

П.А. Красочко

научный руководитель
док. вет. наук, док. биол. наук, профессор УО ВГАВМ,
г. Витебск, РБ

E - mail: krasochko@mail.ru

М.А. Понаськов

магистр вет. наук, аспирант УО ВГАВМ,
г. Витебск, РБ

E - mail: cool.m1hail@yandex.by

А.В. Пригыченко

канд. вет. наук, доцент УО ВГАВМ,
г. Витебск, РБ

E - mail: alesja_np73@mail.ru

Н.М. Шагако

магистр вет. наук УО ВГАВМ,
г. Витебск, РБ

Е.Н. Белоусова

врач вет. мед.
г. Витебск, РБ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ НАНОЧАСТИЦ БИОЭЛЕМЕНТОВ ДИФфуЗИОННЫМ МЕТОДОМ

Аннотация

Устойчивость к антибиотикам является важной проблемой терапии инфекционных заболеваний. Достижения в области нанотехнологий открыли новые горизонты в наномедицине, позволив синтезировать наночастицы, обладающие антибактериальной активностью при сравнительно низкой цитотоксичности. Коллоидные растворы наночастицы серебра, меди и цинка представляют большой интерес из-за их сильной антибактериальной активности, что явилось предметом изучения авторов данной статьи. Определение антибактериальной активности проводили в соответствии с «Методическими указаниями определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам».

В результате установлено, что коллоидные растворы наночастиц серебра и меди обладают высокой антибактериальной активностью в отношении разнородных тестовых культур из числа грамположительных и грамотришательных микроорганизмов, а цинка такой активностью не обладают.

Ключевые слова:

Антибактериальные свойства, наночастицы, серебро, медь, цинк, диффузионный метод

Введение. В последнее время огромный интерес в научных кругах развитых стран мира вызывает изучение наноматериалов и нанотехнологий, как фактора, обладающие

огромным потенциалом для дальнейшего развития науки и техники. Широкомасштабному их внедрению, способствует открытие уникальных свойств наночастиц металлов и воздействие их на качество среды обитания человека, сельскохозяйственной продукции, животный и растительный мир. Так установлено, что при уменьшении размеров частиц от 100 до 10 нм наблюдаются сравнительно слабые изменения физико - химических свойств веществ, а в диапазоне от 10 до 1 нм – кардинальные, в частности, у металлов.

Наночастицы биоэлементов считаются наиболее действенной альтернативой антибиотикам и обладают высоким потенциалом для решения проблемы появления бактерий с множественной лекарственной устойчивостью [5, с. 850]. Среди приоритетных направлений является изучение антибактериальных свойств наночастиц серебра, меди цинка.

Серебро традиционно использовалось для лечения больных животных при многих болезнях, в прошлом оно находило применение в качестве противомикробного средства против грамположительных и грамотрицательных бактерий [6, с. 93] из - за своего низкого литотоксического действия [7, с. 64]. В последние годы наночастицы серебра наиболее часто используются для производства нового класса противомикробных препаратов [3, с. 164], открывая совершенно новый способ борьбы с широким спектром бактериальных патогенов. Коллоидные растворы наночастиц серебра проявляют ярко выраженные антибактериальные свойства как по отношению грамотрицательной (*E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *K. oxytoca*, *Morganella morganii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia spp.*, *Enterobacter spp.*) так и грамположительной микрофлоре (*Staphylococcus aureus*, *Staph. haemolyticus*, *Staph. hyicus*, *Staph. epidermidis*, *Enterococcus faecalis*). Коллоидные растворы наноразмерных частиц серебра также высокоэффективны против дрожжевых и дрожжеподобных грибов, в частности рода *Candida*.

Механизм действия серебра на микробную клетку заключается в том, что его ионы сорбируются клеточной оболочкой, выполняющую защитную функцию. При этом нарушаются некоторые ее функции, например, митотическая активность, в результате чего наблюдается бактериостатический эффект. После сорбции наноразмерных частиц серебра на поверхности микробной клетки они проникают внутрь клетки, ингибируют ферменты дыхательной цепи, а также дезинтегрируют процессы дыхания и окислительного фосфорилирования, в результате чего бактериальная клетка гибнет, то есть проявляется бактерицидный эффект [2, с. 29].

Механизм проникновения наночастиц оксида цинка через мембрану клетки полностью не исследован. Экспериментальные данные показывают, что возможны изменения в морфологии мембраны – значительное увеличение ее проницаемости, в результате чего бактериальные клетки неспособны регулировать транспорт через плазматическую мембрану. Это приводит к гибели клеток [8, с. 2328; 9, с. 165].

Наночастицы меди проявляют выраженное антибактериальное действие в отношении многих бактерий (*Staph. aureus*, *Staph. albus*, *Bacillus subtilis*, *E. coli* и др.).

