

## Влияние наночастиц серебра на физиологический статус бычков при технологических стрессах

*Е.А. Ажмулдинов, д.с.-х.н., профессор, М.Г. Титов, к.с.-х.н., М.А. Кизаев, к.с.-х.н., ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН; В.Н. Никулин, д.с.-х.н., профессор, И.А. Бабичева, д.б.н., В.В. Герасименко, д.б.н., профессор, Н.Ю. Ростова, к.б.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ*

Наночастицы представляют собой конструкционные материалы, изготовленные в наноразмерном диапазоне 1–100 нм в одном или нескольких измерениях. Чистое серебро характеризуется самой высокой электро- и теплопроводностью среди всех металлов и имеет низкое контактное сопротивление. Наночастицы серебра обладают уникальными физическими и химическими свойствами и используются в самых разных областях. Они

являются наиболее известными нанопродуктами, привлекающими значительное внимание в качестве антимикробных агентов, входят в состав ряда продуктов, включая катетеры, одежду и бытовые электроприборы, из-за их высокой удельной площади поверхности и доли поверхностных атомов [1].

Ранее сообщалось, что наночастицы серебра с диаметром менее 20 нм эффективны для лечения некоторых инфекционных заболеваний и сдерживают рост бактерий, плесени и вредных спор. Серебро также используют для лечения инфекций, связанных с ожогами, открытыми ранами и хроническими язвами. Наночастицы серебра могут поступать в организм через воду, продукты питания, косметические и лекарственные средства, а также

устройства для доставки лекарств. Некоторые исследователи продемонстрировали, что ионы серебра, выделяющиеся из потреблённых продуктов в кровь, могут накапливаться во внутренних органах и оказывать токсическое действие, особенно в печени и почках. Однако острые пероральные или трансдермальные дозы наносеребра (2000 мг/кг живой массы) у крыс, морских свинок и кроликов не привели к значительным клиническим признакам, повышению смертности [2, 3].

В литературных источниках очень мало информации касательно влияния наносеребра на организм животных в период стресса, а в приведённых данных не описывается механизм их действия. Это и определило актуальность и практическую значимость нашего исследования.

**Цель исследования** – изучить влияние наночастиц серебра на физиологическое состояние бычков и изменение показателей крови при технологических стрессах.

**Материал и методы исследования.** Исследование проводилось в ОАО Агрофирма «Нур» Республики Башкортостан на бычках чёрно-пёстрой породы 18-месячного возраста со средней живой массой 487,6 кг. Для изучения влияния наночастиц серебра на действие стрессовых явлений было сформировано три группы: контрольная и две опытные. Опытным животным внутримышечно вводили эмульсию (рН 9,5, редокс-потенциал Eh=-450мВ) с наночастицами серебра в дозе 0,01 и 0,05 мг/кг живой массы в течение 7 сут. до начала воздействия стресс-фактора.

Основной материал, полученный в исследованиях, обработан с использованием пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Достоверность разницы между средними значениями признаков определяли при помощи критерия Стьюдента.

**Результаты исследования.** Эффекты влияния наночастиц металлов, таких как серебро, селен, цинк, золото и т. д., в основном зависят от их фактической концентрации, подобранной для различных экспериментов. Высокая концентрация наночастиц серебра вызывала значительное повреждение генетического материала, окислительный стресс и механизмы молекулярного восстановления [3].

Наиболее сильные стресс-факторы для животных – транспортировка на мясоперерабатывающее предприятие и их предубойное содержание – приводят к общему беспокойству, мышечной дрожи, повышению температуры тела, частоты пульса и дыхания (табл. 1).

Результаты исследования показали, что введение эмульсии с наночастицами серебра в дозе 0,01 и 0,05 мг/кг живой массы обладает способностью смягчать воздействие технологических стрессов на животных.

Температура тела у бычков контрольной группы, которым не вводили внутримышечно эмульсию

католита с наночастицей перед транспортировкой, повышалась на 0,4°С, частота пульса – на 12,5%, дыхания – на 23,7%.

