптимізація режимів їх застосування.

Безперечно, що розробники пропонують чимало мийних засобів [20 – 25]. Детальний аналіз сучасного ринку лужних мийних засобів представлений в [17]. Засоби для миття виробництва Франції, Естонії, Швеції й Німеччини мають відмінну миючу здатність, але високу ціну, що значно підвищує вартість сировини. Лужні засоби «CircoSuperAF» і «CircoSuperAFM» можуть використовуватися для миття тільки у м'якій воді й воді середньої жорсткості.

Внаслідок комерційної таємниці виробники не наводять детальний хімічний склад миючих засобів. Тому автори брали за основу відомі запатентовані миючі засоби. Детальний аналіз таких миючих кислотних та лужних сумішей наведений у [18, 16] відповідно. Усі вони мають як певні переваги, так і суттєві недоліки [19,

10 – 14, 1, 2]. Так рідкий мийний засіб «Ензимний» для санобробки СІР-установок на молочних підприємствах [7], до складу якого входить калію гідроксид, комплексо́ни, протеолітичний ензим, стабілізатори та вода дистильована, має певні обмеження щодо застосування. Встановлено, що його найвища активність (65,8%) щодо молочних білків спостерігається за температури 60°C, рН = 8,3 од. та твердості води 0,357 мг-екв./л. При підвищенні температури активність мийного засобу знижується в зв'язку з денатурацією ензимів.

Але загальним недоліком усіх якісних мийних засобів є висока собівартість та складність приготування. Тому за вимогами ситуації, що склалася у державі, авторами були створені лужний та кислотний розчини [3, 4]. Перевагами створених розчинів порівняно з відомими є доступність, низька собівартість складових компонентів, простота приготування, відсутність різких та неприємних запахів з одночасною відповідністю всім вимогам до мийних та дезінфікуючих засобів, можливість використання водопровідної води при промиванні обладнання, а для приготування кислотного розчину можна застосовувати 13% розчин соляної кислоти, який не являється прекурсором. Обидва розчини можуть бути приготованим як в промислових умовах, так безпосередньо на малих підприємствах перед використанням. Тому вони є доступними для застосування й на малих фермах, а не тільки на великих молокопереробних заводах та виробництвах молочної продукції.

З метою виявлення порогу мийної здатності для вдосконалення методики їх застосування, енергоефективності та забезпечення виконання поставленої задачі авторами було проведено серії експериментальних досліджень щодо оптимізації умов їх індивідуального застосування. В роботах [17, 18] детально представлені методики експериментів та отримані результати. Дослідження мийної здатності обох розчинів дало можливість заявити про задовільні результати по їх використанню в певних концентраційних межах та температурних режимах.



Оскільки відповідно до стандартів стоять вимоги одночасного застосування обох розчинів [6, 8, 15, 19], то *метою* нашої роботи було виконати аналіз параметрів ефективного застосування обох розчинів в одному мийному циклі. У *задачі досліджень* входило експериментальне визначення мийної здатності комплексної дії створених авторами та запропонованих лужного та кислотного засобів при зменшенні їх концентрацій та температурних режимів обробки, тобто отримати інформацію про максимально допустимі розведення досліджуваних розчинів за мінімально допустимих температур застосування із збереженням мийного ефекту.

**Матеріали і методи досліджень.** Відповідно [19] граничними умовами мийної здатності розчину лужного є температурні режими від 55-80°C. Оскільки нами було досліджено [16], що мийна здатність за максимальної температури зберігається навіть при розведенні 1:99 (без застосування кислотного розчину), в той час як за мінімальної рекомендованої температури 55°C мийний ефект зберігається при розведенні 1:5 включно, то серія експериментів була розпочата саме при зазначеному розведенні лужного розчину. Згідно [3, 6, 8, 19] обробка кислотним розчином проводилася за рекомендованих температур з урахуванням оптимальних умов використання створеного засобу, як було зазначено в [18]. Авторами [18] встановлено, що для повного відмивання без попереднього застосування лужного розчину свіжої молочної плівки (1 доба) оптимальним є розведення 1:5, а застарілої молочної плівки (1 тиждень) – 1:4 за мінімальної температури з допустимого режиму (70°C), то саме такі умови були використані як стартові під час експериментів даної роботи. Потрібно зазначити, що обробка досліджуваними розчинами проводилася в статичних умовах, що безумовно ускладнювало процес відмивання, але зробило значні переваги для практичного застосування у динамічному режимі. Часовий інтервал витримки повністю відповідав рекомендованим методикам [3, 6, 8, 19].

