

А.И. КОЗИНЕЦ¹, М.А. НАДАРИНСКАЯ¹, Е.А. КАПИТОНОВА²,
О.Г. ГОЛУШКО¹, Т.Г. КОЗИНЕЦ¹, С.А. КОВАЛЁВА¹, М.С. ГРИНЬ¹,
Н.В. МАЗЮК¹

КОРМОВАЯ ДОБАВКА С НАНОЧАТИЦАМИ СЕЛЕНА В СОСТАВЕ РАЦИОНОВ ДЛЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

*¹Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

*²Московская государственная академия ветеринарной медицины и
биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, Россия*

Для успешного ведения промышленного скотоводства необходимо уделять повышенное внимание полноценному кормлению и повышению коэффициента полезного действия кормов. Для этого необходимо создавать рационы, сбалансированные по микроэлементному составу и биологически активным веществам. В последнее время с этой целью в кормлении животных используют биологически активные препараты – нанопорошки металлов, обладающие пролонгированным действием, которые способны повысить активность биохимических и физиологических процессов в организме. В представленной статье отражены результаты работы по изучению эффективности скармливания разных уровней препарата «Нано-селен (Se)» молодняку крупного рогатого скота в молочный период. Исследования показали, что использование изучаемого препарата в количестве 0,10 мг Se (наночастицы) на 1 кг сухого вещества рациона в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период оказывает положительное влияние на эффективность его выращивания. Так, среднесуточный привес повысился на 5,2 %, себестоимости прироста снизилась на 5,2 %, дополнительной прибыли на голову составила 47,4 руб.

Ключевые слова: наночастицы, селен, Нано-селен (Se), молодняк крупного рогатого скота, продуктивность, себестоимость.

A.I. KOZINETS¹, M.A. NADARINSKAYA¹, E.A. KAPITONOVA²,
O.G. GOLUSHKO¹, T.G. KOZINETS¹, S.A. KOVALEVA¹, M.S. GRIN¹,
N.V. MAZYUK¹

FEED ADDITIVE WITH SELENIUM NANOPARTICLES AS PART OF THE DIET FOR YOUNG CATTLE

¹*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

²*Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –
MVA n.a. K. I. Skryabin, Moscow, Russia*

For successful industrial cattle breeding we should pay greater attention to adequate feeding and improve the efficiency of feed. For this purpose, it is necessary to create rations balanced in terms of microelement composition and biologically active substances. Recently, in this regard, biologically active preparations such as long-acting metal nanopowders, which are able to increase the activity of biochemical and physiological processes in the body, have been used in animal feeding. This article contains the results of work on studying the effectiveness of feeding different levels of the preparation “Nano-Selen (Se)” to young cattle in the pre-weaning period. The research has shown that the use of the studied preparation in the amount of 0.10 mg Se (nanoparticles) per 1 kg of dry matter of the diet in the feeding of young cattle in the pre-weaning period has a positive effect on the efficiency of its growth. Thus, average daily gain increased by 5.2 %, cost of gain decreased by 5.2 %, additional profit per head amounted to 47.4 rubles.

Keywords: nanoparticles, selenium, “Nano-selenium (Se)”, young cattle, productivity, cost of gain.

Введение. С переводом отрасли животноводства на промышленную основу для повышения молочной и мясной продуктивности крупного рогатого скота всё большее внимание уделяется полноценному кормлению и повышению коэффициента полезного действия кормов.

Для развития кормовой базы, обеспечивающей потребность животных в необходимом количестве питательных веществ, требуется создание рационов, сбалансированных по микроэлементному составу, содержащих биологически активные вещества, которые позволяют максимально обеспечить необходимыми минеральными компонентами. В последнее время большое значение придается использованию в кормлении сельскохозяйственных животных экологически безопасных и биологически активных препаратов, обладающих пролонгированным действием на биохимические и продуктивные показатели [1, 2].

