

УДК 54(082)  
ББК 24я43  
С24

*Сборник основан в 2004 году*

**Редакционная коллегия:**  
академик НАН Беларуси, доктор химических наук,  
профессор *О. А. Ивашкевич* (председатель);  
доктор химических наук, профессор *Т. Н. Воробьева* (отв. редактор);  
доктор педагогических наук, профессор *Е. Я. Аршанский*;  
доктор химических наук, профессор *Г. А. Браницкий*;  
кандидат химических наук, доцент *Е. И. Василевская*;  
доктор химических наук, профессор *П. Н. Гапоник*;  
доктор педагогических наук, доцент *З. С. Кунцевич*;  
доктор химических наук, профессор *Н. В. Логинова*;  
член-корреспондент НАН Беларуси, доктор химических наук,  
профессор *С. К. Рахманов*;  
доктор химических наук, профессор *Д. В. Свиридов*;  
доктор химических наук, профессор *Е. А. Стрельцов*

**Рецензенты:**  
академик НАН Беларуси, доктор химических наук,  
профессор *А. И. Лесникович*;  
доктор химических наук, профессор *А. И. Кулак*

**Свиридовские чтения** : сб. ст. Вып. 10 / редкол. : О. А. Ивашкевич  
С24 (пред.) [и др.]. — Минск : БГУ, 2014. — 343 с. : ил.  
ISBN 978-985-518-993-1.

Сборник содержит научные статьи по химии твердотельных макро-, микро- и наноструктурных систем, молекулярных систем и комплексных соединений, а также по проблемам организации учебного процесса и преподавания химии в высшей школе. Тематика сборника определена направлениями научной школы, основанной известным белорусским ученым и педагогом, академиком НАН Беларуси В. В. Свиридовым.

Для специалистов-химиков — ученых, преподавателей, инженеров, а также аспирантов, магистрантов.

УДК 54(082)  
ББК 24я43

ISBN 978-985-518-993-1

© БГУ, 2014

УДК 619:616.995.7: 615.777/779: 636.4

В. О. ШАБЛОВСКИЙ, А. В. ТУЧКОВСКАЯ,  
О. В. ИВАШИНА, В. А. РУХЛЯ, О. Г. ПАП

## КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПЕРОКСИДНЫЕ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИЕ СРЕДСТВА ШИРОКОГО СПЕКТРА ДЕЙСТВИЯ

*НИИ физико-химических проблем*

*Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь*

Разработаны дезинфицирующие средства широкого спектра действия на основе пероксидных соединений и низкомолекулярных органических кислот в сочетании с поверхностно-активными веществами, высокомолекулярными полимерными биоцидами и ЧАС. Исследованы бактерицидные и токсикологические свойства дезинфицирующих композиций в зависимости от природы и концентрации активно действующих веществ и вспомогательных компонентов. В ходе лабораторных и производственных испытаний показаны преимущества разработанных препаратов по сравнению с традиционно используемыми антисептиками. Комбинированные надкислотные дезинфицирующие средства характеризуются не только высокой антимикробной активностью, но и низкой токсичностью, длительным действием и минимально негативным влиянием на экологию, сельскохозяйственных животных и человека. Разработанные дезинфицирующие средства широко используются на предприятиях мясной и молочной промышленности.

The broad-spectrum disinfectants on the base of peroxides and low-molecular organic acids in combination with surfactants, high-molecular weight polymeric biocides and quaternary ammonium compounds has been developed. The bactericidal and toxicological properties which are dependent on the nature and concentration of proactive substances has been investigated. The advantages of the developed preparations as compared with traditional antiseptics were demonstrated by the laboratory and in-process tests. The multiple-purpose peracid disinfectants are characterized by high antimicrobial activity and also by low toxicity. This new disinfectants are characterized by the prolonged effect and minimal negative action to environmental, animals and peoples. The developed disinfectants are used broadly at enterprises of the meat and dairy products industry.

*Ключевые слова:* дезинфицирующее средство, пероксид, надкислота, органическая кислота, бактерицидные свойства.

*Keywords:* disinfectant, peroxide, peracid, organic acid, bactericidal properties.

На современном этапе развития дезинфектологии к потребительским свойствам химических средств для санитарной обработки объектов пищевой промышленности и животноводства предъявляют следующие основные требования, без наличия которых ни один препарат не может быть рекомендо-

ван для применения: микробиологическая эффективность в отношении вирусов, бактерий, грибов; безопасность применения; низкая токсичность для человека и животных; скорость действия, требование экономичности; отсутствие неприятного запаха; простота в приготовлении, применении, удалении [1]. Эти жесткие требования резко ограничивают круг химических соединений, которые могут быть использованы в качестве действующего начала дезинфектантов. Наиболее широко применяются альдегиды, пероксид водорода, хлорактивные соединения, иодофоры, спирты, четвертичные аммониевые соединения (ЧАС), поверхностно-активные вещества (ПАВ), фенолсодержащие вещества, антимикробное действие которых имеет различный механизм. Из приведенных соединений многие являются токсичными для человека и животных, обладают резким запахом, выраженным иммунодепрессивным, резорбтивным и раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки глаз, часто являются аллергенами, характеризуются низкой биоразлагаемостью. Особую тревогу вызывает возможность кумуляции остатков этих веществ в организме животных и человека, а также трансформация во внешней среде до канцерогенов и экотоксикантов [1]. Поступление значительных объемов таких дезинфицирующих препаратов в объекты окружающей среды может привести к нарушению экологического равновесия в зоне обитания человека и вызвать негативные изменения в состоянии здоровья населения.