Оскільки при виконанні попередніх досліджень [19] авторами було підтверджено, що втрати маси забруднень (мийний ефект) залежить від первинної кількості молочних відкладень, і задачею даної роботи було виявити параметри (температурний режим та ступені розведення) для повного видалення молочних відкладень після обробки мийними засобами, то було обрано спосіб оцінки як втрати маси первинно нанесеної на зразок молочної плівки у відсотках.

Експериментальні дослідження виконували за методиками вагового аналізу. Усі зважування здійснювали з використання вагів лабораторних 2 класу моделі ВЛР-200 г. Молочні плівки наносили на попередньо вимиті, висушені, охолоджені в ексікаторі та зважені зразки з неіржавіючої сталі. Зразки поміщали у скляні хімічні стакани, заливали лужним мийним засобом та статично витримували за температури 55°C протягом 15 хв. Потрібно зазначити, що стандартні методики [6, 8, 19] мийки внутрішніх поверхонь обладнання рекомендують попереднє промивання проточною водою «кімнатної температури або холодною» протягом 5-7 хв. Але автори свідомо не здійснювали таке промивання для ускладнення умов відмивання. Ще одним ускладненням є проведення мийки в статичних умовах. Крім того, експерименти проводили з молочними плівками однодобової витримки, в той час, як промивні рідини є рекомендованими [6, 8, 19] для відмивання свіжих забруднень внутрішніх поверхонь технологічного обладнання.

Після витримки у розчині зразки промивали дистильованою водою в статичних умовах до видалення лужного середовища, здійснюючи контроль за фенолфталеїном.

Наступним етапом була обробка кислотним розчином за різних ступенів розведення та температур з витримкою протягом 25 хв, ополіскуванням дистильованою водою, висушуванням у сушильній шафі, охолодженням та зважуванням.

В усіх експериментах зразок № 1 був контрольний, який витримували при ідентичних режимах, але в дистильованій воді.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Одержані експериментальні результати дослідження мийної здатності лужного та кислотного мийних засобів за мінімально дозволених температурних режимів від молочної плівки, яку витримали протягом 1 доби, приведені в таблиці 1. В дужках зазначено розведення розчину дистильованою водою.

**1. Експериментальні результати дослідження мийної здатності лужного (55 °C) та кислотного (70 °C) миючих засобів молочних забруднень**

№ зразка	Маса зразка $m_1(\pm 0,00005)$ , г	Маса зразка з плівкою $m_2(\pm 0,00005)$ , г	Маса плівки $m_3(\pm 0,00005)$ , г	Маса зразка після оброблення $m_4(\pm 0,00005)$ , г	Залишок, %	Примітки
Молочна плівка, оброблена розчинами лужним(1:5) та кислотним (1:5)						
1	5,67205	5,71925	0,0472	5,71795	2,75	Залишок, масний на дотик
2	5,20140	5,24800	0,0466	5,20140	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
3	6,34510	6,39100	0,0459	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20850	0,0483	6,16020	0,00	
Молочна плівка, оброблена розчинами лужним(1:5) та кислотним (1:6)						
1	5,67205	5,72025	0,0482	5,71900	2,59	Залишок, масний на дотик
2	5,20140	5,24730	0,0459	5,20140	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
3	6,34510	6,39410	0,0490	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20850	0,0483	6,16020	0,00	
Молочна плівка, оброблена розчинами лужним(1:5) та кислотним (1:7)						
1	5,67205	5,71995	0,0479	5,71865	2,71	Залишок, масний на дотик
2	5,20140	5,24630	0,0449	5,20140	0,00	Візуальних змін не
3	6,34510	6,39220	0,0471	6,34510	0,00	

