DOI: 10.48612/xfzk-uvm7-g8fh
УДК 615.7:619:636

АНАЛИЗ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И ВЕТЕРИНАРИИ

Красочко Петр Альбинович[1], д-р вет. наук, д-р биол. наук
Лебедева Татьяна Ивановна[1], аспирант
Красочко Ирина Александровна[1], д-р вет. наук
Станкуть Александр Эдвардович[1], аспирант
Черных Олег Юрьевич[2], д-р вет. наук, профессор
Кривонос Роман Анатольевич[2], канд. вет. наук
Белоусов Василий Иванович[3], д-р вет. наук
[1]Учреждение Образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
[2]ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Российская Федерация
[3]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория», г. Москва, Российская Федерация

Приведены литературные данные о разработке и использовании лекарственных препаратов для ветеринарной медицины. Показано, что 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. Проведены фундаментальные исследования по разработке и использованию препаратов на основе нано- и коллоидных частиц меди, цинка, молибдена, кобальта, кальция, палладия, олова, золота, платины и других металлов для лечения животных, дезинфекции, повышения продуктивности животных и т.д.

Ключевые слова: нанотехнологии; наночастица микроэлемента; нанопрепараты и их применение

ANALYSIS OF PREPARATIONS BASED ON MICROELEMENT NANOPARTICLES USED IN LIVESTOCK AND VETERINARY SCIENCE

Krasochko Petr Albinovich[1], Dr. Vet. Sci., Dr. Biol. Sci.
Lebedeva Tatyana Ivanovna[1], PhD student
Krasochko Irina Alexandrovna[1], Dr. Vet. Sci.
StankutAlexander Edvardovich[1], PhD student
Chernykh Oleg Yurievich[2], Dr. Vet. Sci.
Krivonos Roman Anatolievich[2], PhD Vet. Sci.
BelousovVasily Ivanovich[3], Dr. Vet. Sci.
[1]Institution of education "Vitebsk Order" Badge of Honor "State Academy of Veterinary Medicine," Vitebsk, Republic of Belarus
[2]Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation
[3]Federal State Budgetary Institution "Central Scientific and Methodological Veterinary Laboratory", Moscow, Russian Federation

There are given literary data on development and use of drugs for use in veterinary medicine. It has been shown that nanoparticles have high chemical activity and are able to react with other substances virtually without the participation of additional energy. To date, it is possible to obtain nanostructures of almost all chemical elements. Fundamental research has been carried out on the development and use of preparations based on nano- and colloidal particles of copper, zinc, molybdenum, cobalt, calcium, palladium, tin, gold, platinum and other metals for the treatment of animals, disinfection, increasing animal productivity, etc.

Keywords: nanotechnologies; microelement nanoparticle; nanopreparations and their application;

За последние 10 лет в мировой практике традиционные солевые и хелатные формы микроэлементов активно вытесняются более эффективными препаратами нового поколения на основе наночастиц этих микроэлементов. Наночастицы – это естественная, миллионы лет существующая часть природного мира. Давно известны примеры проявления аномально высокой урожайности в зоне действия вулканических облаков или в верховьях Нила. Ученые разгадали эту природную загадку, установив, что и в облаках, и в иловых донных отложениях действующим веществом являются богатые микроэлементами наночастицы, проявляющие высокую биологическую эффективность.

Наночастицы – это нерастворимые соединения микроэлементов. Они не имеют заряда и не воспринимаются электрически заряженной, гидрофобной защитной мембраной, как инородное тело. Размер наночастиц (2-40 нм) меньше размера пор, каналов, плазмодесм мембраны (до 50 нм), что позволяет им свободно проникать через поры к внутриклеточным органеллам. Для достижения высокого эффекта хватает гораздо меньшего количества микроэлементов в виде наночастиц, поскольку их способность проникать в клетки в сотни раз выше, чем у ионов и хелатов. Наночастицы «невидимы» потому, что не заряжены. Они проникают в клетку в большем количестве и запускают в действие гораздо большее количество биохимических фабрик, которые синтезируют ферменты, гормоны роста, аминокислоты, белки и другие жизненно необходимые вещества.

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

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.

