

УДК 661.163.42

МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСНЫЕ БАКТЕРИЦИДЫ СО СВОЙСТВАМИ ДЕТЕРГЕНТОВ

© 2020 г. Академик РАН А. Ю. Цивадзе¹, А. Я. Фридман¹, А. К. Новиков¹,
И. Я. Полякова¹, М. П. Шабанов^{1,*}

Поступило 17.07.2020 г.

После доработки 21.08.2020 г.

Принято к публикации 04.09.2020 г.

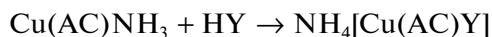
В настоящем сообщении представлены данные о возможности создания новых не имеющих аналогов металлокомплексных бактерицидов со свойствами детергентов. Они способны необратимо подавлять бактериофаги, бактерии кишечной группы, вирионы, кокки, сальмонеллу, трихомонаду, споры *Vescreus* в загрязнениях, содержащих жиры на поверхностях различных материалов, с одно-временной их отмывкой. В дозах, летальных для патогенов, бактерицид безопасен для микрофлоры, животных и человека. Полученные результаты представляются актуальными в связи с ситуацией COVID-19 и возможными ухудшениями эпидемиологической обстановки.

Ключевые слова: бактерициды, детергенты, металлокомплексы, обеззараживание

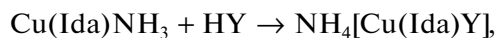
DOI: 10.31857/S2686953520050143

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время известны бактерицидные комплексы $[Cu(AC)NH_3]X$ и $Cu(Ida)NH_3$, где AC^- – анионы аминокислот, а Ida^{2-} – анион C-замещенных иминодиуксусных кислот (продукты из гидролизатов белоксодержащих отходов), $X = Cl^-$, $1/2(SO_4^{2-})$ [1]. Средства на их основе используются для обработки осадков очистных сооружений, могильников, в санитарной технике и в товарах бытовой химии взамен хлорных окислительных средств. Действие комплексов основано на реакциях



или



где Y – группировка из радикалов с аминогруппами $->C-NH_3^+$ и карбоксильными группами $-COO^-$ из заместителей аминокислотных остатков в полипептидных цепях белка, ДНК или РНК. Включение $Cu(AC)^+$ или $Cu(Ida)$ в нативные структуры приводит к прекращению питания, дыхания и выделения микроорганизма, нейтра-

лизации заряда оболочки клетки и ее схлопыванию, невозможности возрождения цист и размножения вирусов, инактивации ферментов [1]. В таких биологически опасных объектах, как осадки очистных сооружений, летальная доза комплексов в пересчете на медь для бактериофагов и микробов 50–60 мг/кг, а для яиц гельминтов и личинок клеща – 80–85 мг/кг среды (сухое вещество), что ниже ПДК для таких объектов. При данных дозах сохраняется жизнедеятельность гидрофлоры и почвенной микрофлоры. По токсическому действию эти бактерицидные комплексы относятся к веществам четвертого класса опасности [1]. Вместе с тем возможности их использования для специальной обработки в условиях пандемии COVID-19 оказались ограниченными. Комплексы не являются детергентами, и они не диффундируют в антропогенные загрязнения, содержащие жиры и масла, которые являются средой для развития патогенов и депонирования бактериофагов, в том числе COVID-19. Нами разработан детергент на основе иминодиацетатных производных полимукосахаридов и иминодиацетатных производных триглицеридов жирных кислот, названных “поликомлексонами”, представляющими собой продукт из гидролизатов отходов, содержащих белки [2, 3]. Очевидно, что координационные фрагменты $CuLNH_3$, где L – иминодиацетатный радикал, в соединениях поликомлексонов с аминными комплексами меди будут аналогами $Cu(Ida)NH_3$. Мы предположили, что производные полимукосахаридов и триглицери-

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, Москва, Россия

*E-mail: sha444@yandex.ru

Таблица 1. Летальные дозы БД в смыве загрязнений с разным содержанием жира

Жир, %, сухой остаток	Доза БД, мг/кг				
	стекло	пластик	сталь	керамическая плитка	бетон
10	0.75–0.77	0.76–0.78	0.74–0.75	0.78–0.8	0.82–0.85
20	0.83–0.86	0.84–0.86	0.79–0.83	0.98–1.06	1.15–1.18
30	0.92–0.97	0.94–0.99	922–1.27	1.30–1.33	1.53–1.40