Ассортимент антимикробных препаратов для дезинфекции в последние годы существенно расширился. В странах СНГ разрешено применение и практически используется более 400 препаратов для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации. Тем не менее, оценивая по научным публикациям последнего десятилетия результаты борьбы человека с миром микробов, несложно убедиться, что «перевес» не на стороне человека. Возрастает количество штаммов микроорганизмов [2], устойчивых к разным классам химических соединений.

Исключить развитие резистентности микроорганизмов к антимикробному средству широкого спектра действия возможно только применением растворов с метастабильными действующими веществами, самопроизвольный распад которых во время экспозиции обеспечивает множественность и непредсказуемость (для микроорганизмов) путей развития реакции, нарушающих процессы их жизнедеятельности [3]. Применение пероксидных дезинфицирующих средств позволяет воздействовать практически на все известные виды вирусов и бактерий, в том числе и на споровые формы, что позволяет применять эти средства для стерилизации, не требуя постоянной замены. Последнее обусловлено разнообразием механизма воздействия, в результате чего отсутствует резистентность у микроорганизмов [4]. Это очень перспективная группа, так как отдающие кислород дезинфектанты малотоксичны, быстро разлагаются, эффективны в широком интервале положительных и отрицательных температур.

Относительно новое направление разработки дезинфицирующих средств – композиции на основе растворов пероксида водорода с добавлением органи-

ческой кислоты. Образующаяся в таком составе при определенных условиях надкислота существенно повышает дезинфицирующую активность препарата. Патогенные микроорганизмы, такие как *Pseudomonas aeruginosa*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium bovis*, *Bacillus Anthracis*, различные штаммы *Staph. Aureus* и *E. coli*, полностью погибают в течение нескольких минут под действием надуксусной кислоты [5]. Водный раствор 0,2 % надуксусной кислоты при длительности воздействия от 30 с до 30 мин обеспечивает полную гибель грибов и спор. Инактивация вирусов Коксаки и *ЕСНО* раствором надуксусной кислоты концентрации 0,1% происходит менее чем за 1 мин [5].

Бактерицидный эффект дезинфектантов, содержащих надкислоты, обусловлен своеобразным аутолитическим «взрывом» за счет реакции перекисного окисления липидов [5], что обеспечивает практически избирательный механизм бактерицидного действия с компонентами лизиса за счет деструкции соответствующих компонентов клеточной стенки бактерий [4].

Для разработки еще более эффективных, доступных по цене, технологичных, экологически безопасных антисептических средств нового поколения, отличающихся не только высокой антимикробной активностью, но и низкой токсичностью, длительным действием и минимально негативным влиянием на экологию, сельскохозяйственных животных и человека, по мнению авторов статьи, заслуживают внимания комбинированные препараты на основе пероксидных соединений, органических кислот в сочетании с полимерными биоцидами и ЧАС. Композиции активно действующих веществ, различных по своей химической природе, за счет синергизма могут обеспечить более широкий спектр антимикробного действия. Кроме того, совместное их действие может проявляться в использовании при обработке меньших концентраций препарата и с большей скоростью, чем каждого ингредиента в отдельности. Безусловно, для этого необходима строгая токсикологическая характеристика препарата и научное обоснование его экологической безопасности.

Цель настоящей работы заключалась в изучении возможности создания композиционных антимикробных препаратов широкого спектра действия для применения в различных отраслях народного хозяйства.

#### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Приготовление дезинфицирующих композиционных составов осуществляли введением стабилизаторов и хелатирующих добавок в предварительно синтезированные равновесные системы пероксид/надкислота/карбоновая кислота. Синтез надкислот проводили методом жидкофазного окисления карбоновых кислот концентрированным раствором пероксида водорода по схеме:



Особенности протекания процесса в системах различного состава изучали по характеру изменения с течением времени содержания пероксида водо-

рода и надкислот, концентрации которых определяли с помощью перманганатометрического и иодометрического титрования [6].

Исследования антимикробной активности разработанных дезинфицирующих средств проводили в ЦНИЛ БГМУ в соответствии с СанПиН 21-112-99 в количественном суспензионном методе [7] на стандартных тест-культурах микроорганизмов *Staphylococcus aureus*, *Salmonella choleraesuis*, *Proteus mirabilis*, *Mikrococcus citreus*, *Bacillus subtilis*, *Candida rubrus*, *Escherichia coli*.

Оценка антимикробной активности по методу серийных разведений, определение вирулицидной активности по способности к цитопатическому действию и стандартные токсикологические исследования [8] проводили в РНИУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского НАН Беларуси».

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сегодня на отечественном рынке предлагаются пероксидные дезинфицирующие средства на основе надуксусной кислоты: *Lerasept*, Криодез, Неосептал, Калгонит, Сандим и др. Они характеризуются высокой биоцидной активностью, но имеют ряд недостатков: обладают сильным запахом, вызывают раздражение верхних дыхательных путей и слизистых оболочек у обслуживающего персонала, а также способствуют коррозии обрабатываемого оборудования.