Особый интерес вызывают наночастицы, включающие в свой состав ионы металлов. В природе известны естественные примеры, например, хлорофилл у зеленых растений и гемоглобин в эритроцитах крови. В прошлом металлические наночастицы были получены учеными физическими и химическими методами, но они имели целый ряд недостатков: использование токсичных растворителей, получение опасных побочных продуктов и высокое потребление энергии.

В последние годы исследователи больше ориентированы на разработку эффективных методов зеленого синтеза. Производство наночастиц с использованием различных экстрактов растений является более стабильным, экологически чистым и быстрым методом. Размер и морфологии наночастиц в значительной степени влияет на их функциональные способности.

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 [1-4].

Проведены фундаментальные исследования по разработке и использованию препаратов на основе нано- и коллоидных частиц меди, цинка, молибдена, кобальта, кальция, палладия, олова, золота, платины и других металлов для лечения животных, стимуляции иммунитета, дезинфекции, повышения продуктивности животных и т.д. [1-4].

Американская компания Altair Nanotechnologies производит средство для очистки воды бассейнов и рыбоводных прудов, под названием "Nano Check". В нем используются частицы на основе лантана размером 40 нм, которые абсорбируют фосфаты из воды и препятствуют росту водорослей. Обширным рынком для препарата Nano Check являются рыбоводные хозяйства, для которых устранение водорослей и предотвращение их появления – проблема насущная и весьма дорогостоящая. В настоящее время Altair проводит эксперименты с целью подтверждения безопасности наночастиц для рыбы, а также их влияния на окружающую среду и здоровье человека.

Центр Биологических Нанотехнологий России разработал и испытал наноэмульсии в качестве средств дезинфекции и деконтаминации поверхностей, включая кожу и слизистые оболочки. Наноэмульсии диаметром 400-800 нм растворяют клеточную мембрану микроорганизмов, вызывая их лизис. Наноэмульсии высоко эффективны против бактерий и исключительно нетоксичны, т. к. производятся из пищевых ингредиентов. В Центре изучены спорицидные свойства более сотни антимикробных эмульсий, исследованы возможности эмульсий инактивировать бактерии, вирусы и споры различных бацилл. Уникальное спорицидное действие наноэмульсий по эффективности сравнимо с 1 % хлором.

Одним из современных направлений нанотехнологии является использование наночастиц в животноводстве, в частности, наночастиц металлов-микро- и макроэлементов в качестве кормовых и пищевых добавок. Наличие подобных перспектив делает актуальным запрос на исследование различных биологических эффектов нанокристалических структур в отношении живых организмов с оценкой степени их токсичности и влияние на качество получаемой продукции.

На этом пути, пожалуй, одним из первых были работы научной группы Натальи Николаевны Глущенко, выполненные в 70-80 годах прошлого века. Авторы решили последовательно ряд задач по синтезу, аттестации и использованию в животноводстве высокодисперсных порошков металлов – микроэлементов [5,6]. Именно эти формы стали «эффективными» источниками микроэлементов в рационе сельскохозяйственных животных, что позволило рекомендовать их для производства. Однако, какие происходят изменения в структуре органов и тканей, в которые попадают наночастицы металлов, как наночастицы влияют на функциональные свойства иммунной системы, репродуктивных органов, каковы отдаленные последствия присутствия наночастиц в организме – эти и другие вопросы достаточно детально были изучены в ходе последующих исследований. Нанокристаллическое железо в биотических дозах ускоряет рост животных и птиц, усиливает регенерацию печени после частичной гепатэктомии, ускоряет заживление тканей [6].

Биодоступность нанодисперсного фосфата железа (III) была оценена в опытах на крысах с дефицитом железа и составила 96 %, что значительно превосходит соответствующий показатель не только для неорганических солей железа, но и для его органически связанной формы. При этом по показателям токсичности МПД, $ЛД_{50}$, $ЛД_{100}$ железо в наноструктурном состоянии значительно менее токсично, чем железо сульфат.

