



DOI 10.35694/YARCX.2021.54.2.012

ВЛИЯНИЕ ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЖИВОТНЫХ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

Т. И. Лебедева

лаборант кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы

И. А. Красочко

д-р ветеринар. наук, профессор, профессор кафедры
микробиологии и вирусологии

П. А. Красочко (фото)

д-р ветеринар. наук, д-р биол. наук, профессор, заведующий
кафедрой эпизоотологии и инфекционных болезней животных
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

*Наноструктура,
наноматериал,
наночастица, качество
продукции*

*Nanostructure,
nanomaterial, nanoparticle,
product quality*

Интенсивное развитие животноводства и ветеринарной медицины требует от фармацевтической отрасли создания новых эффективных ветеринарных препаратов, направленных на поддержание биохимических механизмов гомеостаза и повышение продуктивности у животных. При этом большая роль отводится макро- и микроэлементам, поступающим в организм животным. Однако в привычном виде (в составе различных кормовых и витаминно-минеральных добавок) эти вещества не всегда полностью усваиваются организмом и не оказывают должного воздействия на органы и системы [1].

Перспективы развития ветеринарной науки и сельского хозяйства в последние годы свидетельствуют о внедрении такого инновационного направления, как нанотехнологии. Они являются одним из ключевых направлений развития различных отраслей хозяйства и прогресса общества.

Известно, что те свойства, которые были чётко определены для макро- и микроструктур, уже нельзя приписывать наноструктурам. Вещества (в том числе макро- и микроэлементы) способны значительно изменять свои химические свойства и реакционную способность в зависимости от количества атомов. Наночастицы обладают высокой химической активностью и способны вступать в реакции с другими веществами фактически без участия дополнительной энергии.

На сегодняшний день возможно получение наноструктур практически всех химических элементов. Однако для ветеринарной медицины наиболее существенными и значимыми можно назвать получение

наноматериалов микроэлементов (йода, селена, серебра, меди, железа и др.) и изучение их воздействия на разные биологические объекты, в том числе на лабораторных и продуктивных животных, а также их влияние на качество получаемой животноводческой продукции.

Наиболее перспективными наноматериалами для создания лекарственных препаратов и кормовых добавок являются ультрадисперсные нанопорошки и эмульсии. Препараты, содержащие наночастицы макро- и микроэлементов, по сравнению с традиционными формами обладают экологичностью, биодоступностью и эффективностью действия при использовании на практике [1–5].

Среди металлов серебро издавна известно своей противомикробной активностью. На сегодняшний день установлено, что наноструктура серебра обладает более высокой бактерицидной активностью по сравнению с ионами данного металла. В связи с этим наночастицы серебра нашли своё применение в препаратах для заживления ран и другой хирургической патологии в медицине. Благодаря своим уникальным свойствам (широкому спектру противомикробного, противогрибкового и противовирусного действия, иммуномодулирующим и аллергенным свойствам, отсутствию устойчивости к нему у большинства патогенных микроорганизмов, низкой токсичности) серебро широко используется в медицине и ветеринарии [6; 7; 8; 9].

Согласно исследованиям R. Vazquez-Munoz et al. установлено, что наносеребро оказывает почти одинаковое биоцидное воздействие в диапазоне концентраций от 1 до 100 мг/л независимо от выбора тест-объекта (вирусы, бактерии, микроводоросли, грибы) [10].

Согласно результатам опытов Э. В. Малафеевой и др. было установлено, что коллоидные растворы наночастиц серебра проявляют высокое антимикробное и противогрибковое действие по отношению к грамотрицательной (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *K. oxytoca*, *M. morgani*, *P. aeruginosa*, *Serratia*, *Enterobacter*) и грамположительной микрофлоре (*S. aureus*, *S. haemolyticus*, *S. hyicus*, *S. epidermidis*, *E. faecalis*), дрожжеподобным грибам и грибам рода *Candida* [11].

При использовании препаратов на основе частиц наносеребра в организме животных и человека повышается количество иммуноглобулинов, увеличивается процентное содержание лимфоцитов [12].