Проведенные авторами статьи исследования, а также анализ научно-технической литературы [2, 9, 10] показали, что таких недостатков можно избежать при использовании в качестве действующего вещества надмолочной кислоты, которая образуется при взаимодействии пероксида водорода и молочной кислоты. Молочную кислоту широко используют в производстве продуктов питания с целью повышения срока годности. Это слабая кислота, она обладает низкой токсичностью и практически безвредна. Продукцию от животных и птицы после обработки препаратами на основе молочной кислоты можно использовать без каких-либо ограничений безопасности.

Для разработки состава нового дезинфектанта на основе молочной кислоты были проведены сравнительные испытания антимикробной активности следующих композиций, %:

- 1) молочная кислота – 10,0,  $H_2O_2$  – 25,0, натрия дифосфат – 0,1;
- 2) молочная кислота – 10,0,  $H_2O_2$  – 25,0, натрия дифосфат – 0,1, ЧАС – 1,0;
- 3) уксусная кислота – 10,0,  $H_2O_2$  – 25,0, натрия дифосфат – 0,1;
- 4) уксусная кислота – 10,0,  $H_2O_2$  – 25,0, натрия дифосфат – 0,1, ЧАС – 1,0.

Результаты испытаний представлены в табл. 1, из которых следует, что антимикробная активность водных растворов пероксидных композиций на основе молочной кислоты при сопоставимых условиях испытаний оказалась выше, чем в случае растворов композиций на основе традиционно используемой уксусной кислоты.

Таблица 1

**Антимикробная активность композиций в опытах на тест-культурах  
(экспозиция 30 мин)**

Тест-культура	Композиции дезинфектанта								
	1		2		3		4		
	Концентрация, %								
	10,0	1,0	10,0	1,0	10,0	1,0	10,0	1,0	
<i>Staphylococcus aureus</i>	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	+ (+)
<i>Salmonella choleraesuis</i>	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	+ (+)
<i>Proteus mirabilis</i>	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	+ (+)	– (–)	– (–)	+ (+)
<i>Mikrococcus citreus</i>	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	+ (+)
<i>Bacillus subtilis</i>	– (–)	– (–)	– (–)	– (±) <sup>2</sup>	+ (–)	+ (±) <sup>2</sup>	– (–)	– (–)	+ (±) <sup>1</sup>
<i>Candida rubrus</i>	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	+ (–)	+ (+)	+ (+)	+ (+)	+ (+)
<i>Escherichia coli</i>	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	– (–)	+ (+)

Примечание: « – » – роста нет; « ± » – сомнительный рост; « + » – отмечается рост микроорганизмов;

(+) или (–) – данные с белковой нагрузкой (20 % сыворотки крови); (±)<sup>1(2)</sup> – количество выросших колоний.

Усиление эффективности действия дезинфицирующих композиций 1 и 2 по сравнению с композициями 3 и 4 может быть обусловлено тем, что при окислительной деструкции важнейших компонентов клеток и клеточных мембран образующимися радикалами RCOO· и RCO· производные молочной кислоты проявляют большую активность благодаря присутствию в алифатической цепи исходной молекулы молочной кислоты гидроксильной группы наряду с карбоксильной [2]. Кроме того, взаимодействие этих радикалов со структурными компонентами клеточных мембран приводит к нарушению их моделирующей и транспортной функции [9].

Исследовано влияние концентрации реагирующих веществ, введения стабилизирующих добавок и ПАВ на выход надкислот и устойчивость композиционных составов, образующихся при взаимодействии концентрированного пероксида водорода с молочной, лимонной, пропионовой, щавелевой, малоновой кислотами. В качестве примера на рис. 1 показано изменение концентрации пероксида водорода и надкислот в системах, содержащих молочную и лимонную кислоту по мере протекания реакции. Отметим, что для других исследованных кислот были получены кривые аналогичной формы.

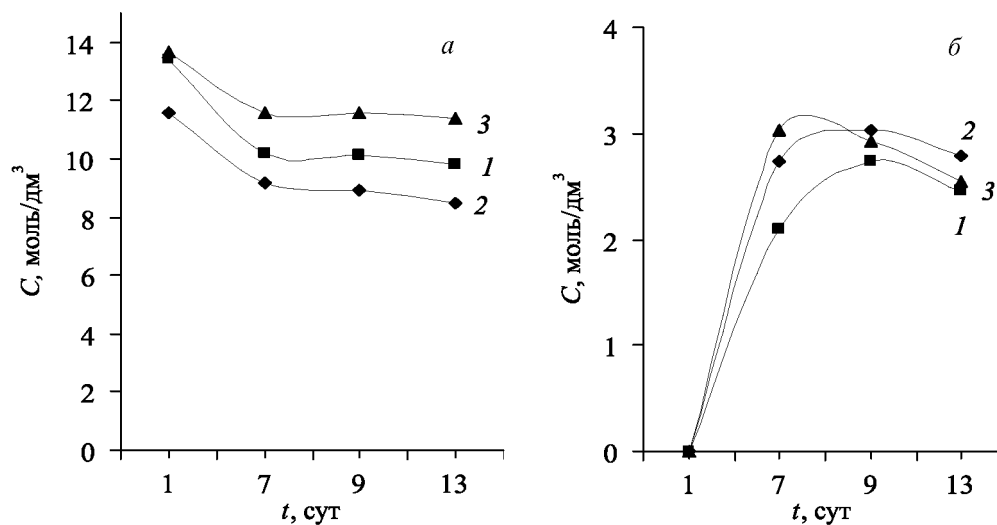


Рис. 1. Изменение концентрации (С) пероксида водорода (а) и надкислот (б):  
1 – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, молочная кислота; 2 – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, молочная; лимонная кислота;  
3 – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, лимонная кислота

