

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Журавлёв П.В.¹, Алешня В.В.¹, Марченко Б.И.²**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ НЕГАШЁНОЙ ИЗВЕСТИ НА МИКРОФЛОРУ ИЛОВЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ И ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**¹ФБУН «Ростовский НИИ микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора, 344010, Ростов-на-Дону;²ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» Минобрнауки России, 344004, Ростов-на-Дону

Введение. Основная задача обработки осадков сточных вод заключается в получении конечного продукта, свойства которого обеспечивали бы возможность его утилизации и свели бы к минимуму ущерб, наносимый окружающей среде. Санитарно-гигиенические показатели осадка оценивают по наличию патогенных микроорганизмов и яиц гельминтов. Степень обеззараживания осадков контролируется согласно СанПиН 2.1.7.573–96.

Материал и методы. Объектом исследования являлись микробные сообщества иловых осадков хозяйственно-бытовых сточных вод очистных сооружений канализации (ОСК) и жидкого навоза свиноводческого комплекса. В работе использованы стандартные микробиологические методы исследования. Для репрезентативности анализы проводились в трёх повторностях.

Результаты. В иловый осадок хозяйственно-бытовых сточных вод (влажность 97–98%) вносили негашёную известь в количестве 1–10% от объёма (массы) исследуемых иловых осадков. Время контакта составило 0,5; 1; 3 ч. При концентрации негашёной извести 5 и 6% отсутствие микрофлоры отмечалось через 1 ч, при концентрации негашёной извести 8–10% – через 0,5 ч. Через 3 ч при любом количестве негашёной извести (от 1 до 10%) в нативном иловом осадке сточных вод канализации все изучаемые микроорганизмы не высевались. В жидкий навоз (влажность < 85%) вносили негашёную известь в количестве 4–10% от объёма (массы) исследуемого материала. Экспозиция составила 1 и 3 ч. Полная гибель микробов при любой экспозиции наблюдалась при концентрации негашёной извести 9 и 10%.

Заключение. Исследования показали, что динамика отмирания микроорганизмов при изучении воздействия негашёной извести как на нативный, так и на стерилизованный материал одинакова. Полная гибель микроорганизмов при обработке иловых осадков хозяйственно-бытовых сточных вод наблюдалась при концентрации негашёной извести 7–9%. Полная гибель микробов в жидком навозе (нативном и стерилизованном) при любой экспозиции наблюдалась при концентрации негашёной извести 9 и 10%.

Ключевые слова: сточные воды; обеззараживание; негашёная известь.

Для цитирования: Журавлёв П.В., Алешня В.В., Марченко Б.И. Определение дезинфицирующего действия негашёной извести на микрофлору иловых осадков сточных вод очистных сооружений канализации и животноводческих комплексов. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(5): 483-488. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-5-483-488>

Для корреспонденции: Журавлёв Пётр Васильевич, доктор мед. наук, зав. лаб. санитарной микробиологии водных объектов и микробной экологии человека ФБУН «РостовНИИМП» Роспотребнадзора, 344010, Ростов-на-Дону. E-mail: pitthegreat@yandex.ru

Финансирование. Работа финансировалась по договору № 21 с НП «Некоммерческим партнерством производителей извести» на «Проведение работ по определению дезинфицирующего действия негашёной извести на микрофлору иловых осадков и животноводческих стоков».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 21.03.2018

Принята к печати 06.02.19

Опубликована 06.2019

Zhuravlev P.V.¹, Aleshnya V.V.¹, Marchenko B.I.²**DETERMINATION OF THE DISINFECTANT ACTION OF CAUSTIC LIME ON THE MICROFLORA OF SLUDGE OF WASTEWATER OF CLEANING FACILITIES FOR SEWERAGE AND CATTLE-BREEDING COMPLEXES**¹Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology, Rostov-on-Don, 344010, Russian Federation;²Southern Federal University, Rostov-on-Don, 344004, Russian Federation

Introduction. The main task of treating sewage sludge is to obtain the final product, the properties of which would ensure the possibility of its utilization and minimize the damage to the environment. The sanitary and hygiene characteristics of the sediment are assessed by the presence of pathogenic microorganisms and helminths eggs. The degree of disinfection of the sediments is controlled according to SanPiN 2.1.7.573 - 96.

The objective of the work. Determination of optimal doses of caustic lime for disinfection of microbial contamination of sewage sludge of household wastewater of sewerage cleaning facilities (SCF) and liquid manure of the swine complex.

Material and methods. The object of the study were microbial communities of the sludge of the SCF household wastewater and liquid manure of the swine complex. Standard microbiological research methods were used in the work according to MU 2.1.5.800 - 99 and MR N FTs/4022. For representativeness, analyses were performed in triplicate.

