

Клименкова, И. В. Микроморфология печени крыс и ее реактивные изменения под влиянием антигельминтного препарата / И. В. Клименкова, Н. О. Лазовская, Н. В. Спиридонова // *Экология и животный мир*. – 2019. – № 1. – С. 31–35. 4. Кузьмин, А. А. Антгельминтики в ветеринарной медицине / А. А. Кузьмин. – Москва : Аквариум, 2004. – 144 с. 5. Методические указания по токсикологической оценке химических веществ и фармакологических препаратов, применяемых в ветеринарии / А. Э. Высоцкий [и др.]. – Минск, 2007. – 156 с. 6. Фармакокинетика некоторых производных бензимидазола / А. А. Спасов [и др.] // *Вопросы медицинской химии*. – 2001. – Т. 47, № 4. – С. 233–258. 7. Тишков, А. И. Методические указания по токсикологической оценке новых препаратов для лечения и профилактики незаразных болезней животных / А. И. Тишков, М. Н. Арзунов, Н. И. Ляшко. – Воронеж, 1987. – 21 с. 8. Токсикологическая оценка нового комплексного ветеринарного препарата / М. П. Кучинский [и др.] // *Эпизоотология, иммунобиология, фармакология, санитария*. – 2008. – № 3. – С. 52–61. 9. Финогенов, А. Ю. Химико-токсикологическая оценка препарата эквикар / А. Ю. Финогенов, Е. Г. Финогенова // *Эпизоотология, иммунобиология, фармакология, санитария*. – 2008. – № 2. – С. 54–59. 10. Suckow, Mark. The laboratory rat = Лабораторная крыса [Электронный ресурс] / M. Suckow. – 2-th. ed. – Электрон. дан. – [Philadelphia] : Elsevier, 2006. – 1 зл. опт. диск (CD-ROM). – (American college of laboratory animal medicine).

Поступила в редакцию 13.10.2020.

УДК 620.3:619

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОПЛЕНКОИНГИБИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ И БИОЭЛЕМЕНТОВ

Корочкин Р.Б., Красочко П.А., Гвоздев С.Н., Понаськов М.А.

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

Биопленкообразование представляет собой наиболее часто встречающийся и важный фактор вирулентности микроорганизмов, поэтому в настоящее время оно рассматривается в качестве основной мишени для фармакологического воздействия. Биопленки обеспечивают лучшую выживаемость бактерий в организме хозяина и внешней среде за счет придания микроорганизмам устойчивости к действию иммунных реакций хозяина и антибиотиков. Считается, что антибиотики теряют свою эффективность по причине относительной непроницаемости биопленок и вследствие изменения фенотипа микроорганизмов в состоянии биопленок. Химические нанотехнологии могут стать источником разработки эффективных средств подавления образования опасных с клинической точки зрения бактериальных биопленок. В настоящем исследовании был изучен ингибирующий эффект наночастиц благородных металлов и биоэлементов на биопленкообразование основных бактериальных патогенов, что позволит повысить эффективность профилактических и терапевтических мер. **Ключевые слова:** биопленки, наночастицы, серебро, медь, кремния диоксид, биопленкообразование, антибактериальная активность, тестовый микроорганизм, ингибирующее действие.

DETERMINING THE ANTI-BIOFIM EFFECT OF METAL AND BIOELEMENT NANOPARTICLES

Korachkin R.B., Krasochko P.A., Gvozdev S.N., Ponaskov M.A.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

Biofilm formation is the most common and important virulence factor of pathogenic microorganisms, therefore, it is currently considered as the main target for pharmacological action. Biofilms provide better bacterial survival in the host and environment by giving microorganisms resistance to the action of the host's immune responses and antibiotics. It is believed that antibiotics lose their effectiveness due to the relative impermeability of biofilms and due to a change in the phenotype of microorganisms in the state of biofilms. Chemical nanotechnology can be the source of the development of effective means of suppressing the formation of clinically dangerous bacterial biofilms. In this study, we studied the inhibitory effect on the biofilm formation of noble metal and bioelement nanoparticles in relation to the main bacterial pathogens, which will increase the effectiveness of preventive and therapeutic measures pounds. **Keywords:** biofilm, nanoparticles, silver, copper, silicon dioxide, biofilm formation, antibacterial activity, test microorganism, inhibition.

