

ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ КАТИОННОГО СЕРЕБРА В ОТНОШЕНИИ ПАТОГЕННОЙ И УСЛОВНО-ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Савельева Тамара Александровна, кандидат ветеринарных наук, доцент, Ученый секретарь
РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Минск, Республика Беларусь
e-mail: t.savelyeva@tut.by

Ефимова Ирина Аркадьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения и геоинформационных систем, факультет географии и геоинформатики
Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь
e-mail:missinari@mail.ru

Ховзун Татьяна Вадимовна, заведующий отделом санитарной обработки оборудования и помещений
РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Минск, Республика Беларусь
e-mail:serebrjakova23@rambler.ru

Корako Валерий Брониславович, научный сотрудник отдела санитарной обработки оборудования и помещений
РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Минск, Республика Беларусь
e-mail:korako7@mail.ru

Аннотация. Несмотря на значительный научно-технический прогресс и новые технологические разработки, болезни пищевого происхождения микробной этиологии остаются глобальной мировой проблемой. Изучена антимикробная активность дезинфицирующих средств на основе ионов серебра на патогенную и условно-патогенную микрофлору. В качестве тест-штаммов использовали коллекционные тест-штаммы, полученные из Американской коллекции типовых культур микроорганизмов (ATCC): *St.aureus* ATCC 6538, *Listeria monocytogenes* ATCC 19111, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *C.albicans* ATCC 10231, *E. Coli* ATCC 11229. Установлено, что препараты на основе ионов серебра являются перспективными дезсредствами и обладают более выраженным антимикробным действием, чем антибиотики в частности в отношении сальмонелл, листерий, патогенного стафилококка, энтеропатогенной кишечной палочки и других возбудителей инфекций.

Ключевые слова: перерабатывающая промышленность, дезинфектанты, серебро, антимикробная активность, условно-патогенные и патогенные микроорганизмы.

STUDY OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF MEANS ON THE BASIS OF CATION SILVER IN RELATION TO PATHOGENIC AND CONDITIONALLY PATHOGENIC MICROFLORA UNDER LABORATORY CONDITIONS

Savel'yeva Tamara Aleksandrovna, candidate of veterinary sciences, associate professor, Scientific secretary
Department of RUE "Institute of the Meat and Dairy Industry", Minsk, Republic of Belarus
e-mail: t.savelyeva@tut.by

Efimova Irina Arkadieвна, candidat of agricultural sciences, associate professor of the department of soil science and geoinformation systems, faculty of geography and geoinformatics
Belarusian state university, Minsk, Republic of Belarus
e-mail:missinari@mail.ru

Hovzun Tatiana Vadimovna, head of the sanitary treatment of Equipment and premises Department of RUE "Institute of the Meat and Dairy Industry", Minsk, Republic of Belarus
e-mail:serebrjakova23@rambler.ru

Korako Valerij Bronislavovich, research fellow of the sanitary treatment of Equipment and premises Department of RUE "Institute of the Meat and Dairy Industry", Minsk, Republic of Belarus
e-mail:korako7@mail.ru

Abstract. The antimicrobial activity of disinfectants based on silver ions regarding pathogenic and opportunistic microflora has been studied. Strains from the American Type Culture Collection of Microorganisms (ATCC) were used as test strains: *St. aureus* ATCC 6538, *Listeria monocytogenes* ATCC 19111, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *C. albicans* ATCC 10231, *E. Coli* ATCC 11229. It has been found that preparations based on silver ions are promising disinfectants and have a more pronounced antimicrobial effect in comparison with antibiotics, in particular against salmonella, listeria, pathogenic staphylococcus, enteropathogenic E. coli and other infectious agents.

Key words: processing industry, disinfectants, silver, antimicrobial activity, opportunistic and pathogenic microorganisms.

Предприятия перерабатывающей промышленности являются весьма благоприятной средой для распространения микроорганизмов; чаще всего здесь встречаются условно-патогенные и патогенные микроорганизмы семейства *Enterobacteriaceae*: род *Proteus*, род *Salmonella*, род *Listeria*, а также дрожжеподобные и плесневые грибы.

