

гвоздики / А. Л. Самусенко // Химия растительного сырья. – 2015. – № 4. – С. 39–44. 5. Юхименко, Л. Н. Современное состояние проблемы аэромоназа рыб / Л. Н. Юхименко, Г. С. Койдан // Экспресс-информация / Всероссийский научно-исследовательский ин-т экспериментального рыбного хозяйства. – Москва, 1997. – Вып. 2. – С. 1–5. 6. Harikrishnan, R. *In vitro and in vivo studies of the use of some medical herbs against the pathogen Aeromonas hydrophila in goldfish* / R. Harikrishnan // J. Aquat. Anim. Health. – 2008. – № 20 (30). – P. 165–176.

Поступила в редакцию 06.05.2021.

DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-154-157

УДК 619:615.3:639.3

## БИОЦИДНЫЕ И ПРОТИСТОЦИДНЫЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ СЕРЕБРОСОДЕРЖАЩИХ ДИСПЕРСИЙ

\*Дегтярик С.М., \*\*Карпинчик Е.В., \*Полоз С.В., \*Слободницкая Г.В.

\*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,  
г. Минск, Республика Беларусь

\*\*Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь

При изучении биоцидных и протистоцидных свойств образцов серебросодержащих дисперсий установлено, что все испытанные препараты обладали биоцидным действием в отношении тест-бактерий (*Erwinia carotovora*, *Pseudomonas fluorescens*) и дрожжевых грибов (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*) при концентрации действующего вещества 0,03–0,04 ppm и более. Эффективным влиянием на инфузории р. *Chilodonella* обладал только образец с полиэтиленгликолем, гибель инфузорий достигала 75%. Действие субстанций на инфузорий *Ichthyophthirius multifiliis* практически не выражено: при обработке погибало 5–10% инфузорий. **Ключевые слова:** серебросодержащие дисперсии, инфузории, дрожжевые грибы, тест-бактерии, биоцидные и протистоцидные свойства.

## BIOCIDAL AND PROTISTOCIDAL PROPERTIES OF SAMPLES OF SILVER-CONTAINING DISPERSIONS

\*Degtyarik S.M., \*\*Karpinichik E.V., \*Polaz S.V., \*Slobodnitskaja H.V.

\*Republican Subsidiary Unitary Enterprise «Fish Industry Institute» of the Republican Unitary Enterprise,  
Minsk, Republic of Belarus

\*\*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry,  
Minsk, Republic of Belarus

When studying the biocidal and protistocidal properties of samples of silver-containing dispersions, it was found that all tested drugs possessed a biocidal effect on the test bacteria (*Erwinia carotovora*, *Pseudomonas fluorescens*) and yeast fungi (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*) at concentration of acting substance 0.03–0.04 ppm or more. Effective influence on the infusoria *Chilodonella* possessed only the sample with polyethylene glycol, the death of infusoria reached 75%. The effect of the substances on the infusoria *Ichthyophthirius multifiliis* is practically not expressed: when treated, 5–10% of ciliates died. **Keywords:** silver-containing dispersions, infusoria, yeast fungi, test bacteria, biocidal and protistocidal properties.

**Введение.** Лечебные свойства серебра были обнаружены и использовались еще до эпохи становления доказательной медицины, однако, с открытием в 1928 году А. Флемингом биоцидного действия «зеленой плесени» и наступлением эры высокоэффективных антибиотиков это лечебное средство постепенно предавалось забвению. Спустя 17 лет первооткрыватель пенициллина уже сам предупреждал, что при чрезмерном увлечении антибиотиками «мы потеряем их эффективность навсегда». Антибиотик предвосхищает иммунную систему живых организмов, не позволяя ей проявить себя в полной мере и противостоять заболеванию. В результате этого происходит быстрое привыкание к нему, что стимулирует появление и развитие устойчивых патогенов. Все это вынуждает бактериологов находиться в постоянном поиске и осуществлять разработку более эффективных субстанций для борьбы с эволюционировавшими штаммами бактерий.