Введение. Повышение резистентности микроорганизмов к антибиотикам представляет собой серьезную проблему терапии инфекционных болезней [2]. Из-за широкого их использования в клинических и производственных условиях, а также ограниченного количества новых антибиотиков, поступающих на рынок фармакологических препаратов, разработка новых вариантов лечения инфекций бактериальной этиологии имеет первостепенное значение. По этой причине критически важное значение приобретает разработка более совершенных стратегий терапии инфекционных болезней, включая использование альтернативных антибиотикам антибактериальных средств. С недавнего времени наночастицы различных металлов и биоэлементов нашли успешное применение в качестве терапевтических агентов при многих патологиях с участием микробного фактора, для снижения бактериальной колонизации и в других областях наномедицины. Благодаря своему уникальному механизму действия и мощной антимикробной активности против грамположительных и грамотрицательных бактерий, наночастицы металлов и биоэлементов стали привлекательной

альтернативой антибиотикам для преодоления проблемы лекарственной устойчивости микроорганизмов.

Ионное серебро и растворы солей других металлов использовались в качестве антимикробных веществ в медицинской сфере уже несколько столетий. С недавнего времени в терапевтическую практику вошло использование коллоидных растворов наноразмерных частиц серебра и биоэлементов. Механизм, с помощью которого наночастицы проявляют свою биологическую активность, до сих пор плохо изучен, однако неоднократно сообщалось, что антибактериальное действие ионов и наночастиц во многом аналогично [4]. В некоторых сообщениях предполагалось, что наночастицы серебра и некоторых других металлов оказывают токсическое действие на бактериальные клетки путем инактивации их ферментной системы за счет образования комплексов с атомами серы тиоловых групп в цистеиновых остатках либо посредством образования активных форм кислорода, таких как супероксидные анионы, перекись водорода и гидроксильные радикалы.

Помимо их прямой бактерицидной активности, наночастицы также подавляют формирование микроорганизмами биопленок. В настоящее время биопленкообразование рассматривается в качестве одного из основных факторов вирулентности микроорганизмов. Биопленки образуются после прикрепления бактерий к твердым поверхностям, что приводит к конгломерации бактериальных клеток. Биопленки повышают устойчивость бактерий к лекарственной терапии [1] и дезинфицирующим средствам, значительно помогают патобионтам избежать воздействия иммунных реакций со стороны организма хозяина, играя существенную роль в хронизации инфекционного процесса [3].

Биопленки представляют собой универсальные, сложные, взаимозависимые сообщества поверхностно связанных микроорганизмов. Бактерии в состоянии биопленок заключены в экзополисахаридную матрицу, образующуюся на любой твердой поверхности и в водных средах, а также внутри организма-хозяина. Экзополимерные матрицы биопленок содержат значительное количество полисахаридов, белков, нуклеиновых кислот и липидов, которые отвечают за поддержание структурной целостности самой биопленки и обеспечивают среду для размножения бактериальных клеток. Межмолекулярные взаимодействия между функциональными группами в этих макромолекулах служат для усиления общей механической стабильности экзополисахаридов и выживаемости микроорганизмов. Неслучайно подавление биопленкообразования рассматривается в качестве основной мишени для антибактериального фармакологического воздействия. Прямое ингибирующее воздействие наноразмерных частиц металлов и биоэлементов на способность микроорганизмов продуцировать биопленки предположено совсем недавно [6], однако многие стороны антибиопленковой активности остаются малоизученными.

Материалы и методы исследований. Исследования по оценке ингибирования биопленкообразования проводили по методике Toole G.A & Kolter R. [7]. В качестве тестируемых агентов с предполагаемым антибиопленковым действием использовали коллоидные растворы наноразмерных частиц серебра, меди и кремния диоксида со средним гидродинамическим диаметром частиц в пределах 3–16 нм. Средняя концентрация наночастиц в коллоидных растворах составляла приблизительно 300 мг/л ($\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$), или 300 мкг/мл ($\text{мкг}\cdot\text{мл}^{-1}$). В опытах изучена антибиопленковая активность различных нисходящих концентраций наночастиц: 100 $\text{мкг}\cdot\text{мл}^{-1}$, 75 $\text{мкг}\cdot\text{мл}^{-1}$, 50 $\text{мкг}\cdot\text{мл}^{-1}$, 25 $\text{мкг}\cdot\text{мл}^{-1}$ и 10 $\text{мкг}\cdot\text{мл}^{-1}$. В качестве отрицательного контроля была использована дистиллированная вода, в которой концентрация наночастиц принималась за 0 $\text{мкг}\cdot\text{мл}^{-1}$. Для изучения биопленкоингибирующей активности были использованы пять бактериальных штаммов с различной степенью биопленкообразования: *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enterica subsp. enterica* ATCC BAA-2162, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 902.