Эти факты побудили исследователей к созданию новых препаратов микроэлементов на основе наноформ металлов. Интенсивные результаты были получены в ходе исследований по влиянию многократного введения наночастиц на организм. В частности, при многократном введении наночастиц меди в биотических дозах (12 раз) в организм не происходит критических изменений концентрации общего пула микроэлементов, токсических и эссенциальных элементов, а также содержания самой вводимой меди в тканях животных. Это свидетельствует об отсутствии нарушений со стороны системы гомеостатического регулирования уровня металлов в организме при введении наночастиц. Однако гистологические исследования и изучение состояния апоптоза клеток подтверждают наличие существенных структурных перестроек в тканях и постепенное нарастание риска усиления апоптоза клеток к 12-ой неделе введения металла. Это свидетельствует о том, что в формировании биологического ответа на многократное введение наночастиц существенный вклад принадлежит отдельным или группе элементов, тогда как общий пул макро- и микроэлементов достаточно стабилен. Проведение исследования стали основанием к использованию наночастиц в различных областях животноводства: скотоводств, рыбоводство, птицеводство и др. [6, 7].

Установлено, что при выращивании цыплят-бройлеров, в рацион которых введены наночастицы металлов-микроэлементов, происходит повышение продуктивности птицы и снижение затрат корма на единицу прироста живой массы цыплят. Показано, что стимулирующий рост цыплят-бройлеров связан с повышенной биодоступностью микроэлементов при включении в корма наночастиц металлов. Также на основании проведенных исследований, запатентован способ снижения содержания кадмия в теле цыплят-бройлеров, включающий дачу корма непрерывно, начиная с двухнедельного возраста, отличающийся содержанием наночастиц ме-

ди [8].

В последние годы начато широкое использование наночастиц золота. Всем известно, что золото обладает несколькими качествами, которые делали его исключительно ценным на протяжении всей истории. Оно привлекательно по цвету и яркости, долговечно до практически неразрушимости, очень пластично и обычно встречается в природе в сравнительно чистом виде. Однако теперь установлено, что оно имеет целебные свойства. Золото является одним из самых благородных, то есть наименее химически активным из переходных элементов. Оно не подвергается воздействию кислорода или серы, хотя легко реагирует с галогенами или с растворами, содержащими или выделяющими хлор, такими как царская водка. Оно также будет растворяться в растворах цианида в присутствии воздуха или перекиси водорода. Исследование испанских ученых показало, что химически инертные наночастицы драгоценного металла могут навсегда убивать бактерии. Данный процесс происходит из-за того, что физический механизм деформирует клеточную стенку.

Так БАД Colloidal Copper Gold & Silver Oligo является противовоспалительным и бактерицидным средством для внутреннего и наружного применения, альтернативный заменитель антибиотиков.

Разработаны добавки в рецептуры кормов, использующие неорганические (сульфаты, карбонаты, оксиды) соединения металлов (меди, железа, кобальта, цинка и марганца). Существенный недостаток таких соединений - низкая степень усвоения их организмом животных и птицы. Кроме того, сульфатные соединения по природе гигроскопичные, что вследствие увлажнения приводит к нежелательным химическим превращениям в кормовых смесях (например, сульфат меди связывает добавки иодидов в нерастворимый комплекс, не пригодный для добавок в корма [9].

Известны также новые формы добавок микроэлементов под общим фирменным названием "Bioplex" («биоплексы»), например, американской фирмы Alltech, Inc., которые представляют собой соединения (комплексы) железа, марганца, меди и цинка с органическими соединениями, в качестве которых выступают смеси гидролизатов белковых веществ с олигопротеинами. Применение биоплексов позволяет улучшать биоусвояемость металлов и снижать потребность в них примерно в два раза при сохранении уровня продуктивности [10]. Биоплексы являются ближайшим аналогам, который принят нами за прототип. Недостатком прототипа является невысокая степень снижения потребности животных и птиц в микроэлементных добавках, что способствует повышению негативного влияния соединений тяжелых металлов (свинец, ртуть, кадмий и др.), а также мышьяка, которые всегда сопутствуют любым соединениям металлов и плохо выводятся из организма животного и птицы.

Методика исследований. Объект исследования – биодоступная форма микроэлементных добавок в кормовые смеси для животных и птиц была получена в результате отработки рациональных дозировок микроэлементов в составе минерального премикса, включающего L-аспарагинаты микроэлементов российского производства (ООО СБК – 2007 г. Саратов).