Results. Caustic lime was added in the amount of 1 to 10% of the volume (mass) of the sludge under study into the sludge of household wastewater (humidity of 97 - 98%). The contact time was 0.5 hours, 1 hour, 3 hours. At a concentration of caustic lime of 5 and 6%, the absence of microflora was noted after 1 hour, at a concentration of caustic lime 8 - 10% - after 0.5 hours. After 3 hours, for any amount of caustic lime (from 1 to 10%) in the native sludge of wastewater sewerage, all the microorganisms under study were not shown. Into the liquid manure (humidity less than 85%), caustic lime was added in the amount of 4 - 10% of the volume (mass) of the material being examined. The exposure was of 1 and 3 hours. The complete death of microbes at any exposure was observed at a concentration of caustic lime 9 and 10%.

Conclusion. *The investigations have shown the dynamics of death of microorganisms in studying the impact of caustic lime on both native and sterilized material to be the same. The total death of microorganisms during the treatment of sludge from household wastewater was observed at a concentration of caustic lime of 7 - 9%. The complete death of microbes in liquid manure (native and sterilized) at any exposure was observed at a concentration of caustic lime 9 and 10%.*

Key words: *wastewater; disinfection; caustic lime.*

For citation: Zhuravlev P.V., Aleshnya V.V., Marchenko B.I. Determination of the disinfectant action of caustic lime on the microflora of sludge of wastewater of cleaning facilities for sewerage and cattle-breeding complexes. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(5): 483-488. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-5-483-488>

For correspondence: *Piotr V. Zhuravlev, MD, PhD., DSci., Head of the Laboratory of sanitary, microbiological and virological research methods and environmental impact assessment of the Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology, Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation. E-mail: rostovniimp@mail.ru*

Acknowledgments. *The work was financed under Contract No. 21 with the Non-Commercial Partnership "Non-commercial partnership of lime producers" on "Conducting work to determine the disinfecting effect of quicklime on the microflora of sludge sediment and livestock waste."*

Conflict of interest. *The authors declare no conflict of interest.*

Received: 21 March 2018

Accepted: 06 February 2019

Published 06.2019

Введение

Оптимизация взаимодействия человека и природы в настоящее время очень актуальна, и решение этой проблемы имеет большое значение в улучшении окружающей среды [1, 2]. Интенсивное развитие промышленности, животноводства и сельскохозяйственного производства, бурное развитие городов порождают огромное количество отходов, что приводит к локальному или масштабному загрязнению окружающей среды и ухудшению здоровья человека [3–5].

На сегодняшний день во многих странах ведётся научный поиск эффективных способов утилизации иловых осадков сточных вод очистных сооружений канализации, а также стоков животноводческих комплексов в сочетании с охраной окружающей среды [6, 7].

Основная задача обработки осадков сточных вод заключается в получении конечного продукта, свойства которого обеспечивали бы возможность его утилизации, либо свели к минимуму ущерб, наносимый окружающей среде [8, 9].

Для хозяйственно-бытовых сточных вод характерно значительное загрязнение бактериями и паразитами. Из патогенных микроорганизмов встречаются возбудители желудочно-кишечных и других заболеваний, большое число яиц гельминтов [10–12].

Это объясняется тем, что человек ежедневно выделяет $4,48 \cdot 10^{12}$ микробных тел. Общая численность сапрофитных микроорганизмов (микробное число) сточных вод может составлять $4,48 \cdot 10^7$ КОЕ/мл, титр бактерий группы кишечной палочки (коли-титр) – $5\text{--}10^8$ КОЕ/л. В сточных водах могут определяться десятки и сотни яиц гельминтов. Даже в неэпидемический период в хозяйственно-бытовых сточных водах могут находиться патогенные кишечные бактерии, вирусы и яйца гельминтов за счёт поступления в канализацию экскрементов людей или недостаточно обеззараженных сточных вод инфекционных больниц и т. д. [13].

Важным аспектом в распространении инфекционных заболеваний является высокая адаптационная способность и выживаемость патогенных микроорганизмов и паразитов в выделениях, навозе и осадке сточных вод [14, 15]. Потенциальная эпидемическая опасность водных объектов в отношении заболеваний бактериальными и паразитарными инфекциями определяются сроками выживания микроорганизмов [16–18].

Важнейшей задачей очистных сооружений канализации является предотвращение возможного распростра-

нения через воду кишечных и паразитарных инфекций. Эффективность работы станций полной биологической очистки сточных вод по удалению бактериальных загрязнений обычно составляет 90–95%.

Обеззараживание (дезинфекция) осадка городских сточных вод необходимо и направлено на снижение числа патогенных микроорганизмов до определённого уровня, установленного санитарными нормами [19]. Степень обеззараживания осадков контролируется по содержанию в них яиц гельминтов, патогенных и условно-патогенных бактерий, а при необходимости и возбудителей различных заболеваний [20].

Для обеззараживания и обезвреживания осадков могут быть использованы термические, биотермические, химические и биологические методы. В наше время на практике используются в основном термические, биохимические, химические методы обеззараживания осадков, а также методы обеззараживания с применением инфракрасного излучения [21–24].

Способ обеззараживания осадков сточных вод негашёной известью применяют на некоторых очистных сооружениях в Финляндии, Германии, Швеции, США и др. странах. Добавление негашёной извести к обезвоженному осадку и последующему хранению при pH более 12 в течение, по крайней мере, трёх месяцев обеспечивает высокую степень очистки осадка. В том числе обработка негашёной известью повышает качество хранения осадка [25]. Некоторые данные показывают, что при использовании извести были отмечены изменения органолептических свойств ОСВ: полностью отсутствует резкий запах, характерный для осадка иловых площадок [26].

