

групп микроорганизмов, представленных как грамположительными кокками, энтеробактериями и внешнесредовыми микроорганизмами.

Литература.

1. Корочкин, Р. Б. Сравнительная цитотоксическая активность наноразмерных и ионных форм серебра / Р. Б. Корочкин, П. А. Красочко, М. А. Понаськов // Ветеринарный журнал Беларуси – 2024. – №2 (21). – С. 108–112.
2. Рекомендации по оценке антибактериальной активности наночастиц количественным и полуколичественным способом / П. А. Красочко [и др.]. – Минск : РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского», 2024. – 18 с.
3. Рекомендации по оценке биопленкоингибирующего действия наночастиц металлов и биоэлементов спектроскопическим анализом / П. А. Красочко [и др.]. – Минск : РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского», 2024. – 12 с.
4. Применение нано- и коллоидных частиц в ветеринарной медицине : монография / П. А. Красочко [и др.]. – Краснодар : КубГАУ, 2023. – 420 с.

УДК 620.3:619

ОЦЕНКА АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ ДИСКОДИФфуЗИОННЫМ МЕТОДОМ

Чистобаева В.В., Ван Гочжэн, Корочкин Р.Б., Кошнеров А.Г.

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

*Наночастицы серебра и классические антибиотики (ампициллина, цiproфлоксацина, гентамицина, энрофлоксацина и эритромицина) обладают сопоставимыми антибактериальными свойствами по результатам оценки их активности в отношении грамположительных кокков (стафилококк), грамотрицательных энтеробактерий (сальмонелла, кишечная палочка, клебсиелла) и оппортунистического патогена с природной антибактериальной устойчивостью (синегнойная палочка). Наибольшей чувствительностью к обоим антибактериальным веществам демонстрирует стафилококк, наименьшую – клебсиелла и синегнойная палочка. В дискодиффузионном методе наночастицы серебра демонстрируют менее выраженную дискриминационные отличия в антибактериальных свойствах, чем тестированные антибиотики. **Ключевые слова:** наночастицы, антибиотики, лабораторные штаммы, антибиотикорезистентность.*

EVALUATING THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF METAL NANOPARTICLES BY THE KIRBY-BAUER METHOD

*Silver nanoparticles and classical antibiotics (ampicillin, ciprofloxacin, gentamicin, enrofloxacin, and erythromycin) exhibit comparable antibacterial properties, as assessed by their activity against gram-positive cocci (Staphylococcus), gram-negative enterobacteria (Salmonella, Escherichia coli, Klebsiella), and an opportunistic pathogen with natural antibacterial resistance (Pseudomonas aeruginosa). Staphylococcus aureus exhibits the highest sensitivity to both antibacterial substances, while Klebsiella and Pseudomonas aeruginosa exhibit the lowest sensitivity. In the disk diffusion assay, silver nanoparticles demonstrate less pronounced discriminatory differences in antibacterial properties than the tested antibiotics. **Keywords:** nanoparticles, antibiotics, laboratory strains, antibiotic resistance.*

Введение. В профилактике и лечении инфекционных болезней животных традиционно нашло применение антибиотиков. Однако в этом случае неизбежно возникают проблемы, связанные с ограничением использования животноводческой продукции и, самое главное, приобретением микроорганизмами резистентности. В этой связи стала очевидной необходимость поиска альтернативных препаратов с антибактериальным действием [1]. В последнее время в медицинской и ветеринарной практике начали использоваться препараты на основе наночастиц [3, 4]. Среди всей группы наночастиц металлов наиболее часто в качестве основы для производства антибактериальных препаратов используются наноразмерные формы серебра. Их антибактериальное действие признано наиболее широким, их коллоидные растворы имеют наибольшую стабильность, а формирование резистентности у бактерий к ним практически не отмечается [2]. Тем не менее, остается малоизученным вопрос сравнительной антибактериальной активности наночастиц металлов и традиционных антибиотиков.

Материалы и методы исследований. В опытах по сравнению антибактериального действия использовали данные активности наночастиц серебра и ряда классических антибиотиков: ампициллина, ципрофлоксацина, гентамицина, энрофлоксацина и эритромицина. Антибактериальную активность во всех случаях определяли традиционным методом диффузии в агар (диско-диффузионный метод Кирби-Бауэра) на агаре Мюллера-Хинтона, путем оценки размеров зон ингибиции роста лабораторных штаммов бактерий. В качестве тестовых микроорганизмов использовали пять штаммов: *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* ATCC ВАА-2162, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 902. Культивирование микроорганизмов проводили при 37°C в аэробных условиях в течение 18 часов, после чего определяли диаметр зон ингибиции роста бактерий на питательной среде.