В начальный период времени происходит преимущественное расходование H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, сопровождающееся увеличением концентрации надкислот до максимума, которому соответствуют зоны перегиба практически в одном и том же временном интервале как на кривых разложения пероксида водорода (рис. 1, а), так и на кривых изменения концентрации надкислот (рис. 1, б). Следует отметить более высокие скорости образования надмолочной кислоты и ее разложения после достижения равновесия (кривые 1 на рис. 1, а и б). Плавный характер изменения концентраций (кривые 3) в системе пероксид водорода/лимонная кислота дает основание предполагать наличие стабилизирующего влияния лимонной кислоты на процесс разложения пероксида водорода. Аналогичный стабилизирующий эффект был отмечен и в системах, содержащих щавелевую кислоту.

Выявленные закономерности послужили основой для разработки рецептур и технологических основ получения композиционных пероксидных антимикробных препаратов различного назначения, в состав которых наряду с пероксидом водорода, карбоновыми кислотами и надкислотами входят также стабилизирующие, моющие, антикоррозионные компоненты, поверхностно-активные вещества, полимерные биоциды, ЧАС и др. [11–18]. К ним относятся:

«Нависан-1» – для использования в процессах комплексной дезинфекции оборудования и помещений пищевой промышленности, бытовых и жилых помещений, транспортных средств;

«Валисан-2» – для санации помещений по содержанию молодняка крупного рогатого скота;

«Суперсепт» – для последовательной обработки поверхностей доильно-молочного оборудования, контактирующих с молоком;

«Нависан-Агро» – для комплексного обеззараживания хранилищ плодово-овощной продукции перед закладкой на хранение плодов и овощей;

«Нависан-ДД» – для одновременной дезинфекции и дезинсекции животноводческих помещений;

«Валисан-ЖКХ» – для обеззараживания объектов хозяйственно-питьевого водоснабжения;

«Тубисан» – ветеринарное дезинфицирующее средство с моющим эффектом, обеспечивающее полную инактивацию возбудителей туберкулеза;

«Меладез» – дезинфицирующее средство селективного действия для обработки мелассы дрожжевого производства;

«Санитэк» – для обеззараживания оборудования и помещений предприятий пищевой промышленности;

«Санитэк-2» – для обеззараживания оборудования и помещений предприятий пищевой промышленности;

«Валисан-К» – для профилактики и лечения гнойно-некротических поражений конечностей крупного рогатого скота;

«Надкарбосепт» – для санации мест содержания сельскохозяйственных животных.

Разработанные дезинфицирующие средства имеют широкий спектр антимикробной активности, они эффективны в отношении бактерий, грибов, вирусов при весьма низких рабочих концентрациях (0,1–1,0 %).

В качестве примера в табл. 2 показано, что раствор, содержащий 0,1 масс. % средства «Валисан-К» (концентрация надмолочной кислоты менее 0,0025 %), проявляет высокий уровень ( $RF > 4,0$ ) бактерицидной и фунгицидной активности (характеризуется величиной фактора редуции  $RF$ , определяемой путем вычитания десятичных логарифмов концентрации колониеобразующих единиц КОЕ/см<sup>3</sup>, исследуемых образцов в контроле и опыте).

Таблица 2

**Оценка бактерицидной и фунгицидной активности средства антисептического «Валисан-К» в отношении тест-культур бактерий и грибов в количественном суспензионном методе**

Экспозиция, мин	Концентрация, %	Тест-культура								
		<i>S. aureus</i>			<i>P. aeruginosa</i>			<i>C. albicans</i>		
		КОЕ/см <sup>3</sup>	lg	$RF$	КОЕ/см <sup>3</sup>	lg	$RF$	КОЕ/см <sup>3</sup>	lg	$RF$
0,5	0,1	$3,5 \cdot 10^7$	7,54	1,76	$7,5 \cdot 10^7$	7,87	1,13	$1,5 \cdot 10^6$	6,17	2,83
	0,5	$1,0 \cdot 10^5$	5,0	4,3*	$2,8 \cdot 10^4$	4,44	4,56*	$5,0 \cdot 10^4$	4,63	4,37*
	1,0	$8,0 \cdot 10^4$	4,9	4,4*	$< 10^3$	3,0	6,0*	$1,5 \cdot 10^4$	4,17	4,83*
	Контроль	$2,0 \cdot 10^9$	9,3		$1,0 \cdot 10^9$	9,0		$1,0 \cdot 10^9$	9,0	