В получении высокой продуктивности животных большую роль

играют биопрепараты – нанопорошки металлов, которые способны повысить активность биохимических и физиологических процессов в организме. Повышенный интерес вызывают биологически активные добавки в виде ультрадисперсных порошков металлов (УДПМ), которые отличаются от ранее известных форм биодобавок тем, что они экологически безопасны, высокоэффективны и экономически выгодны. Наибольшей биологической активностью обладают порошки таких металлов, как железа, кобальта, меди [3, 4].

Диапазон применения нанопорошков весьма велик. Хорошо зарекомендовали себя в отраслях растениеводства и животноводства [5, 6, 7]. Высокодисперсные порошки металлов при введении в организм обладают рядом преимуществ – они малотоксичны, отличаются высокой биодоступностью и могут оказывать положительное воздействие на жизнедеятельность микрофлоры [8]. Установлено, что при введении высокодисперсных микроэлементов меди, железа, марганца, цинка в рацион кормления цыплят-бройлеров, поросят в качестве микроэлементов положительно влияло на среднесуточный прирост живой массы птицы [1, 2, 3, 4, 9, 10, 11].

Необходимость ежедневного ввода селена в состав рационов молодняка крупного рогатого скота доказана давно. Создан широкий диапазон добавок неорганической и органической природы с разной степенью усвояемости. Однако усвояемость животными этого ультра-микроэлемента из комбикормов (неорганическая форма селена) всегда имело ограниченный предел и часто граничила с соблюдением точной дозировки из-за высокой токсичности используемых в них добавок [12]. Одним из способов было включение селенита натрия, относящегося к 1 классу опасности. Интерес к использованию наночастиц нульвалентного селена с размером 20-60 нм стабилизированных белком показал, что его использование в составе рационов стимулирует синтез селеносодержащих ферментов и в несколько раз менее токсичен неорганической формы этого микроэлемента. Установлено, что увеличивается активность каталазы и пероксидазы на 15,2 и 26,6 %, количество диеновых конъюгантов и малонового диальдегида, свободных радикалов перекисного окисления уменьшается на 21,3 и 14,6 % [13].

Поскольку корм является единственным источником селена для животных его усвояемость из него также находится не на высоком уровне и может снижаться под действием разных факторов, поэтому удовлетворение потребности в этом микроэлементе для молодняка крупного рогатого скота в начальный период выращивания требует высокой усвояемости его из корма [14].

Жидкие формы нанопрепаратов, растворённые в специальной среде

специально приготовленные нанопорошки, для молодняка сельскохозяйственных животных и птицы показывают хорошие результаты, поскольку потребление сухих кормов на начальном этапе нестабильное, чтобы иметь возможность точно нормировать потребление элемента на день. В связи с этим перспективным представляются исследования по изучению влияния высокодисперсных суспензий или растворов металлов на эффективность использования рационов в кормлении молодняка крупного рогатого скота, что актуально и имеет большое практическое значение.

Целью наших исследований явилось изучение эффективности скармливания разных уровней препарата «Нано-селен (Se)» молодняку крупного рогатого скота в молочный период.

Материал и методика исследований. Исследования содержания селена, цинка и железа в компонентах комбикормов и рационов проводились в ГНУ «Институт физико-органической химии», ГУ «ЦНИЛ» и ГУ «Научно-практический центр гигиены» на атомно-эмиссионном спектрометре на индуктивно-связанной плазме. Пробоподготовка: высокотемпературная кислотная минерализация с использованием HNO_3 и H_2O_2 .

Препарат «Нано-селен (Se)» представляет собой стабилизированный модифицированными полисахаридами коллоидный раствор селена красного цвета без посторонних включений. Содержит в своём составе от 0,30 до 1,0 грамма в одном литре наночастиц селена и предназначен для использования в кормлении крупного рогатого скота и свиней в составе заменителя цельного молока, цельного молока, выпаиваемой воды.

Гранулометрический состав препарата, установленный в Центре исследований и испытаний материалов ГНУ «Институт порошковой металлургии имени академика О.В. Романа», показал наличие 90 % частиц размером менее 55,7 нм, 50 % частиц размером менее 31 нм, 10 % частиц размером менее 6,2 нм.