Цель работы – определить оптимальные дозировки негашёной извести для дезинфекции микробного загрязнения иловых осадков хозяйственно-бытовых сточных вод ОСК и жидкого навоза свиноводческого комплекса.

Материал и методы

Объектом исследования являлись микробные сообщества илового осадка хозяйственно-бытовых сточных вод очистных сооружений канализации (ОСК) Таганрога и жидкого навоза свиноводческого комплекса.

Для установления оптимальной обеззараживающей дозы негашёной извести в отношении санитарно-показательных, патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, содержащихся в животноводческих стоках и иловых осадках городских канализаций, проведены экспериментальные исследования с разными концентрация-

Таблица 1

Изучение бактерицидного действия негашёной извести на нативную микрофлору иловых осадков хозяйственно-бытовых сточных вод ОСК Таганрога

Количество негашёной извести, %	Время контакта с негашёной известью, ч	Показатель бактериального загрязнения				Показатель вирусного загрязнения
		БГКП, КОЕ/100 мл	<i>E.coli</i> , КОЕ/100 мл	<i>Enterococcus</i> , КОЕ/100 мл	<i>Salmonella</i> , КОЕ/1000 мл	
Контроль (фоновые показатели)		$2,4 \cdot 10^8$	$2,4 \cdot 10^8$	$7 \cdot 10^7$	$2,4 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^3$
1	0,5	234 000 ± 47 350	22 100 ± 6300	186 000 ± 34 200	1070 ± 270	1100 ± 320
	1	2120 ± 510	750 ± 18	980 ± 320	56 ± 15	410 ± 12
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
2	0,5	17700 ± 550	1240 ± 280	12100 ± 360	734 ± 23	180 ± 44
	1	830 ± 210	353 ± 110	578 ± 180	82 ± 23	25 ± 5
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
3	0,5	930 ± 270	517 ± 130	706 ± 220	8 ± 2,5	92 ± 27
	1	211 ± 53	42 ± 13	61 ± 19	н/о	15 ± 4,2
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
4	0,5	82 ± 24	35 ± 11	59 ± 18	н/о	24 ± 7,2
	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
5	0,5	34 ± 11	8 ± 2,5	24 ± 6	н/о	6 ± 1,8
	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
6	0,5	7 ± 2,2	н/о	3 ± 0,9	н/о	н/о
	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
7	0,5	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
8	0,5	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
9	0,5	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
10	0,5	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

Примечание. Здесь и в табл. 2–4: н/о – не обнаружено.

ми препарата (негашёной извести) для изучения его бактерицидного действия.

Негашёная известь была изготовлена на предприятии ООО «Придонхимстрой Известь». Качество негашёной извести соответствовало ГОСТ 9179–77 [27].

Экспериментальные исследования проводились с нативным и стерилизованным материалом, в который вносилось определённое количество микроорганизмов.

Заражающая доза определялась исходя из максимального возможного количества микроорганизмов, которые могут высеваться из изучаемого объекта, согласно методическим указаниям МУ 2.1.5.800–99 [28].

В экспериментальной работе были использованы свежевыведенные штаммы культур микроорганизмов, изолированных из изучаемых объектов.

В качестве санитарно-показательных микроорганизмов использовали бактерии группы кишечной палочки (БГКП), *E.coli*, энтерококки, колифаги, микроорганизмы патогенных групп – сальмонеллы, как наиболее устойчи-

вые к действию обеззараживающих веществ. В качестве индикаторов вирусного загрязнения иловых осадков хозяйственно-бытовых сточных вод ОСК и жидкого навоза свиноварного комплекса использовали колифаги (МУК 4-2-1018–01) [29], выживаемость которых в объектах окружающей среды идентична выживаемости энтеровирусов.

В работе использованы стандартные микробиологические методы исследования. Для репрезентативности анализы проводились в трёх повторностях. Исследования проводили согласно МУ 2.1.5.800–99 и МР № ФЦ/4022 [30].

Результаты

Изучение бактерицидного воздействия негашёной извести на микрофлору иловых осадков хозяйственно-бытовых сточных вод ОСК. В нативный материал (влажность 97–98%) вносили негашёную известь в количестве 1–10% от объёма (массы) исследуемых иловых осадков. Время контакта составило 0,5; 1 и 3 ч (табл. 1).