Результаты исследований и их обсуждение. Использование наночастиц микроэлементов меди, цинка, марганца, кобальта, железа и селена в рационах высокопродуктивных коров путём их выпаивания через воду в количестве 1 и 2 % от вносимых с премиксом П 60-3 положительно повлияло на гематологические и продуктивные показатели. Установлена тенденция увеличения количества лейкоцитов на 17,8 % ($P<0,05$), уровня гемоглобина на 3,7 % и гематокрита на 1,6 % за весь период исследований по сравнению с показателями крови коров контрольной группы.

Использование в рационах высокопродуктивных коров наночастиц способствовало увеличению среднесуточной продуктивности молока 3,6 %-й жирности на 0,9 и 1,4 кг или на 4,1 и 6,4 % по отношению к контрольной группе животных.

Введение в рационы высокопродуктивных коров комплексного препарата наночастиц железа, меди, цинка, кобальта, марганца и селена в количестве 1 и 2 % от вводимых в рационы животных с премиксом П 60-3 способствовало снижению удельного веса кормов в структуре себестоимости и получению дополнительной продукции в количестве 105,3 и 163,8 руб. от одной коровы за период исследований.

В ГНУ «Институт физико-органической

химии НАН Беларуси» разработана технология синтеза коллоидных растворов на основе наночастиц соединений микроэлементов: кобальта, марганца, меди, железа, цинка, хрома, селена, молибдена, серебра, не расслаивающихся при длительном хранении (до 3 лет) за счет стабилизации биогенными водорастворимыми полимерами. Испытаны и освоены в производстве субстанции нанопрепаратов для ветеринарии (стимуляция гемопоэза и повышение антиоксидантного статуса животных). Освоено производство нанопрепарата для растениеводства – микроудобрения «Наноплант». В ходе полевых регистрационных и производственных испытаний показано, что «Наноплант» в несколько раз менее токсичен, и проявляет существенно большую биологическую эффективность (повышение всхожести семян растений, снижение заболеваемости, увеличение урожайности) при в сотни раз меньшем их удельном расходе (в пересчете на микроэлементы) по сравнению с традиционными солевыми и хелатными формами микроудобрений [10, 11]. Учитывая перспективность использования новых форм микроэлементов в кормлении сельскохозяйственной птицы, нами поставлен научно-хозяйственный опыт на базе птицекомплекса СПК «Прогресс-Вертилишки» Гродненского района на цыплят-бройлерах кросса «Росс-308». Ввод микроэлементов осуществляется дозатором через линию поения в птичнике, в отличие от классической технологии их введения в составе премиксов. Заключение: новым научным направлением в области полноценного и сбалансированного минерального питания сельскохозяйственных животных и птицы в Республике Беларусь может стать изучение влияния наночастиц микроэлементов в составе рационов сельскохозяйственных животных и птицы на их хозяйственно-полезные признаки, что будет способствовать увеличению показателей продуктивности и эффективности производства продукции.

В Беларуси разработана технология и освоено производство серии новых нанопрепаратов для растениеводства и ветеринарии, не уступающих по эффективности лучшим мировым аналогам. Это микроудобрения: «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe», «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr», «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se», «Наноплант – Se», «Наноплант – Mo», «Наноплант – Fe, Co, Mo» в виде коллоидного раствора на основе наночастиц нерастворимых соединений микроэлементов испытано при выращивании злаковых и овощных культур. Данные разработки Национальной академии наук Беларуси очень перспективны и актуальны на практике в сельском хозяйстве. «Наноплант» представляет собой темно-коричневую жидкость, полученную из торфа. Выпускается препарат в разных объёмах: 1 мл, 15 мл, 1 л, 5 л, 10 и 20 л. Для всех видов обработки «Наноплант» разводится в пропорции 1:3000 (1 мл препарата (30 капель на 3 л воды). «Наноплант» может применяться для всех видов культур: яровые и озимые зерновые, зернобобовые, масличные, кормовые, овощные, ягодные, зеленные, картофель, лен, цветы, злаковый и бобово-злаковый травостой, садово-парковый газон. Препарат можно совмещать в одном баке со всеми средствами агрохимии, и он снижает угнетение растений от средств защиты. В декабре 2017 года «Наноплант» получил европейский экологический сертификат: разрешение на использование «Нанопланта» в органическом земледелии. Это – высшая каста в агрохимии. Только 1-2 % из всех выпускаемых в мире агрохимических препаратов допущены до чрезвычайно строго регламентируемой ниши в растениеводстве – производству абсолютно чистых продуктов без вредной химии. Новая разработка «Института физико-органической химиии НАН Беларуси» и «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»- кормовая добавка «Наноплант Хром (К)» предназначена для повышения продуктивности при откорме животных и птицы. Выпускается белорусской фирмой НТООО «АК-ТЕХ» в виде темно-коричневой жидкости, в таре различных объёмов: 1,5;10 и 20 л. Препарат снижает себестоимость получаемой продукции на 10%, повышается усвояемость клетчатки и протеина на 4 %, снижает удельное потребление корма на 11%, увеличивается среднесуточный прирост на 6 %, повышается сохранность мяса животных и птиц на 3,5 % и повышается качество мяса [10].

