

УДК 661.18:637.115

**Онищенко В.О.**

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

**Стороженко Д.О.**

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

**Сененко Н.Б.**

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

**Бунякіна Н.В.**

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

## ЗАСІБ КИСЛОТНИЙ ДЛЯ МИТТЯ ТА ДЕЗІНФЕКЦІЇ ДОЇЛЬНИХ АПАРАТІВ МЕТОДОМ БЕЗРОЗБІРНОЇ ЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ МИЙКИ

*Розроблений і представлений кислотний засіб для мийки та дезінфекції обладнання підприємств харчової промисловості. Запропонована рецептура суміші та методика її приготування виключає застосування прекурсорів, а також надає можливість використання розчинів кислот дозволених концентрацій і водопровідної води. Засіб рекомендований для мийки внутрішніх поверхонь доїльних апаратів, різних ємностей для транспортування молока, трубопроводів, зокрема методом безрозбірної циркуляційної мийки (Clean In Place – CIP-мийки) після обробки лужним розчином. Внаслідок низької собівартості є доступним не тільки для великих підприємств молочної промисловості, але й для малих ферм. Крім того, основними перевагами запропонованого засобу є: висока якість мийки та дезінфекції внутрішніх поверхонь технологічного обладнання молочної промисловості в безрозбірному стані в автоматичному режимі; безпечне використання; відсутність неприємних запахів; можливість використання водопровідної води; доступність сировини та простота приготування.*

**Ключові слова:** розчин кислотний, рН, доїльні апарати, молочний камінь, собівартість.

**Постановка проблеми.** Однією із задач становлення України як успішної держави є розвиток агропромислового сектора, забезпечення населення якісними продуктами харчування. Передумовами успішного просування молочної продукції на ринок у сучасних умовах є її якість, високі смакові властивості та безпека для споживача. Безпеку розуміють як відсутність шкідливих хімічних і біологічних домішок, зокрема, патогенних мікроорганізмів і отруйних продуктів їхньої життєдіяльності, а мікробіологічну стійкість – як потенційну можливість зберігання продукту без псування [1, с. 8, 9]. Особлива увага приділяється сучасним технологіям переробки та виробництва молочної продукції. Тому головним напрямом забезпечення ефективного й економічного розв'язання проблеми миття та дезінфекції технологічного обладнання стало застосування принципу безрозбірної циркуляційної мийки (Clean In

Place – CIP мийки) [1, с. 8]. Тут найбільшою проблемою є миття та дезінфекція внутрішніх поверхонь через їхню важкодоступності.

Молочні забруднення мають певні особливості, які визначають специфіку санітарної обробки [2, с. 6, 10, 19]. Саме тому звичайне ополіскування водою і навіть миття миючими засобами недостатні. Необхідно проводити саме санітарну обробку в найкоротший проміжок часу після використання інвентаря, закінчення процесу та звільнення обладнання. У разі безперервної роботи санітарну обробку необхідно проводити після закінчення робочого циклу або через певні інтервали часу, визначені спеціальними інструкціями з обслуговування обладнання та результатами досліджень [2, с. 21; 3, с. 7, 10].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Під час вивчення засобів для миття доїльних апаратів, які пропонує український і світовий ринки,

ми визначили основні пріоритети – якість, безпеку та низьку собівартість. Виробники не наводять концентраційний вміст компонентів сумішей через комерційну таємницю [4–9]. Дослідження авторами цих сумішей указує на досить високу їхню собівартість і низьку надоліків, пов'язаних із токсичністю, різкими і неприємними запахами: “Ultra acid” (Франція) – оброблені інгібітором кислоти, інгібітори повторного осадження, ПАВ, речовини для контролю піни; “CircoSuper SFM” (Німеччина) – кислотний засіб; «Інтол» (фірма «Росток-Агро. Х», м. Дніпро) – кислотний засіб. Засоби для миття виробництва Франції, Естонії, Швеції й Німеччини мають належну миючу здатність, але високу ціну, що значно підвищує вартість сировини.