Таблица 2

Экспериментальное изучение бактерицидного действия негашёной извести на микрофлору в стерилизованных иловых осадках хозяйственно-бытовых сточных вод ОСК г. Таганрога (монокультуры)

Количество негашёной извести, %	Время контакта с негашёной известью, ч	Показатель бактериального загрязнения				Показатель вирусного загрязнения		
		БГКП	<i>E.coli</i>	<i>Enterococcus</i>	<i>S.typhimurium</i>		<i>Bacteriophagum</i>	
		заражающая доза						
		КОЕ/100 мл		КОЕ/1000 мл				БОЕ/100 мл
100 000 000	100 000 000	100 000	300 000	100 000				
1	0,5	+	+	+	+	+		
	1	+	+	+	+	+		
	3	+	н/о	+	н/о	+		
2	0,5	+	+	+	+	+		
	1	+	+	+	+	+		
	3	+	н/о	+	н/о	+		
3	0,5	+	+	+	+	+		
	1	+	+	+	+	+		
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
4	0,5	+	+	+	+	+		
	1	+	н/о	н/о	н/о	+		
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
5	0,5	+	+	+	н/о	+		
	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
6	0,5	+	+	+	н/о	+		
	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
7	0,5	+	н/о	+	н/о	н/о		
	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
8	0,5	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
9	0,5	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
10	0,5	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		
	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о		

Через 3 ч. при любом количестве негашёной извести (от 1 до 10%) в нативных иловых осадках ОСК все изучаемые микроорганизмы не высевались, хотя в контроле наблюдалась высокая их концентрация. При концентрации негашёной извести 4, 5 и 6% отсутствие микрофлоры отмечалось через 1 ч, при концентрации негашёной извести 7–10% – через 0,5 ч.

В стерилизованных иловых осадках сточных вод при внесении культур микроорганизмов, исходя из максимально возможного их количества, которое может встречаться на очистных сооружениях (согласно МУ 2.1.5.800–99), жизнеспособность бактерий несколько увеличилась, т. к. сказалось отсутствие межвидового микробного антагонизма. Через 1 ч микрофлора не обнаруживалась при количестве негашёной извести от 6% и выше (табл. 2).

Следует подчеркнуть, что наблюдалось снижение интенсивности запаха с увеличением содержания в осадке

от 6 до 10% негашёной извести. Добавление извести в жидкий осадок увеличивает его щёлочность и величину водородного показателя, что приводит к снижению биологической активности микроорганизмов вплоть до их гибели, останавливает кислое брожение, сопровождающееся неприятным запахом.

Учитывая результаты в табл. 1 и 2, а также тот факт, что качество негашёной извести по содержанию активного СаО отличается у разных производителей в России (от 1 до 3 сорта по ГОСТу 9179–77, оптимальной концентрацией негашёной извести для обработки иловых осадков хозяйственно-бытовых сточных вод можно считать 7–9%.

При изучении воздействия негашёной извести на микрофлору иловых осадков определялись водородный показатель (рН) и температура после смешивания препарата с осадком. Величина водородного показателя в исходном иловом осадке составляла 7,3–7,5. Установлено, что при увеличении концентрации негашёной извести водородный показатель возрастал (рН). Так, при концентрации 1–2% водородный показатель составлял 8,0–9,0, при концентрации 6–9% – более 12,0. Подъём температуры при данных концентрациях был незначительным – на 7–10 °С от начальной температуры осадка и концентрации извести. При 5–6% негашёной извести температура поднималась на 6–7 °С, при концентрации 8–9% – на 9–10 °С.

Изучение бактерицидного действия негашёной извести на микрофлору жидкого навоза свиноварного комплекса. В жидкий навоз (влажность < 85%) вносили негашёную известь в количестве 4–10% от объёма (массы) исследуемого материала. Экспозиция составила 1 и 3 часа.

Полная гибель микробов при любой экспозиции наблюдалась при концентрации негашёной извести 9 и 10% (табл. 3).

Аналогичные результаты отмечались при изучении бактерицидного действия негашёной извести на микрофлору стерилизованного жидкого навоза, где полное отсутствие бактерий при концентрации негашёной извести 9 и 10% наблюдалось при любой экспозиции (табл. 4).

Динамика отмирания микроорганизмов как при изучении воздействия негашёной извести на нативный, так и на стерилизованный материал, одинакова. Немного дольше сохраняется жизнеспособность микрофлоры в экспериментах со стерилизованным материалом, т. к. микроорганизмы содержатся в монокультурах и не испытывают влияния микробного антагонизма.

Следовательно, оптимальной концентрацией негашёной извести для уничтожения микрофлоры жидкого навоза свиноварного комплекса можно считать 9–10%.

При изучении воздействия негашёной извести на микрофлору жидкого навоза определялись водородный показатель и температура после смешивания препарата с жидким навозом. Величина рН в исходном материале составляла 5,8–6,2. Измерение водородного показателя и температуры в дальнейшем показало увеличение этих

Таблица 3

Изучение бактерицидного действия негашёной извести на микрофлору нативного жидкого навоза свиноварного комплекса