Со временем оказалось, что антибиотики обладают еще одним существенным недостатком: они с одинаковым успехом уничтожают как патогенную, так и полезную микрофлору желудочно-кишечного тракта, вызывая тем самым аллергические проявления, дисбактериоз, диарею, снижение иммунитета и другие побочные эффекты. Если в этом случае негативное влияние антибиотиков не без труда, но лечится, то для подавления развития микробов с выработанной к ним индифферентностью выход состоит только в разработке новых препаратов. Таким образом, ставка на антибиотики как универсальное «средство от всех болезней» не оправдалась. В связи с этим, необходимость разработки новых антибактериальных средств, отличающихся по механизму действия от антибиотиков и обладающих широким спектром антибактериальных свойств, очевидна. В то же время, имеется природное вещество, бесспорно обладающее антимикробными свойствами, к которому бактерии не смогли выработать резистентность в течение всего наблюдаемого периода времени, исчисляемого

уже веками. Это серебро. Обеззараживающие свойства серебра известны издревле, практически с начала использования самого металла, и применялись для консервации воды и пищи, лечения многочисленных болезней и недугов, ранений, нагноений и т.п. Более того, у серебра не выявлено существенных проявлений токсического или аллергенного действия по отношению к высшим организмам. Обнаружены и доказаны [1] также и такие уникальные свойства серебра, как антимикробная эффективность нольвалентного серебра выше по сравнению с его ионной формой, токсичность дисперсий металла ниже, чем у ионной формы его солей; чем выше дисперсность металла в препарате, тем выше его биоцидная активность.

Именно из-за недостаточного внимания к размеру частиц  $Ag^0$  исследования антимикробных свойств могут дать сомнительные или даже противоречивые результаты, но бесспорно доказанными являются сведения, что наибольшей биоцидностью обладают его наноразмерные дисперсии. Серебро в коллоидном состоянии проявляет обеззараживающую активность, причем в концентрации 5-20 ppm, по отношению к около 700 видам патогенных микроорганизмов, в то время как известные антибиотики - менее чем к 10. Столь высокая антибактериальная эффективность при малой концентрации коллоидной формы серебра не может не привлечь к себе внимания, в связи с чем в настоящее время наблюдается всплеск интереса исследователей и практиков к его препаратам.

Существует весьма простая и экономичная технология получения коллоидного серебра, основанная на его анодном диспергировании, которая позволяет путем изменения условий электролиза варьировать размер частиц металла. К сожалению, система, состоящая из наночастиц твердой фазы и дисперсионной среды, является термодинамически неустойчивой. В результате имеет место агрегирование и процесс непрерывного укрупнения дисперсных частиц вплоть до образования осадка, что сопровождается существенным снижением антибактериальной активности препарата.

В коллоидной химии для повышения седиментационной устойчивости дисперсных систем используют метод, получивший название «коллоидная защита». Сущность его состоит в том, что в коллоидную систему вводит вещество, способное адсорбироваться на поверхности твердых частиц с образованием тончайшей оболочки или слоя, препятствующих их слипанию.

Возникновение и распространение заболеваний рыб обусловлено целым рядом причин, и не последнюю роль играют ухудшение условий ее содержания, невыполнение или несвоевременное выполнение элементарных профилактических мероприятий, дефицит дезинфектантов в хозяйствах. Никто не отрицает важность дезинфекции помещений, в которых содержатся сельскохозяйственные животные или птица. Однако рыба, в силу своей физиологии, в еще большей степени зависит от санитарного состояния среды обитания. С появлением антибиотиков эти замечательные свойства серебра отошли на второй план, а фармацевтика дезинфектантов развивалась в направлении поиска новых химических биоцидных соединений и совершенствования их свойств. Снижение обсемененности воды патогенными микроорганизмами, рыбоводных емкостей и инвентаря имеет огромное значение.

Известно, что наиболее активной антибактериальной формой препаратов на основе серебра является нольвалентное нанодисперсное (кластерное) состояние, в котором его можно получить по сравнительно простой технологии. Но не этот факт обуславливает пристальное внимание исследователей к серебру, а прежде всего полное отсутствие у микробиоты привыкания к нему, широкий спектр биоцидного действия и длительный обеззараживающий эффект от его применения. Самое же главное - то, что токсичность его по отношению к высшим формам жизни и теплокровным либо проявляется несущественно, либо отсутствует вовсе.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в двух сериях опытов:

серия 1 - изучение биоцидных свойств образцов серебросодержащих дисперсий на классических тест-объектах;

серия 2 – изучение влияния соединений нольвалентного серебра на инфузорий-эктопаразитов рыб.

В серии 1 для определения степени антимикробного действия образцов серебросодержащих дисперсий по отношению к бактериям и дрожжам использовали суспензионный метод (культивирование клеток в сусло-бульоне в присутствии биоцидов). Для этого к разведенным в жидкой питательной среде до  $10^4$ - $10^3$  КОЕ/мл суспензиям тест-культур добавляли растворы препаратов в определенных пропорциях, получая действующие концентрации веществ в диапазоне 0,100-0,005 ppm. Посевы инкубировали в течение 24 ч при оптимальной для каждого вида микроорганизма температуре, после чего учитывали степень мутности суспензий по системе «четыре плюсов».