Исходя из результатов исследований, обосновано применение 1% раствора наночастиц серебра как альтернативы антибиотикам в процессе выращивания цыплят-бройлеров. Изучена возможность его применения в системе водоснабже-

ния и поения птицы. Доказано, что одновременно с обеспечением санитарной чистоты водопроводов, поилок и питьевой воды производится санация пищеварительного тракта цыплят-бройлеров. Это обусловлено созданием условий, способствующих развитию симбиотических микроорганизмов, которые, в свою очередь, интенсифицируют процессы пищеварения и иммунного ответа.

Однопроцентный раствор наночастиц серебра при его выпаивании в течение суток – 1 раз в неделю и ежедневно – перед убоем способствует увеличению привесов птиц, улучшая их здоровье и снижая конверсию корма. Применение наносеребра ведёт к уменьшению количества патогенной микрофлоры, в том числе грибковой, практически не влияя на концентрацию лакто- и бифидобактерий в кишечнике цыплят-бройлеров. Установлена зависимость микробиологического благополучия кишечника птиц и санитарно-гигиенического состояния воздушной среды птичников. Исследования учёных повсеместно уже свидетельствуют в пользу рекомендации коллоидного раствора наночастиц серебра как безопасного и доступного препарата для дезинфекции водопроводов, санации питьевой воды и коррекции эубиоза кишечника цыплят-бройлеров [13; 14; 15].

Препарат «Аргенвит» украинских учёных на основе наносеребра эффективно применяется в птицеводстве. Он представляет собой жидкий концентрат коллоидного раствора наночастиц серебра в деминерализованной воде в виде прозрачной жидкости без запаха, синего цвета. Размер наночастиц 5–25 нм, pH средства 6,5–8,0. Использование препарата «Аргенвит» при инкубации перепелиных яиц позволяет повысить основной результативный показатель – вывод молодняка, что даёт основание рекомендовать его для применения в птицеводческих хозяйствах [16; 17; 18].

Наночастицы меди проявляют ярко выраженную биологическую активность, в том числе бактериостатическое и бактерицидное действия. Согласно исследованиям П. А. Красочко и др., наночастицы оказывают выраженное антибактериальное действие против условно-патогенных бактерий (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* и др.) [19].

Согласно сведениям, полученным С. Gunawan et al., Maqsood Ahamed et al., установлена высокая антимикробная активность наночастиц меди в отношении различных видов микроорганизмов (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Shigella flexneri*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris* и *Staphylococcus aureus*) [20; 21].

Препараты наночастиц меди, введённые в организм животных, обладают пролонгированным

действием и меньшей токсичностью по сравнению с солями. Наночастицы меди при введении в организм стимулируют механизмы регуляции микроэлементного состава и активность антиоксидантных ферментов [1].

Сложившаяся неблагоприятная экологическая обстановка в сочетании с особенностями биогеохимических провинций приводят к ухудшению качества растительных кормов, накоплению в них тяжёлых металлов, в том числе и кадмия. В этих условиях возникает необходимость применения различных средств и способов, минимизирующих кумуляцию соединений тяжёлых металлов в продуктах животного происхождения и потребление их с пищей человеком. Известны различные способы их снижения в сельскохозяйственной продукции. Бурное развитие нанотехнологий и синтез веществ наноразмерного диапазона, обладающих иными свойствами, позволяет решить ряд вышеозначенных задач. В работе Е. А. Сизовой был впервые изучен уровень кадмия в организме цыплят-бройлеров на фоне введения в рацион наночастиц меди (1-я группа), моделирования кадмиевой интоксикации введением в организм подопытных цыплят кадмия сульфата (2-я группа) и совместного скармливания наночастиц меди и кадмия сульфата (3-я группа). Была изучена динамика концентрации кадмия в мышечной, костной тканях, внутренних органах и коже цыплят-бройлеров. Высокие значения концентрации кадмия в организме цыплят-бройлеров были зарегистрированы на фоне его скармливания (2-я группа). Интенсивность накопления кадмия в организме птицы была ниже при совместном его применении с наночастицами меди (3-я группа) по сравнению с одиночным введением кадмия сульфата (2-я группа). Было установлено, что концентрация кадмия увеличивалась во внутренних органах, затем в коже, мышцах и в последнюю очередь в костях. В результате обогащения рациона кормления цыплят наночастицами меди происходило снижение уровня кадмия в продуктах убоя цыплят-бройлеров как на фоне моделирования кадмиевой интоксикации, так и без неё, что крайне важно для повышения качества продукции птицеводства.