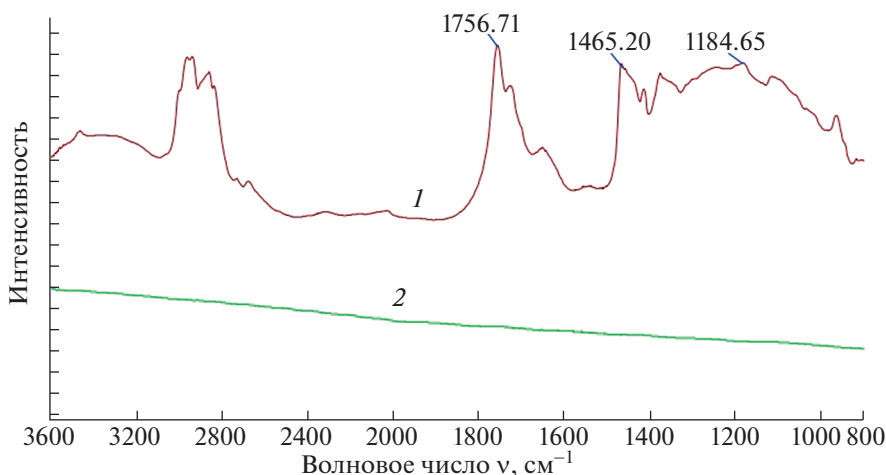
верхности никелевой пластины, орошенной раствором, и спектр этой пластины после смыва.

В спектре поверхности пластины с загрязнением присутствуют полосы в области $3400\text{--}3200\text{ см}^{-1}$, соответствующие колебаниям молекулярных групп в целлюлозе и крахмале, полосы в области 1760 и 1184 см^{-1} , соответствующие колебаниям в липидах, и полоса 1463 см^{-1} , соответствующая колебаниям в белках, присутствующих в загрязнениях. После смыва на ИК-спектре эти полосы отсутствуют, то есть пластина отмыта от загрязнения.

Исследования показали, что БД является одновременно бактерицидом и детергентом. Как отмечалось выше, раствор БД при обработке загрязненной поверхности впитывается в загрязнение. На рис. 3 приведена микрофотография поверхности обеззараженного загрязнения с содержанием липидов 35% на никелевой пластине до его смывания. Видно, что поверхность неоднородна и на ней просматриваются частицы. По-видимому, при действии раствора БД производные триглицеридов как бифильные молекулы внедряются в частички из жиров. Это обеспечивает диффузию производных полимукосахаридов в загрязнения, приводящую к их деструкции и распаду на частицы. Вероятно, что из цепей полимукосахаридов, в частности производных гиалуроновой кислоты с моле-

кулярной массой $5\text{--}15$ млн Да, вокруг частиц формируются гидрофильные оболочки. Это обеспечивает отторжение загрязнения от поверхности. При диффузии комплексы CuLNH_3 контактируют с колониями бактерий, связывая белковые структуры вирусов, токсинов и протеаз. В этом случае расход БД будет возрастать пропорционально содержанию липидов.

В настоящее время в условиях пандемии существенно увеличилось использование хлорсодержащих дезинфицирующих средств [4, 5]. Главным образом используются хлорная известь, гипохлорит натрия, дихлоргексидин и подобные [6, 7]. Для повышения эффективности их сочетают с жесткими поверхностно-активными веществами [8]. Использование таких средств в больших масштабах, очевидно, приведет к существенным превышениям содержания токсических веществ, в том числе диоксинов [9], как в объектах прямого контакта с населением, так и в стоках коммунальных отходов. В этом плане БД может быть перспективным в качестве доступной основы безопасных для человека средств специальной промышленной санитованной обработки объектов, в которых могут быть депонированы вирусы и патогены, а также для разработки ассортимента бытовых средств с бактерицидным эффектом для