Бактериальные штаммы поддерживались в лабораторных условиях на поверхности скошенного агара Мюллера-Хинтона. Одноименный питательный бульон использовали для приготовления инокулята. Бактериальные культуры инокулировали со свежих агаровых культур и инкубировали при регулярном встряхивании при 37°C в течение 24 часов. Бактериальные клетки затем концентрировали путем центрифугирования, а собранный клеточный концентрат дважды промывали в фосфатно-солевом буфере и суспендировали в питательной среде (1 мл) перед использованием в экспериментах для оценки биопленкообразования.

Изучение ингибирования формирования биопленок проводили в 96-луночных планшетах, применяя модифицированный метод спектрофотометрического анализа биопленок (Toole G.A & Kolter R., 1998). Для этого 100 мкл полученной клеточной суспензии вышеназванных бактериальных культур добавляли в 96-луночный планшет, добавляли 50 мкл коллоидного раствора наночастиц в нисходящих концентрациях (100 $\text{мкг}\cdot\text{мл}^{-1}$, 75 $\text{мкг}\cdot\text{мл}^{-1}$, 50 $\text{мкг}\cdot\text{мл}^{-1}$, 25 $\text{мкг}\cdot\text{мл}^{-1}$ и 10 $\text{мкг}\cdot\text{мл}^{-1}$), а затем дополнительно инкубировали смесь при 37°C в течение трех дней. По завершении инкубирования жидкий компонент бактериальной культуры удаляли пипетированием и добавляли 100 мкл 1%-ного по массе и объему раствора кристаллического фиолетового (кристаллвиолета). После окрашивания при комнатной температуре в течение 30 минут краситель удаляли, лунки тщательно промывали, добавляли 95%-ный раствор этанола и выдерживали в течение 15 минут. Реакционную смесь

считывали спектрофотометрически при 590 нм. Процент ингибирования биопленки рассчитывали по следующей формуле:

$$\text{Процент ингибирования (\%)} = \frac{\text{ОП контроль} - \text{ОП наночастицы}}{\text{ОП контроль}} \times 100$$

где ОП контроль – показатель оптической плотности биопленки в контрольной лунке;

ОП наночастицы – показатель оптической плотности биопленки в лунке с добавлением наночастиц.

Результаты исследований. Исследование подавления бактериального биопленкообразования показало ингибирующее действие всех испытуемых образцов растворов наночастиц, что определялось последовательным снижением показателя оптической плотности в лунках планшетов, в которые добавляли коллоидные растворы наноразмерных частиц восходящих концентраций по сравнению с контрольной (отрицательной) лункой. Степень выраженности антибиопленковой активности была заметно выше у наночастиц благородного металла (серебра) по сравнению с наночастицами биоэлементов (меди и кремния диоксида). Результаты спектрофотометрии интенсивности биопленкообразования тестируемых бактериальных культур отражены в таблицах 1–3.

Таблица 1 - Показатели оптической плотности интенсивности биопленкообразования бактериальных культур при воздействии наночастиц серебра (при 590 нм)

Концентрация наночастиц серебра (мкг/мл)	Виды бактериальных культур				
	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 902	<i>Salmonella enterica</i> ATCC BAA-2162	<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 700603	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
0	1,29	1,31	1,17	1,15	1,19
10	0,92	1,11	0,74	0,77	0,8
25	0,63	0,94	0,54	0,57	0,56
50	0,49	0,66	0,42	0,44	0,47
75	0,37	0,38	0,36	0,36	0,35
100	0,25	0,23	0,21	0,22	0,21

Таблица 2 - Показатели оптической плотности интенсивности биопленкообразования бактериальных культур при воздействии наночастиц меди (при 590 нм)

Концентрация наночастиц меди (мкг/мл)	Виды бактериальных культур				
	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 902	<i>Salmonella enterica</i> ATCC BAA-2162	<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 700603	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
0	1,29	1,31	1,17	1,15	1,19
10	1,07	1,29	1,14	1,15	1,16
25	0,87	1,07	0,84	0,92	0,95
50	0,72	0,94	0,65	0,73	0,81
75	0,47	0,45	0,42	0,41	0,45
100	0,29	0,31	0,26	0,25	0,23

Таблица 3 - Показатели оптической плотности интенсивности биопленкообразования бактериальных культур при воздействии наночастиц кремния диоксида (при 590 нм)

Концентрация наночастиц кремния диоксида (мкг/мл)	Виды бактериальных культур				
	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 902	<i>Salmonella enterica</i> ATCC BAA-2162	<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 700603	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
0	1,29	1,31	1,17	1,15	1,19
10	1,27	1,31	1,15	1,15	1,17
25	1,17	1,25	1,15	1,09	1,17
50	1,06	1,17	1,14	1,11	1,14
75	1,06	1,13	1,06	1,05	1,075
100	0,83	1,03	0,87	0,95	0,91

Актуальные показатели оптической плотности биопленкообразования по результатам спектрофотометрии при 590 нм (ОП₅₉₀) были размещены на гистограммах, представленных на рисунках 1–3.

Несмотря на то что детальный анализ способности тестовых бактериальных культур к биопленкообразованию не входил в задачи нашего исследования, обращает на себя внимание ее

более выраженный характер у синегнойной палочки (*Pseudomonas aeruginosa*) и золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*). У тестовых штаммов энтеробактерий биопленкообразование также было выражено, хотя показатели оптической плотности при заданной длине волны спектрофотометрии были ниже на 10%.

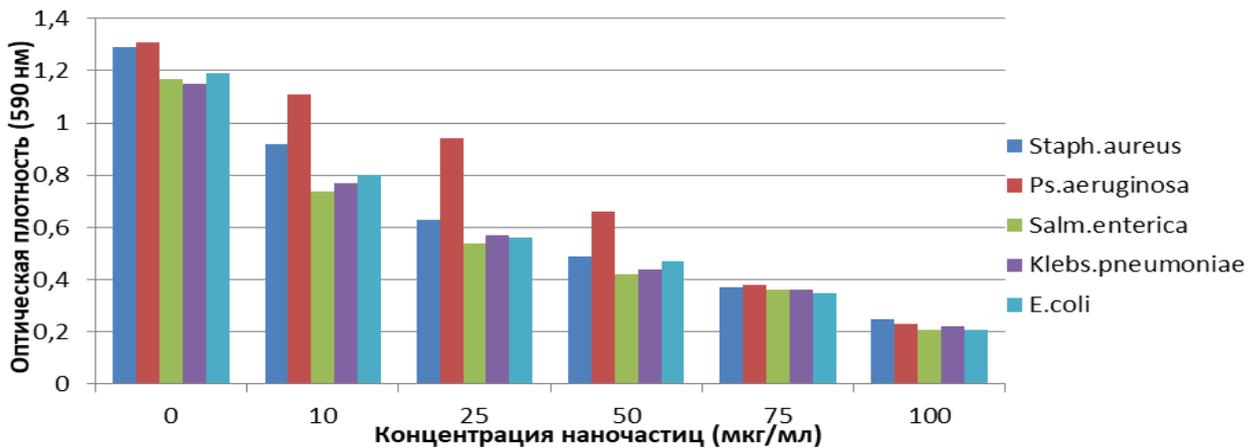


Рисунок 1 - Показатели оптической плотности (590 нм) биопленкообразования тестовых бактериальных культур (ось ординат) при различных концентрациях наночастиц серебра (ось абсцисс)

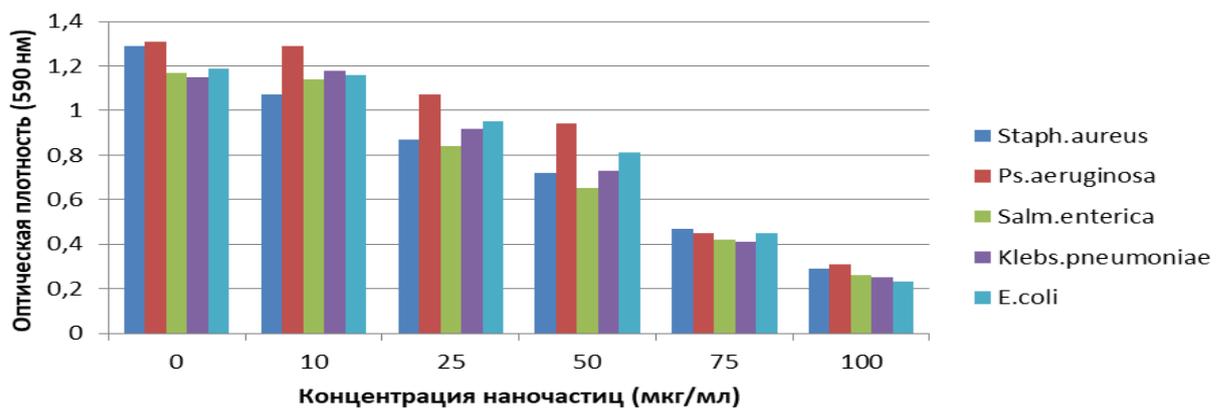


Рисунок 2 - Показатели оптической плотности (590 нм) биопленкообразования тестовых бактериальных культур (ось ординат) при различных концентрациях наночастиц меди (ось абсцисс)

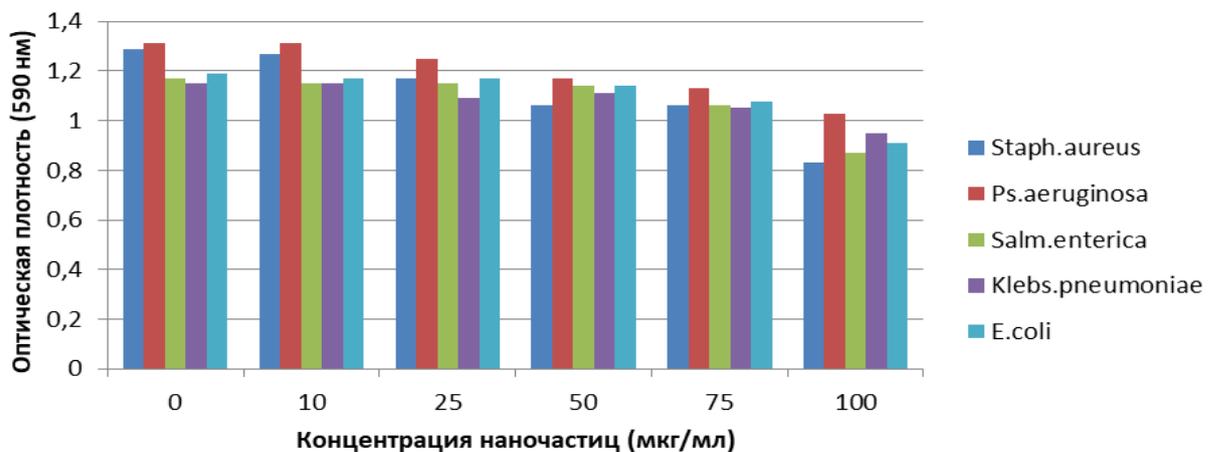


Рисунок 3 - Показатели оптической плотности (590 нм) биопленкообразования тестовых бактериальных культур (ось ординат) при различных концентрациях наночастиц кремния диоксида (ось абсцисс)

Объективная оценка антибиопленковой активности наночастиц была проведена после расчета по формуле значений процента ингибиции биопленкообразования у тестовых культур, которые представлены в таблицах 4–6. В нашем опыте антибиопленковое действие наночастиц ожидаемым образом демонстрировало очевидный дозозависимый эффект. Как показывают данные таблиц 4–6, все испытываемые наночастицы с концентрацией 100 мкг/мл показывали максимальный эффект ингибирования биопленкообразования. В последующих нисходящих концентрациях наночастиц отмечалось снижение антибиопленковой активности.

Таблица 4 - Значения процента ингибиции биопленкообразования тестовых бактериальных культур при воздействии наночастиц серебра

Концентрация наночастиц серебра (мкг/мл)	Виды бактериальных культур				
	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 902	<i>Salmonella enterica</i> ATCC BAA-2162	<i>Klebsiella pneumonia</i> ATCC 700603	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
0	0	0	0	0	0
10	28,6	15,2	36,7	33	32,7
25	51,1	28,2	53,8	50,4	52,9
50	62	49,6	64,1	61,7	50,8
75	71,3	70,9	69,2	68,7	70,5
100	80,6	82,4	82	80,8	82,3

Таблица 5 - Значения процента ингибиции биопленкообразования тестовых бактериальных культур при воздействии наночастиц меди

Концентрация наночастиц меди (мкг/мл)	Виды бактериальных культур				
	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 902	<i>Salmonella enterica</i> ATCC BAA-2162	<i>Klebsiella pneumonia</i> ATCC 700603	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
0	0	0	0	0	0
10	17,1	1,5	2,6	0	2,5
25	32,6	18,3	28,2	20,0	20,1
50	44,1	28,2	44,4	36,5	31,9
75	63,6	65,6	64,1	64,3	62,1
100	77,5	76,3	77,7	78,2	80,6

Таблица 6 - Значения процента ингибиции биопленкообразования тестовых бактериальных культур при воздействии кремния диоксида

Концентрация наночастиц кремния диоксида (мкг/мл)	Виды бактериальных культур				
	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 902	<i>Salmonella enterica</i> ATCC BAA-2162	<i>Klebsiella pneumonia</i> ATCC 700603	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
0	0	0	0	0	0
10	1,5	0	1,7	0	1,6
25	9,3	4,6	1,7	5,2	1,6
50	17,8	10,6	2,6	3,4	4,2
75	17,8	13,7	9,4	8,7	10,1
100	35,6	21,3	25,6	17,4	23,5

Наибольшую активность ингибирования бактериального биопленкообразования демонстрировали наночастицы серебра, а их наивысшая концентрация (100 мкг·мл⁻¹) в одинаковой степени нарушала способность всех тестовых бактерий к формированию биопленок (на 80,6–82,4%). Коллоидный раствор наночастиц меди также демонстрировал высокий антагонизм способности тестовых культур продуцировать биопленки, а у наночастиц кремния диоксида он был выражен менее всего. В наименьшей концентрации (10 мкг·мл⁻¹) подавление формирования биопленок у всех тестируемых микроорганизмов сохранялось лишь при воздействии наночастиц серебра, в то время как наночастицы биоэлементов практически не снижали биопленкообразование всех культур ($\leq 2,6\%$), за исключением *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 (17,1% при воздействии раствора наночастиц меди).

Воздействие наночастиц диоксида кремния имело наименьший биопленкоингибирующий эффект, что особенно наглядно иллюстрируется гистограммой сравнения значений процента ингибирования биопленкообразования наночастиц кремния диоксида и серебра (рисунок 4).

Кроме того, высшая концентрация наночастиц кремния диоксида (100 мкг/мл) имела сравнимую активность подавления биопленкообразования с воздействием наночастиц меди в концентрации ~25 мкг/мл и наночастиц серебра в минимальной концентрации (~10 мкг/мл) (таблицы 4–6).

Следует отметить, что для практического применения производителями коллоидов наночастиц рекомендуется использовать их рабочие растворы в десятикратном разведении, в котором концентрация наноразмерных частиц составляет приблизительно 30 мкг/мл. В нашем опыте данное значение приблизительно соответствует диапазону концентраций наночастиц серебра 25–50 мкг/мл. При данном разведении наноразмерные частицы демонстрируют различную биопленкоингибирующую активность, однако только наночастицы серебра в рабочей концентрации достигают порога 50%-ного эффекта (рисунок 5).

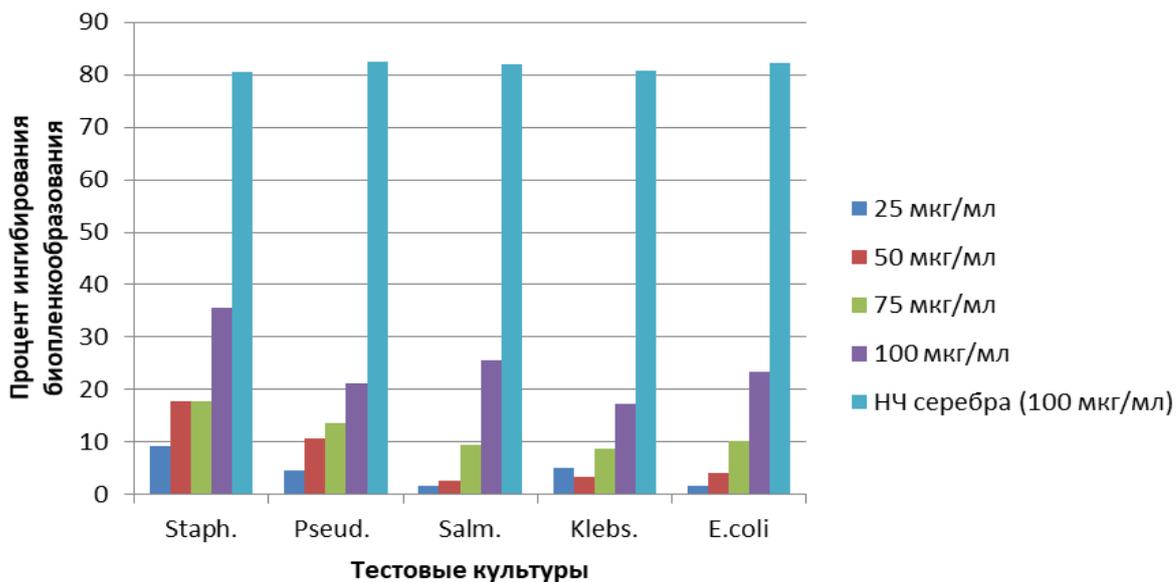


Рисунок 4 - Показатели биопленкоингибирующей активности наночастиц кремния диоксида в различных концентрациях (в процентах)

Примечание: крайние правые позиции в каждом ряду – контрольные значения ингибирующей активности наночастиц серебра в наивысшей концентрации

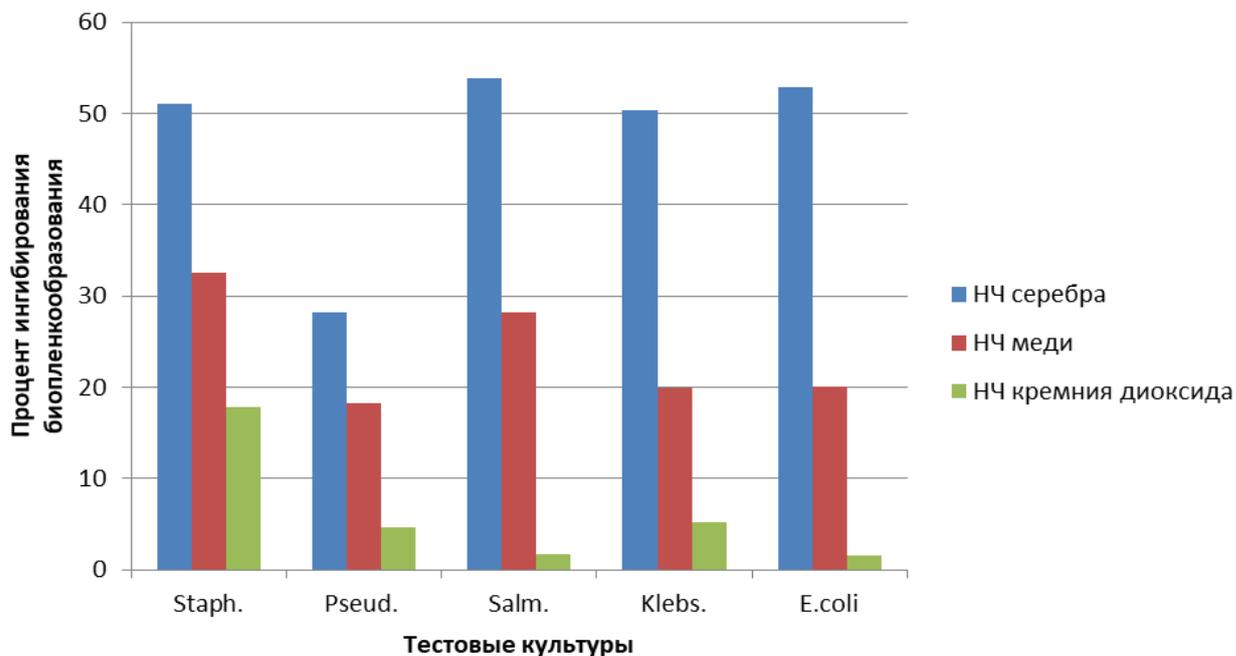


Рисунок 5 - Процент ингибции биопленкообразования тестовых культур в рабочих разведениях (~30 мкг/мл)

Рабочая концентрация наночастиц серебра показывает приблизительно одинаковую ингибирующую активность в отношении всех тестовых культур (50,4–53,8%), за исключением *Pseudomonas aeruginosa*, у которой биопленкообразование демонстрирует выраженную устойчивость к воздействию наночастиц серебра (процент ингибирования – 28,2%). Данный результат вполне согласуется с результатами других авторов, которые установили наиболее выраженную способность синегнойной палочки к продукции биопленок, используемых бактерией для выживаемости во внешней среде и участвующих в развитии хронических инфекций в организме хозяина [5, 6].

Заключение.

1. Наноразмерные частицы металлов (серебра, меди) обладают способностью ингибировать продукцию бактериальных биопленок во внешней среде в концентрациях более 10 мкг/мл.

2. Коллоидные растворы наночастиц демонстрируют выраженный дозозависимый эффект на биопленкообразование микроорганизмами с наибольшим процентом ингибиции в более высоких концентрациях наночастиц.

3. Коллоидные растворы наночастиц металлов (серебра, меди) обладают более выраженной антибиопленковой активностью по сравнению с коллоидами наночастиц неметалла (кремния диоксида), причем у благородного металла (серебра) она несколько выше, чем у металла-биоэлемента (меди).

4. Среди тестовых штаммов бактерий наибольшую чувствительность к биопленкоингибирующему воздействию наночастиц серебра имеют энтеробактерии, чуть меньшую – золотистый стафилококк, а синегнойная палочка демонстрирует максимальную устойчивость к антибиопленковому эффекту наноразмерных частиц серебра.

Литература. 1. Adonizio, A. Inhibition of Quorum Sensing-Controlled Virulence Factor Production in *Pseudomonas aeruginosa* by South Florida Plant Extracts / A. Adonizio, K. F. Kong, K. Mathee // *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. – 2008. – Vol. 52. – P. 198–203. 2. Brown, E. D. Antibacterial drug discovery in the resistance era / E. D. Brown, G. D. Wright // *Nature*. – 2016. – Vol. 529. – P. 336–343. 3. Jefferson, K. K. Bacterial-bacterial cell interactions in biofilms: detection of polysaccharide intercellular adhesins by blotting and confocal microscopy / K. K. Jefferson, N. Cerca // *Methods in Molecular Biology*. – 2006. – Vol. 341. – P. 119–126. 4. Kong, H. Antibacterial properties of novel poly(methylmethacrylate) nanofiber containing silver nanoparticles / H. Kong, J. Jang // *Langmuir*. – 2008. – Vol. 24. – P. 2051–2056. 5. Oliver, A. High frequency of hypermutable *Pseudomonas aeruginosa* in cystic fibrosis lung infection / A. Oliver // *Science*. – 2000. – Vol. 288. – P. 1251–1253. 6. Silver nanoparticles impede the biofilm formation by *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus epidermidis* / K. Kalishwaralal [et al.] // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. – 2010. – Vol. 79. – P. 340–344. 7. Toole, G. A. Initiation of biofilm formation in *pseudomonas fluorescens* WCS365 proceeds via multiple, convergent signaling pathways: a genetic analysis / G. A. Toole, R. Kolter // *Molecular Microbiology*. – 1998. – Vol. 28. – P. 449–461.

Поступила в редакцию 11.09.2020.

УДК 619:616.98:579.842.11:636.2 (476)

ЭТИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВОЗБУДИТЕЛЯ КОЛИБАКТЕРИОЗА (ЭШЕРИХИОЗА) ТЕЛЯТ

Красочко П.А., Яромчик Я.П., Красочко П.П.

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

В статье приведены результаты лабораторных исследований определения этиологической структуры штаммов *E. coli*, выделенных из патологического материала, отобранного от телят первых дней жизни, принадлежащих сельскохозяйственным организациям Республики Беларусь, неблагоприятных по инфекционным энтеритам. Несмотря на проводимую повсеместную иммунизацию глубокостельных коров и нетелей против колибактериоза (эшерихиоза) телят с использованием вакцин, сконструированных путем селекции по O-антигену, среди факторных болезней молодняка крупного рогатого скота колибактериоз (эшерихиоз) занимает первое место по количеству неблагоприятных пунктов, количеству заболевших и павших животных, что можно объяснить несовпадением антигенных структур вакцинных и эпизоотических штаммов. **Ключевые слова:** штаммы, колибактериоз, телята, диагностические сыворотки.

ETIOLOGICAL STRUCTURE OF COLIBACILLOSIS PATHOGEN IN CALVES

Krasochko P.A., Yaromchik Y.P., Krasochko P.P.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

The article presents the results of laboratory research to determine the etiological structure of *E. coli* strains isolated from pathological material taken from newborn calves in the agricultural organizations of the Republic of Belarus, unfavorable for infectious enteritis. Despite the widespread immunization of pregnant cows against colibacillosis of calves using vaccines designed by selection for the O-antigen, among the factorial diseases of young cattle, colibacillosis takes