В серии 2 изучены антипаразитарные свойства ряда серебросодержащих соединений. Экспериментальные исследования проводили в лабораторных условиях. Для обработки рыбы использовали 3 образца, имеющих достаточно выраженное бактерицидное действие, содержащих 5 ppm  $Ag^0$  со стабилизаторами: образец № 3 – с поливинилпирролидоном, № 4 – с полиэтиленгликолем, № 5 – с трилоном Б.

Для проведения экспериментов сеголетков карпа, зараженных ихтиофтириусами с экстенсивностью инвазии (ЭИ) – 100% и интенсивностью инвазии (ИИ) – 1-5 экз. в п.з.м., а также зараженных хилодонеллами с ЭИ – 100% и ИИ – 2-4 экз. в п.з.м. и зараженных триходинами с ЭИ – 100% и ИИ – 2-9 экз. в п.з.м. помещали в аквариумы емкостью 60 л по 30 сеголетков в каждом варианте опыта и контроля. Рыба была заражена эктопаразитами в условиях аквариальной путем длительного совместного содержания с рыбами-паразитоносителями. Зараженную рыбу обработали субстанцией серебра из расчета 0,2 ppm в течение 1 часа. В контрольный аквариум серебросодержащие соединения не вносили. Эффективность учитывали по истечении 10, 60 и 120 минут после обработки путем световой микроскопии соскобов с поверхности тела и жабр и подсчета количества погибших и живых инфузорий. Проводили сравнительный анализ количества живых инфузорий с начальными показателями и вычисляли процент гибели.

#### Результаты исследований.

**Таблица 1 - Влияние концентрации дисперсии нольвалентного серебра на рост дрожжей и бактерий в сусло-бульоне**

Серебросодержащий препарат со стабилизатором	Интенсивность роста дрожжей и бактерий в присутствии биоцидов в концентрациях (ppm):						
	0,100	0,050	0,040	0,030	0,020	0,010	0,005
<i>дрожжи Saccharomyces cerevisiae</i>							
аскорбиновая кислота	-	-	-	-*	+	++	+++
пектин	-	-	-*	+	++	+++	++++
глюкоза	-	-	-	-*	+	++	+++
поливинилпирролидон	-	-	-	-*	+	++	+++
<i>дрожжи Candida utilis</i>							
аскорбиновая кислота	-	-	-	-	-*	+	++
пектин	-	-	-	-*	+	++	+++
глюкоза	-	-	-	-	-*	+	++
поливинилпирролидон	-	-	-	-	-*	+	++
<i>бактерии Pseudomonas fluorescens</i>							
аскорбиновая кислота	-	-	-	-	+	++	++++
пектин	-	-	-	+	++	+++	++++
глюкоза	-	-	-	+	++	+++	++++
поливинилпирролидон	-	-	-	+	++	+++	++++
<i>бактерии Erwinia carotovora</i>							
аскорбиновая кислота	-	-	-	-*	+	++	+++
пектин	-	-	-	-	+	++	+++
глюкоза	-	-	-*	+	++	+++	++++
поливинилпирролидон	-	-	-	--*	+	++	+++

Примечания: (-) – отсутствие мутности (концентрация клеток дрожжей – меньше  $10^6$ ; (+) – слабая мутность суспензии; (++) и (+++) – средняя степень мутности; (++++) – максимальная мутность (как в контрольной суспензии, где отсутствует биоцид); знаком (□) отмечены результаты, соответствующие минимальным ингибирующим концентрациям биоцидов.

Полученные в результате экспериментов по изучению биоцидных свойств образцов серебросодержащих дисперсий на классических тест-объектах данные свидетельствуют о том, что серебросодержащие препараты способны останавливать развитие тест-объектов (бактерий и грибов) при концентрации действующего вещества 0,03-0,04 ppm и выше (таблица 1) .