При внутримышечном введении эмульсии до воздействия стресс-фактора в меньшей степени наблюдались изменения в клинических показателях у животных I и II опытных групп. Температура тела у них повышалась всего на 0,2°С, частота пульса – на 7,6 и 9,6%, дыхания – на 11,2 и 14,3%.

После воздействия стресс-факторов у подопытных бычков происходило изменение значений морфологического и биохимического состава крови в сторону повышения показателей белкового, углеводного и липидного обмена в организме, что свидетельствует об их стрессовом состоянии (табл. 2).

В крови животных контрольной группы за период транспортировки возрастало по сравнению с исходным уровнем содержание эритроцитов на 18,4% (P<0,01), лейкоцитов – на 18,9 (P<0,01), гемоглобина – на 6,8% (P<0,01). В то же время у бычков I и II опытных групп увеличение этих показателей составляло соответственно всего в среднем на 7,6% (P<0,05), 5,5 (P<0,05) и 2,8% (P<0,05). При этом молодняк опытных групп уступал контрольным сверстникам по концентрации в крови эритроцитов в среднем на 9,2%,

1. Клинические показатели у подопытных животных ( $X \pm Sx$ )

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
До воздействия стресс-факторов			
Температура тела, °С	38,6±0,02	38,5±0,03	38,4±0,03
Частота пульса в мин.	64,6±0,06	64,8±0,05	64,6±0,04
Частота дыхания в мин.	27,9±0,03	28,5±0,06	28,0±0,08
После воздействия стресс-факторов			
Температура тела, °С	39,0±0,01	38,7±0,02	38,6±0,01
Частота пульса в мин.	72,7±0,25	69,7±0,37	70,8±0,30
Частота дыхания в мин.	34,5±0,38	31,7±0,40	32,0±0,41

2. Морфологический и биохимический состав крови у подопытных бычков ( $X \pm Sx$ )

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
До воздействия стресс-факторов			
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> к/л	7,18±0,12	7,18±0,10	7,17±0,18
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> к/л	7,35±0,19	7,43±0,17	7,38±0,17
Общий белок, г/л	67,27±0,46	67,48±0,33	68,00±0,40
Гемоглобин, г/л	118,0±0,61	118,8±0,50	117,9±0,52
Лимфоциты, 10 <sup>9</sup> к/л	2,1±0,19	2,3±0,18	2,3±0,22
Гематокрит, %	25,5±0,33	25,5±0,33	25,7±0,38
Глюкоза, моль/л	1,54±0,10	1,55±0,10	1,53±0,15
После воздействия стресс-факторов			
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> к/л	8,50±0,21	7,54±0,19	7,90±0,22
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> к/л	8,74±0,27	7,77±0,28	7,85±0,26
Общий белок, г/л	75,46±0,50	70,56±0,48	71,00±0,49
Гемоглобин, г/л	126,0±0,50	121,0±0,83	122,3±0,77
Лимфоциты, 10 <sup>9</sup> к/л	1,7±0,20	2,2±0,21	2,1±0,23
Гематокрит, %	43,5±0,31	38,8±0,30	39,7±0,28
Глюкоза, моль/л	1,78±0,12	1,24±0,13	1,30±0,14

лейкоцитов – на 10,6%, уровню гемоглобина – на 3,6%.

Наименьшими значениями изучаемых показателей характеризовались животные I опытной гр., получавшие эмульсию с наночастицами серебра в дозе 0,1 мг/кг. Они уступали сверстникам контрольной и II опытной групп по содержанию в крови эритроцитов соответственно на 11,3 ( $P<0,01$ ) и 4,6% ( $P<0,05$ ), лейкоцитов – на 8,6 ( $P<0,01$ ) и 1,0%, гемоглобина – на 4,0 ( $P<0,05$ ) и 1,1%.