Технология производства наночастиц металлов в виде эмульсии разработана в ГУ «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси» совместно с НТООО «Актех» (г. Минск). В испытательном центре Института порошковой металлургии проведён анализ гранулометрического состава образцов нанопрепарата «Нано-селен (Se)». Гранулометрический состав исследуемого образца определяли на лазерном анализаторе размера частиц Zetasizer Nano ZS фирмы Malvern (Великобритания). Диапазон измеряемых размеров: 0,3 нм - 10,0 мкм. Усредненное значение вычисляли на основании результатов не менее 5 последовательных измерений.

Исследования по изучению эффективности использования наночастиц селена путем их выпаивания молодняку крупного рогатого скота в количествах 0,05 и 0,10 мг наночастиц селена на один кг потребляемого сухого вещества (при использовании препарата «Нано-селен (Se)» проведены в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области по схемам, представленным в таблице 1.

Таблица 1 – Схемы научно-хозяйственных исследований на телятах

Группа	Кол-во животных в группе, гол	Условия кормления
I контроль	11	ОР (молоко, КР-1, КР-2, кукуруза, соевый шрот, сено, сенаж, силос)
II опытная	11	ОР + препарат «Нано-селен (Se)» в количестве 0,05 мг Se на 1 кг СВ. В 1-й месяц – 0,10 мл (г) препарата гол./сут. 2-й месяц - 0,15 мл (г) препарата гол./сут. 3-й месяц – 0,23 мл (г) препарата гол./сут.
III опытная	11	ОР + препарат «Нано-селен (Se)» в количестве 0,10 мг Se на 1 кг СВ. 1-й месяц – 0,20 мл (г) препарата гол./сут. 2-й месяц - 0,30 мл (г) препарата гол./сут. 3-й месяц – 0,46 мл (г) препарата гол./сут.

Опыт по изучению эффективности использования препарата «Нано-селен (Se)» (концентрация наночастиц селена 0,5 г/кг) проводили на телятах со средней живой массой 40 кг в возрасте с 3-15 дней. Различия между опытными группами и контрольными животными заключались в использовании при выпойке молока телятам II группы препарата «Нано-селен (Se)» 0,05 мг наночастиц селена на 1 кг сухого вещества рациона, телятам III группы – 0,10 мг наночастиц селена на 1 кг сухого вещества рациона. С увеличением потребления сухого вещества рациона корректировка количества задаваемого препарата в сутки для телят II группы проводилась ежемесячно: 0,10 мл (г) препарата в сутки в 1-й месяц выращивания, 0,15 мл (г) – во 2-й, 0,23 мл (г) – в 3-й. Для телят III группы количество препарата «Нано-селен (Se)» на гол./сут. в первый месяц выращивания составило 0,20 мл, во 2-й месяц – 0,30 мл, в 3-й – 0,46 мл.

Продуктивность подопытных животных определяли путём взвешивания до и после скармливания препарата.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Суточный рацион подопытного поголовья по фактически потреблённым кормам за три

месяца приведён в таблице 2.

Таблица 2 – Рационы молодняка крупного рогатого скота по фактически потребленным кормам (в среднем за период)