Відомі кислотні мийні засоби, які використовують у СІР-мийці для попереднього оброблення технологічного обладнання [10, с. 1]. Вони містять переважно органічні кислоти  $C_6 - C_{12}$  з обов'язковим додаванням окиснювачів зі вмістом пероксиду водню, пероксикарбонної кислоти та їх сумішей. У засобах із використанням неорганічних кислот зазначені фосфатна, нітратна, сульфатна кислота, а органічних – молочна, оцтова, оксиоцтова, лимонна, глютамінова, глютанова та глюконова кислоти. Зазначено, що кількість кислоти в розчині попереднього оброблення становить від 0,25 мас.% і не перевищує 10 мас.%, але найбільш рекомендовані зі вмістом кислоти від 0,5 до 1,5 мас.%. Кількість окиснювача в розчині попереднього оброблення становить щонайменше 0,01 мас.% і не перевищує 1 мас.%. Прийнятні кількості окиснювача – від 0,01 до 0,50 мас.% (0,3 мас.% є найбільш бажаним). Оптимальні кількості окиснювача щодо будь-якого кислотного джерела зазвичай – від 1 : 1 до 1 : 10, від 1 : 3 до 1 : 7 або від 1 : 20 до 1 : 50. Особливо придатні розчини від 0,25 до 10 мас.% фосфатної кислоти зі вмістом 50–5 000 ppm (від 0,005 до 0,5 мас.%) перекису водню. У патенті зроблений акцент на методиці очищення, але аналіз усіх наведених кислотних розчинів визначив їхні спільні недоліки: значну собівартість, наявність різких запахів, що значно погіршують можливість їх застосування на виробництві та здебільшого унеможливають використання водопровідної води з допустимою жорсткістю, вони потребують застосування дистильованої води внаслідок можливого утворення осаду, що є неприйнятним. Крім того, така дезінфекція потребує суворого дотримання концентраційних меж, оскільки в разі її заниження та зменшення експозиції може не відбутися повного

відмирання бактеріальних клітин, а за занадто високих концентрацій розчину дезінфектанту можлива корозія технологічного обладнання, а також виділення отруйних речовин, шкідливих для здоров'я людини.

Відомий також мийний засіб, де кислотна композиція містить такі складники у вказаних пропорціях: фосфатна кислота – 30,0–50,0%, кислотнo-стійкий секвестрант – 2,0–15,0%, стабілізатор – 0,1–2,0%, пероксид – 2,0–20,0%, вода – до 100,0%. Рекомендована в патенті рецептура: фосфатна кислота (81% розчин) – 49,4%, Dequest 2010 (50% фосфонат) – 0,5%, дипіколінова кислота – 0,2%, льодяна оцтова кислота (99,6% золь) – 6,0%, перекис водню (35% золь) – 8,6%, вода – до 100,0% [11, с. 1–3]. Недоліком такого засобу є значна кількість компонентів, а отже, більш складна методика приготування і висока собівартість. Суттєвим недоліком є необхідність використання під час приготування концентрованих розчинів кислот, особливо таких, що мають надзвичайно різкий запах.

Відомі кислотні композиції з антимікробною дією, зазначені в [12, с. 1–3], в якому рекомендовано використання кислих препаратів: а) однієї або більше кислот, вибраних із мурашиної, оцтової, пропіонової, глюконової, молочної, лимонної, глікольної, фосфатної, алкансульфонової, нітратної та сульфатної; б) алкенкарбонної кислоти або алкілкарбонної кислоти, що містить від 8 до 14 атомів вуглецю і принаймні один подвійний або потрійний зв'язок в алкеновому або алкіновому ланцюзі, водночас відповідні ланцюжки вуглецю можуть містити ефір, спирт, альдегід, кетогрупи, а решта (до 100 мас.%) являють собою воду та/або допоміжні речовини, та/або активні речовини для чищення, та/або дезінфекції твердих поверхонь. У висновках зазначено, наприклад, що до фосфатної кислоти потрібно додавати ундецилову кислоту. Недоліком вищезгаданої кислотної композиції є широкий спектр запропонованих кислот, досить дорогих, що значно підвищує собівартість композиції, складність приготування. А суттєвим недоліком є використання фосфатної кислоти, оскільки це спричиняє необхідність застосування тільки дистильованої води як під час приготування засобу, так і під час промивання технологічного обладнання після кислотної обробки, оскільки вода з мінімальною жорсткістю може спричинити утворення осаду.

Подібним є кислотний засіб, рекомендований у [13, с. 1]. Хімічний склад основної композиції: від 1 до 80 мас.% фосфатної кислоти; від

0,1 до 40 мас.% органічної карбонової кислоти; від 0,1 до 40 мас.% розчинника, що містить вуглеводневий ефір або вуглеводневий спирт; від 0,1 до 40 мас.% секвестранту; від 0,1 до 40 мас.% ефірної амінової композиції. На підставі цієї композиції рекомендовані різні варіації кислотних засобів для видалення вуглеводних і білкових відкладень. Очевидними недоліками є значна кількість складних компонентів високої вартості, складність у приготуванні і знову ж таки основою є фосфатна кислота, що спричиняє незручності через необхідність використання дистильованої води як для приготування композиції, так і в процесі мийки.