Окончание табл. 2

Экспозиция, мин	Концентрация, %	Тест-культура								
		<i>S. aureus</i>			<i>P. aeruginosa</i>			<i>C. albicans</i>		
		КОЕ/см <sup>3</sup>	lg	RF	КОЕ/см <sup>3</sup>	lg	RF	КОЕ/см <sup>3</sup>	lg	RF
1	0,1	2,0 · 10 <sup>5</sup>	5,3	3,87	1,0 · 10 <sup>4</sup>	6,39	2,61	2,5 · 10 <sup>5</sup>	5,39	3,61
	0,5	4,2 · 10 <sup>4</sup>	4,62	4,55*	< 10 <sup>3</sup>	4,0	5,0*	7,0 · 10 <sup>3</sup>	3,84	5,16*
	1,0	1,0 · 10 <sup>4</sup>	4,0	5,17*	< 10 <sup>3</sup>	3,0	6,0*	2,0 · 10 <sup>3</sup>	3,3	5,7*
	Контроль	1,5 · 10 <sup>9</sup>	9,17		1,0 · 10 <sup>9</sup>	9,0		1,0 · 10 <sup>9</sup>	9,0	
2	0,1	2,5 · 10 <sup>4</sup>	4,39	4,78*	1,0 · 10 <sup>5</sup>	5,0	3,95	1,0 · 10 <sup>5</sup>	5,0	4,0*
	0,5	1,0 · 10 <sup>4</sup>	4,0	5,17*	5,0 · 10 <sup>3</sup>	3,7	5,25*	< 10 <sup>3</sup>	3,7	6,0*
	1,0	5,0 · 10 <sup>3</sup>	3,7	5,47*	< 10 <sup>3</sup>	3,0	5,95*	< 10 <sup>3</sup>	3,0	6,0*
	Контроль	1,5 · 10 <sup>9</sup>	9,17		9,0 · 10 <sup>8</sup>	8,95		1,0 · 10 <sup>9</sup>	9,0	
5	0,1	1,0 · 10 <sup>3</sup>	3,0	6,0*	2,0 · 10 <sup>4</sup>	4,3	4,65*	< 10 <sup>3</sup>	3,0	5,95*
	0,5	< 10 <sup>3</sup>	3,0	6,0*	1,0 · 10 <sup>3</sup>	3,0	5,95*	< 10 <sup>3</sup>	3,0	5,95*
	1,0	< 10 <sup>3</sup>	3,0	6,0*	< 10 <sup>3</sup>	3,0	5,95*	< 10 <sup>3</sup>	3,0	5,95*
	Контроль	1,0 · 10 <sup>9</sup>	9,0		9,0 · 10 <sup>8</sup>	8,95		9,0 · 10 <sup>8</sup>	8,95	

Примечание: \* – высокий уровень активности (RF > 4,0).

Образцы разработанных дезинфицирующих средств проявляют вирулицидное действие во всех исследованных режимах (табл. 3). Снижение инфекционного титра вируса по сравнению с контролем превышает величину 4,0 lg ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup> (ТЦД<sub>50</sub> – доза вируса, вызывающая тканевой цитопатический эффект в 50 % пробирок с зараженной культурой клеток). Наличие белковой нагрузки не влияет на вирулицидную активность препаратов. Для сравнения приведены результаты исследования вирулицидного действия 0,7 % раствора формальдегида, который применяется в испытаниях в качестве стандартного образца препарата сравнения (референс-препарат).

Таблица 3

**Вирулицидная активность дезинфицирующего средства «Нависан» в отношении вируса ЕСНО 6**

Концентрация дезсредства, %	Титр вируса в контроле, lg ТЦД <sub>50</sub> /см <sup>3</sup>	Титр вируса после обработки препаратом, lg ТЦД <sub>50</sub> /см <sup>3</sup>			
		Без экспозиции	Экспозиция 10 мин	Экспозиция 30 мин	Экспозиция 60 мин
0,5	11,41	11,30	–	6,64	4,19
	11,41	11,41	–	6,93	4,30
1,0	11,41	11,45	6,23	–	–
	11,41	11,41	6,30	–	–

Окончание табл. 3

Концентрация дезсредства, %	Титр вируса в контроле, lg ТЦД <sub>50</sub> /см <sup>3</sup>	Титр вируса после обработки препаратом, lg ТЦД <sub>50</sub> /см <sup>3</sup>			
		Без экспозиции	Экспозиция 10 мин	Экспозиция 30 мин	Экспозиция 60 мин
Референс-препарат	11,41	9,00	< 4,0	< 4,0	< 3,0
Контрольные группы	11,41	11,45	–	11,30	11,30
	11,41	11,41	–	11,50	11,41

Исследования стабильности разработанных пероксидных препаратов показали, что при использовании рабочих растворов дезинфицирующих средств с концентрацией 0,5; 1,0 % уровень антимикробной активности в отношении типовой культуры стафилококка при экспозиции 10 мин в течение 5 сут хранения в закрытой емкости при температуре  $20 \pm 2$  °С не уменьшается. В отношении типовой культуры синегнойной палочки активность 1,0 % раствора «Нависан» сохранялась в течение 16 сут хранения в испытанных режимах. Полученные данные позволяют сделать вывод, что разработанные препараты по критерию стабильности рабочих растворов значительно превосходят аналогичные составы на основе надуксусной кислоты [9], для которых время хранения рабочих растворов не превышает одних суток.