4	6,16020	6,20600	0,0458	6,16020	0,00	спостерігалось
Молочна плівка, оброблена розчинами лужним(1:5) та кислотним (1:8)						
1	5,67205	5,72045	0,0484	5,71945	2,7	Залишок, масний на дотик
2	5,20140	5,24780	0,0464	5,20140	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
3	6,34510	6,39060	0,0455	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20720	0,0470	6,16020	0,00	
Молочна плівка, оброблена розчинами лужним(1:5) та кислотним (1:9)						
1	5,67205	5,72255	0,0505	5,72120	2,67	Залишок, масний на дотик
2	5,20140	5,24840	0,0470	5,20140	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
3	6,34510	6,39110	0,0460	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20820	0,0480	6,16020	0,00	
Молочна плівка, оброблена розчинами лужним (1:9) та кислотним (1:9)						
1	5,67205	5,72125	0,0492	5,72260	2,74	Залишок, масний на дотик
2	5,20140	5,24910	0,0477	5,20140	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
3	6,34510	6,39360	0,0485	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20760	0,0474	6,16020	0,00	

Експериментальні результати, отримані авторами

Оскільки не є обов'язковим повне видалення молочних відкладень лужним розчином, ми дослідили сумарний мийний ефект при розведенні його 1 : 9. Очевидно, що за приведених умов відбувається повне видалення молочних забруднень.

Наступним етапом нашої роботи було оцінити мийний ефект створених розчинів при мінімально допустимому режимі лужної обробки та зменшенні температурного режиму кислотної обробки нижче мінімально рекомендованої

температури. Тут ми оцінили мийний ефект плівок, витриманих протягом 1 доби та 3 діб.

**2. Експериментальні результати дослідження мийної здатності лужного ( $t=55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) та кислотного ( $t=65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) миючих засобів молочних забруднень**

№ зразка	Маса зразка $m_1(\pm 0,00005)$ , г	Маса зразка з плівкою $m_2(\pm 0,00005)$ , г	Маса плівки $m_3(\pm 0,00005)$ , г	Маса зразка після оброблення $m_4(\pm 0,00005)$ , г	Залишок, %	Примітки
Молочна плівка (витримка 1 доба), оброблена розчинами лужним (1:9) та кислотним (1:9)						
1	5,67205	5,71765	0,0456	5,67205	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
2	5,20140	5,24890	0,0475	5,20140	0,00	
3	6,34510	6,39410	0,0490	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20900	0,0488	6,16020	0,00	
Молочна плівка (витримка 3 доби), оброблена розчинами лужним (1:9) та кислотним (1:9)						
1	5,67205	5,72015	0,0481	5,67205	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
2	5,20140	5,25010	0,0487	5,20140	0,00	
3	6,34510	6,39340	0,0483	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20810	0,0479	6,16020	0,00	

Експериментальні результати, отримані авторами

Очевидним є ефект задовільної мийної спроможності навіть «застарілих» (3 доби) молочних забруднень. Тому в наступному оціночному етапі експерименту ми зменшили температуру кислотної обробки ще на  $5^{\circ}\text{C}$ . Результати експериментальних досліджень мийного ефекту лужного (при  $t=55^{\circ}\text{C}$ ) та кислотного ( $t=60^{\circ}\text{C}$ ) мийних засобів молочних плівок, витриманих протягом 1 доби та 3 діб приведені у таблиці 3.

**3. Експериментальні результати дослідження мийної здатності лужного ( $t=55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) та кислотного ( $t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) миючих засобів молочних забруднень**

№ зразка	Маса зразка $m_1(\pm 0,00005)$ , г	Маса зразка з плівкою $m_2(\pm 0,00005)$ , г	Маса плівки $m_3(\pm 0,00005)$ , г	Маса зразка після оброблення $m_4(\pm 0,00005)$ , г	Залишок, %	Примітки
Молочна плівка (витримка 1 доба), оброблена розчинами лужним (1:9) та кислотним (1:9)						
1	5,67205	5,71815	0,0461	5,67205	0,00	Візуальних змін не спостерігалось
2	5,20140	5,24890	0,0475	5,20140	0,00	
3	6,34510	6,39430	0,0492	6,34510	0,00	
4	6,16020	6,20700	0,0468	6,16020	0,00	
Молочна плівка (витримка 3 доби), оброблена розчинами лужним (1:9) та кислотним (1:9)						
1	5,67205	5,72155	0,0495	5,72150	0,10	Візуально ледве помітний наліт
2	5,20140	5,25110	0,0497	5,25105	0,10	
3	6,34510	6,39220	0,0471	6,39215	0,11	
4	6,16020	6,20850	0,0483	6,20845	0,10	

Експериментальні результати, отримані авторами

Очевидним є наявність залишку молочних забруднень при зниженні температурного режиму кислотної обробки «застарілої» молочної плівки, але відбувається повне відмивання забруднень однодобових.