Механизм действия меди на микробную клетку заключается в том, что ее ионы вызывают изменение структурно - функциональных свойств и барьерных функций мембраны клетки. В частности, при взаимодействии ионов меди с бактериями в аэробных условиях образуются активные формы кислорода, которые блокируют каналы проводимости в цитоплазматической мембране, что приводит к нарушению ее барьерных

свойств и окислительно - восстановительных процессов в примембранном пространстве [4, с. 312].

Целью данной работы является изучение антибактериальных свойств коллоидных растворов наночастиц серебра, меди и цинка.

Материалы и методы. Антибактериальные свойства коллоидных растворов серебра, меди и цинка изучали диффузионным методом в соответствии с «Методическими указаниями определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам» [1, с. 34 - 36]

При этом, в чашках Петри на МПА засеивали различные условно - патогенные бактерии – *E.coli*, *Staph. aureus*, *Salm. dublin*, *Proteus mirabilis*, *Bac. subtilis*. После чего в агаре делали лунки диаметром 10 мм и в каждую лунку вносили композиции коллоидных растворов наночастиц серебра, меди и цинка. Показателем активности служила зона задержки роста тест - культур.

Результаты исследований. В табл. 1 приведены результаты изучения антибактериальной активности коллоидных растворов наночастиц серебра, меди и цинка.

Таблица 1. - Антибактериальная активность коллоидных растворов наночастиц серебра, меди и цинка (мм зоны задержки роста).

Тест - культура	Зона задержки роста (мм)		
	Серебро	Медь	Цинк
<i>E.coli</i>	24	22	11
<i>Staph. aureus</i>	19	21	11
<i>Salm. dublin</i>	21	19	10
<i>Proteus mirabilis</i>	25	24	11
<i>Bac.subtilis</i>	25	25	11

Таким образом, проведенные исследования показывают, что коллоидные растворы наночастиц серебра и меди обладают высокой антибактериальной активностью, а цинка такой активностью не обладают. При этом также установлено, что коллоидные растворы наночастиц серебра и меди в демонстрируют сравнительно одинаковую активность в отношении разновидовых тестовых культур из числа грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов.

Поэтому коллоидные растворы наночастиц серебра и меди, как высокоактивную антибактериальную экологически безопасную субстанцию, можно рекомендовать при конструировании ветеринарных препаратов.

Список использованной литературы:

1. Определение чувствительности микроорганизмов к антибак териальным препаратам: Методические указания.—М.: Федераль ный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.— 91 с.
2. Хмель, И. А. Антибактериальные эффекты ионов серебра: влияние на рост грамотрицательных бактерий и образование биопленок / И. А. Хмель, 107 О. А. Кокшарова, М. А. Радциг // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. – 2009. – № 4. – С. 27 - 31.

3. Arora, S. Nanotoxicology and in vitro studies: The need of the hour / S. Arora, J. M. Rajwade, K. M. Paknikar // *Toxicology and Applied Pharmacology*. –2012. – № 258. – P. 151 - 165.
4. Prema, P. In - vitro antibacterial activity of gold nanoparticles capped with polysaccharide stabilizing agents / P. Prema, S. Thangapandian // *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. – 2013. – Vol. 5. – Issue 1. – P. 310 - 314.
5. Silver nanoparticles: The powerful nanoweapon against multidrug - resistant bacteria / M. K. Rai [et al.] // *Jornal of Application Microbiology*. – 2012. – № 112. – P. 841–852.
6. Szczepanowicz, K. Preparation of silver nanoparticles via chemical reduction and their antimicrobial activity / K. Szczepanowicz , J. Stefańska , R.P. Socha, P. Warszynski // *Physicochem. Probl. Miner. Process.* – 2010. – № 45. – P. 85 - 98.
7. Taurozzi, J. S. Effect of filler incorporation route on the properties of polysulfone–silver nanocomposite membranes of different porosities / J. S. Taurozzia, H. Arulb, V. Z. Bosack, A. F. Burbanc, T. C. Voicea, M. L. Brueningd, V. V. Tarabaraa // *Journal of Membrane Science*. – 2008. – Vol. 325. – Issue 1. – P. 58 - 68.
8. Xie, Y. Antibacterial Activity and Mechanism of Action of Zinc Oxide Nanoparticles against *Campylobacter jejuni* / Y. Xie, Y. He, P. L. Irwin, T. Jin, X. Shi // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2011. – Vol. 77. – № 7. – P. 2325 - 2331.
9. You, Jia Bacteria and bacteriophage inactivation by silver zinc oxide nanoparticles / You Jia, Zhang Yanyan, Hu Zhiqiang // *Colloids and surfaces. Biointerfaces*. – 2011. – № 85 (2). – P. 161 - 167.

© П.А. Красочко, М.А. Понаськов, А.В. Притыченко, Н.М. Шагако, 2019