**Рис. 2.** ИК-спектры поверхности никелевой пластины с загрязнением (1) и поверхности пластины после его смыва (2).

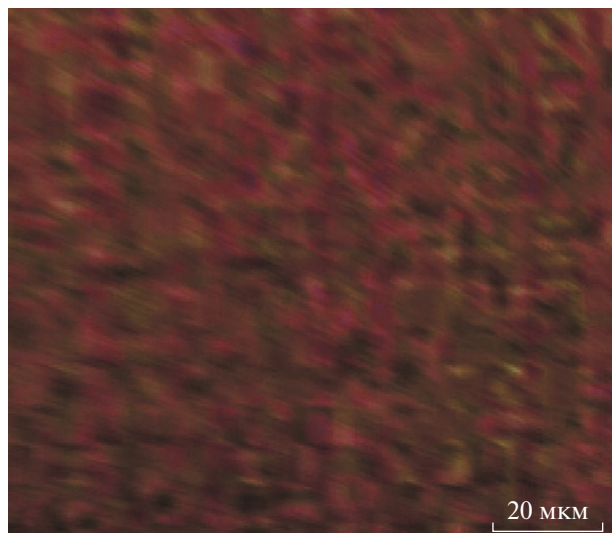


Рис. 3. Микрофотография поверхности обеззараженного загрязнения.

уборки помещений, чистки санитарной и кухонной техники и мытья посуды. В настоящее время авторы совместно с потенциальными производителями разработали документацию на производство БД и рецептуры средств на его основе.

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Tsivadze A. Yu., Fridman A. Ya.* Wasteless processing of renewable protein and carbohydrate-containing waste into consumer good / In: Handbook of Ecomaterials. Editors Torres-Martínez L.M., Kharissova O.V., Kharisov B.I. Shringar. 2017. P. 1–33. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48281-1_123-1
2. *Цивадзе А.Ю., Фридман А.Я., Максимов А.Л., Новиков А.К., Полякова И.Я., Горбунов А.М., Петрухина Н.Н., Шабанов М.П.* Детергент из аминокислотных производных жиров и полимукосахаридов щелочных гидролизатов белоксодержащих отходов // Журнал прикладной химии. 2020. Т. 93. № 3. С. 327–333. <https://doi.org/10.31857/S0044461820030032>
3. МУК 4.2.796–99. Методы санитарно-паразитологических исследований. Минздрав России. Москва. 2000. С. 19–32.
4. *Wang J., Shen J., Ye D., Yan X., Zhang Y., Yang W., Li X., Wang J., Zhang L., Pan L.* Disinfection technology of hospital wastes and wastewater: Suggestions for disinfection strategy during coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic in China // Environmental Pollution. 2020. V. 262. 114665. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114665>
5. *Kály-Kullai K., Wittmann M., Noszticzjus Z., Rosivall L.* Can chlorine dioxide prevent the spreading of coronavirus or other viral infections? Medical hypotheses // Physiology international. 2020. V. 107. P. 1–11. <https://doi.org/10.1556/2060.2020.00015>
6. *Gercina A., Amorim K.S., Mota Santana L.A.* COVID-19: affordable alternatives of household disinfectants for community // Public Health. 2020. V. 182. P. 51–52. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.01.015>
7. *Binder L., Högenauer C., Langner C.* Gastrointestinal effects of an attempt to disinfect from COVID-19 // Histopathology. 2020. P. 1–2. <https://doi.org/10.1111/his.14137>
8. *Bolfoni M.R., Ferla M.S., Sposito O.S., Giardino L., Jacinto R., Pappen F.* Effect of a surfactant on the antimicrobial activity of sodium hypochlorite solutions // Brazilian Dental Journal. 2014. V. 25. № 5. P. 416–419. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201300049>
9. *Yari S., Moshammer H., Asadi F.A., Mosavi Jarrahi A.* Side effects of using disinfectants to fight COVID-19 // Asian Pacific Journal of Environment and Cancer. 2020. V. 3. № 1. P. 9–13. <https://doi.org/10.31557/apjec.2020.3.1.9-13>

METAL COMPLEX BACTERICIDES WITH DETERGENT PROPERTIES

Academician of the RAS A. Yu. Tsivadze^a, A. Ya. Fridman^a, A. K. Novikov^a,
I. Ya. Polyakova^a, and M. P. Shabanov^{a,#}

^a *Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

[#] *E-mail: sha444@yandex.ru*

This report presents data on the possibility of creating new metal-complex bactericides with detergent properties that have no analogues. The results obtained are relevant with the case of COVID-19 and possible worsening of the epidemiological situation. They are capable of irreversibly suppressing bacteriophages, bacteria of the intestinal group, virions, cocci, salmonella, trichomonas, *Bacillus* spores in contaminants containing fats on the surfaces of various materials with their simultaneous washing. In doses lethal to pathogens, the bactericide is safe for microflora, animals and humans. The results obtained are relevant with the case of COVID-19 and possible worsening of the epidemiological situation.

Keywords: bactericides, detergents, metal complexes, disinfection