Токсикологические исследования, проведенные в соответствии со стандартными методиками [7], показали, что растворы разработанных пероксидных дезинфектантов при рабочей концентрации 1 % являются безопасными для человека и животных. Значения острой ингаляционной токсичности и острой токсичности при внутрижелудочном введении в опытах на белых мышах позволяют отнести препараты к композициям 4-го класса опасности. Хроническая внутрижелудочная и ингаляционная токсичность отсутствуют. Препараты не обладают раздражающим и кожно-резорбтивным действием.

Полученные результаты послужили основой для использования пероксидных составов в качестве дезинфицирующих средств в процессах санации помещений по выращиванию молодняка крупного рогатого скота. Испытания дезинфектанта «Валисан-2» методом орошения и аэрозольной обработки помещений проводили в условиях хозяйства СПК «Вишневка 2002» Минского района Минской области на комплексе по откорму крупного рогатого скота. Результаты бактериологических исследований поверхностей помещения при дезинфекции методом орошения, отраженные в табл. 4, показали, что при обработке поверхностей помещения методом орошения 1 % раствором «Валисан-2» из расчета 0,5 дм<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> и экспозиции 3 ч рост микробов в смывах отсутствовал, а через 24 ч после обработки выросли единичные колонии. При проверке патогенности выделенных микроорганизмов методом биопробы установлено, что культуры являлись не патогенными для лабораторных животных.

Таблица 4

**Бактериологические исследования смывов с поверхностей помещений  
при использовании 0,5 и 1,0 % рабочих растворов «Валисан-2» методом орошения**

Исследуемые объекты	Количество колониеобразующих единиц, КОЕ/см <sup>2</sup>		
	До обработки и мойки	После обработки	
		экспозиция 3 ч	экспозиция 24 ч
Обработка 1,0 % «Валисан-2» (опытное помещение)			
Пол	206000 ± 8200	0	10 ± 1
Стена	81000 ± 2700	0	30 ± 0
Кормушки	196000 ± 3200	0	90 ± 2
Поилки	146000 ± 1800	0	90 ± 2
Обработка каустической содой (контрольное помещение)			
Пол	131070 ± 5500	787 ± 150	1 340 ± 256
Стена	55600 ± 5227	477 ± 154	813 ± 120
Кормушки	173870 ± 7745	873 ± 153	1 083 ± 283
Поилки	128400 ± 8712	663 ± 127	978 ± 99

Группа пероксидных дезинфектантов была испытана в производственных условиях ряда мясо-молочных предприятий: ОАО «Гродненский мясокомбинат», КУП «Минский мясокомбинат», ОУП «Лидский мясокомбинат», ОАО «Минская птицефабрика имени Н. К. Крупской» в условиях хозяйства СПК «Вишневка 2002» Минского района Минской области на комплексе по откорму крупного рогатого скота и др. Дезинфекцию проводили с помощью аэрозольного способа, при котором дезинфектант переводится в мелкодисперсное состояние и периодически вводится в воздушную среду производственных помещений.

Производственные испытания «Нависан» показали, что применение 0,5 % рабочего раствора при расходе 30 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> и экспозиции 60 мин обеспечивает стерилизующее бактерицидное действие на тест-культуры и эффективно снижает микробный фон атмосферы и технологического окружения производственной среды, что свидетельствует о перспективности его применения для санитарной обработки объектов молочной и мясоперерабатывающей промышленности. В аналогичных условиях такие же результаты были получены и для исследованных препаратов на основе уксусной кислоты, но при концентрации рабочего раствора 5 %.

В результате испытаний на базе МРУП «Агрокомбинат Ждановичи» Минской области установлено, что при еженедельной одноразовой профилактической обработке 5 % рабочим раствором препарата «Валисан-К» сельскохозяйственных животных путем их прохождения через ванны с препаратом в течение 2 месяцев новых гнойно-некротических поражений копыт у животных опытной группы не наблюдалось, в отличие от коров контрольной группы, обрабатываемых традиционными препаратами. Еженедельная аэрозольная обработ-

ка ран, инфицированных гноеродной культурой золотистого стафилококка, 5 % раствором «Валисан-К» приводила к быстрому выздоровлению животных, заживлению ран без нагноения.

В ходе разработки композиционного состава ветеринарного дезинфицирующего средства с моющим эффектом «Тубисан», обеспечивающего полную инактивацию возбудителей туберкулеза, исследовано влияние введения различных компонентов из группы ЧАС и поверхностно-активных веществ различной природы на бактерицидную активность и моющую способность рабочих растворов препарата. При введении катамина и ПАВ в состав стабилизированной дезинфицирующей пероксидной композиции на основе пропионовой кислоты наблюдалось усиление бактерицидной активности. Водный раствор 1,5 % концентрации дезинфицирующей композиции, содержащей неионогенный ПАВ, обеспечивал 100 % бактерицидный эффект. Увеличение содержания ПАВ в составе препарата позволило снизить эффективную концентрацию раствора дезинфектанта до 1 %. Необходимо отметить, что контрольный препарат «Полисепт» обеспечивал частичную инактивацию смеси суспензий тест-культур микроорганизмов *Ps. aeruginosa*, *E. coli*, *Staph. aureus*, *Salm. enteritidis*, *Strept. fecalis* только при концентрации 3 %.