Результати експериментальних досліджень демонструють задовільний мийний ефект від молочних забруднень у статичному режимі при застосуванні лужного та кислотного мийних розчинів, створених авторами, при гранично допустимих температурних режимах з розведенням 1:9. Показано повне відмивання навіть 3-денного молочного забруднення при зниженні температурного режиму кислотної обробки до  $t=65^{\circ}\text{C}$  при розведенні обох розчинів 1:9. Доведена ефективність мийних засобів по відношенню до одноденної молочної плівки при зниженні температурного режиму кислотної обробки до  $t=60^{\circ}\text{C}$  при розведенні обох розчинів 1:9. Виявлено, що за такого режиму при наявності «застарілих» молочних відкладень спостерігається до 0,1% залишку. Тобто оптимальним режимом комплексного застосування лужного та кислотного мийних розчинів в

одному мийному циклі є їх розведення 1:9 та температурні режими  $t=55^{\circ}\text{C}$  (для лужного розчину) та  $t=65^{\circ}\text{C}$  (для кислотного розчину).

Ми свідомо не наводимо експериментальні дані, отримані при подальших розведеннях, хоча вони теж показали задовільну мийну здатність. Причина полягає в тому, що однією з вимог до розчинів мийних є також дезінфекція. Тому дослідження більш розведених розчинів ми плануємо виконувати з одночасним дослідженням дезінфекційного ефекту.

**Висновки.** Виконаний аналіз параметрів комплексного застосування створених авторами лужного та кислотного мийних засобів для миття обладнання молочної промисловості в безрозбірному режимі. Доведена висока ефективність мийної здатності розчинів при запропонованих розведеннях. Результати досліджень демонструють задовільний мийний ефект використання лужного та кислотного мийних розчинів в одному мийному циклі при мінімальних температурних режимах. Основними перевагами представлених та досліджених розробок є низька собівартість, можливість приготування з розведених розчинів, які не є прекурсорами як в промислових умовах, так і безпосередньо на підприємстві перед застосуванням, відсутність різких запахів, безпечність при використанні, можливість застосування води середньої жорсткості, й, як доведено, енергоефективність. Одержані результати відкривають перспективи інтеграції агропромислового сектору економіки в європейський простір як самостійної конкурентноспроможної продуктивної галузі з пропозиціями, що відповідають вимогам стандартів якості.

*Перспективи подальших досліджень.* Оскільки повне відмивання від молочних відкладень надає хороший прогноз щодо дезінфекційного впливу, то при подальших дослідженнях є необхідним вивчити ефективність використання запропонованих засобів щодо дезінфекції обладнання та виконати оптимізацію умов їх використання для визначення антимікробної дії.

## **БІБЛІОГРАФІЯ**

1. Пат. на винахід України UA 77092. Низькопінний засіб для миття обладнання циркуляційним методом / *Н.Ф. Якубчик, Т.Д. Тимчишина, І.О. Юрченко*: Бюл.№10, опубл. 16.10.2006.

2. Пат. на корисну модель України UA 51382. Лужний мийно-дезінфекційний засіб «Сандез» для санітарної обробки доїльного устаткування та молочного інвентарю / *М.Д. Кухтин, Є.М. Кривохижа, Я.Й. Крижанівський, Н. Моткалюк*: Бюл. №13, опубл. 12.07.2010.

3. Пат. на корисну модель України UA 127785. Засіб кислотний для миття та дезінфекції доїльних апаратів методом безрозбірного циркуляційного миття / *В.О. Онищенко, О.М. Філонич, Ю.М. Дейнека, І.В. Чепурко, Д.О. Стороженко, Н.Б. Сененко, Н.В. Бунякіна*: Бюл. № 16, опубл. 27.08.2018.

4. Пат. на корисну модель України UA 132131 UA. Засіб лужний для миття та дезінфекції доїльних апаратів методом безрозбірного циркуляційного миття / *В.О. Онищенко, О.М. Філонич, Ю.М. Дейнека, І.В. Чепурко, Д.О. Стороженко, Н.Б. Сененко, Н.В. Бунякіна*: Бюл. №3. Опубл. 11.02.2019. - 8 с.

5. Патент на корисну модель України UA 108668. Спосіб дослідження ефективності мийної дії розчинів для очищення молокопровідних систем / *А.П. Палій*. Бюл. №14, опубл. 25.07.2016.