Существуют комплексные препарата на основе наночастиц: «Антианемин Форте», «Наноселен», «Хромарцин» и др.

«Антианемин Форте» представляет собой непрозрачную жидкость темно-коричневого цвета. Допускается выпадение небольшого количества однородного осадка. В 1 мл препарата содержится в виде наночастиц 75 мг железа, 250 мкг кобальта, 200 мкг меди и вспомогательных веществ до 1 мл.

«Антианемин Форте» выпускает РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» в стеклянных флаконах по 50 мл, 100 мл, 200 мл и 400 мл. Препарат хранят по списку Б в упаковке изготовителя в сухом, защищенном от света месте при температуре от + 5^{0}С до + 25^{0}С. Срок годности 2 (два) года от даты изготовления при соблюдении условий хранения. Препарат применяют для профилактики и лечения железодефицитной анемии и нормализации микроэлементного обмена, обусловленного дефицитом входящих в его состав биоэлементов у молодняка сельскохозяйственных (поросята, телята) и диких (косули) животных. С профилактической целью препарат вводят внутримышечно двукратно: поросятам – 1 – 1,5 мл/гол (на 2 – 4 день жизни), телятам- 3 – 6 мл/гол (на 3 – 5 день жизни); перорально – поросятам – 2 – 2,5 мл/гол (на 2 – 4 день жизни), сеголеткам косуль – 10 мл/л питьевой воды. Терапевтическая доза препарата для выше указанных животных составляет двойную профилактическую. а сутки до массовых обработок необходимо поставить на 3-5 животных пробу на индивидуальную переносимость путем введения препарата в рекомендуемых дозах. При отсутствии побочных реакций в течение 24 часов, препарат вводят остальным животным. Препарат у животных не вызывает осложнений и побочных эффектов.

«Наноселен» представляет собой мутную жидкость красно-коричневого цвета. В 1 см^3 препарата содержится 1,0 мг селена в форме наночастиц и вода для инъекций. Препарат выпускает РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» в стеклянных флаконах по 50,0 и 100,0 см^3. Хранят в защищенном от света месте при температуре от плюс 5°С до плюс 25°С. Срок годности 12 месяцев с даты изготовления, после вскрытия флакона – не более 24 часов. Селен в форме наноразмерных частиц 20-60 нм является менее токсичным и биологически более активным. «Наноселен» применяют с целью профилактики заболеваний, обусловленных дефицитом селена у сухостойных коров и новорождённых телят, супоросных свиноматок и поросят, а также для повышения их антиоксидантного статуса, неспецифической резистентности организма, воспроизводительной способности самок и профилактики послеродовых заболеваний и мастита у коров. Препарат вводят животным внутримышечно: сухостойным коровам за 50-70 дней до отёла в дозе 20 мл, затем повторно за 30 дней до отёла 20 мл, либо по 10 мл за 40 и 20дней до отёла. Телят обрабатывают дважды: первый раз на 2 – 5 день после родов в дозе 1 мл/10 кг массы тела, затем на 12-15 день повторно в такой же дозе. Свиноматкам за 20 дней до опороса 10-15 мл, поросятам – 0,5-1 мл на 3-4 дни и через 10-12 дней повторно. В рекомендуемых дозах «Наноселен» у животных не вызывает осложнений и побочных эффектов. Однако, за сутки до массовых обработок скота необходимо поставить на 5-10 животных пробу на переносимость. Противопоказанием к применению препарата является обработка животных в течение 10-ти последних дней препаратами, содержащими селен.