**Таблица 3 – Гибель инфузорий-эктопаразитов рыб после обработки соединениями нольвалентного серебра**

Соединения нольвалентного серебра	Время после эксперимента, мин.	Гибель паразитов, %		
		хилодонеллы	триходины	ихтиофтириусы
№ 3	10	38	23	5
	60	45	25	7
	120	40	30	10
№ 4	10	60	30	6
	60	72	36	5
	120	75	40	8

Продолжение таблицы 3

Соединения нольвалентного серебра	Время после эксперимента, мин.	Гибель паразитов, %		
		хилодонеллы	триходины	ихтиофтириусы
№ 5	10	20	10	0
	60	25	14	0
	120	25	15	0
Контроль	10	0	0	0
	60	0	0	0
	120	0	0	0

Результаты экспериментальных исследований по изучению влияния соединений нольвалентного серебра на инфузорий-эктопаразитов рыб показали, что указанные соединения в той или иной степени вызывали гибель эктопаразитов. Наибольшей эффективностью обладал образец № 4 в отношении инфузорий р. *Chilodonella*, гибель которых достигала 75%. Применение образцов № 3 и 5 показало гораздо более низкие результаты: 38-40% и 20-25% соответственно. По влиянию на инфузорий р. *Trichodina* на первом месте также был образец № 4, под воздействием которого погибло 30-40% указанных инфузорий. При применении образца № 3 погибло 23-30% паразитов, образца № 5 – 10-15%. Действие субстанций на инфузорий *Ichthyophthirius multifiliis* практически не было выражено: при обработке образцом № 3 погибло 5-10%, образцом № 4 – 5-8% инфузорий, при применении образца № 5 гибели ихтиофтириусов не наблюдалось (таблица 3).

Таким образом, наиболее подверженными воздействию серебросодержащих соединений являются инфузории р. *Chilodonella*, менее чувствительны – инфузории р. *Trichodina*. Инфузорий р. *Ichthyophthirius* можно охарактеризовать как паразитов, резистентных к воздействию указанных соединений: они либо не погибали, либо гибель составляла не более 10%. Существенных различий между результатами, снятыми через 10, 60 и 120 минут, не наблюдалось. Следует отметить, что высокой эффективностью обладал образец № 4 в отношении инфузорий р. *Chilodonella*. Это имеет важное практическое значение, поскольку хилодонеллы – холодолюбивые инфузории, которые, массово размножаясь в зимне-весенний период на и без того ослабленной рыбе, способны вызывать ее заболевание и гибель. Поэтому антипаразитарная обработка в комплексе с противомикозной обработкой перед посадкой на зимовку имеет очень большое значение.

**Заключение.** Проведенными исследованиями установлено, что все испытанные препараты обладали биоцидным действием в отношении тест-бактерий (*Erwinia carotovora*, *Pseudomonas fluorescens*) и дрожжевых грибов (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*). Оно проявлялось при концентрации действующего вещества 0,03-0,04 ppm и более. При изучении влияния соединений нольвалентного серебра на инфузорий-эктопаразитов рыб эффективностью обладал только образец с полиэтиленгликолем в отношении инфузорий р. *Chilodonella*, гибель которых достигала 75%. Действие субстанций на инфузорий *Ichthyophthirius multifiliis* практически не выражено: при обработке погибло максимум 5-10% инфузорий.

**Литература.** 1. Кульский, Л. А. Серебряная вода / Л. А. Кульский. – Киев : Наукова думка, 1987. – 135 с.  
2. Способ профилактики и лечения нозематоза пчёл : пат. ВУ 22851 / Е. В. Карпинчик.

Поступила в редакцию 14.04.2021.

DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-157-162

УДК 57.574:636.5/1.6:658

## КОНТРОЛЬ МЯСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ НОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЦЕОЛИТОСОДЕРЖАЩИХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК

Капитонова Е.А.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

В статье представлены сравнительные результаты производственных испытаний цеолитосодержащих кормовых добавок на основе трепела. Введение различных добавок в комбикорма, а также качество получаемой продукции сопровождается зоотехническим и ветеринарно-санитарным контролем. По данным цеха убоя и глубокой переработки, наилучшие мясные показатели были получены от птицы из 2-й опытной группы (птичник № 110). В целом введение в рационы цыплят-бройлеров новых цеолитосодержащих добавок «Беласорб» и «МеКаСорб» в норме 2,0% комбикорма способствует развитию мясных качеств и увеличению выхода тушек I сорта – на 12,9-14,7 п.п., массовой доли грудки – на 1,2-1,3 п.п. и бедра – на 0,2-0,3 п.п., выходу комплекта субпродуктов – на 12,7-14,7% фактического веса, увеличению выхода мышц – на 0,78-0,99 п.п. и мякоти – на 0,59-0,77 п.п. Диетические свойства мяса в опытных группах повысились – на 3,5-4,5%. **Ключе-**