Современные универсальные дезинфектанты и технологии их применения должны надежно и быстро подавлять разнообразную патогенную микрофлору, причем желательно, чтобы их антимикробное действие сохранялось как можно дольше. Они должны быть абсолютно безопасными для находящихся в помещении людей и животных, не выводить из строя оборудование, не портить обрабатываемые материалы. [4,3,6]

На поверхности технологического оборудования присутствуют различные микроорганизмы – бактерии группы кишечной палочки, плесени, дрожжи, листерии. Для их уничтожения использования моющих средств недостаточно, поэтому обязателен следующий этап санитарной обработки – инактивация микроорганизмов, которую проводят или химическим путем (дезинфицирующие растворы химических веществ), или физическими способами (обработка горячей водой, кипящей водой, паром и так далее) [3].

Чаще всего на предприятиях используют сложные дезинфектанты, так как они обладают более широким спектром действия и усиливают дезинфицирующий эффект при обработке оборудования.

Установлено, что наночастицы серебра являются одним из перспективных дезсредств. Дезинфицирующие средства, на основе ионов серебра, обладают неоспоримыми преимуществами по сравнению с ныне существующими аналогами:

1. высокая бактерицидная активность, распространяющаяся на более чем 650 видов бактерий, вирусов и грибков.
2. отсутствие привыкания у микроорганизмов.
3. отсутствие аллергенной активности.
4. длительное хранение при комнатной температуре.

Данные средства позволяют бороться с широко распространенными и причиняющими большое неудобство людям инфекциями - сальмонеллёзом, кишечными и стафилококковыми инфекции и т.д. В то же время не обнаружено ни одного случая, когда бы микроорганизмы приспособились к действию наночастиц серебра, поскольку они атакуют микроорганизмы сразу по нескольким направлениям

Разные виды серебра в разных формах обладают и разными свойствами. Наиболее широко известны препараты на основе катионного серебра (Ag^+), в том числе, в составе оксида серебра, солей серебра (нитратов, сульфатов, фосфатов), комплексов серебра (цитратов или лактатов), свободных аквакатионов серебра. Или же препараты на основе коллоидного серебра, содержащие, особенно в случае коллоидного серебра, полученного электрохимически, в качестве примесей к металлическому серебру значительное количество катионного серебра в виде оксида или соли. [5, 6]

Термины «кластер», «наночастица» широко используются в современной бурно развивающейся межнаучной дисциплине «наноматериалы и нанотехнологии». Благодаря своим малым размерам, кластеры или наночастицы обладают необычными, уникальными свойствами, которые сейчас во всем мире активно изучают и начинают использовать.

В препаратах кластерного, так и коллоидного серебра имеется определенное распределение частиц по размерам: более узкое и сдвинутое в область наночастиц (кластерные препараты) или более широкое и смещенное в область коллоидных частиц, (коллоидные препараты). То есть, и в классических коллоидных препаратах присутствуют кластеры и наночастицы серебра.

Биологическое действие ионов и наночастиц серебра может быть обусловлено их каталитическими свойствами. Использование вещества в виде катализатора является гораздо более эффективным и экономным, чем использование в виде реагента, который расходуется. Серебро в

серебросодержащих препаратах может работать и как реагент (преимущественно в виде ионов и комплексов), и как катализатор (в виде наночастиц) [2,5].

Препараты серебра способны подавлять 99,7% всех микробов, вирусов, грибов, взаимодействуя одновременно как на ферментную деятельность патогена, так и на его функцию размножения. Серебросодержащие препараты обладают длительной работоспособностью, что положительно отличает их от традиционно-используемых дезинфицирующих средств, применяемых в пищевой промышленности.

Цель исследований – изучение антимикробной активности дезинфицирующих средств на основе ионов серебра на патогенную и условно-патогенную микрофлору.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись дезинфицирующие средства на основе ионов серебра и выделенные с объектов внешней среды условно-патогенные и патогенные микроорганизмы.