6. Розробка інструкції щодо технологічної мийки та санітарної обробки обладнання молочних підприємств звіт про НДР: 89.09/ Технологічний інститут молока та м'яса НАНУ – К., 2010.– 14 с.– ДР 0109U002638.

7. *Шинкарук О.Ю.* Лабораторна характеристика рідкого ензимного мийного засобу «Ензимий» для санобробки у молочній промисловості. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С.З. Гжицького*. 2016. Т. 18, № 3(71), 195-200. doi: 10.1542/nvlvet7144. ISSN 2413-5550 print, ISSN 2518-1327 online.

8. *Шульга Н. М., Млечко Л. А.* Санітарія та гігієна: навч. посіб. для студ. ВНЗ. Київ, Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України ІПДО НУХТ, 2011. 34 с.



9. Davey K.R., Chandrakash S. and O'Neill B.K. A new risk analysis of Clean-In-Place milk processing. *Food Control-accepted*. 2012. 6 June. [Doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.06.014](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.06.014).

10. Pat. US8114222 B2 USA Method for cleaning industrial equipment with pre-treatment. declared 25.10.05; published 14.02.12. 13 p.

11. Pat.0751211 A1 EP Dairy system cleaning preparation and method. declared 28.06.96; published 02.01.97. 5 p.

12. Pat.WO 2002010325 A1 Henkel Ecolab Gmbh&Co.Ohg Acid preparations for cleaning and disinfecting surfaces. declared 18.07.01; published 07.02.02. 9 p.

13. Pat. US 5998358 A USA Antimicrobial acid cleaner for use on organic or food soil. declared 23.03.99; published 07.12.99. 8 p.

14. Pat. US 2593259 A USA Acid cleaner and detergent. declared 13.02.48; published 15.04.52. 3 p.

15. *Thomas Amitha, Sathian C.T.* Cleaning-In-Place (CIP) System in Dairy Plant-Review. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)* doi: 10.9790/2402-08634144, e-ISSN: 2319-2402, p- ISSN: 2319-2399. Volume 8, Issue 6 Ver. III (Jun. 2014), PP 41-44 [www.iosrjournals.org](http://www.iosrjournals.org)

16. *Onyshchenko V., Filonych O., Storozhenko D., Senenko N.* Association agreement: driving integrational chances: collective monograph «Technological integration by invention of new qualitative means for food industry» Part V, 5.6 Chicago, Illinois, USA: Accept Graphics Communications, 2019. – pp. 569-579. ISBN-13: 978-0-9895852-3-1(USA).

17. *Onyshchenko V., Deyneka Yu., Chepurko I., Storozhenko D., Senenko N., Bunyakina N.* Equipment washing formulae for milk products industry: collection of scientific articles «Energy, energy saving and rational nature use» Radom, Poland: Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities in Radom, 2017. – № 1-2 (7, 8). – pp. 94 – 99. ISSN 2409-658X

18. *Storozhenko D., Senenko N., Horobets D.* Innovations in the Processes of Cleaning and Disinfection for Dairy Industry Equipment: collective monograph "Innovations in Science: the Challenges of Our Time". Ontario, Canada Accent graphics Communications & Publishing. Hamilton, 2018. pp. 515 – 524. ISBN 978-1-77192-422-1.

19. URL: [http://www.libusst.ru/doc\\_ussr/usr\\_9628/htm](http://www.libusst.ru/doc_ussr/usr_9628/htm).

20. URL: <http://rostok-agro.com.ua/ru/kormlenie/kontsentrivannoe-kislotnoe-moyushchee-sredstvo-rinol-kk.html>

21. URL:

[http://animalcentr.ru/templates/Katalog%20Farm%20Services%20\\_2014\\_2015.pdf](http://animalcentr.ru/templates/Katalog%20Farm%20Services%20_2014_2015.pdf)

22. URL: [http://lactalux.com.ua/ru/stati/moyushchee-sredstvo-dlya-doilnyh-apparatov\\_ss.html](http://lactalux.com.ua/ru/stati/moyushchee-sredstvo-dlya-doilnyh-apparatov_ss.html)

23. URL: <http://at-technika.com.ua/index.php/gigienaystanovok/kislotnue>

24. URL: <http://farmakos.ua/>

25. URL: <http://cherkassy.prombaza77.com/products/schelochnoe-moyushee-sredstvo-basix-ot-delaval>

### ***References***

1. Pat. na vynakhid Ukrainy UA 77092. Nyzkopinnyi zasib dlia myttia obladnannia tsyrkuliatsiinym metodom [Low-foam means for equipment washing by CIP-mode] / N.F. Yakubchyk, T.D. Tymchyshyna, I.O. Yurchenko: Biul.№10, opubl. 16.10.2006. [In Ukrainian].