Корма и показатели	Группа животных								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	Период выращивания								
	первый месяц			второй месяц			третий месяц		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Молоко цельное, кг	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	3,00	3,00	3,00
Комбикорм КР-1, кг	0,21	0,29	0,31	0,69	0,81	0,77	1,00	1,00	1,00
Комбикорм КР-2, кг	-	-	-	-	-	-	0,34	0,55	0,64
Соевый шрот, кг	-	-	-	-	-	-	0,20	0,20	0,20
Сено разнотравное, кг	-	-	-	-	-	-	0,10	0,10	0,10
Сенаж злаково-бобовый, кг	-	-	-	-	-	-	0,34	0,59	0,48
Силос кукурузный, кг	-	-	-	-	-	-	0,34	0,59	0,48
Нано-селен (Se), г	-	0,10	0,20	-	0,15	0,30	-	0,23	0,46
В рационе содержится:									
Кормовых единиц	2,05	2,15	2,17	2,63	2,77	2,72	2,93	3,30	3,36
Обменной энергии, МДж	16,0	16,9	17,1	21,39	22,73	22,28	26,52	30,11	30,55
Сухого вещества, кг	0,96	1,04	1,05	1,39	1,49	1,46	2,02	2,34	2,36
Сырого протеина, г	249	264	267	338	360	353	453	493	500
Сырого жира, г	229	231	232	244	248	247	162	172	173
Клетчатки, г	8	11,5	12,28	27,32	32,08	30,49	158	211	199
Сахара, г	306	311	3120	334	341	339	256	274	276
Кальция, г	10,0	10,9	11,06	15,05	16,31	15,89	19,64	22,48	22,69
Фосфора, г	9,1	9,89	10,07	13,59	14,70	14,33	16,67	18,13	18,40
Магния, г	1,1	1,24	1,28	2,11	2,37	2,29	4,25	4,84	4,87
Калия, г	10,1	10,8	10,9	14,2	15,2	14,8	24,9	30,1	29,3
Серы, г	2,9	3,12	3,17	4,12	4,42	4,32	5,23	5,77	5,80

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Железа, мг	61	69,98	72,33	116,9	130,9	126,2	283,3	338,6	339,1
Меди, мг	4,7	5,79	6,07	11,3	12,9	12,4	24,5	28,28	29,03
Цинка, мг	31,4	36,44	37,71	61,86	69,49	66,95	114,6	134,4	140,5
Кобальта, мг	0,98	1,28	1,36	2,81	3,27	3,11	4,50	4,85	4,99
Марганца, мг	13,9	18,48	19,63	41,49	48,39	46,09	115,7	143,1	146,4
Йода, мг	0,5	0,50	0,51	0,70	0,76	0,74	1,23	1,51	1,59
Селена, мг	0,121	0,194	0,250	0,261	0,371	0,434	0,429	0,589	0,709

Обменной энергии в сухом веществе рационов телят в среднем за первый месяц исследований содержалось 16,3-16,7 МДж, во второй – 15,3-15,4 МДж, в третий – 12,9-13,1 МДж; сырого протеина – 25,4-25,9 %, 24,2-24,3 и 21,1-22,4 %; сырого жира – 22,1-23,9 %, 16,6-17,5 и 7,3-8,0 %; крахмала – 6,6-8,9 %, 15,0-16,4 и 22,7 и 24,4 %; сахара – 29,7-31,9 %, 22,9-24,0 и 11,7-12,7 %; кальция – 1,0-1,1 %, 1,1 и 1,0 %; фосфора – 0,9-1,0 %, 1,0 и 0,8 % соответственно. Концентрация селена в сухом веществе рационов телят, в том числе с распределением его источников (в форме наночастиц из добавки и из кормов рационов) по месяцам выращивания, представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание селена в рационах

Показатель	Месяц исследований	Группа		
		I	II	III
Селена (всего), мг в рационе	1-й	0,121	0,194	0,250
Селена (всего), мг в 1 кг СВ:		0,13	0,19	0,24
в т.ч. селена в нано форме			0,05	0,10
в т.ч. селена из кормов рациона	2-й	0,13	0,14	0,14
Селена (всего), мг в рационе		0,261	0,371	0,434
Селена (всего), мг в 1 кг СВ:		0,19	0,25	0,30
в т.ч. селена в нано форме	3-й		0,05	0,10
в т.ч. селена из кормов рациона		0,19	0,20	0,20
Селена (всего), мг в рационе		0,429	0,589	0,709
Селена (всего), мг в 1 кг СВ:		0,21	0,25	0,30
в т.ч. селена в нано форме			0,05	0,10
в т.ч. селена из кормов рациона		0,21	0,20	0,20

Увеличение содержания селена в сухом веществе рационов молодняка крупного рогатого скота путём использования препарата «Нано-селен (Se)» из расчёта дополнительного обеспечения 0,05 и 0,10 мг Se способствовало повышению среднесуточного потребления с кормами

рационов сухого вещества на 10,5 и 10,4 %, обменной энергии – на 8,5 и 8,7 %. Количество потреблённого комбикорма-концентрата КР-1, задаваемого животным вволю до достижения потребления на уровне 1 кг, увеличилось при использовании препарата «Нано-селен (Se)» на 10,5 и 9,5 % за весь период исследований.