Количество негашёной извести, %	Время контакта с негашёной известью, ч	Показатель бактериального загрязнения				Показатель вирусного загрязнения
		БГКП, КОЕ/100 мл	<i>E.coli</i> , КОЕ/100 мл	<i>Enterococcus</i> , КОЕ/100 мл	<i>Salmonella</i> , КОЕ/1000 мл	
Контроль (фоновые показатели)		$2,4 \cdot 10^6$	$2,4 \cdot 10^5$	$2,4 \cdot 10^4$	$2,4 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^4$
4	1	2100 ± 570	1050 ± 320	712 ± 230	5 ± 1,7	670 ± 160
4	3	510 ± 140	н/о	54 ± 18	н/о	38 ± 11
5	1	805 ± 260	340 ± 110	630 ± 180	н/о	430 ± 110
5	3	56 ± 16	н/о	33 ± 9	н/о	52 ± 18
6	1	470 ± 130	15 ± 4,2	22 ± 5,3	н/о	70 ± 21
6	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
7	1	310 ± 78	6 ± 1,7	12 ± 3,2	н/о	32 ± 8,5
7	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
8	1	115 ± 33	н/о	7 ± 2,2	н/о	6 ± 1,4
8	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
9	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
9	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
10	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
10	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

Таблица 4

Экспериментальное изучение бактерицидного действия негашёной извести на микрофлору стерилизованного жидкого навоза свиноварного комплекса (монокультуры)

Количество негашёной извести, %	Время контакта с негашёной известью, ч	Показатель бактериального загрязнения				Показатель вирусного загрязнения
		БГКП	<i>E.coli</i>	<i>Enterococcus</i>	<i>S.typhimurium</i>	
		заражающая доза				
		КОЕ/100 мл		КОЕ/1000 мл		БОЕ/100 мл
		100 000 000	10 000 000	10 000 000	100 000	100 000
4	1	+	+	+	+	+
4	3	+	н/о	+	н/о	+
5	1	+	+	+	+	+
5	3	+	н/о	+	н/о	+
6	1	+	+	+	+	+
6	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
7	1	+	+	+	+	+
7	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
8	1	+	н/о	+	н/о	+
8	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
9	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
9	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
10	1	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
10	3	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

критериев. Так, при концентрации негашёной извести 4–5% pH составлял 8–9, при концентрации 10% – более 12. Температура поднималась на 8–10 °С по сравнению с исходной. При 6–7% негашёной извести температура поднималась на 7 °С, при концентрации 9–10% – на 8–10 °С.

Заключение

Исследования показали, что динамика отмирания микроорганизмов при изучении воздействия негашёной извести как на нативный, так и на стерилизованный материал одинакова. Немного дольше сохранялась жизнеспособность микрофлоры в экспериментах со стерилизованным материалом, т. к. микроорганизмы содержатся в монокультурах и не испытывают влияния межвидового микробного антагонизма.

Полная гибель микроорганизмов при обработке иловых осадков хозяйственно-бытовых сточных вод наблюдалась при концентрации негашёной извести 7–9%.

Полная гибель микробов в жидком навозе (нативном и стерилизованном) при любой экспозиции наблюдалась при концентрации негашёной извести 9 и 10%.

Необходимо учитывать, что жидкий навоз имеет более кислую среду по сравнению с иловым осадком, поэтому для его дезинфекции требуется большее количество негашёной извести, являющейся щелочным продуктом.

При испытании воздействия негашёной извести на микрофлору изучаемых объектов (иловый осадок и жидкий навоз) установлено, что при увеличении концентрации негашёной извести возрастали водородный показатель и температура. В связи с тем, что повышение температуры было незначительным при используемых нами концентрациях негашёной извести, а водородный показатель имел высокие значения (pH > 12) – гибель микроорганизмов происходила, как показали исследования, за счёт высокой щёлочности среды.

Также необходимо отметить выраженный дезодорирующий эффект при воздействии негашёной извести на иловый осадок и жидкий навоз, особенно при содержании извести 9–10% как в иловом осадке, так и в навозе.

Кроме того, следует обратить внимание на необходимость измельчения гранул негашёной извести до состояния молотой извести менее 0,1 мм, что способствует более эффективному протеканию процессов дезинфекции. Как следствие, целесообразно использовать на практике уже готовую молотую известь.

Литература
(пп. 17, 18, 21–25 см. References)