Кислотний засіб [14, с. 1–3] для очищення молочного та кондитерського обладнання з кислотною реакційною композицією, за описом, здатний видалити відкладення молока, захищені плівкою коагульованого молочного білка. У винаході рекомендована рецептура концентрату, який потім можна розбавити, щоб утворити розчин бажаної концентрації. Хімічний склад запропонованих концентратів кислотних мийних композицій для одержання в розчині рН від приблизно 1,0 до 1,3: від 10% до 30% органічної кислоти сильнішої, ніж оцтова, і слабшої, ніж мінеральна кислота (лимонна, молочна, винна, мурашина, хлороцтова, дихлороцтова та ін.), від 3% до 10% фосфатної кислоти, від 3% до 10% сульфату лужного металу, від 2% до 10% змочувального агента, сумісного з вищезгаданими інгредієнтами, що реагують із кислотою, та до 100% води. Недоліком запропонованого кислотного мийного засобу є значна кількість складових компонентів, отже, значна собівартість, використання фосфатної кислоти, оскільки необхідне застосування тільки дистильованої води в процесі приготування засобу і в процесі його використання, що значно обмежує можливість його застосування у фермерських господарствах та під час миття технологічного обладнання підприємств молочної галузі.

Насамперед ми створювали рекомендовані розчини, але під час експериментального дослідження їхніх основних фізико-хімічних властивостей було виявлено низку недоліків: різкий запах; невідповідний рН; обмежений термін зберігання, наслідком чого є утворення осадів; неможливість використання для приготування та під час промивання водопровідної води навіть середньої жорсткості. Розчини, які відповідали всім вимогам якості, зазвичай мали високу собівартість.

**Постановка завдання.** Метою роботи було створення дешевого кислотного мийного засобу для ефективного миття та дезінфекції внутрішніх

поверхонь технологічного обладнання молочної промисловості в безрозбірному режимі (Clean In Place – СІР-мийки).

Головне завдання – розробити рецептуру ефективного кислотного мийного засобу для розчинення відкладень після обробки лужним розчином і дезінфекції технологічного обладнання підприємств молочної промисловості.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Молочні забруднення мають деякі особливості, які визначають специфіку санітарної обробки [2, с. 21; 3, с. 2, 3]. Забруднення, які залишаються на поверхні обладнання, поділяють на три групи: 1) забруднення від контакту холодного молока з поверхнею (це молочна плівка, основними складниками якої є жир і білок); 2) забруднення, які утворюються після підігрівання молока до 80°C (в основному м'який осад, що складається з фосфатів кальцію та денатурованого білка); 3) забруднення, які залишаються після теплової обробки молока за температури, вищої за 80°C. Остання група забруднень – це комплекс сироваткових білків і неорганічних речовин. Вони характеризуються високою міцністю, а з підвищенням температури їхня міцність тільки збільшується. Отже, ступінь міцності та характер забруднення залежать від температури та тривалості обробки молочної сировини. Характер осаду також залежить від кислотності молочної сировини й температури обробки. У разі підвищення кислотності молока кількість осаду збільшується в декілька разів.

Миючі засоби використовують у вигляді розчинів, які повинні мати такі властивості: низький поверхневий натяг, добре змочування, здатність видалити молочний білок і нерозчинні кальцієві солі, емульгувати залишки жиру, не мати токсичної дії, не викликати корозії обладнання та добре змиватися з поверхні обладнання [2, с. 22, 23].

Оскільки основними компонентами забруднюючих речовин є білки, жири й неорганічні речовини в комплексі з білками, то необхідно, щоб миючі розчини були лужними та кислотними. Білки й жири гідролізуються в сильно лужному середовищі, а комплекси неорганічних речовин розчиняються та видаляються з поверхні обладнання кислотами [2, с. 23; 3, с. 3]. Робочі кислотні розчини засобу повинні мати рН ~ 1,6.

Поставлена задача вирішується тим, що запропонований авторами кислотний мийний засіб складається з нітратної кислоти, хлоридної кислоти і води, що забезпечує високу активність кислотних розчинів, задовільну мийну здатність і дезінфі-

каційні властивості приза невеликих концентрацій. Склад запропонованого нами засобу: кислота нітратна – від 17 мас.% до 23 мас.%, кислота хлоридна – від 3 мас.% до 10 мас.%, вода – до 100%.

