

А.И. КОЗИНЕЦ, О.Г. ГОЛУШКО, Т.Г. КОЗИНЕЦ,
М.А. НАДАРИНСКАЯ, М.С. ГРИНЬ, Н.В. ЛАРИОНОВА,
С.А. ЛИНКЕВИЧ, С.А. ГОНАКОВА

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАЦИОНАХ КОРОВ НА ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Использование в рационах коров комплекса наночастиц меди, цинка, марганца, кобальта, железа и селена в количестве 1 и 2 % от вносимых со стандартным рецептом премикса П 60-3 положительно влияет на гематологические показатели и продуктивность животных, способствует 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.

Ключевые слова: коровы, наночастицы, микроэлементы, кровь, продуктивность.

A.I. KOZINETS, O.G. GOLUSHKO, T.G. KOZINETS, M.A. NADARINSKAYA,
M.S. GRIN', N.V. LARIONOVA, S.A. LINKEVICH, S.A. GONAKOVA

EFFECT OF NANOPARTICLES OF TRACE ELEMENTS IN DIETS FOR COWS ON THEIR PERFORMANCE AND HEMATOLOGICAL PARAMETERS

*Research and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus
for Livestock Breeding, Zhodino, Belarus*

Use of nanoparticles of copper, zinc, cobalt, manganese, iron and selenium in diets for cows in the amount of 1 and 2 % of diet with premix P 60-3 has effect on hematological parameters and performance of animals, contributes to reduction of the feed specific proportion in the cost price structure and obtaining additional products in the amount of 105.3 and 163.8 rubles from one cow during the research period.

Key words: cows, nanoparticles, trace elements, blood, performance.

Введение. Являясь необходимой составной частью многих биологически активных соединений (белков, ферментов, гормонов, витаминов, пигментов) или оказывая влияние на их функции, микроэлементы участвуют в разнообразных процессах жизнедеятельности и обмена веществ в организме. В настоящее время многими научными организациями мира изучается механизм их действия на организм животных, влияние различных элементов в форме наночастиц, способов их производства, размеров частиц в диапазоне до 100 нм и более и множества других факторов на живую клетку и организм в целом. Всё это связано с набором уникальных свойств веществ и чистых элементов, приобре-

таемых ими в нанодиапазоне.

Под наночастицами подразумеваются частицы вещества, которые в трёх измерениях имеют размер меньше 100 нм. У частиц такого размера количество атомов которые расположены на поверхности частицы и в объёме оказываются сопоставимы. Свойства атомов на поверхности отличаются от расположенных внутри объёма частицы. Таким образом, свойства частицы зависят от размера, чем она меньше, тем больший процент атомов находится на поверхности. Это приводит к целому набору разносторонних свойств, а также появляется возможность изменять свойства вещества не за счёт его химического состава (как это делается обычно), а за счёт размеров тех элементов, из которых оно состоит [1-3].

Использование наночастиц цинка в качестве альтернативы обычным минеральным источникам при кормлении сельскохозяйственных животных положительно влияет на продуктивность, повышение иммунитета и улучшение воспроизводства. Исследованиями Mishra A. и др. и Lina T. установлено повышение продуктивности и эффективности использования кормов поросятами и птицей при введении в рационы наночастиц цинка [4, 5]. Yang Z.P. и Sun L.P., скармливая наночастицы цинка поросёнкам-отъёмышам в количествах 250, 375 и 500 мг/кг живой массы, установили повышение среднесуточного прироста на 10,0 %, 18,2 и 11,6 % и снижения частоты диареи на 27,1 %, 30,8 и 33,6% соответственно [6].

Rajendran D. и др. выявлена тенденция к снижению количества соматических клеток молока при скармливании коровам наночастиц ZnO. Включение наноцинка в рационы коров также способствовало увеличению производства молока и иммунитета. Введение в рацион коров с субклиническим маститом наночастиц цинка размерностью 180,1 нм способствовало достижению показателя в 200 тыс. соматических клеток уже во вторую неделю опыта. Тогда как при использовании метионина цинка показатель соматических клеток в молоке оказался на этом уровне только на третью неделю испытаний, а при скармливании оксида цинка целевые параметры достигнуты не были. Эффективность использования наночастиц ZnO авторы связывают с его биоцидным действием и максимальной активностью обусловленной уменьшением размера частиц и увеличением биодоступности [7-9].

Целью работы стало изучить влияние ввода в рационы высокопродуктивных коров комплекса наночастиц меди, цинка, марганца, кобальта, железа и селена на гематологические и продуктивные показатели.