Изучение антимикробной активности и фунгицидной способности дезинфицирующих средств в лабораторных условиях проводили согласно: «Методы проверки и оценки антимикробной активности дезинфицирующих и антисептических средств» Инструкция по применению № 11-20-204-2003. Утв. 22.12.2003г, а также Временная инструкция «Методы испытаний противомикробной активности дезинфицирующих средств» рег. №4718 от 24.12.98г. Методика определения антимикробных свойств основана на ингибировании роста тест-культуры микроорганизмов.

В качестве тест-штаммов использовали коллекционные тест-штаммы, полученные из Американской коллекции типовых культур микроорганизмов (ATCC): *St.aureus* ATCC 6538, *Listeria monocytogenes* ATCC 19111, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *C.albicans* ATCC 10231, *E. Coli* ATCC 11229.

Дифференцированные режимы применения определяли в соответствии инструкциями по применению указанных дезинфицирующих средств.

Для определения антимикробной активности использовали 24-часовые агаровые культуры микроорганизмов. Для установления влияния белковой нагрузки на уровень антимикробной и фунгицидной активности средств использовали 20% лошадиную сыворотку. Взвеси тест-штаммов микроорганизмов без белковой нагрузки и с лошадиной сывороткой добавляли к дезинфицирующим средствам (в качестве контроля-взвеси тест-штаммов микроорганизмов без белковой нагрузки (Контроль 1) и с белковой нагрузкой (Контроль 2) к 0,85% физиологическому раствору). Чашки с бактериями инкубировали в течение 24-48 часов при $(36\pm 1)^\circ\text{C}$ (*Candida albicans* при $(30\pm 1)^\circ\text{C}$ -72 часа). Подсчитывали среднее число живых бактерий и грибов в контроле, число выживших микроорганизмов в опыте (КОЕ/мл), определяли десятичные логарифмы (*log*) и факторы редуции (*RF*) числа бактерий и кандид в опыте по сравнению с контролем. Оценивали уровень активности испытуемых средств при разных условиях (без белковой нагрузки и в присутствии белка).

Результаты исследований и их обобщение. В настоящее время одним из главных направлений повышения эффективности дезинфицирующих средств считается добавление в рецептуру активаторов, синергистов, использование дополнительных физических воздействий, т. е. создание условий, при которых действующее вещество в момент применения дезинфицирующих средств находилось бы в метастабильном состоянии, например в стадии пролонгированной химической реакции с активаторами.

Поэтому для изучения антимикробной активности и возможности их применения для дезинфекции технологического оборудования, тары мясо- и птицеперерабатывающих предприятий были отобраны 2 образца дезинфицирующих средств на основе катионного серебра: «Сильверсил Базис» и «Сильверсил Дез» (производство Республики Беларусь) и изучена их антимикробная активность. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

На основании проведенных нами испытаний антимикробной активности можно сделать следующие выводы:

«Сильверсил Дез» в количественном суспензионном методе обладает высоким уровнем антимикробной и фунгицидной активности ($RF\geq 5,0lg$) при режимах применения: 1,0%-60мин. в отношении тест-культур *Listeria monocytogenes*, *Salmonella s.p.p.*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*.

Препараты «Сильверсил Базис» в количественном суспензионном методе обладают бактериостатическим действием при режимах применения 2,0%-60мин, проявив низкий уровень антимикробной ($RF< 5,0lg$) в отношении *тест-культуры* *Listeria monocytogenes*, *Salmonella s.p.p.*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*.