Высокая бактерицидная активность (100 %) дезинфицирующего средства с моющим эффектом «Тубисан» подтверждена испытаниями на базе ЗАО «Клевица» УП «Борисовский комбинат хлебопродуктов» при обработке помещений для содержания подсосных свиноматок с поросятами. Препарат эффективен при концентрации 1 % в случае заболеваний, вызываемых микроорганизмами I и II групп чувствительности (стафилококки, стрептококки, кишечная палочка, пастереллы, сальмонеллы, гемофилы, бруцеллы, рожи, актинобактериальная плевропневмония свиней, ринотрахеит, вирусная диарея, респираторно-синтициальная инфекция, классическая и африканская чума свиней, репродуктивно-респираторный синдром, болезнь Ньюкасла, болезнь Гамборо, Алеутская болезнь норки и другие заболевания). В концентрации 1,5 % препарат полностью подавляет возбудителей туберкулеза.

При подборе композиционного состава дезинфектанта для обработки мелассы дрожжевого производства была поставлена задача: обеспечить низкую токсичность рабочих растворов препарата по отношению к дрожжам. Разработанный пероксидный препарат на основе лимонной кислоты «Меладез» проявляет высокую антимикробную активность ( $RF > 5,0$ ) по отношению к бактериям *E. coli* (0,1 % – 15 мин), *P. aeruginosa* (0,1 % – 30 мин; 0,5 % – 15 мин); *S. aureus* (0,5 % – 15 мин, 0,25 % – 30 мин), но обладает мягким действием в отношении грибов *C. albicans* (2,5 % – 15 мин); *Asp. niger* (5,0 % – 30 мин). Как показано в табл. 5, «Меладез» является дезинфицирующим средством селективного действия, которое в рабочих концентрациях эффективно подавляет постороннюю микрофлору образцов мелассы, отличающихся разной степенью микробной обсемененности и групповым составом микроорганизмов-контаминантов, но не оказывает негативного влияния на жизнедеятельность культурных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

Таблица 5

**Содержание микрофлоры в образцах мелассы, обработанной дезинфицирующим средством**

Концентрация препарата в мелассе, %	Общее микробное число, КОЕ/см <sup>3</sup>	Содержание клеток дрожжей в сусле* через 24 ч	Общее микробное число, КОЕ/см <sup>3</sup>	Содержание клеток дрожжей в сусле* через 24 ч
	Меласса № 1		Меласса № 2	
0	$1,8 \cdot 10^3$		$2,9 \cdot 10^5$	
0,1	$1,2 \cdot 10^2$	10,6	$1,9 \cdot 10^3$	9,6
0,2	$3,2 \cdot 10^1$	8,9	$1,5 \cdot 10^2$	8,7
0,3	$2,8 \cdot 10^1$	7,0	$4,1 \cdot 10^1$	8,0
0,4	$2,4 \cdot 10^1$	5,3	$3,3 \cdot 10^1$	7,0
0,5	$1,1 \cdot 10^1$	4,3	$2,1 \cdot 10^1$	5,8
0,6	0	3,8	0	3,5

\* В одном поле микроскопа.

Анализ полученных данных, представленных в табл. 5 и 6, позволяет утверждать, что концентрация пероксидного дезинфицирующего средства на основе лимонной кислоты в мелассном сусле, равная 0,3 %, является безопасной для производственных штаммов хлебопекарских дрожжей, позволяя снижать уровень микробной обсемененности посторонней микрофлорой на 2–4 порядка.

Производственные испытания на ОАО «Дрожжевой комбинат» разработанного пероксидного дезинфицирующего средства «Меладез» для обеззараживания мелассы дрожжевого производства показали, что его бактерицидная активность даже в минимальной концентрации 0,1 % вдвое превышает эффективность традиционно используемых хлорактивных препаратов.

Таблица 6

**Результаты сравнительных лабораторных испытаний нового дезинфицирующего средства для обработки мелассы**

Наименование пробы	Общее микробное число, КОЕ/см <sup>3</sup>	Дикие дрожжи, КОЕ/см <sup>3</sup>	Молочнокислые бактерии, КОЕ/см <sup>3</sup>	Лейкоциты, КОЕ/см <sup>3</sup>	Гнилостные бактерии, КОЕ/см <sup>3</sup>	Плесень, КОЕ/см <sup>3</sup>
0,3 % дезинфектанта	0	$16 \cdot 10$	0	0	$16 \cdot 10$	0
0,4 % дезинфектанта	0	1	0	0	$7 \cdot 10$	0
Сусло до обработки	$20 \cdot 10^2$	$34 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$	$7 \cdot 10^2$	в $10^{-1}$ нет
Сусло после обработки хлорной известью	$18 \cdot 10^2$	$18 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10$	в $10^{-1}$ нет

Разработанные пероксидные дезинфицирующие средства на основе карбоновых кислот экологически безопасны, так как в процессе дезинфекции они разлагаются на воду, активный кислород и пищевые кислоты (молочную, лимонную, пропионовую), следы которых легко смываются с поверхности проточной водой. Это позволяет, в ряде случаев, исключить стадию промывки и производственных помещений после дезинфекции. Немаловажным преимуществом отечественных пероксидных препаратов является их низкая стоимость (как минимум вдвое) по сравнению с большинством зарубежных дезинфектантов на основе уксусной кислоты, присутствующих на рынке Республики Беларусь.