Материал и методика исследований. С целью определения норм

ввода и эффективности использования наночастиц микроэлементов в рационах высокопродуктивных коров проведён научно-хозяйственный опыт в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области на дойном поголовье коров по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта по изучению эффективности использования наночастиц микроэлементов меди, цинка, марганца, кобальта, железа и селена в рационах высокопродуктивных коров

Группы	Количество животных в группе	Продолжительность опыта, дни	Условия кормления
I контрольная	24	180	Основной рацион (ОР) + премикс П 60-3 стандартный
II опытная	24	180	ОР + премикс П 60-3 стандартный + 1% от вносимых с премиксом наночастиц меди, цинка, марганца, кобальта, железа и селена
III опытная	24	180	ОР + премикс П 60-3 стандартный + 2% от вносимых с премиксом наночастиц меди, цинка, марганца, кобальта, железа и селена

Ежедневно каждое животное II опытной группы через воду получало одинаковое количество наночастиц, равное 1% от вносимых в рацион с премиксом (в расчёте по чистому элементу): 0,8 мг чистого элемента Fe, 0,56 мг чистого элемента Cu, 4,8 мг чистого элемента Zn, 0,4 мг чистого элемента Mn, 0,16 мг чистого элемента Co, 0,0032 мг чистого элемента Se. Через воду каждой корове III опытной группы поступало в организм количество наночастиц, равное 2% от вносимых в рацион с премиксом: 1,6 мг чистого элемента Fe, 1,12 мг чистого элемента Cu, 9,6 мг чистого элемента Zn, 0,8 мг чистого элемента Mn, 0,32 мг чистого элемента Co, 0,0064 мг чистого элемента Se.

Условия содержания животных были одинаковые: кормление в соответствии с нормами [10], доение трёхкратное, поение из автопоилок, содержание привязное.

В процессе исследований применялись зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучались следующие показатели:

- поедаемость кормов – при проведении контрольного кормления один раз в 10 дней за два смежных дня путём взвешивания задаваемых кормов и несъеденных остатков с расчётом фактической поедаемости;
- качество кормов и гематологические исследования определяли в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». В

кормах определяли: обменную энергию – расчётным путём по формулам, влагу – по ГОСТ 13496.3-92, сырой протеин – по ГОСТ 13496.4-93. п.2 (с использованием автоматического анализатора азота по Къельдалю ИДК-159), клетчатку – по методу Геннеберга-Штомана на FIWE-6, сырой жир – по ГОСТ 13496.15-97, золу – по ГОСТ 26226-95 п. 1, кальций – комплексометрическим методом в модификации А.Ф. Афанасьева, фосфор – по Фиске-Суббороу, макро- и микроэлементы – на атомно-адсорбционном спектрометре Optima 2100 DV. Отбор проб кормов осуществлялся ежемесячно на протяжении всего научно-хозяйственного опыта.

О физиологическом состоянии животных во время опыта судили по гематологическим показателям. В течение исследований определяли следующие показатели: морфофункциональный состав крови форменных элементов крови с использованием автоматического анализатора «URIT-3000 Vet Plus»; биохимический состав сыворотки крови – с использованием «Accent 200». Отбор проб крови проводился через 2,5-3 часа после кормления из яремной вены после кормления от 5 голов каждой группы.

Молочную продуктивность у коров изучали путём контрольных доек. Пробы молока отбирали в начале и конце исследований. В начале исследований животные были протестированы на мастит.

На основании показателей продуктивности, стоимости израсходованных кормов, общих затрат на производство продукции проводился расчёт экономической эффективности использования премиксов в рационах животных. Цифровые материалы обработаны методом вариационной статистики [11].

Результаты эксперимента и их обсуждение. В зимний период силос кукурузный, сенаж разнотравный и солому подготавливали и скармливали коровам в виде кормовой смеси. Общее потребление смеси объёмистых кормов в контрольной группе составило 34,1 кг, что соответствовало по питательности 50 % от общего рациона. Во II и III опытных группах установлено увеличение потребление смеси объёмистых кормов на 2,9 и 0,9 кг, и соответственно, объёмистые корма составляли 52 и 50,7 % от общей питательности рациона. Концентрированные корма (жмых рапсовый и комбикорм собственного производства) раздавались животным нормировано и отдельно от объёмистых кормов из расчёта 350 г на литр молока на голову в сутки. В расчёте на 1 кг сухого вещества рационы всех подопытных групп были практически одинаковы и содержали 10,5-10,6 МДж обменной энергии, 13,2-13,4 % сырого протеина, 3,1 % сырого жира, 18,8-19,1 % клетчатки, 26,3-26,7 % крахмала и 3,2 % сахара. Соотношение кальция к фосфору составило 1,5.