RF

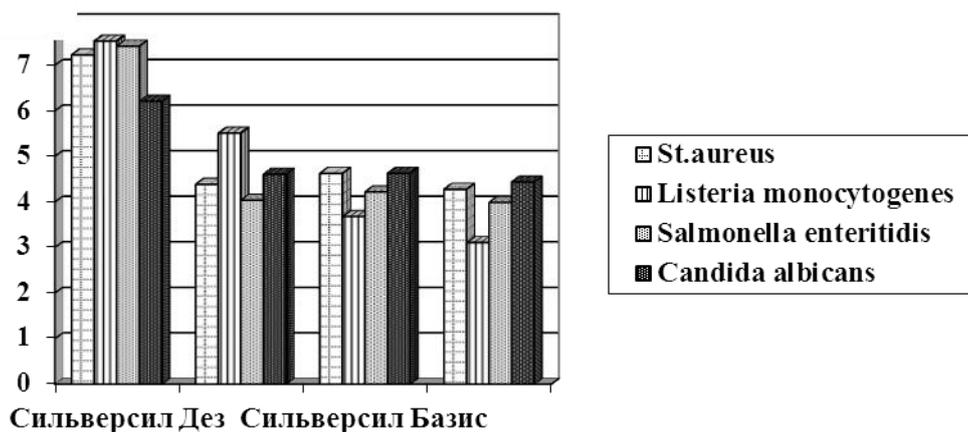


Рисунок 1 - Показатели антимикробной активности дезинфицирующих препаратов на основе катионного серебра

Испытания проводились в отделе санитарной обработки оборудования и помещений РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

Однако следует отметить, что при испытании вышеуказанных средств без белковой нагрузки антимикробная активность препаратов находится на достаточном уровне ($RF \geq 5$ lg). Это еще раз подтверждает тот факт, что успешная дезинфекция невозможна без профессионально и качественно предварительно проведенной мойки.

Заключение. Несмотря на значительный научно-технический прогресс и новые технологические разработки, болезни пищевого происхождения микробной этиологии остаются глобальной мировой проблемой. Среди огромного количества видов микроорганизмов, присутствующих в мясе наибольшее значение имеют патогенные и условно-патогенные бактерии, способные размножаться в пищевых продуктах.

Установлено, что препараты на основе ионов серебра являются перспективными дезсредствами и обладают более выраженным антимикробным действием, чем антибиотики в частности в отношении сальмонелл, листерий, патогенного стафилококка, энтеропатогенной кишечной палочки и других возбудителей инфекций.

Препараты на основе серебра - это экологичные композиционные соединения, в которых ярко проявляется синергизм (усиление действия за счет комбинации применяемых веществ), позволяющий использовать препарат как дезинфицирующее средство (очищающее от патогенов) с очень низкой концентрацией активных компонентов.

Имеющиеся на рынке препараты серебра могут быть использованы в самых различных целях: от дезинфекции производственных помещений, оборудования, тары до внутритарных консервантов. Учитывая сложность и разнообразие составов препаратов необходимо для каждого средства, в зависимости от решаемых задач, экспериментально подбирать наиболее подходящие серебросодержащие препараты.

Список литературы

1. Пискаева, А.И. Анализ и подбор концентраций ионного и кластерного серебра для микроорганизмов-деструкторов *Bacillus fastidiosus*, *Lactobacillus sp*, *Microbacterium terregens* / А. И. Пискаева, Ю.Ю. Сидорин, Л. С. Дышлок // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 9. – С. 53–55.
2. Подопригора, Э.С. Результаты исследования микробиологической картины полости рта при применении акрилового полимерного материала, модифицированного наноразмерным серебром в условиях эксплуатации съемных ортодонтических аппаратов/ Э.С. Подопригора, Н.Д. Акимова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2013. – № 4. – С. 151–155.
3. Сравнительное изучение бактерицидной активности препаратов коллоидного серебра: Материалы научно-практической конференции «Серебро и висмут в медицине», Новосибирск: Р.Н. Костылева (отв. ред.) [и др.]. – Новосибирск, 2005. – 312 с.

4. Сравнение действия ионов и наночастиц серебра на клетки дрожжей и кишечной палочки (*E. coli*): Материалы 1-го Российского научно-методологического семинара «Наночастицы в природе. Нанотехнологии их создания в приложении к биологическим системам», Москва, 2003 г. / Е.К. Баранова, (отв. ред.) [и др.]. – Москва, 2003. – 53 – 60 стр.
5. What factors control the size and shape of silver nanoparticles in the citrate ion reduction method? / Z.S. Pillai [et al.] // Journal of Physical Chemistry. – 2004. – Vol. 108, P. 945-951.
6. Facile Synthesis of silver nanoparticles useful for fabrication of high-conductivity elements for printed electronics / Li Y. [et al.] // Journal of the American Chemical Society. – 2005. – Vol. 127, № 10. – P. 3266-3267.