У процесі роботи було підтверджено, що для ефективного видалення забруднень необхідно застосовувати кислотні розчини, що мають рН нижче критичного значення 1,8. Доцільно використовувати складні суміші, оскільки вони мають широкий спектр дії та кращий миючий ефект. Використання суміші двох найбільш сильних кислот, які практично не утворюють осадів, стало основою винаходу. Використання суміші розчинів оптимально підібраних концентрацій нітратної та хлоридної кислот дає змогу одержати мийний засіб, який надає низьке значення рН та забезпечує необхідний мийний і дезінфекційний ефект протягом тривалого часу.

Під час підготовки мийного засобу нами було виявлено, що концентрація розчину переважно варіюється залежно від типу обладнання, яке необхідно очистити. Неіржавіюча сталь і скло, з яких виготовлено технологічне обладнання підприємств молочної промисловості, є хімічно інертними до мийного розчину, який має рН у діапазоні від 1,0 до 1,8. Густина запропонованого нами розчину за 20°C становить 1,23–1,27 г/см<sup>3</sup>. Розчин прозорий, безбарвний. Оскільки засіб безпінний, його можна використовувати в СІР-мийках під високим тиском.

Авторами було проведено серію дослідів із видалення свіжих (1 доба) та застарілих (1 тиждень) молочних забруднень («молочного каменю»), попередньо витриманих як за 20°C, так і за 80°C (умови лужної обробки [2, с. 34]), з поверхонь у важкодоступних місцях (циліндри з нержавіючої сталі та скла) із застосуванням запропонованого у винаході мийного засобу за температур 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C та 70°C із різним часом експозиції без механічного втручання. Ефективність мийної дії визначали ваговим методом. Було виявлено цілковите видалення забруднень. Найбільша ефективність досягнута в разі нагрівання до 70°C (100% очищення протягом 5 хвилин). Оскільки необхідний термін мийки залежить від маси забруднення, то авторами підтверджується необхідність 25-хвилинної обробки запропонованим мийним засобом.

Під час створення рецептури кислотного розчину було враховано той факт, що хлоридна кислота є прекурсором за певних концентрацій, тому авторами розроблена методика приготування кислотної суміші із загальнодоступного та загально-

дозволеного 13%-го розчину хлоридної кислоти. Крім того, пропонується методика приготування кислотної суміші з використанням 51%-го розчину нітратної кислоти.

Собівартість 1 л кислотного засобу для миття і дезінфекції доїльних апаратів методом безрозбірної циркуляційної мийки становить 4 грн.

Перевагами одержаного розчину порівняно з відомими є доступність і низька собівартість складових компонентів, простота приготування, відсутність різких і неприємних запахів з одночасною відповідністю всім вимогам до мийних та дезінфікуючих засобів, можливість використання водопровідної води як для приготування засобу, так і під час його застосування для промивання обладнання.

Методика використання запропонованого миючого розчину є стандартна й енергозберігаюча [2, с. 23, 24]:

- перед миттям обладнання ззовні ополіскують водою зі шланга;

- теплою (кімнатної температури) або холодною водопровідною водою змивають залишки молока та молочних продуктів (тривалість ополіскування залежно від залишків на поверхні обладнання становить 5–7 хв);

- після ополіскування обладнання миють лужним розчином за температури 55–80°C (тривалість лужного миття залежить від виду обладнання і становить у середньому до 10–15 хв.);

- після миття лужним розчином обладнання споліскують теплою чи гарячою водою до видалення залишків луку протягом 5–15 хв. Ефективність споліскування перевіряють за наявністю луку в промивних водах (за фенолфталеїном).

З метою профілактики, а також для дезінфекції та видалення нерозчинних у воді осадів обладнання після споліскування від залишків лужного розчину миють кислотним розчином (температура – 70–85°C, тривалість – 25–30 хв).

**Висновки.** Запропоновано кислотний засіб для миття та дезінфекції доїльних апаратів методом безрозбірної циркуляційної мийки. Перевагами запропонованого кислотного засобу та способу його приготування є висока якість мийки та дезінфекції внутрішніх поверхонь технологічного обладнання молочної промисловості в безрозбірному стані в автоматичному режимі; безпека під час використання; відсутність неприємних запахів; можливість використання водопровідної води; доступність сировини; простота приготування; низька собівартість; можливість

застосування як на великих підприємствах молочної промисловості, так і на малих фермах.

Одержаний кислотний засіб дозволяє вирішити проблему миття й дезінфекції техноло-

гічного обладнання молочної промисловості в безрозбірному режимі, а також на різних етапах виробництва незалежно від складностей технологічних процесів.