1. Рахманин Ю.А., Доронина О.Д. Стратегические подходы управления рисками для снижения уязвимости человека вследствие изменения водного фактора. *Гигиена и санитария*. 2010; (2): 8–13.
2. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации. *Здоровье населения и среда обитания*. 2014; 251(2): 4–7.
3. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Румянцев Г.И. Пути совершенствования методологии оценки риска здоровью от воздействия факторов окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2006; (2): 3–5.
4. Айдинов Г.Т., Марченко Б.И., Синельникова Ю.А. Применение комплексной оценки состояния здоровья населения в задачах совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(10): 980–5.
5. Журавлёв П.В., Алешня В.В., Головина С.В., Панасовец О.П., Недачин А.Е., Талаева Ю.Г., Артёмова Т.З., Гипп Е.К., Буторина Н.Н., Загайнова А.В. Мониторинг бактериального загрязнения водоёмов Ростовской области. *Гигиена и санитария*. 2010; (5): 33–5.
6. Беляева С. Д., Гюнтер Л. И. Управление осадками сточных вод - важнейшая экологическая проблема. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2007 (1): 5–9.
7. Поletaeva T. N. Утилизация осадков сточных вод малых очистных сооружений. *Коммунальное хозяйство городов*. 2006; (72): 151–5.
8. Рахманин Ю.А. Научно-методические основы изучения, оценки и регламентирования биологических факторов в гигиене окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2010; (5): 4 – 8.
9. Оспанов К. Т., Жасыбаев А. Анализ современного состояния обработки осадков сточных вод городов республиканского значения. *Вестник КазНТУ Алматы*. 2013; 5: 99 с.
10. Димидова Л.Л., Хроменкова Е.П., Думбадзе О.С., Твердохлебова Т.И., Упырев А.В., Хуторянина И.В. Санитарно-эпидемиологическая оценка качества сточных вод и их осадков по паразитологическим показателям. *Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями*. 2015; (16): 123 – 4.
11. Лотош В.Е. Утилизация канализационных стоков и осадков. *Ресурсосберегающие технологии*. 2002; (24): 13–5.
12. Хроменкова Е.П., Димидова Л.Л., Думбадзе О.С., Айдинов Г.Т., Шендо Г.Л., Агиров А.Х., Батчаев Х.Х. Оценка потенциального риска загрязнения поверхностных водоёмов возбудителями паразитарных болезней человека. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 2015; (2): 3–6.
13. Гончарук Е.И., Бардов В.Г., Гаркавий С.И., Яворовский А.П. *Коммунальная гигиена*. Киев.: Здоровья. 2006. 792 с.
14. Алешня В.В., Журавлёв П.В., Панасовец О.П., Седова Д.А. Экспериментальное изучение влияния активного хлора на патогенные и потенциально патогенные микроорганизмы. *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; (10): 17–21.
15. Рахманин Ю.А., Журавлёв П.В., Алешня В.В., Панасовец О.В. Применение новой питательной среды для выделения сальмонелл из водных объектов для оценки эпидемиологической безопасности водопользования. *Гигиена и санитария*. 2016; 95 (5): 483–90.
16. Алешня В.В., Панасовец О.П., Журавлёв П.В. Изучение влияния отдельных факторов окружающей среды на жизнеспособность сальмонелл в воде для определения ее эпидемиологического потенциала. *Гигиена и санитария*. 2015; (7): 40–41.
17. СанПиН 2.1.7.573–96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения.
18. Хроменкова Е.П., Димидова Л.Л., Думбадзе О.С., Упырев А.В., Хуторянина И.В. Эффективность дегельминтизации и дезинвазии сточных вод на очистных сооружениях канализации Юга России. *Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями*. 2015; (15): 334–7.
19. Фомина И. Г. Обеззараживание осадков сточных вод химическими методами. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна*. 2014; 1104 (10): 141–4.
20. ГОСТ 9179-77. Известь строительная. Технические условия (с Изменением N 1).
21. МУ 2.1.5.800-99. Организация госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод. Методические указания.
22. МУК 4.2.1018-01 Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды (с Изменением N 1).
23. МР № ФЦ/4022. Методы микробиологического контроля почвы. Методические рекомендации (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 24.12.2004 N ФЦ/4022).
24. Rakhmanin Yu. A., Doronina O. D. Strategic approaches to risk management to reduce human vulnerability due to changes in the water factor. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2010; (2): 8–13.
25. Popova A. Yu. Strategic priorities of the Russian Federation in the field of ecology from the position of preserving the health of the nation. *Public Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya [Health and habitat]*. 2013; 231 (2): 4–7.
26. Rakhmanin Yu. A., Novikov S. M., Romyantsev G. I. Ways of improvement of methodology for assessing health risk from exposure to environmental factors. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2006; (2): 3–5.
27. Aidinov G. T., Marchenko, B. I., Sinelnikov, Y. A. the Use of integrated assessment of the health status of the population in the task of improving the system of socio-hygienic monitoring. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2016; 95 (10): 980–5.