В летний период рационы коров состояли из травы пастбищной и концентратов, дополнительно использовалась подкормка объёмистыми кормами в виде кормосмеси (силоса кукурузного, сенажа разнотравного и соломы ячменной). Потребление кормосмеси объёмистых кормов в контрольной группе составило 21,1 кг или 30,6 % от общей питательности рациона. Коровы II опытной группы потребляли на 1,4 кг кормосмеси больше контрольных животных, что соответствовало 31,9 % питательности рациона. Потребление смеси объёмистых кормов коровами III опытной группы находилось на уровне 21,5 кг или на 0,4 кг больше контрольных животных, что соответствовало 31 % от общей питательности рациона животных. Концентрированные корма (комбикорм собственного производства) раздавались животным нормировано и отдельно от объёмистых кормов из расчёта 350 г на литр молока на голову в сутки. В расчёте на 1 кг сухого вещества рационы всех подопытных групп были практически одинаковы и содержали 10,8 МДж обменной энергии, 14,2-14,3 % сырого протеина, 2,4 % сырого жира, 19,1-19,3 % клетчатки, 25,6-25,8 % крахмала и 5,8 % сахара. Соотношение кальция к фосфору составило 2,0.

С целью определения эффективности ввода в рационы дойных коров различных дозировок комплексного препарата наночастиц изучалось действие препарата на морфологические показатели крови подопытных животных (таблица 2). Отбор проб проводили ежемесячно на протяжении 180 дней опыта согласно схеме исследований.

Скармливание комплексного препарата наночастиц в количестве 2% от вносимых с премиксом положительно повлияло на морфологические показатели крови. Установлена тенденция увеличения количества эритроцитов на 0,2 %, лейкоцитов – на 17,8 % ($P < 0,05$), уровня гемоглобина – на 3,7 %, гематокрита – на 1,6 % за весь период исследований по сравнению с контрольной группой.

Уровень гемоглобина превышал контрольную группу не только среднестатистически за весь период исследований, но и ежемесячно: в первый месяц – на 3,8 %, во второй – на 2,5 %, в третий – 6,7 %, в четвёртый – 0,4 %, в пятый – на 4,4 %. Также установлено ежемесячное увеличение количества лейкоцитов в III опытной группе по отношению к контрольным животным: в первый месяц – на 27,0 %, во второй – на 23,4 %, в третий – на 36,9 %, в четвёртый – на 0,5 % и в пятый – на 12,9 %. Повышение числа лейкоцитов в пределах физиологической нормы считается положительным признаком, который свидетельствует об имеющихся защитных ресурсах организма.

Во II опытной группе количество эритроцитов по отношению к контрольной группе снизилось на 4,2 %. В целом за период исследований показатель гематокрита (способности крови переносить кислород,

выражающийся в соотношении суммарного объёма форменных элементов к общему объёму крови) был на одном уровне.

Таблица 2 – Морфологические показатели крови

Показатель	Период	I группа	II группа	III группа
Эритроциты, 10 ¹² /л	1 месяц	5,79±0,15	5,91±0,32	5,87±0,37
	2 месяц	6,02±0,11	5,19±0,30	5,96±0,20
	3 месяц	5,93±0,11	5,59±0,08	6,10±0,32
	4 месяц	4,91±0,21	4,66±0,32	4,88±0,08
	5 месяц	4,90±0,15	5,09±0,44	5,30±0,24
	В среднем	5,51±0,12	5,28±0,16	5,63±0,14
Гемоглобин, г/л	1 месяц	71,6±2,77	78,6±4,18	74,3±5,51
	2 месяц	73,2±2,13	68,6±3,84	75,0±3,11
	3 месяц	73,4±1,36	71,0±2,74	78,3±4,08
	4 месяц	89,0±2,35	84,0±5,56	89,4±2,44
	5 месяц	86,2±2,15	89,4±6,81	90,0±4,11
	В среднем	78,7±1,75	78,6±2,60	81,6±2,11
Гематокрит, %	1 месяц	24,7±0,82	26,5±1,34	25,0±1,91
	2 месяц	25,4±0,68	23,2±1,28	25,2±1,03
	3 месяц	25,0±0,47	24,3±0,85	26,4±1,50
	4 месяц	23,4±1,06	22,6±1,89	22,9±0,67
	5 месяц	23,0±0,80	24,5±2,20	23,8±1,52
	В среднем	24,3±0,37	24,2±0,73	24,7±0,62
Лейкоциты, тыс. мм ³	1 месяц	7,44±0,64	8,96±0,48	9,45±1,04
	2 месяц	7,86±0,86	8,58±1,00	9,70±0,90
	3 месяц	7,18±0,74	7,54±0,45	9,83±0,97
	4 месяц	11,96±0,89	11,22±1,55	12,02±0,97
	5 месяц	9,64±0,59	10,24±1,37	10,88±0,76
	В среднем	8,82±0,48	9,31±0,51	10,39±0,43*