#### Список літератури:

1. Розробка інструкції щодо технологічної мийки та санітарної обробки обладнання молочних підприємств звіт про НДР: 89.09. (ДР 0109U002638) К.: Технологічний інститут молока та м'яса НАНУ, 2010. 14 с.
2. Шульга Н.М., Млечко Л.А. Санітарія та гігієна: навч. посіб. для студ. ВНЗ. К.: Міносвіти і науки, молоді та спорту України ПІДО НУХТ, 2011. 34 с.
3. Инструкция по санитарной обработке оборудования на предприятиях молочной промышленности. М.: Библиотека нормативно-правовых актов СССР, 1978. 45 с. URL: [http://www.libusst.ru/doc\\_ussr/usr\\_9628/htm](http://www.libusst.ru/doc_ussr/usr_9628/htm).
4. Каталог товаров компании «Лакта Люкс». 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).
5. Прайс ООО «АТ Техника». URL: <http://at-technika.com.ua/index.php/gigienaustanovok/kislotnue>.
6. Каталог продукции частного предприятия «Росток-Агро. Х». URL: <http://rostok-agro.com.ua/ru/kormlenie/kontsentririvannoe-kislotnoe-moyushchee-sredstvo-rinol-kk.html>.
7. Prombaza 77: международный отраслевой портал. URL: <http://cherkassy.prombaza77.com/products/schelochnoe-moyuschee-sredstvo-basix-ot-delaval>.
8. Farm Services 2014 – 2015: каталог сопутствующих товаров. URL: [http://animalcentr.ru/templates/Katalog%20Farm%20Services%20\\_2014\\_2015.pdf](http://animalcentr.ru/templates/Katalog%20Farm%20Services%20_2014_2015.pdf).
9. Продукція науково-виробничого підприємства «Фармакос». URL: <http://farmakos.ua/>.
10. Method for cleaning industrial equipment with pre-treatment: пат. US8114222 B2 USA: заявл. 25.10.05; опубл. 14.02.12. 13 с.
11. Dairy system cleaning preparation and method: пат. 0751211 A1 EP: заявл. 28.06.96; опубл. 02.01.97. 5 с.
12. Acid preparations for cleaning and disinfecting surfaces: пат. WO 2002010325 A1 Henkel Ecolab GmbH&Co.Ohg; заявл. 18.07.01; опубл. 07.02.02. 9 с.
13. Antimicrobial acid cleaner for use on organic or food soil: пат. US 5998358 A USA: заявл. 23.03.99; опубл. 07.12.99. 8 с.
14. Acid cleaner and detergent: пат. US 2593259 A USA; заявл. 13.02.48; опубл. 15.04.52. 3 с.

#### СРЕДСТВО КИСЛОТНОЕ ДЛЯ МОЙКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ МЕТОДОМ БЕЗРАЗБОРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ МОЙКИ

*Разработано и представлено кислотное средство для мойки и дезинфекции оборудования предприятий пищевой промышленности. Предложенная рецептура смеси, методика ее приготовления исключает использование прекурсоров, а также предоставляет возможность использования растворов кислот разрешенных концентраций и водопроводной воды. Средство рекомендовано для мойки внутренних поверхностей доильных аппаратов, различных емкостей для транспортировки молока, трубопроводов, в том числе методом безразборной циркуляционной мойки (Clean In Place – СІР-мойки) после обработки щелочным раствором. Благодаря низкой себестоимости является доступным не только для больших предприятий молочной промышленности, но и для малых ферм. Кроме того, основные преимущества предложенного средства – отличная отмывающая способность и дезинфекция внутренних поверхностей технологического оборудования молочной промышленности в безразборном автоматическом режиме; безопасность при использовании; отсутствие неприятных запахов; доступность сырья и простота приготовления.*

**Ключевые слова:** *раствор кислотный, рН, доильные аппараты, молочный камень, себестоимость.*

---

**ACID COMPOSITION FOR WASHING AND DISINFECTION  
OF MILKING MACHINES BY THE CIP-CLEANING PRINCIPLE**

*The acidic composition for washing and disinfection of food processing equipment has been developed and presented. The proposed formulation of the mixture and the method of its preparation excludes the using of precursors, and also allows the use of acid solutions of permitted concentrations and tap water. The composition is recommended for the washing of the interior surfaces of milking machines, various containers and pipelines for the transport of milk, including the method of Clean In Place (CIP-cleaning) after treatment with alkaline solution. Due to its low cost, the proposed composition is available not only for large dairy enterprises, but also for small farms. In addition, the main advantages of the proposed remedy are the excellent quality of the washing and disinfection of the internal surfaces of the technological equipment of the dairy industry in a state of play in an automatic mode; safety when using; the absence of unpleasant odors; the possibility of using tap water; availability of raw materials and ease of preparation.*

**Key words:** acid solution, pH, milking machines, milk stone, cost price.