Результаты исследований. В ходе проведенных исследований нами оценены показатели зон ингибиции роста бактерий, представленных грамотрицательными энтеробактериями (кишечная палочка, клебсиелла, сальмонелла), грамотрицательными палочками убиквитарной распространенности (синегнойная палочка) и грамположительным кокками (золотистый стафилококк), создаваемой наночастицами серебра и различными антибиотиками. Объективно, более высокую активность демонстрируют фторхинолоновые антибиотики (ципрофлоксацин, энрофлоксацин), в то время как пенициллиновые (ампициллин), аминогликозидные (гентамицин) и макролидные (эритромицин) антибиотики имеют переменную активность, в зависимости от тестируемого микроорганизма.

Из всех тестируемых микроорганизмов наибольшую величину ингибиции роста показывал стафилококк: диаметр подавления роста был от 23 мм (гентамицин) до 39 мм (наночастицы серебра, ампициллин). Наименьшую чувствительность демонстрировали два микроорганизма: *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 и *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 902. В отношении этих микроорганизмов антибиотики и наночастицы давали зону ингибиции роста диаметром менее 21 мм, за исключением энрофлоксацина для *Klebsiella pneumoniae* (22 мм), гентамицина, энрофлоксацина (по 23 мм) и ципрофлоксацин (29 мм) для *Pseudomonas aeruginosa*. Данный факт может быть признан ожидаемым поскольку клебсиеллы и синегнойная палочка относятся к внетаксономической группе ESKAPE, объединяющей бактерии с конститутивной высокой резистентностью с действием антибиотиков.

Наночастицы серебра оказались активными в отношении всех тестовых микроорганизмов. Зона ингибиции роста бактерий в диско-диффузионном методе у наночастиц серебра превышала значение 14 мм в диаметре (*Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 902), а в отношении двух штаммов (*Salmonella enterica* subsp. *enterica* ATCC BAA-2162, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538) таковая имела показатель 26–39 мм.

Сравнение антибактериальной активности антибиотиков и наночастиц позволило заключить, что в отношении всех тестовых микроорганизмов отмечалась характерная закономерность: увеличение показателя чувствительности к антибиотикам коррелировало с увеличением чувствительности к наночастицам. Лишь штамм ATCC 902 синегнойной палочки демонстрировал отсутствие таковой закономерности.

Детальное сравнение антибактериальных препаратов по анализу показателей диаметров зон ингибиции роста в каждом конкретном случае нами не проводилось в силу того, что эти значения зависят как от физических характеристик (растворимости препарата в воде), так и от исходной концентрации действующего вещества в тестируемом образце (диске или коллоидном растворе). Тем не менее, нами были определены общие закономерности чувствительности тестовых микроорганизмов к

двум классам фармакологических препаратов: классических антибиотиков и наночастиц.

Заключение. Антибиотики и наночастицы металлов оказывают разное антибактериальное действие в отношении разных групп микроорганизмов: грамположительных кокков, грамотрицательных энтеробактерий, условно-патогенных бактерий с природной антибактериальной резистентностью. Антибиотики и наночастицы металлов имеют сравнимую антибактериальную активность в отношении широкой группы микроорганизмов, однако нанотехнологический фармакологический препарат отличается более постоянной ее величиной.

Литература.

1. Bad Bugs Need Drugs: An Update on the Development Pipeline from the Antimicrobial Availability Task Force of the Infectious Diseases Society of America / G. H. Talbot [et al.] // Clinical Infectious Diseases, 2006. – Vol. 42. – P. 657–668.
2. Silver Nanoparticles as Potential Antibacterial Agents / F. Gianluigi [et al.] // Molecules. – 2015. – Vol.20. – P. 8856-8874.
3. Изучение антибактериальных свойств коллоидных растворов наночастиц серебра и меди / П. А. Красочко, Р. Б. Корочкин, А. В. Притыченко, М. А. Понаськов // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – № 1. – С. 41–44
4. Оценка бактериоингибирующего действия нано- и коллоидных частиц серебра и кремния диффузионным методом / П. А. Красочко [и др.] // Ветеринария Кубани. – 2019. – № 4. – С. 15–17.

УДК 619:616.24-002:636.2(470.57)

ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЯЕМЫХ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ ПРИ БРОНХОПНЕВМАНИИ ТЕЛЯТ

Шаймухаметов М. А., Савинцев Д.А., Султангазин Г.М.
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,
г. Уфа, Российская Федерация

*В статье рассматривается сравнительная характеристика двух схем лечения телят. При комплексном использовании Лексафлона, Айсидивита и Тонокарда нормализует состояние животных и позволяет сократить срок выздоровления. **Ключевые слова:** бронхопневмония, телята, лексофлон, азитронит, лечение.*

THERAPEUTIC EFFICACY OF TREATMENT SCHEMES APPLIED FOR BRONCHOPNEUMANIA IN CALVES