28. Zhuravlev P. V., Aleshnya V. V., Golovin S. V., Panasonic O. P., Nedachin A. E., Talaeva Y. G., Artemova T. Z., GIPP E. K., Butorina N. N., Zagaynova A. V. Monitoring of bacterial contamination of the waters of the Rostov region. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2010; (5): 33 – 5.
29. Belyaeva SD, Gunther LI Management of sewage sludge -the most important ecological problem. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika. [Water supply and sanitary engineering]*. 2007; (1): 5–9.
30. Poletaeva TN Utilization of sewage sludge of small treatment plants. *Kommunal'noe hozayajstvo gorodov [Municipal economy of cities]*. 2006; (72): 151–5.
31. Rakhmanin Yu. A. Scientific and methodological principles of studying, assessing and regulating biological factors in environmental hygiene. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2010; (5): 4–8.
32. Ospanov KT, Zhasibaev A. Analysis of the current state of treatment of sewage sludge in cities of the republican level. *Vestnik KazNTU Almaty [Bulletin of KazNTU Almaty]*. 2013; (5): 99.
33. Dimidova L.L., Khromenkova E.P., Dumbadze O.S., Tverdokhlebova T.I., Upyrev A.V., Khutorianina I.V. Sanitary-epidemiological assessment of wastewater quality and their precipitation according to parasitological indicators. *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami [Theory and practice of fighting parasitic diseases]*. 2015; (16): 123 - 4.
34. Lotosh V.E. Utilization of sewage and sediments. *Resursosberegayushchie tekhnologii [Resource-saving technologies]*. 2002; (24): 13–15.
35. Khromenkova E.P., Dimidova L.L., Dumbadze O.S., Aidinov G.T., Shendo G.L., Agirov A.Kh., Batchaev H.X., Assessment of potential risk of pollution of surface water bodies by parasitic pathogens Human diseases *Medicinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni [Medical parasitology and parasitic diseases]*. 2015; (2): 3–6.
36. Goncharuk E.I., Bardov V.G., Garkavy S.I., Yavorovsky A.P. Communal hygiene [Kommunal'naya gigiena]. Kiev: Zdorov'ya. 2006. 792 pp.
37. Aleshnya V. V., Zhuravlev P. V., Panasonic O. P., Sedova D. A. Experimental study of the effect of chlorine on pathogenic and potentially pathogenic microorganisms. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya [Health and environment]*. 2018; (10): 17–21.
38. Rakhmanin Yu. a., Zhuravlev P. V., V. V. Aleshnya, Panasonic O. V. Application of new nutrient medium for isolation of Salmonella from water bodies to assess the epidemic safety of water use. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2016; 95(5): 483–490.
39. Aleshnya V. V., Panasonic O. P. Zhuravlev, P. V. Study of the influence of individual environmental factors on viability of Salmonella in water to determine its epidemic potential. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2015; (7): 40–1.
40. Strauch D. Survival of pathogenic microorganisms and parasites in excreta, manure and sewage sludge. *Revue scientifique technique (International Office of Epizootics)*. 1991; (10); (3): 813–46.
41. Szejniuk B. et al. Przeżywalność pałeczek Salmonella Enteritidis w gnojowicywiskiej. *RocznikOchronaSrodowiska*. 2011; (13): 2049–59.
42. SanPiN 2.1.7.573–96. Hygienic requirements for the use of wastewater and its sediments for irrigation and fertilizer
43. Khromenkova E.P., Dimitova L.L., Dumbadze O.S., Upyrev A.V. Effectiveness of de-worming and disinfection of sewage at sewage treatment plants of the South of Russia. *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami [Theory and Practice of Combating Parasitic Diseases]*. 2015; (15): 334–7.
44. Appelbe O. K., Sedgley C. M. Effects of prolonged exposure to alkaline pH on Enterococcus faecalis survival and specific gene transcripts. *Molecular Oral Microbiology*. 2007; 22 (3): 169–74.
45. Bilotta P., Kunz A. Tecnologias de pós-tratamento de dejetos suínos para inativação de organismos patogênicos. *Engenharia Agrícola*. 2016; 33 (2).
46. Chelme-Ayala P. et al. Advanced treatment of liquid swine manure using physico-chemical treatment. *Journal of hazardous materials*. 2011; (186): 1632–8.
47. Vanotti M. B. et al. Removal of pathogenic indicator microorganisms from liquid swine manure in multi-step biological and chemical treatment. *Bioresource technology*. 2005; 96 (2): 209–14.
48. Andreadakis A. D. Treatment and disinfection of sludge using quicklime. DGE/JRCEC European commission. *Workshop around sludge*. 1999: 31–37.
49. Fomina I.G. Decontamination of sewage sludge by chemical methods. *Visnik HNU imeni V. N. Karazina [V.N. Karazin Bulletin KhNU]*. 2014; 1104 (10): 141–4.
50. ГОСТ 9179-77. Lime construction. Specifications (with Change No. 1)
51. МУ 2.1.5.800-99. Organization of sanitary inspection for effluent disinfection. Methodical instructions.
52. МУК 4.2.1018-01 Sanitary-microbiological analysis of drinking water (Change N 1).
53. МР № ФТФ/4022. “Methods of microbiological control of soil. Methodical recommendations” (app. Chief state sanitary doctor of the Russian Federation, 24.12.2004 N ФТФ/4022).