2. Pat. na korysnu model Ukrainy UA 51382. Luzhnyi myino-dezinfektsiinyi zasib «Sandez» dlia sanitarnoi obrobky doilnoho ustatkuvannia ta molochnoho inventariu [Alkaline washing-desinfective mean "Sandes" for sanitary treatment of milking and dairy equipment] / M.D. Kukhtyn, Ye.M. Kryvokhyzha, Ya.I. Kryzhanivskyi, N. Motkaliuk: Biul. №13, opubl. 12.07.2010. [In Ukrainian].

3. Pat. na korysnu model Ukrainy UA 127785. Zasib kyslotnyi dlia myttia ta dezinfektsii doilnykh aparativ metodom bezrozbirnoho tsyrkuliatsiinoho myttia [Acid means for milking machines washing and disinfection by the Clean-In-Place method] / V.O. Onyshchenko, O.M. Filonych, Yu.M. Deineka, I.V. Chepurko, D.O. Storozhenko, N.B. Senenko, N.V. Buniakina: Biul. № 16, opubl. 27.08.2018. [In Ukrainian].

4. Pat. na korysnu model Ukrainy UA 132131 UA. Zasib luzhnyi dlia myttia ta dezinfektsii doilnykh aparativ metodom bezrozbirnoho tsyrkuliatsiinoho myttia [Alkaline means for milking machines washing and disinfection by the Clean-In-Place method] / V.O. Onyshchenko, O.M. Filonych, Yu.M. Deineka, I.V. Chepurko, D.O. Storozhenko, N.B. Senenko, N.V. Buniakina: Biul. №3. Opubl. 11.02.2019. [In Ukrainian].

5. Pat. na korysnu model Ukrainy UA 108668. Sposib doslidzhennia efektyvnosti myinoi dii rozchyniv dlia ochyshchennia molokoprovidnykh system [A method of studying of the washing solutions efficiency for the milk systems cleaning] / *A.P. Paliy*. Biul. №14, Opubl. 25.07.2016. [In Ukrainian].

6. Rozrobka instruktsii shchodo tekhnolohichnoi myiky ta sanitarnoi obrobky obladdannia molochnykh pidpriemstv zvit pro NDR: 89.09/ Tekhnolohichniy instytut moloka ta miasa NANU [The report on the research work № 89.09 «Development of instructions for technological washing and sanitization of dairy enterprises equipment» Technological Institute of milk and meat NASU] – K., 2010.– 14 s.– DR 0109U002638. [In Ukrainian].

7. Shynkaruk O.Iu. (2016). Laboratorna kharakterystyka ridkoho enzymnoho myinoho zasobu «Enzymy» dlia sanobrobky u molochnii promyslovosti [Laboratory characteristics of liquid enzyme detergent “Enzymy” for sanitation in dairy industry]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Hzhyskoho*. T. 18, № 3(71), 195-200. doi: 10.1542/nvlvet7144. ISSN 2413-5550 print, ISSN 2518-1327 online. [In Ukrainian].

8. *Shulha N. M., Mlechko L. A.* Sanitariia ta hiihena: navch. posib. dlia stud [Sanitation and hygiene: Training Manual for students]. *VNZ. Kyiv, Minosvity i nauky, molodi ta sportu Ukrainy IPDO NUKhT*, 2011. 34 c. [In Ukrainian].

9. *Davey K.R., Chandrakash S. and O'Neill B.K.* A new risk analysis of Clean-In-Place milk processing. *Food Control-accepted*. 2012. 6 June. **Doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.06.014**. [In English].

10. Pat. US8114222 B2 USA Method for cleaning industrial equipment with pre-treatment. declared 25.10.05; published 14.02.12. 13 p. [In English].

11. Pat.0751211 A1 EP Dairy system cleaning preparation and method. declared 28.06.96; published 02.01.97. 5 p. [In English].

12. Pat.WO 2002010325 A1 Henkel Ecolab Gmbh&Co.Ohg Acid preparations for cleaning and disinfecting surfaces. declared 18.07.01; published 07.02.02. 9 p. [In English].