Примечание: * - P<0,05

Продуктивность и качественные показатели молока коров за весь период исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Продуктивность и качество молока коров

Показатели	Контроль	II опытная	III опытная
Начало опыта:			
среднесуточный удой, кг	30,1±2,24	29,5±2,67	30,0±2,08
жирность молока, %	4,32±0,32	3,73±0,41	3,49±0,34
белок молока, %	3,00±0,07	3,06±0,17	2,98±0,17
мочевина, мг/дл	49±4,4	32±5,5	35±4,7
Среднее значение:			
среднесуточный удой, кг	24,7±0,28	25,5±0,36	25,2±1,35
жирность молока, %	3,18±0,25	3,21±0,30	3,31±0,21
белок молока, %	3,13±0,06	3,14±0,12	3,16±0,05
мочевина, мг/дл	30,5±4,6	29,9±4,2	29,9±5,7
среднесуточный удой молока 3,6%-ной жирности, кг	21,8	22,7	23,2
% к контролю	100	104,1	106,4

В начале исследований от коров периода раздоя всех подопытных групп надаивали практически одинаковое количество молока – 29,5-30,1 кг. В связи с началом летне-пастбищного периода и скармливанием зелёных кормов с третьего месяца исследований (май) спад лактационной кривой прекратился и наблюдалась динамика повышения продуктивности при одновременном снижении количества жира в молоке.

Жирность молока на протяжении всего периода исследований не имела постоянных значений и варьировалась в зависимости от состава рациона, периода лактации, времени года и др. В результате ежемесячных исследований качества продукции установлено содержание жира в молоке контрольных животных на уровне 3,18 %, во II опытной группе коров – 3,21 % и в III – 3,31 % или на 0,13 п. п. выше контрольных показателей.

Результаты исследований за 6 месяцев показали, что содержание белка в молоке контрольных коров варьировалось от 3,0 до 3,36 %, в молоке II опытной группы – от 2,77 до 3,42 %, III – от 2,98 до 3,31 %.

Использование в рационах высокопродуктивных коров комплексного препарата наночастиц в количестве 1 и 2 % от вводимых в рационы животных с премиксом П 60-3 способствовало увеличению среднесуточной продуктивности молока натуральной жирности на 0,8 и 0,5 кг, или на 3,2 и 2,0 %, 3,6%-ной 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.

Заключение. 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%-ной 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.

Литературы

1. Nano zinc, an alternative to conventional zinc as animal feed supplement / S. Partha [et al.] // *Animal Nutrition*. – 2016. – Vol. 2, Issue 3. – P. 134–141
2. Use of nanoparticles as feed additives to improve digestion and absorption in livestock / J. B. Surej [et al.] // *Livestock Research International*. – 2014. – Vol. 2, Issue 3. – P. 36–47
3. Pankaj, K. S. Use of Nano Feed Additives in Livestock Feeding / K. S.D. Pankaj // *International Journal of Livestock Research*. – Vol. 6(1). – P. 1-14
4. Growth performance and serum biochemical parameters as affected by nano zinc supplementation in layer chicks / A. Mishra [et al.] // *Indian Journal of Animal Nutrition*. – 2014. – Vol. 31, Issue-4. – P. 384-388
5. Effect of nano-zinc oxide on the production and dressing performance of broiler / T. Lina [et al.] // *Chinese Agricultural Science Bulletin*. – 2009. – Issues 2. – P. 3
6. Yang, Z. P. Effects of nanometre ZnO on growth performance of early weaned piglets / Z. P. Yang, L. P. Sun // *J. Shanxi Agric. Sci.* – 2006. – Vol. 3. – P. 024
7. Rajendran, D. Application of Nano Minerals in Animal Production System / D. Rajendran // *Research Journal of Biotechnology*. – 2013. – Vol. 8(3). – P. 1-3
8. Enhancing the milk production and immunity in Holstein Friesian crossbred cow by supplementing novel nano zinc oxide / D. Rajendran [et al.] // *Research Journal of Biotechnology*. – 2013. – Vol. 8, Issue 5. – P. 11-17
9. Synthesis and application of nano minerals in livestock industry / D. Rajendran [et al.] // *Animal Nutrition and Reproductive Physiology (Recent Concepts)*. – Delhi : Satish Serial Publishing House, 2013. – P. 517-530
10. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие / А. П. Калашников [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Россельхозакадемия, 2003. — 456 с.
11. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Высшая школа, 1973. – 320 с.

Поступила 28.03.2019 г.