References

1. Rakhmanin Yu. A., Doronina O. D. Strategic approaches to risk management to reduce human vulnerability due to changes in the water factor. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2010; (2): 8–13.
2. Popova A. Yu. Strategic priorities of the Russian Federation in the field of ecology from the position of preserving the health of the nation. *Public Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya [Health and habitat]*. 2013; 231 (2): 4–7.
3. Rakhmanin Yu. A., Novikov S. M., Romyantsev G. I. Ways of improvement of methodology for assessing health risk from exposure to environmental factors. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2006; (2): 3–5.
4. Aidinov G. T., Marchenko, B. I., Sinelnikov, Y. A. the Use of integrated assessment of the health status of the population in the task of improving the system of socio-hygienic monitoring. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2016; 95 (10): 980–5.
5. Zhuravlev P. V., Aleshnya V. V., Golovin S. V., Panasonic O. P., Nedachin A. E., Talaeva Y. G., Artemova T. Z., GIPP E. K., Butorina N. N., Zagaynova A. V. Monitoring of bacterial contamination of the waters of the Rostov region. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2010; (5): 33 – 5.
6. Belyaeva SD, Gunther LI Management of sewage sludge -the most important ecological problem. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika. [Water supply and sanitary engineering]*. 2007; (1): 5–9.
7. Poletaeva TN Utilization of sewage sludge of small treatment plants. *Kommunal'noe hozayajstvo gorodov [Municipal economy of cities]*. 2006; (72): 151–5.
8. Rakhmanin Yu. A. Scientific and methodological principles of studying, assessing and regulating biological factors in environmental hygiene. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2010; (5): 4–8.
9. Ospanov KT, Zhasibaev A. Analysis of the current state of treatment of sewage sludge in cities of the republican level. *Vestnik KazNTU Almaty [Bulletin of KazNTU Almaty]*. 2013; (5): 99.
10. Dimidova L.L., Khromenkova E.P., Dumbadze O.S., Tverdokhlebova T.I., Upyrev A.V., Khutorianina I.V. Sanitary-epidemiological assessment of wastewater quality and their precipitation according to parasitological indicators. *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami [Theory and practice of fighting parasitic diseases]*. 2015; (16): 123 - 4.
11. Lotosh V.E. Utilization of sewage and sediments. *Resursosberegayushchie tekhnologii [Resource-saving technologies]*. 2002; (24): 13–15.
12. Khromenkova E.P., Dimidova L.L., Dumbadze O.S., Aidinov G.T., Shendo G.L., Agirov A.Kh., Batchaev H.X., Assessment of potential risk of pollution of surface water bodies by parasitic pathogens Human diseases *Medicinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni [Medical parasitology and parasitic diseases]*. 2015; (2): 3–6.
13. Goncharuk E.I., Bardov V.G., Garkavy S.I., Yavorovsky A.P. Communal hygiene [Kommunal'naya gigiena]. Kiev: Zdorov'ya. 2006. 792 pp.
14. Aleshnya V. V., Zhuravlev P. V., Panasonic O. P., Sedova D. A. Experimental study of the effect of chlorine on pathogenic and potentially pathogenic microorganisms. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya [Health and environment]*. 2018; (10): 17–21.
15. Rakhmanin Yu. a., Zhuravlev P. V., V. V. Aleshnya, Panasonic O. V. Application of new nutrient medium for isolation of Salmonella from water bodies to assess the epidemic safety of water use. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2016; 95(5): 483–490.
16. Aleshnya V. V., Panasonic O. P. Zhuravlev, P. V. Study of the influence of individual environmental factors on viability of Salmonella in water to determine its epidemic potential. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2015; (7): 40–1.
17. Strauch D. Survival of pathogenic microorganisms and parasites in excreta, manure and sewage sludge. *Revue scientifique technique (International Office of Epizootics)*. 1991; (10); (3): 813–46.
18. Szejniuk B. et al. Przeżywalność pałeczek Salmonella Enteritidis w gnojowicywiskiej. *RocznikOchronaSrodowiska*. 2011; (13): 2049–59.
19. SanPiN 2.1.7.573–96. Hygienic requirements for the use of wastewater and its sediments for irrigation and fertilizer
20. Khromenkova E.P., Dimitova L.L., Dumbadze O.S., Upyrev A.V. Effectiveness of de-worming and disinfection of sewage at sewage treatment plants of the South of Russia. *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami [Theory and Practice of Combating Parasitic Diseases]*. 2015; (15): 334–7.
21. Appelbe O. K., Sedgley C. M. Effects of prolonged exposure to alkaline pH on Enterococcus faecalis survival and specific gene transcripts. *Molecular Oral Microbiology*. 2007; 22 (3): 169–74.
22. Bilotta P., Kunz A. Tecnologias de pós-tratamento de dejetos suínos para inativação de organismos patogênicos. *Engenharia Agrícola*. 2016; 33 (2).
23. Chelme-Ayala P. et al. Advanced treatment of liquid swine manure using physico-chemical treatment. *Journal of hazardous materials*. 2011; (186): 1632–8.
24. Vanotti M. B. et al. Removal of pathogenic indicator microorganisms from liquid swine manure in multi-step biological and chemical treatment. *Bioresource technology*. 2005; 96 (2): 209–14.
25. Andreadakis A. D. Treatment and disinfection of sludge using quicklime. DGE/JRCEC European commission. *Workshop around sludge*. 1999: 31–37.
26. Fomina I.G. Decontamination of sewage sludge by chemical methods. *Visnik HNU imeni V. N. Karazina [V.N. Karazin Bulletin KhNU]*. 2014; 1104 (10): 141–4.
27. ГОСТ 9179-77. Lime construction. Specifications (with Change No. 1)
28. МУ 2.1.5.800-99. Organization of sanitary inspection for effluent disinfection. Methodical instructions.
29. МУК 4.2.1018-01 Sanitary-microbiological analysis of drinking water (Change N 1).
30. МР № ФТФ/4022. “Methods of microbiological control of soil. Methodical recommendations” (app. Chief state sanitary doctor of the Russian Federation, 24.12.2004 N ФТФ/4022).