Максимальное раскрытие генетического потенциала сельскохозяйственных животных и птиц, а также получение высоких показателей продуктивности, в первую очередь, связано с использованием в рационах животных биологических активных добавок. Для изучения влияния селена на качество и безопасность мяса птицы были проведены исследования на птицефабрике ОАО «Бройлер Рязани». Было сформировано 4 группы цыплят-бройлеров по 8 голов в каждой по принципу условных аналогов: контрольная и три подопытных. Введение в рацион суспензии наночастиц

селена осуществляли в течение 20 дней. Изучаемый препарат применялся в опытных группах однократно путём добавления его в воду после утреннего кормления: 1-я группа получала селен в дозе 0,1 мкг/кг живого веса, 2-я – 0,01 мкг/кг живого веса, 3-я – 0,001 мкг/кг живого веса. По химическому составу мышцы разных групп отличались между собой. Так, количество жира и энергетическая ценность была выше в мышцах бедренной группы, а сухого вещества и золы – в мышцах груди, количество белка во всех образцах было примерно одинаковым [22; 23; 24].

Перспективным направлением в создании препаратов на основе наноструктур является применение наночастиц селена. В Иркутском институте химии СО РАН им. А. Е. Фаверского был создан комплексный препарат на основе полисахарида лиственницы сибирской (арабиногалактан в качестве матрицы-носителя) и селена в наноструктурном состоянии.

Препарат обладает слабой токсичностью и высокими стимулирующими свойствами на обменные процессы в организме лабораторных животных по сравнению с препаратом сравнения (селенитом натрия). Созданный препарат перспективен для ветеринарной медицины с целью лечения и профилактики у животных беломышечной болезни [25].

Сравнительно недавно были разработаны биологически активные препараты на основе наночастиц железа (К-ульдиферрит и УДС). Эти средства отличаются высокой экологической чистотой и эффективностью по сравнению с железодекстрановыми препаратами. Исследования, проведённые с применением препаратов на основе наноструктур железа, показали их низкую токсичность для животных. При их введении в организм отмечено стимулирующее действие на иммунокомпетентные органы и клетки, а также показатели естественной резистентности (возрастание количества лейкоцитов, повышение бактерицидной активности сыворотки крови, увеличение в сыворотке крови иммуноглобулинов класса G, лизоцима и др.). Кроме того, отмечено увеличение прироста живой массы у испытуемых животных.

Имеются сведения о разработке препарата на основе наночастиц железа, цинка и меди для лечения и профилактики железодифицитной анемии у поросят. В ходе испытаний также была доказана его низкая токсичность, высокая эффективность воздействия на показатели эритро- и гемопоза и стимулирующее действие на обменные процессы в организме молодняка свиней по сравнению с применением известного препарата «Седимин» [26; 27].

В литературе приводятся данные о применении наночастиц оксида цинка для борьбы с бак-

териальной и грибковой микрофлорой. Это нашло своё применение в создании средств для эффективной и безопасной дезинфекции поверхностей, в том числе и на предприятиях пищевой промышленности [28].

Вместе с тем, помимо неоспоримых положительных свойств наночастиц, большинство исследователей указывает и на некоторые отрицательные стороны применения препаратов на их основе, которые определяются цитотоксическим, генотоксическим и другими негативными воздействиями как на организм, так и на экологию в целом [29]. Особенно это касается размера наночастиц. При их уменьшении (до 5–10 нм) отмечаются негативные последствия на организм [3].

Так, при попадании в организм животных повышенных доз наночастиц металлов, таких как кадмий, свинец, селен и др. (особенно малых размеров), может отмечаться их накопление в организме животных и человека, что может привести к выраженному нейротоксическому эффекту, изменять ход течения патологий [30].