В настоящее время освоено серийное производство ряда разработанных пероксидных дезинфицирующих средств, которые широко используются на предприятиях мясной и молочной промышленности Республики Беларусь.

«Нависан-1» отмечен серебряной медалью на VII Московском международном салоне инноваций и инвестиций в 2007 г., серебряной медалью XIV Международного конгресса «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции» 2008 г., дипломом на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций 2009 г.

«Валисан» награжден серебряной медалью на VII Московском международном салоне инноваций и инвестиций в 2007 г., а препарат «Суперсепт» – бронзовой медалью на VIII Московском международном салоне инноваций и инвестиций в 2008 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны дезинфицирующие средства широкого спектра действия на основе пероксидных соединений и низкомолекулярных органических кислот в сочетании с поверхностно-активными веществами, высокомолекулярными полимерными биоцидами и ЧАС.

Исследованы бактерицидные и токсикологические свойства дезинфицирующих композиций в зависимости от природы и концентрации активно действующих веществ и вспомогательных компонентов. В ходе лабораторных и производственных испытаний показаны преимущества разработанных препаратов по сравнению с традиционно используемыми антисептиками. Комбинированные надкислотные дезинфицирующие средства характеризуются не только высокой антимикробной активностью, но и низкой токсичностью, длительным действием и минимально негативным влиянием на экологию, сельскохозяйственных животных и человека.

Производство новых отечественных доступных по цене технологичных антисептических средств нового поколения позволило исключить импортные поставки зарубежных дезинфицирующих средств и перейти на использование более эффективной и экологически безопасной отечественной продукции для регулярной санации и дезинфекции пищевых производств и среды обитания продуктивных животных.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ**

1. Белов В. И., Арефьева Л. И., Лиманова В. Е. Актуальные вопросы совершенствования дезинфекционных и стерилизационных мероприятий. М. : Медицина, 1990. Ч. 2. С. 137–141.
2. Бахир В. М., Вторенко В. И., Леонов Б. И. [и др.] // Дезинфекционное дело. 2003. № 1. С. 32–39.
3. Герасимов В. Н. // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы теории и практики дезинфектологии». М., 2008. С. 97–99.
4. Федорва Л. С., Арефьева Л. И., Путинцева Л. С. Современные средства дезинфекции и дезинсекции. Характеристика, назначение, перспективы. М. : Медицина, 1991. С. 38–76.
5. Flemming H. C. // Zbl. Bakt. Hyg. 1984. Bd.179. № 2. S. 97–111.
6. Давиденко Т. И., Осейчук О. В., Алексеева Л. А. // Тр. Одес. политех. ун-та. 2003. Вып. 2(20). С. 1–5.
7. Методы проверки и оценки антимикробной активности дезинфицирующих и антисептических средств. Инструкция по применению. – Регистрационный № 11-20-204-2003; утв. 22.12.2003 Гл. гос. сан. врачом Респ. Беларусь.
8. Третьякова А. Д. Методические указания по определению токсических свойств препаратов, применяемых в ветеринарии и животноводстве. М. : Агропромиздат, 1988.
9. Волкова С. В., Клементенок Е. В., Ефремова М. И. // Поликлиника. 2005. № 1. С. 58–60.
10. Блекберн К. В. Микробиологическая порча пищевых продуктов. СПб. : Профессия, 2008.
11. Шабловский В. О., Тучковская А. В. [и др.] // Тр. БГУ. Сер. «Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем». 2008. Т. 3. Ч. 2. С. 70–78.
12. Шабловский В. О., Тучковская А. В., Волков Н. В. [и др.] // Материалы VIII Междунар. науч.-техн. конф. «Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии». Гродно, 2009. С. 233–240.
13. Шабловский В. О., Тучковская А. В. [и др.] // Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов». Минск, 2009. Ч. 2. С. 110–113.
14. Высоцкий А. Э., Шабловский В. О., Тучковская А. В., Лысенко А. П. // Вестн. БГУ. Сер. II. Химия. Биология. География. 2011. № 1. С. 36–42.
15. Шабловский В. О., Тучковская А. В. [и др.] // Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления». Минск, 2011. С. 133–136.
16. Шабловский В. О., Тучковская А. В. [и др.] // Материалы междунар. водно-хим. форума. Минск, 2012. С. 32–35.
17. Шабловский В. О., Тучковская А. В. [и др.] // Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности в производстве строительных материалов». Минск, 2012. С. 83–86.
18. Шабловский В. О., Тучковская А. В., Рухля В. А. [и др.] // Материалы междунар. науч.-практ. конф. с участием государств – участников СНГ «Технологические тенденции повышения промышленной экологической безопасности, охраны окружающей среды, рациональной и эффективной жизнедеятельности человека». Минск : ГУ «БелИСА», 2013. С. 573–578.

Поступила в редакцию 10.12.2013.