

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАЦИОНАХ КОРОВ

А. И. КОЗИНЕЦ, О. Г. ГОЛУШКО, М. А. НАДАРИНСКАЯ,
Т. Г. КОЗИНЕЦ

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Беларусь, 222160*

(Поступила в печать 31.01.2019)

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.

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

Use of the complex of nanoparticles of copper, zinc, manganese, cobalt, iron and selenium in diets for cows in the amount of 1 and 2% of the added with the standard formulation of premix P 60-3 has positive effect on hematological parameters and performance of animals.

Keywords: *cows, nanoparticles, trace elements, blood, performance.*

Введение. Механизм действия наночастиц на организм животных в настоящее время изучается многими научными организациями мира. Изучается 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 приобретаемых ими в нанодиапазоне.

Под наночастицами подразумеваются частицы вещества, которые в трех измерениях имеют размер меньше 100 нм. У частиц такого размера количество атомов, которые расположены на поверхности частицы и в объеме оказываются сопоставимы. Свойства атомов на поверхности отличаются от расположенных внутри объема частицы. Таким образом, свойства частицы зависят от размера, чем она меньше, тем больший процент атомов находятся на поверхности. Это приводит к целому набору разносторонних свойств, а также появляется возможность изменять свойства вещества не за счет его химического состава (как это делается обычно), а за счет 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 А. 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 поросётам-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]. Tsai Y. H., Mao S. Y. и др., изучая влияние наноразмерного оксида цинка (размер частиц составлял 142 ± 15 нм) на усвоение цинка в организме кур-несушек и толщину яичной скорлупы, установили его положительное влияние по сравнению с вводом обычного оксида цинка [7].

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 [8–10].

Цель работы – 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 был проведен научно-хозяйственный опыт в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области на дойном поголовье коров по схеме, представленной в табл. 1.

Ежедневно каждое животное второй опытной группы через воду получало одинаковое количество наночастиц равное 1 % от вносимых в рацион с премиксом: (в расчете 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 третьей 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.

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

Условия содержания животных были одинаковые: кормление в соответствии с нормами (2003), доение трехкратное, 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 путем взвешивания задаваемых кормов и несъеденных остатков с расчетом 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 – расчетным путём по формулам, влагу – по ГОСТ 13496.3-92, сырой протеин – по ГОСТ 13496.4-93. п.2 (на автоматическом анализаторе азота по Кьельдалю 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 – на

приборе «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 путем 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 расчет экономической эффективности использования премиксов в рационах животных. Цифровые материалы обработаны методом вариационной статистики (П. Ф. Рокицкий, 1973).

Результаты исследований и их обсуждение. Научно-хозяйственные исследования по изучению влияния на организм высокопродуктивных коров комплексного препарата наночастиц (меди, цинка, марганца, кобальта, железа и селена) проведены в течение 6 месяцев согласно схеме проведения опыта. Кормление животных препаратом наночастиц осуществлялось как в зимне-стойловый период (первая часть опыта), так и в летний период (вторая часть опыта).

В зимний период силос кукурузный, сенаж разнотравный и солому подготавливали и скармливали коровам в виде кормовой смеси. Общее потребление смеси объемистых кормов в контрольной группе составило 34,1 кг, что соответствовало по питательности 50 % от общего рациона. Во второй и третьей опытных группах установлено увеличение потребления смеси объемистых кормов на 2,9 кг и 0,9 кг, и соответственно объемистые корма составляли 52 и 50,7 % от общей питательности рациона. Концентрированные корма (жмых рапсовый и комбикорм собственного производства) раздавались животным нормировано и отдельно от объемистых кормов из расчета 350 г на литр молока на голову в сутки. В расчете 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 объемистыми кормами в виде кормосмеси (силоса кукурузного, сенажа разнотравного и соломы ячменной). Потребление кормосмеси объемистых кормов в контрольной группе составило 21,1 кг, или 30,6 % от общей питательности рациона. Коровы второй опытной группы потребляли на 1,4 кг кормосмеси больше контрольных животных, что соответствовало 31,9 % питательности рациона. Потребление смеси объемистых кормов коровами третьей 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 объемистых кормов из расчета 350 г на литр молока на голову в сутки. В расчете 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 (табл. 2) показатели крови подопытных животных. Отбор проб проводили ежемесячно на протяжении 180 дней опыта согласно схеме исследований.

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*

* – $P < 0,05$.

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 ге-

моглобина на 3,7 % и 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 четвертый – 0,4 %, в пятый – на 4,4 %. Также установлено ежемесячное увеличение количества лейкоцитов в третьей опытной группе по отношению к контрольным животным: в первый месяц – на 27,0 %, во второй – на 23,4 %, в третий – на 36,9 %, в четвертый – 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 второй опытной группе количество эритроцитов по отношению к контрольной группе снизилось на 4,2 %. В целом за период исследований показатель гематокрита (способности крови переносить кислород, выражающейся в соотношении суммарного объема форменных элементов к общему объему крови) был на одном уровне.

Продуктивность и качественные показатели молока коров за весь период исследований представлены в табл. 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 молока. В связи с началом летне-пастбищного периода и скармливанием зеленых 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 ежемесе-
чных исследований качества продукции установлено содержание
жира в молоке контрольных животных на уровне 3,18 %, во второй
опытной группе коров – 3,21 % и в третьей – 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 комплексно-
го препарата наночастиц в количестве 1 и 2 % от вводимых в рацио-
ны животных с премиксом П 60-3 способствовало увеличению средне-
суточной продуктивности молока натуральной жирности на 0,8 и 0,5
кг, или на 3,2 и 2,0 % по отношению к контрольной группе.

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 селе-
на в количестве 1 и 2 % от вводимых в рационы животных с премик-
сом П 60-3 способствовало снижению удельного веса кормов в струк-
туре себестоимости и получению дополнительной продукции в коли-
честве 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 высокопродук-
тивных коров путём их выпаивания через воду в количестве 1 и 2 % от
вносимых с премиксом П 60-3 положительно повлияло на гематологи-
ческие 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 ко-
ров 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 селе-
на в количестве 1 и 2 % от вводимых в рационы животных с премик-
сом П 60-3 способствовало снижению удельного веса кормов в струк-
туре себестоимости и получению дополнительной продукции в коли-
честве 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. Surej Joseph Bunglavan, AK Garg, RS Dass and Sameer Shrivastava. 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. SD. 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. Lina, T., Jianyang, J., Fenghua, Z., Huiying, R., Wenli, L. (2009) 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. Effects of nanosize zinc oxide on zinc retention, eggshell quality, immune response and serum parameters of aged laying hens / Y. H. Tsai [et al.] // *Animal Feed Science and Technology*. - 2016. - Vol. 213. - P. 99–107.
8. Rajendran, D. Application of Nano Minerals in Animal Production System / D. Rajendran // *Research Journal of Biotechnology*. - 2013. - Vol. 8(3). - P. 1–3.
9. 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.
10. Synthesis and application of nano minerals in livestock industry / D. Rajendran [et al.] // Sampath, K.T., Ghosh, J., Bhatta, R., editors. *Animal Nutrition and Reproductive Physiology (Recent Concepts)*. Satish Serial Publishing House. - Delhi, 2013. - P. 517–530.