У лабораторных животных, находящихся под воздействием наночастиц, были выявлены злокачественные образования. Наночастицы серебра и меди оказывают значительное влияние на обмен веществ животных и человека [5], которое ещё необходимо изучить более детально. Особенно опасны наночастицы серебра, наиболее активные по сравнению с обычными формами серебра. Степень такой опасности пока невозможно оценить,

поэтому требует детального и тщательнейшего изучения учёными повсеместно.

Заключение

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что недостаточность понимания механизмов действия лекарственных форм на основе наночастиц макро- и микроэлементов указывают на актуальность разработки и внедрения в сфере ветеринарной медицины и животноводства нанотехнологий. Использование наночастиц металлов является перспективным направлением в ветеринарии и медицине, так как они оказывают разностороннее действие на организм с выраженными антибактериальными свойствами. Препараты на основе наночастиц металлов являются альтернативой использования антибиотиков, не способствуют эволюции бактерий и возникновению резистентности.

Вновь созданные ветеринарные препараты и кормовые добавки на основе наноструктур жизненно важных для организма животных химических элементов позволяют более эффективно и с наименьшими затратами лечить и профилактировать многие болезни у животных, а также получать больше продукции животноводства с наименьшими экономическими затратами. В дальнейшем следует расширить данные исследования с целью определения влияния наночастиц металлов на качество получаемых продуктов животноводства и выявить все предполагаемые риски.

Литература

1. Занина, К. А. Влияние нанотехнологий и наноматериалов на человека и остальной живой мир / К. А. Занина, А. П. Цуркин. – Текст : непосредственный // Технические науки: традиции и инновации : материалы II Международной научной конференции (г. Челябинск, октябрь 2013 г.). – Челябинск : Два комсомольца, 2013. – С. 21–24.
2. Красочко, П. А. Использование наночастиц серебра и меди при конструировании комплексных ветеринарных препаратов (аналитический обзор) / П. А. Красочко, М. А. Понаськов, Р. Б. Корочкин. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка : материалы Международной научно-практической конференции. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – С. 63–69.
3. Аттестация наночастиц металлов, используемых в качестве биологически активных препаратов / И. П. Арсентьева, Е. С. Зотова, Г. Э. Фолманис [и др.]. – Текст : непосредственный // Нанотехника. Спец. вып. : Нанотехнологии медицине. – 2007. – № 2. (10). – С. 72–77. – ISSN 1816-4498.
4. Влияние наночастиц на окружающую среду и здоровье человека / А. Н. Янушик, Е. А. Старостина, А. М. Макарова [и др.]. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2018. – № 17 (203). – С. 126–128. – ISSN 2072-0297.
5. Влияния наночастиц серебра и цинка на структурные особенности клеток / П. А. Красочко, А. В. При тыченко, Р. Б. Корочкин [и др.]. – Текст : непосредственный // Advances in agricultural and biological sciences. – 2018. – Т. 4, № 6. – С. 35–44. – ISSN 2397-6187.
6. Пиотровский, Л. Б. Наномедицина как часть нанотехнологий / Л. Б. Пиотровский. – Текст : непосредственный // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2010. – № 3. – С. 41–46. – ISSN 0869-6047.
7. Гохберг, Л. М. Прогноз нанотехнологического развития России: 2030. Новые материалы и нанотехнологии / Л. М. Гохберг, А. Б. Ярославцев ; под. ред. Л. М. Гохберга, А. Б. Ярославцева. – Москва : Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2014. – 52 с. – Текст : непосредственный.