Препарат ветеринарный «Хромарцин» – представляет собой однородную непрозрачную жидкость темно-коричневого цвета в виде коллоидного раствора на основе наночастиц соединений микроэлементов. Допускается выпадение небольшого количества однородного осадка, разбивающегося при встряхивании. В 1 см^3 препарата содержится: железа – 1,85 мг, цинка – 1,05 мг, марганца – 0,35 мг, хрома – 0,06 мг, вода, фенол. Хранение по списку Б в защищенном от света месте при температуре от плюс 5 ^{0}С до плюс 25 ^{0}С.Срок годности: 1 год от даты изготовления. Препарат выпускает унитарное предприятие «Минский завод ветеринарных препаратов» в стеклянных флаконах по 100, 200, 400 см^3 и полимерной таре по 100, 200, 250, 500, 1000, 5000 см^3.Препарат применяют перорально с молоком или водой в течение 6-10 дней из расчета 10 см^3 на 50 кг массы. При необходимости курс применения «Хромарцина» повторяют в тех же дозах через 4-6 суток. Применяют крупному рогатому скоту и свиньям для профилактики гипомикроэлементозов и других метаболических нарушений, послеродовой патологии, а также с целью повышения устойчивости организма молодняка и его сохранности. Продукция животноводства, полученная от обработанных препаратом животных, используется без ограничений [10, 11].

Совершенно недавно в медицине появилось новое понятие васкулоид. Васкулоид – это механический протез, созданной на основе микрофагоцитов, респироцитов и клоттоцитов. Этот проект, названный "Roboblood", представляет собой комплекс медицинских

нанороботов, способных жить и функционировать в теле человека, выполняя все функции естественной кровеносной системы, но только гораздо лучше и эффективнее природной. Клоттоциты – искусственные аналоги тромбоцитов. Эти машины позволят прекращать кровотечения в течение 1 секунды, будучи более эффективным и своих природных аналогов во много раз. Их работа будет заключаться в быстрой доставке к месту кровотечения связывающей сети. Эта искусственная сеть будет задерживать кровяные клетки, останавливая ток крови.

Разработаны принципиально новые бактерицидные растворы для применения в стоматологии, челюстно-лицевой хирургии, урологии, акушерстве, гинекологии, при ЛОР-заболеваниях, проктологии на основе наночастиц различных металлов. Электроимпульсным, диспергационно-конденсационным способом получены водные и спиртовые (этиловый спирт) коллоидные нанодисперсные системы металлов и их оксидов на основе серебра (Ag), диоксида титана (TiO), оксида железа (FeO), оксида тантала (TaO), оксида ванадия (VO), оксида кобальта (CoO), диоксида тантала (TaO), оксида цинка (ZnO), оксида меди (CuO); смешанного раствора: диоксида титана (TiO), оксида алюминия (AIO) и диоксида молибдена (MoO). Исследования проводили на культуре зубного налёта и смешанной культуре, выделенной из зубодесневых карманов. В составе культуры идентифицированы *S. aureus, S. epidermidis* и нефермертирующие виды *E. coli.* Период наблюдения более 19 суток. Все растворы показали высокую пролонгированную бактерицидную активность в разведениях от цельного раствора 1-20 mg/L. Шаг разведения в десять раз (10-; 10-2; 10-3; 10-4; 10-5; 10-6; 10-7).

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

Вновь созданные препараты и кормовые добавки на основе наноструктур жизненно важных для организма животных химических элементов позволят более эффективно и с наименьшими затратами лечить и профилактировать многие болезни у людей, животных и растений, а также получать больше продукции животноводства с наименьшими экономическими затратами. В этой связи крайне важным являются работы по подтверждению отсутствия токсичности наночастиц металлов. В этом направлении есть определенные успехи. Так, предложено рассматривать состояние системы регуляции уровня микроэлементов и степень проявления апоптоза в органах-мишенях, как основные критерии оценки безопасности введения металлов-микроэлементов в форме наночастиц в организм.

В дальнейшем следует расширить данные исследования с целью определения влияния наночастиц металлов на качество получаемых продуктов животноводства и непосредственно на человека. Определить и выявить все предполагаемые риски для человечества.

Список литературы

1. Аттестация наночастиц металлов, используемых в качестве биологически активных препаратов / И.П. Арсентьева [и др.]. – Текст : непосредственный // Нанотехника. Спец. вып. : Нанотехнологии медицине. 2007. – № 2. (10). – С. 72–77. – ISSN 1816-4498.

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 Красочко П.А. Современные подходы к классификации иммуномодуляторов /П.А. Красочко П.А.// Эпизоотология, иммунобиология, фармакология и санитария. 2006. № 2. С. 35-40.

4. Красочко П.А. Иммуностимуляторы и современные способы коррекции иммунного ответа / П.А.Красочко, В.А. Машеро// Эпизоотология, иммунобиология, фармакология и

санитария. 2004. № 1. С. 32-36.

5. Стимуляция синтеза ДНК и белка высокодисперсным порошком цинка / Л.Д. Фаткуллина, Н.Н. Глущенко, Г.В. Коссова // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 1984. №1. С. 130.

6. Глущенко Н.Н., Ольховская И.П., Плетенева Т.В., Фаткуллина Л.Д., Ершов Ю.А., Федоров Ю.И. Биологическое действие высокодисперсных порошков металлов. Известия АН, сер.биол. 1989. № 3. С. 415

5. Влияния наночастиц серебра и цинка на структурные особенности клеток / П.А. Красочко, А.В. Притыченко, Р.Б. Корочкин [и др.]. – Текст : непосредственный // Advances in agricultural and biological sciences. 2018. – Т. 4, № 6. – С. 35-44. – ISSN 2397-6187.

6. Высокодисперсные порошки металлов – источники микроэлементов для сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров [и др.] // Физиолого – биохимические основы повышения продуктивности сельскохозяйственной птицы. Сборник научных трудов. Том 31. Боровск. 1985. С. 80-88.

7. Сизова Е.А. К разработке критериев безопасности наночастиц металлов при введении их в организм животных / Е.А. Сизова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. №1. С. 40-42.

8. Иличев Е. Переваримость рациона и баланс питательных веществ при скармливании телятам нанопорошков кобальта и меди / Е.Ильичев, А. Назарова, С. Полищук, В. Иноземцев [и др.]// Молочное и мясное скотоводство. 2011. – №5. – С. 27-29.

9. Использование наночастиц микроэлементов в рационах коров /А. И. Козинец [и др.] // РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Беларусь, 222160 (Поступила в печать 31.01.2019) с.186-192.

10. Азизбекян С.Г. Получение наночастиц биоэлементов с целью создания препарата для стимуляции гемопоэза у животных / С.Г. Азизбекян [и др.] //Нанотехника. 2012. – № 4 (32). – С 71-72.

11. Азизбекян С.Г. Новые нанопрепараты для агропромышленного комплекса/ С.Г. Азизбекян [и др.] // Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины. Материалы V Международной научно- практической. конференции: Ростов-на-Дону, 3-5 октября 2013., С. 257.

DOI: 10.48612/f3ta-58bz-13pu
УДК 619:615.356:616.36-002

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО КОМПЛЕКСНОГО ГЕПАТОПРОТЕКТОРНОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО КОМПОНЕНТА, СОДЕРЖАЩЕГО ФЛАВОНОИДЫ

Рогалева Евгения Викторовна, д-р вет. наук
Семененко Марина Петровна, д-р вет. наук
Кузьминова Елена Васильевна, д-р вет. наук
Абрамов Андрей Андреевич, канд. вет. наук
ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», г. Краснодар, Российская Федерация

Статья посвящена обоснованию разработки и применению комплексного гепатопротекторного препарата в животноводстве и птицеводстве. Препарат был разработан на основе природного алюмосиликата, в кристаллическую решетку которого были компаудированы лекарственное средство и растительный компонент, содержащий флавоноиды. Синергирующий и потенцирующий механизм действия компонентов препарата обуславливает гепатопротекторный, антиоксидантный, детоксицирующий и общестимулирующий фармакологические эффекты.

Ключевые слова: комплексный препарат; природный алюмосиликат; растительный компонент; флавоноиды