В настоящем исследовании транспортировка оказывала воздействие на метаболизм, о чём свидетельствуют значительные изменения в плазме концентраций общего белка и глюкозы [4, 5]. Концентрация общего белка увеличилась у животных контрольной группы по сравнению с опытными сверстниками на 6,9 и 6,3% соответственно.

У бычков I опытной гр. эффективность внутримышечного введения эмульсии с наночастицами серебра (0,01 мг/кг живой массы) как средства, снижающего отрицательное воздействие транспортного стресса, подтверждалось изменениями не только в белковом, но в липидном и углеводном обменах, уровень глюкозы снизился на 20%, у сверстников II опытной гр. (0,05 мг/кг живой массы) – на 15,0%. В то же время у животных контрольной группы отмечалось повышение данного показателя на 15,6%.

Повышение концентрации глюкозы в плазме происходит главным образом из-за гликогенолиза, связанного с увеличением циркулирующих катехоламинов и глюкокортикоидов, которые выделяются во время транспортного стресса [6–8].

**Вывод.** По результатам полученных в ходе эксперимента данных можно констатировать, что наночастицы серебра в дозе 0,01 мг/кг живой массы

стабилизируют физиологические и гематологические показатели животных при воздействии технологических стрессов. Концентрация наночастиц серебра в эмульсии 0,05 мг/кг менее эффективна при транспортировке и предубойном содержании.

Следовательно, наночастицы серебра в дозе 0,01 мг/кг живой массы можно использовать в качестве средства защиты от технологических стрессов.

### Литература

1. Effects of silver nanoparticle (Ag NP) on oxidative stress biomarkers in rat / A. Ranjbar, Z. Ataie, F. Khajavi, H. Ghasemi // *Nanomed. J.*, 1 (2014), pp. 205–211
2. Synthesis and applications of silver nanoparticles. / Abou El-Nour K.M., Eftaiha A., Al-Warthan A., Ammar R.A. // *Arab. J. Chem.* 2010; 3:135–140. doi: 10.1016/j.arabj.2010.04.008.
3. Zhang X.-F., Liu Z.-G., Shen W., Gurunathan S. Silver nanoparticles: synthesis, characterization, properties, applications, and therapeutic approaches. *Int. J. Mol. Sci.* 2016;17:1534. doi: 10.3390/ijms17091534.
4. Морфологические и биохимические показатели крови бычков при технологических стрессах / В.И. Левахин, Е.А. Ажмулдинов, М.Г. Титов [и др.] // *Вестник мясного скотоводства.* 2017. № 2 (98). С. 88–92.
5. Ажмулдинов Е.А., Титов М.Г., Бабичева И.А. Влияние антистрессовых препаратов коламина и энергосила на физиологические показатели бычков чёрно-пёстрой породы // *Мясное скотоводство – приоритеты и перспективы развития: матер. II междунар. науч.-практич. конф., посвящ. памяти члена-корреспондента РАН В.И. Левахина* / под ред. С.В. Лебедева. Оренбург, 2017. С. 51–57.
6. Стрессоустойчивость чистопородного и помесного молодняка крупного рогатого скота к транспортному и предубойному стрессам / А.В. Сало, В.В. Попов, М.М. Поберухин [и др.] // *Инновационные направления повышения эффективности сельскохозяйственного производства: матер. междунар. науч.-практич. конф.* / под. ред. чл.-корр. РАН В.И. Левахина. Оренбург, 2010. С. 116–117.
7. Ажмулдинов Е.А., Титов М.Г. Сравнительная оценка адаптационной способности бычков различных пород // *Пути интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции в современных условиях: матер. междунар. науч.-практич. конф.: в 2-х ч.* / под ред. В.Н. Храмовой. Волгоград, 2012. Ч. 1. С. 53–54.
8. Физиологические показатели бычков в период стрессовой нагрузки при скармливании антистрессовых препаратов / В.И. Левахин, Е.А. Ажмулдинов, Ю.А. Ласыгина [и др.] // *Вестник мясного скотоводства.* 2016. № 3 (95). С. 80–84.