8. Хамидулина, Х. Х. Международные подходы к оценке токсичности и опасности наночастиц и наноматериалов / Х. Х. Хамидулина, Ю. О. Давыдова. – Текст : непосредственный // Токсикологический вестник. – 2011. – № 6 (111). – С. 53–57. – ISSN 0869-7922.
9. Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory / M. Vance [et al.]. – Text : unmediated // Beilstein J. Nanotechnol. – 2015. – № 6. – P. 1769–1780.
10. Toxicity of silver nanoparticles in biological systems: Does the complexity of biological systems matter? / R. Vazquez-Muñoz, B. Borrego, K. Juárez-Moreno [et al.]. – Text : unmediated // Toxicology Letters. – 2017. – Vol. 276. – P. 11–20.
11. Малафеева, Э. В. Антимикробная и токсикологическая характеристика антибактериальной мази с наночастицами серебра / Э. В. Малафеева. – Текст : непосредственный // Ремедиум. – 2011. – № 4. – С. 96–97.
12. Федотчева, Т. А. Перспективы применения наночастиц золота, серебра и оксида железа для повышения эффективности химиотерапии опухолевых новообразований / Т. А. Федотчева, А. Ю. Оленин, К. М. Старостин [и др.]. – Текст : непосредственный // Химико-фармацевтический журнал. – 2015. – № 4 (49). – С. 11–22. – ISSN 0023-1134.
13. Cammarota, G. Fecal microbiota transplantation: a new old kid on the block for the management of gut microbiota – related disease / G. Cammarota, G. Ianiro, S. Bibbò, A. Gasbarrini. – Text : unmediated // J. Clin. Gastroenterol. – 2014. – Vol. 48. – P. 80–84. – DOI: 10.1097/MCG.0000000000000244.
14. Crouzet, L. Potential use of probiotic and commensal bacteria as non-antibiotic strategies against vancomycin-resistant enterococci / L. Crouzet, L. Rigottier-Gois, P. Serron. – Text : unmediated // FEMS Microbiol. Lett. – 2015. – 362(8): fnv012. – DOI: 10.1093/femsle/fnv012.
15. Iebba, V. Eubiosis and dysbiosis: the two sides of the microbiota / V. Iebba, V. Totino, A. Gagliardi [et al.]. – Text : unmediated // New Microbiologica. – 2016. – Vol. 39. – P. 1–12.
16. Патент № 72945 Україна, МПК А61L 2/18 (2006.01). Композиція для захисту інкубаційних яєць курей : № 201112186 : заяв. 18.10.2011 : опубліковано 10.09.2012, Бюл. № 17 / Бордунова О. Г., Астраханцева О. Г., Байдевятова О. М., Чіванов В. Д. ; заявник і патентовласник Сумський НАУ. – Текст : непосредственный.
17. Патент № 5387 Україна, МПК А01К 45/00. Спосіб підвищення інкубаційних якостей яєць курей яєчних кросів : № 20040403231 : заяв. 28.04.2004 : опубліковано 15.03.2005, Бюл. № 3 / Іванов В. О., Архангельська М. В. ; заявник і патентовласник В. О. Іванов, М. В. Архангельська. – Текст : непосредственный.
18. Шатова, Д. С. Применение коллоидного серебра в птицеводстве / Д. С. Шатова, Е. Н. Зинина. – URL: [http:// scienceforum.ru](http://scienceforum.ru) (дата обращения: 03.01.2021). – Текст : электронный.
19. Изучение антибактериальных свойств коллоидных растворов наночастиц серебра и меди / П. А. Красочко, Р. Б. Корочкин, А. В. Притыченко [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – № 1. – С. 41–44. – ISSN 2413-2187.
20. Cytotoxic origin of copper (II) oxidenanoparticles: comparative studies with micron-sized particles, leachate, and metal salts / C. Gunawan [et al.]. – Text : unmediated // ACSNano. – 2011. – Vol. 5. – P. 214–225.
21. Synthesis, Characterization, and Antimicrobial Activity of Copper Nanoparticles / A. Maqsood [et al.]. – Text : unmediated // Article ID 637858. – 2014. – № 34. – P. 4–15.
22. К разработке критериев безопасности наночастиц металлов при введении их в организм животных / Е. А. Сизова, Т. Н. Холодилина, С. А. Мирошников [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 1. – С. 40–42. – ISSN 0869-3730.
23. Сизова, Е. А. Влияние включения в рацион наночастиц меди на уровень кадмия в организме цыплят-бройлеров / Е. А. Сизова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 1 (97). – С. 13–18.
24. Полищук, С. Д. Влияние суспензии наночастиц селена на качество и безопасность куриного мяса / С. Д. Полищук, Л. Е. Амплеева, А. А. Коньков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2015. – № 3 (27). – С. 33–35. – ISSN 2077-2084.
25. Карпова, Е. А. К вопросу о токсичности препаратов на основе наноселена / Е. А. Карпова, О. К. Демиденко, О. П. Ильина. – Текст : непосредственный // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 4. – С. 207–209. – ISSN 1819-4036.
26. Андреева, А. В. Эффективность использования железодекстрановых препаратов для профилактики анемии поросят / А. В. Андреева, И. Р. Муллаярова. – Текст : непосредственный // Ветеринария. – 2016. – № 3. – С. 120–122.
27. Андрусишина, И. Н. Структура, свойства и токсичность наночастиц оксидов серебра и меди / И. Н. Андрусишина, И. А. Голуб, Г. Г. Дидикин [и др.]. – Текст : непосредственный // Биотехнология. – 2011. – Т. 4. – № 6. – С. 51–59.
28. Наночастицы оксида цинка. Антиоксидант или генератор АФК / О. А. Воробьева, А. А. Павинская [и др.]. – URL: <http://ozonetherapy.ru> (дата обращения: 03.01.2021). – Текст : электронный.