Результаты выращивания молодняка крупного рогатого скота в опыте при использовании в рационах различных количеств препарата «Нано-селен (Se)» представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели живой массы молодняка крупного рогатого скота

Показатель	Группа		
	I	II	III
Живая масса в начале опыта, кг	40,2±1,27	40,6±1,38	40,6±1,10
Живая масса в конце опыта, кг	110,6±3,72	117,0±4,84	114,6±4,13
Валовой прирост за опыт, кг	70,4±3,06	76,4±3,69	74,0±3,69
Среднесуточный привес за опыт, г	848±35,7	920±39,8	892±38,4
% к контролю	100	108,5	105,2

За период проведения опыта валовой прирост в опытных группах телят при использовании препарата «Нано-селен (Se)» в количестве 0,05 мг установлено повышение валового прироста по отношению к контролю на 8,5%, а в количестве 0,10 мг на 5,1%.

Повышение суточной продуктивности телят II и III опытных групп по сравнению с контрольной группой составило 72 и 44 г, 8,5 и 5,2 % соответственно.

Стоимость среднесуточного рациона во II опытной группе повысилась по отношению к контролю всего на 3,0 %. Общие затраты на получение валового прироста во II группе повысились на 25,2 руб., в III – на 26,5 руб. Установлено снижение себестоимости 1 кг прироста во II группе на 0,6 руб. или на 5,1 %, в III группе разница с контролем составила 0,23 руб. или 1,9 % (таблица 5).

Таблица 5 – Экономические показатели использования наночастиц селена в рационах молодняка крупного рогатого скота

Показатель	Группа животных		
	I	II	III
1	2	3	4
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед.	2,99	2,98	3,08
Расход кормов за опыт (83 дня) на 1 голову, ц к. ед.	2,11	2,27	2,28
Стоимость среднесуточного рациона, руб.	6,667	6,864	6,874

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Общая стоимость израсходованных кормов за опыт на 1 голову, руб.	553	570	571
Стоимость 1 к. ед., руб.	2,701	2,601	2,601
Стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста, руб.	7,860	7,457	7,710
Получено прироста живой массы, кг	70,4	76,4	74,0
Удельный вес кормов в структуре себестоимости, %	65	65	65
Общие затраты на получение валового прироста, руб.	851,27	876,51	877,81
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	12,09	11,47	11,86
Снижение себестоимости 1 кг прироста по отношению к I группе, руб.	-	0,62	0,23
Дополнительная прибыль за период опыта на 1 голову, руб.	-	47,4	17,0

Уровень дополнительной прибыли с введением в рацион телят II группы составил 47,4 руб. на голову и 521,4 руб. на группу, а в III опытной группе – 17,0 руб. на голову и 187 руб. на группу.

Заключение. Использование нового препарата «Нано-селен (Se)» в количестве 0,10 мг Se (наночастицы) на 1 кг сухого вещества рациона в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период оказывает положительное влияние на эффективность его выращивания. Так, среднесуточный привес повысился на 5,2 %, себестоимости прироста снизилась на 5,2 %, дополнительной прибыли на голову составила 47,4 руб.

Литература

1. Влияние нанокapsулированного биологически активного препарата на ремонтных свинок / О. Сеин [и др.] // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2014. - № 3. – С. 11-15.
2. Действие на кроликов железа и меди в ультрадисперсной форме при их введении в организм животных с кормом / А. А. