

УДК 619:576:314:577.1:57.08

## АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО СОЕДИНЕНИЯ НА ОСНОВЕ СЕРЕБРА И ЙОДА

Красочко П.А., Шиёнок М.А., Понаськов М.А.

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

*Бессистемное использование антибактериальных препаратов в животноводстве приводит к развитию антибиотикорезистентности многих штаммов микроорганизмов, что в значительной степени снижает терапевтическую эффективность данных препаратов. В связи с этим большой интерес вызывают препараты, не вызывающие привыкание к ним микроорганизмов, не влияющие на качество животноводческой продукции. Поэтому сейчас ведется поиск альтернативных соединений и препаратов, обладающих антибактериальными свойствами, но не накапливающихся в конечной животноводческой продукции. В этой связи особый интерес вызывают соединения на основе серебра и йода.*  
**Ключевые слова:** комплексное соединение, серебро, йод, антибактериальная активность.

## ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF COMPLEX COMPOUND BASED ON SILVER AND IODINE

Krasochko P.A., Shyonok M.A., Ponaskov M.A.

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

*The unsystematic use of antibacterial drugs in animal husbandry leads to the development of antibiotic resistance of many strains of microorganisms, which significantly reduces the therapeutic efficacy of these drugs. Therefore, drugs that do not cause addiction to microorganisms that do not affect the quality of livestock products are of great interest. Therefore, a search is now underway for alternative compounds and preparations that have antibacterial properties, but do not accumulate in the final livestock production. In this regard, cause particular interest are compounds based on silver and iodine.* **Keywords:** complex compound, silver, iodine, antibacterial activity.

**Введение.** В современных условиях введения животноводства для лечения животных с различными патологиями бактериальной этиологии широко используются синтетические антибактериальные препараты – антибиотики, сульфаниламиды, нитрофураны, фтор- и хлорхинолоны и другие. Длительное бессистемное применение антибактериальных препаратов в сельском хозяйстве для лечения и профилактики заболеваний животных, а также в качестве стимуляторов их роста выявило ряд негативных моментов последних. Так, неконтролируемое использование данных препаратов приводит к образованию антибиотикоустойчивых штаммов микроорганизмов, что снижает терапевтический эффект и вызывает необходимость разработки все новых и новых препаратов [3, с. 18].

В настоящее время проблема антибиотикорезистентности микроорганизмов приобрела угрожающие масштабы. В 2001 г. Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ) был принят фундаментальный документ «Глобальная стратегия по сдерживанию антимикробной резистентности». Предотвращение формирования и распространения антимикробной резистентности признано ВОЗ, странами Европейского Союза и Северной Америки в качестве глобальной проблемы, а также в качестве национального приоритета. В феврале 2004 г. на совещании экспертов ВОЗ в Веринегроде (ФРГ), посвященном ходу реализации «Глобальной стратегии», было предложено рассматривать феномен антимикробной резистентности как новую инфекцию. По расчетам мировых экспертов, устойчивость патогенных бактерий к антибиотическим препаратам, используемым в медицинской практике, может привести к потере мировой экономикой 100 трлн долларов к 2050 г. и к ежегодной преждевременной смерти 10 млн человек [10, с. 160; 12, с. 55].

Антибактериальные препараты отрицательно влияют на макроорганизм животного, вызывая дисбактериозы, снижают иммунный статус и могут накапливаться в конечной животноводческой продукции, поэтому необходимо соблюдать сроки ожидания. Не обладают противовирусными и противогрибковыми свойствами [8, с. 84].

По данным многих авторов, имеется тенденция замены использования антибиотиков и других синтетических антимикробных препаратов на комплексные соединения на основе солей, наночастиц, органических кислот, фитопрепаратов и т.д.

Большой интерес вызывают комплексные соединения на основе серебра и йода, обладающие сильно выраженными антибактериальными, противовирусными и противогрибковыми свойствами.

Серебро – металл с выраженным бактерицидным, антисептическим, противовоспалительным действием, эффективный против 650 видов бактерий, которые не приобретают к нему

устойчивости, в отличие от практически всех антибиотиков. Серебро действует антибиотически против многих простейших и вирусов [2, с. 42; 4, с. 205; 5].

Механизм антибактериальной активности серебра достаточно сложен и связан с комплексобразующим, биохимическим и каталитическим действием на бактериальные ферменты, белки и мембранные структуры. Так, серебро в количественно малых дозах ионов угнетает жизнедеятельность микробов, мешая работе биологических катализаторов – ферментов. Соединяясь с аминокислотой цистеином, входящей в состав фермента, ионы серебра препятствуют его нормальной работе. Механизм противовирусного действия связан с ингибированием трансляции вирус-специфических белков в инфицированных клетках, в результате чего подавляется репродукция вирусов [1, с. 65; 7, с. 63; 9, с. 79].

Препараты йода обладают широким антимикробным спектром действия – действуют как на грамположительные, так и на грамотрицательные бактерии, грибковую микрофлору; не вызывают развитие устойчивости штаммов микроорганизмов. Противомикробное действие йода основано на нарушении метаболизма возбудителей. Проникая в цитоплазму клеток, йод взаимодействует с аминокруппами белков, подавляет жизненно важные ферментные системы. При взаимодействии йода с водой цитоплазмы клеток образуется активный кислород, который оказывает сильное окисляющее действие. Аналогично йод действует на грибки [6, с. 160].

Целью данной работы является изучение антибактериального действия комплексного соединения серебра и йода по показателю минимальной ингибирующей концентрации с последующей оценкой результатов реакции методом спектрофотометрии.

**Материалы и методы исследований.** В условиях кафедры химии имени профессора Ф.Я. Беренштейна УО ВГАВМ было приготовлено комплексное соединение на основе серебра и йода.

Антибактериальную активность исследуемого соединения в разных разведениях проводили по показателю минимальной ингибирующей концентрации (Minimal Inhibitory Concentration (MIC) согласно Руководству по тестированию антибактериальной чувствительности с последующей оценкой результатов реакции методом спектрофотометрии в условиях научной лаборатории кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней УО ВГАВМ [11].

Метод оценки антибактериальной активности дает объективные результаты, благодаря автоматизации процесса учета реакции путем сравнения показателей оптической плотности бактериальных культур с помощью автоматического считывающего устройства (спектрофотометра). В оценке антибактериального действия различных препаратов широко используется диффузионный метод, представляющий собой полуколичественный анализ активности антибактериальных веществ, а его результаты зависят от диффузионных характеристик тестируемого препарата.

В опыте использовали 18–24-часовые агаровые тест-культуры следующих микроорганизмов: *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* ATCC BAA-2162, *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, которые смывали стерильным изотоническим раствором и доводили до концентрации  $1 \times 10^6$  микробных тел в 1 мл (м.т./мл) согласно методике McFarlandStandards. В лунки стандартных 96-луночных плоскодонных планшет (для ИФА) вносили по 100 мкл оптически прозрачного мясо-пептонного бульона (МПБ). Ряд лунок использовали как отрицательный контроль (содержали только стерильный МПБ), четыре – как положительный (содержали смесь МПБ и тест-культуры). Один ряд использовали в качестве контроля комплексного соединения на основе серебра и йода, лунки которых содержали смесь МПБ и исследуемого соединения. В первые лунки каждого ряда с МПБ вносили по 100 мкл исследуемого соединения с последующим проведением двукратных разведений комплексного соединения в МПБ. В лунки с полученными разведениями комплексного соединения вносили бактериальную суспензию по 100 мкл. Таким образом, в получаемом разбавлении в лунке 1:1 концентрация бактериальной взвеси составляла 500 тысяч м.т./мл. После этого планшеты ставили в термостат при 37°C на 3–4 часа.

Для учета результатов реакции планшеты исследовали на спектрофотометре BioRadLabiMarkS/N 13260 при длине волны 490 нм. Замер оптической плотности проводили в начале опыта и через 3–4 часа после инкубирования.

В качестве минимальной ингибирующей концентрации принималась наименьшая концентрация комплексного соединения, которая предотвращала видимый рост тестовых бактерий.

Антибактериальную активность каждого разведения комплексного соединения рассчитывали по формуле:

$$АБС = 100 - \frac{(D_2 - D_1) - (D_{2пр} - D_{1пр})}{(D_4 - D_3) - (D_{4пр} - D_{3пр})} \times 100\% ,$$

где АБС – антибактериальная активность соединения (%);

$D_1$  – оптическая плотность содержимого опытных лунок в начале опыта;

$D_2$  – оптическая плотность содержимого опытных лунок через 3–4 часа термостатирования;

$D_{1пр}$  – оптическая плотность содержимого лунок контроля препарата в начале опыта;

$D_{2пр}$  – оптическая плотность содержимого лунок контроля препарата через 3–4 часа термостатирования;

$D_3$  – оптическая плотность содержимого лунок положительного контроля в начале опыта;

$D_4$  – оптическая плотность содержимого лунок положительного контроля через 3–4 часа термостатирования;

$D_{3пр}$  – оптическая плотность содержимого лунок отрицательного контроля в начале опыта;

$D_{4пр}$  – оптическая плотность содержимого лунок отрицательного контроля через 3–4 часа термостатирования;

100 – максимально допустимое значение активности препарата.

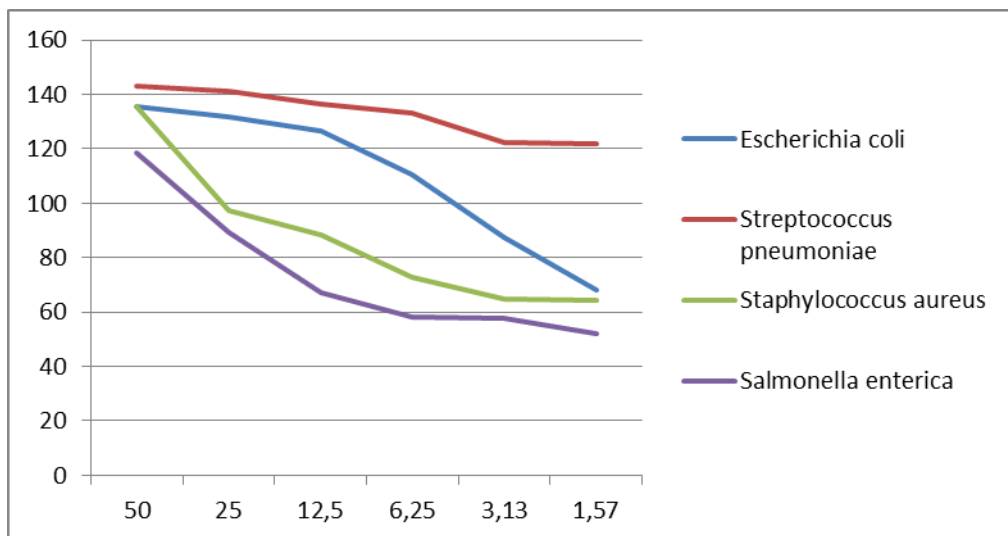
**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований нами установлена антибактериальная активность комплексного соединения на основе серебра и йода в отношении всех тестовых бактериальных культур (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* ATCC BAA-2162, *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538), что отражено в таблице.

**Таблица – Антибактериальная активность различных разведений комплексного соединения на основе серебра и йода спектрофотометрическим методом**

Возбудитель	Разведение препарата, %					
	50	25	12,5	6,25	3,13	1,57
<i>Escherichia coli</i>	135,50±1,500	131,98±1,660	126,46±2,765	110,61±4,79	87,22±4,055	68,33±2,490
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	142,96±1,045	141,30±0,200	136,49±2,31	133,24±1,88	122,38±4,285	121,75±1,350
<i>Staphylococcus aureus</i>	135,56±0,660	97,39±0,285	88,26±1,545	72,85±1,095	64,66±2,800	64,38±1,825
<i>Salmonella enterica</i>	118,70±1,100	89,54±0,095	67,19±1,865	58,36±2,575	57,54±0,645	52,11±2,945

Из таблицы видно, что более высокой антибактериальной активностью в отношении микроорганизмов *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* ATCC BAA-2162, *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619 и *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 обладает комплексное соединение серебра и йода в 50%-ной концентрации (антибактериальная активность — 142,96–118,70%). При разведении исследуемого соединения до 25% антибактериальная активность снижалась и составляла показатель от 64,38 до 141,30%, а при разведении до 1,57% она снижалась до значений 52,11–121,75%.

Построение графика зависимости показателя антибактериальной активности исследуемого препарата от его концентрации, в котором по оси X нанесены три исследуемых разведения препарата, а ось Y использована для отражения значения показателей антибактериальной активности в процентах, демонстрирует строго линейную корреляцию переменных, что отображено на рисунке.



**Рисунок – График зависимости показателей антибактериальной активности комплексного соединения на основе серебра и йода**

**Заключение.** Проведенные исследования антибактериальной активности различных концентраций комплексного соединения на основе серебра и йода позволяют сделать следующие выводы:

1. Комплексное соединение на основе серебра и йода оказывает выраженное антибактериальное действие в 50% концентрации в отношении всех тестируемых микроорганизмов.
2. Комплексное соединение на основе серебра и йода можно рекомендовать при конструировании ветеринарных препаратов как высокоактивную антибактериальную экологически безопасную субстанцию.

**Литература.** 1. Влияние раствора серебра на выживаемость и морфологию популяций патогенных бактерий / И. Б. Павлова [и др.] // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 5. – С. 63–66. 2. Изучение антибактериальных свойств коллоидных растворов наночастиц серебра и меди / П. А. Красочко [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – № 1. – С. 41–44. 3. Кириллова, Е. А. Антибиотики: фармакодинамика лекарственных средств, резистентность к ним микроорганизмов и ее профилактика / Е. А. Кириллова // Ветеринарная клиника. – 2017. – № 1. – С. 17–20. 4. Определение антибактериальной активности коллоидных растворов наночастиц биоэлементов диффузионным методом / П. А. Красочко [и др.] // Наука в современном обществе: закономерности и тенденции развития : сборник статей Международной научно-практической конференции (г. Стерлитамак, 4 апреля 2019 г.). – Стерлитамак : МЦИИ Омега Сайнс, 2019. – С. 204–207. 5. Оценка бактериоингибирующего действия нано- и коллоидных частиц серебра и кремния диффузионным методом / П. А. Красочко [и др.] // Ветеринария Кубани. – 2019. – № 4. – Режим доступа : [http://www.vetkuban.com/num4\\_201904.html](http://www.vetkuban.com/num4_201904.html). – Дата доступа : 05.12.2019. 6. Перспективные лекарственные средства на основе металлов и их соединений / С. Г. Степин [и др.] // Актуальные проблемы фармацевтической деятельности : сборник Всероссийской научно-практической конференции / Казанский государственный медицинский университет. – Казань : ИД «МеДДоК», 2017. – С. 159–165. 7. Соловьев, А. Альтернатива антибиотикам в ветеринарной медицине / А. Соловьев, А. Марцинкевич // Белорусское сельское хозяйство. – 2018. – № 9. – С. 62–63. 8. Фролова, А. В. Антибиотикорезистентность. Альтернативные подходы к решению проблемы / А. В. Фролова // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. Біялагічных навук. – 2015. – № 1. – С. 82–88. 9. Якубовский, М. В. Нанотехнологии в ветеринарной медицине (сообщение второе) / М. В. Якубовский, И. А. Трус // Наше сельское хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 76–82. 10. Casewell, M. The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health / M. Casewell // J. Antimicrob. Chemother. – 2013. – № 52. – P. 159–161. 11. Fuller, S. Probiotics in man and animals / S. Fuller // J. Appl. Bacteriol. – 1989. – № 66. – P. 365–378. 12. Manual of antimicrobial susceptibility testing / Stephen J. Cavalieri [et al.] // American Society for Microbiology. – 2015. – № 3. – P. 53–62.

Статья передана в печать 28.12.2019 г.

УДК 636.596.09:616.995.132(477.5)

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ КАПИЛЛЯРИОЗА У ГОЛУБЕЙ НА ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

Люлин П.В., Федорова Е.В.

Харьковская государственная зооветеринарная академия, г. Харьков, Украина

В статье приведены данные по распространению капилляриоза голубей в индивидуальных хозяйствах Востока Украины. Определена степень инвазирования капилляриями и ее зависимость от природно-климатических – степной (ЭИ – 25,7–38,2%) и лесостепной (ЭИ – 64,1–86,2%) географических зон востока Украины. Идентифицирован возбудитель капилляриозной инвазии голубей Востока Украины – вид *Capillaria obsignata*. **Ключевые слова:** эпизоотическая ситуация, капилляриоз, голуби, экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии, Украина.

## SPREADING OF PIGEONS' CAPILLARIOSIS IN THE EAST OF UKRAINE

Lyulin P.V., Fedorova E.V.

Kharkov State Zooveterinary Academy, Kharkov, Ukraine

The data about the spreading of pigeons' capillariosis in individual farms of eastern Ukraine was presented in the article. The level of capillaria invasion and its dependence on natural and climatic - steppe (AI – 25,7–38,2%) and forest-steppe (AI – 64,1–86,2%) geographical zones of eastern Ukraine was determined. The causative agent of pigeons' capillariosis in the east of Ukraine – species *Capillaria obsignata* was identified. **Keywords:** epizootic situation, capillariosis, pigeons, invasion intensity, invasion extensity, Ukraine.

**Введение.** С древних времен человечество занимается разведением голубей и использует их в различных целях: спортивных, почтовых, как декоративных птиц, для получения продукции – деликатесного мяса.