13. Pat. US 5998358 A USA Antimicrobial acid cleaner for use on organic or food soil. declared 23.03.99; published 07.12.99. 8 p. [In English].

14. Pat. US 2593259 A USA Acid cleaner and detergent. declared 13.02.48; published 15.04.52. 3 p. [In English].

15. *Thomas Amitha, Sathian C.T.* Cleaning-In-Place (CIP) System in Dairy Plant-Review. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)* doi: 10.9790/2402-08634144, e-ISSN: 2319-2402, p- ISSN: 2319-2399. Volume 8, Issue 6 Ver. III (Jun. 2014), PP 41-44 [www.iosrjournals.org](http://www.iosrjournals.org) [In English].

16. *Onyshchenko V., Filonych O., Storozhenko D., Senenko N.* Association agreement: driving integrational chances: collective monograph «Technological integration by invention of new qualitative means for food industry» Part V, 5.6 Chicago, Illinois, USA: Accept Graphics Communications, 2019. – pp. 569-579. ISBN-13: 978-0-9895852-3-1(USA). [In English].

17. *Onyshchenko V., Deyneka Yu., Chepurko I., Storozhenko D., Senenko N., Bunyakina N.* Equipment washing formulae for milk products industry: collection of scientific articles «Energy, energy saving and rational nature use» Radom, Poland: Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities in Radom, 2017. – № 1-2 (7, 8). – pp. 94 – 99. ISSN 2409-658X [In English].

18. *Storozhenko D., Senenko N., Horobets D.* Innovations in the Processes of Cleaning and Disinfection for Dairy Industry Equipment: collective monograph “Innovations in Science: the Challenges of Our Time”. Ontario. Canada Accent graphics Communications & Publishing. Hamilton, 2018. pp. 515 – 524. ISBN 978-1-77192-422-1. [In English].

19. Instruksiya po sanitarnoy obrabotke oborudovaniya na predpriyatiyah molochnoy promyshlennosti [Instruction for the sanitary processing equipment at the enterprises of the dairy industry]. Retrieved from: [http://www.libusst.ru/doc\\_ussr/usr\\_9628/htm](http://www.libusst.ru/doc_ussr/usr_9628/htm). [In Russian].

20. Katalog produktsii chastnogo predpriyatiya "Rostok-Agro.H". Koncentrirovannoe kislotnoe moyushee sredstvo RINOL-KK [Product Catalogue of private enterprise "Rostock Agro. Ch". Concentrated acid detergent RINOL-KK]. Retrieved from: <http://rostok-agro.com.ua/ru/kormlenie/kontsentririvannoe-kislotnoe-moyushchee-sredstvo-rinol-kk.html> [In Russian].

21. Katalog soputstvuyuschih tovarov FarmServices 2014-2015 [Catalogue of concomitant goods Farm Services 2014-2015]. Retrieved from: [http://animalcentr.ru/templates/Katalog%20Farm%20Services%202014\\_2015.pdf](http://animalcentr.ru/templates/Katalog%20Farm%20Services%202014_2015.pdf) [In Russian].

22. Katalog tovarov kompanii «LaktaLyuks». Moyushchee sredstvo dlya doilnyh apparatov [Product catalog of the company "LaktaLyuks". Detergent for milking machines]. Retrieved from: [http://lactalux.com.ua/ru/stati/moyushchee-sredstvo-dlya-doilnyh-apparatov\\_ss.html](http://lactalux.com.ua/ru/stati/moyushchee-sredstvo-dlya-doilnyh-apparatov_ss.html) [In Russian].

23. Prays OOO «AT Tehnika». Gigiena ystanovok [Price LLC "AT Technique". Installation hygiene]. Retrieved from: <http://at-technika.com.ua/index.php/gigienaystanovok/kislotnue> [In Russian].

24. Produktsiia naukovo-vyrobnychoho pidpriemstva «Farmakos» [Products of Research and Production Enterprise "Farmakos"]. Retrieved from: <http://farmakos.ua/> [In Ukrainian].

25. Prombaza 77. Mezhdunarodnyiy otraslevoy portal. Schelochnoe moyushee sredstvo [Prombaza 77. The international branch portal. Alkaline detergent]. Retrieved from: <http://cherkassy.prombaza77.com/products/schelochnoe-moyushee-sredstvo-basix-ot-delaval> [In Russian].