29. Опасности и риски нанотехнологий и наноматериалов / К. И. Иванов [и др.]. – Текст : электронный // Медицинские новости. – 2013. – № 4 (223). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opasnosti-i-riski-nanotehnologiy-i-nanomaterialov> (дата обращения: 03.02.2020).

30. Сизова, Е. А. Биоэкологическая оценка различных тест-объектов при контакте с металлами в наноформе / Е. А. Сизова, С. А. Мирошников. – Текст : непосредственный // Актуальная биотехнология. – 2016. – № 3 (18). – С. 106–108. – ISSN 2304-4691.

31. Диагностика инфекционных болезней сельскохозяйственных животных: вирусные заболевания / А. А. Шевченко, О. Ю. Черных, И. М. Донник [и др.] ; под общ. ред. А. А. Шевченко. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 485 с. – ISBN 978-5-00097-373-8. – Текст : непосредственный.

References

1. Zanina, K. A. Vliyanie nanotehnologij i nanomaterialov na cheloveka i ostal'noj zhivoj mir / K. A. Zanina, A. P. Curkin. – Текст : непосредственный // Tehnicheskie nauki: tradicii i innovacii : materialy II Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (g. Cheljabinsk, oktjabr' 2013 g.). – Cheljabinsk : Dva komsomol'ca, 2013. – S. 21–24.

2. Krasochko, P. A. Ispol'zovanie nanochastic serebra i medi pri konstruirovanii kompleksnyh veterinarnyh preparatov (analiticheskij obzor) / P. A. Krasochko, M. A. Ponas'kov, R. B. Korochkin. – Текст : непосредственный // Aktual'nye problemy lechenija i profilaktiki boleznej molodnjaka : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Vitebsk : VGAVM, 2020. – S. 63–69.

3. Attestacija nanochastic metallov, ispol'zuemyh v kachestve biologicheski aktivnyh preparatov / I. P. Arsent'eva, E. S. Zotova, G. Eh. Folmanis [i dr.]. – Текст : непосредственный // Nanotehnika. Spec. vyp. : Nanotehnologii medicine. – 2007. – № 2. (10). – S. 72–77. – ISSN 1816-4498.

4. Vliyanie nanochastic na okruzhajushhujuju sredu i zdorov'e cheloveka / A. N. Yanushchik, E. A. Starostina, A. M. Makarova [i dr.]. – Текст : непосредственный // Molodoj uchenyj. – 2018. – № 17 (203). – S. 126–128. – ISSN 2072-0297.

5. Vlijaniya nanochastic serebra i cinka na strukturnye osobennosti kletok / P. A. Krasochko, A. V. Pritychenko, R. B. Korochkin [i dr.]. – Текст : непосредственный // Advances in agricultural and biological sciences. – 2018. – Т. 4, № 6. – S. 35–44. – ISSN 2397-6187.

6. Piotrovskij, L. B. Nanomedicina kak chast' nanotehnologij / L. B. Piotrovskij. – Текст : непосредственный // Vestnik Rossijskoj akademii medicinskih nauk. – 2010. – № 3. – S. 41–46. – ISSN 0869-6047.

7. Gokhberg, L. M. Prognoz nauchnotehnologicheskogo razvitija Rossii: 2030. Novye materialy i nanotehnologii / L. M. Gokhberg, A. B. Jaroslavtsev ; pod. red. L. M. Gokhberga, A. B. Jaroslavtseva. – Moskva : Nacional'nyj issledovatel'skij universitet «Vysshaja shkola jekonomiki», 2014. – 52 s. – Текст : непосредственный.

8. Khamidulina, Kh. Kh. Mezhdunarodnye podhody k ocenke toksichnosti i opasnosti nanochastic i nanomaterialov / Kh. Kh. Khamidulina, Yu. O. Davydova. – Текст : непосредственный // Toksikologicheskij vestnik. – 2011. – № 6 (111). – S. 53–57. – ISSN 0869-7922.

9. Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory / M. Vance [et al.]. – Text : unmediated // Beilstein J. Nanotechnol. – 2015. – № 6. – P. 1769–1780.

10. Toxicity of silver nanoparticles in biological systems: Does the complexity of biological systems matter? / R. Vazquez-Muñoz, B. Borrgo, K. Juárez-Moreno [et al.]. – Text : unmediated // Toxicology Letters. – 2017. – Vol. 276. – P. 11–20.

11. Malafeeva, Eh. V. Antimikrobnaja i toksikologicheskaja harakteristika antibakterial'noj mazi s nanochasticami serebra / Eh. V. Malafeeva. – Текст : непосредственный // Remedium. – 2011. – № 4. – S. 96–97.

12. Fedotcheva, T. A. Perspektivy primeneniya nanochastic zolota, serebra i oksida zheleza dlja povysheniya jeffektivnosti himioterapii opuholevyh novoobrazovanij / T. A. Fedotcheva, A. Yu. Olenin, K. M. Starostin [i dr.]. – Текст : непосредственный // Himiko-farmaceuticheskij zhurnal. – 2015. – № 4 (49). – S. 11–22. – ISSN 0023-1134.

13. Cammarota, G. Fecal microbiota transplantation: a new old kid on the block for the management of gut microbiota – related disease / G. Cammarota, G. Ianiro, S. Bibbò, A. Gasbarrini. – Text : unmediated // J. Clin. Gastroenterol. – 2014. – Vol. 48. – P. 80–84. – DOI: 10.1097/MCG.0000000000000244.

14. Crouzet, L. Potential use of probiotic and commensal bacteria as non-antibiotic strategies against vancomycin-resistant enterococci / L. Crouzet, L. Rigottier-Gois, P. Serror. – Text : unmediated // FEMS Microbiol. Lett. – 2015. – 362(8): fnv012. – DOI: 10.1093/femsle/fnv012.

15. Iebba, V. Eubiosis and dysbiosis: the two sides of the microbiota / V. Iebba, V. Totino, A. Gagliardi [et al.]. – Text : unmediated // New Microbiologica. – 2016. – Vol. 39. – P. 1–12.

16. Patent № 72945 Ukraïna, МПК А61L 2/18 (2006.01). Kompozicija dlja zahistu inkubacijnih jaec' kurej : № 201112186 : zajav. 18.10.2011 : opublikovano 10.09.2012, Bjul. № 17 / Bordunova O. G., Astrakhantseva O. G., Bajdevlyatova O. M., Chivanov V. D. ; zajavnik i patentovlasnik Sums'kij NAU. – Текст : непосредственный.

17. Patent № 5387 Ukraïna, MPK A01K 45/00. Sposib pidvishhennja inkubacijnih jakostej jaec' kurej jaecnih krosiv : № 20040403231 : zajav. 28.04.2004 : opublikovano 15.03.2005, Bjul. № 3 / Ivanov V. O., Arkhangel's'ka M. V. ; zajavnik i patentovlasnik V. O. Ivanov, M. V. Arkhangel's'ka. – Tekst : neposredstvennyj.
18. Shatova, D. S. Primenenie kolloidnogo serebra v pticevodstve / D. S. Shatova, E. N. Zinina. – URL: <http://scienceforum.ru> (data obrashchenija: 03.01.2021). – Tekst : jelektronnyj.
19. Izuchenie antibakterial'nyh svojstv kolloidnyh rastvorov nanochastic serebra i medi / P. A. Krasochko, R. B. Korochkin, A. V. Pritychenko [i dr.] // Veterinarnyj zhurnal Belarusi. – 2019. – № 1. – S. 41–44. – ISSN 2413-2187.
20. Cytotoxic origin of copper (II) oxidenanoparticles: comparative studies with micron-sized particles, leachate, and metal salts / C. Gunawan [et al.]. – Text : unmediated // ACSNano. – 2011. – Vol. 5. – P. 214–225.
21. Synthesis, Characterization, and Antimicrobial Activity of Copper Nanoparticles / A. Maqusood [et al.]. – Text : unmediated // Article ID 637858. – 2014. – № 34. – P. 4–15.
22. K razrabotke kriteriev bezopasnosti nanochastic metallov pri vvedenii ih v organizm zhivotnyh / E. A. Sizova, T. N. Kholodilina, S. A. Miroshnikov [i dr.]. – Tekst : neposredstvennyj // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk. – 2011. – № 1. – S. 40–42. – ISSN 0869-3730.
23. Sizova, E. A. Vlijanie vključenija v racion nanochastic medi na uroven' kadmija v organizme cypljat-brojlerov / E. A. Sizova // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2017. – № 1 (97). – S. 13–18.
24. Polishchuk, S. D. Vlijanie suspenzii nanochastic selena na kachestvo i bezopasnost' kurinogo mjasa / S. D. Polishchuk, L. E. Ampleeva, A. A. Kon'kov // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologičeskogo universiteta im. P. A. Kostycheva. – 2015. – № 3 (27). – S. 33–35. – ISSN 2077-2084.
25. Karpova, E. A. K voprosu o toksichnosti preparatov na osnove nanoselena / E. A. Karpova, O. K. Demidenko, O. P. Il'ina. – Tekst : neposredstvennyj // Vestnik KrasGAU. – 2014. – № 4. – S. 207–209. – ISSN 1819-4036.
26. Andreeva, A. V. Jeffektivnost' ispol'zovanija zhelezodekstranovyh preparatov dlja profilaktiki anemii porosjat / A. V. Andreeva, I. R. Mullayarova. – Tekst : neposredstvennyj // Veterinarija. – 2016. – № 3. – S. 120–122.
27. Andrusishina, I. N. Struktura, svojstva i toksichnost' nanochastic oksidov serebra i medi / I. N. Andrusishina, I. A. Golub, G. G. Didikin [i dr.]. – Tekst : neposredstvennyj // Biotehnologija. – 2011. – T. 4. – № 6. – S. 51–59.
28. Nanochasticy oksida cinka. Antioksidant ili generator AFK / O. A. Vorob'eva, A. A. Pavinskaya [i dr.]. – URL: <http://ozonotherapy.ru> (data obrashchenija: 03.01.2021). – Tekst : jelektronnyj.
29. Opasnosti i riski nanotehnologij i nanomaterialov / K. I. Ivanov [i dr.]. – Tekst : jelektronnyj // Medicinskie novosti. – 2013. – № 4 (223). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opasnosti-i-riski-nanotehnologiy-i-nanomaterialov> (data obrashchenija: 03.02.2020).
30. Sizova, E. A. Biojekologičeskaja ocenka razlichnyh test-ob#ektov pri kontakte s metallami v nanoforme / E. A. Sizova, S. A. Miroshnikov. – Tekst : neposredstvennyj // Aktual'naja biotehnologija. – 2016. – № 3 (18). – S. 106–108. – ISSN 2304-4691.
31. Diagnostika infekcionnyh boleznij sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: virusnye zabojevanija / A. A. Shevchenko, O. Yu. Chernykh, I. M. Donnik [i dr.] ; pod obshh. red. A. A. Shevchenko. – Krasnodar : KubGAU, 2018. – 485 s. – ISBN 978-5-00097-373-8. – Tekst : neposredstvennyj.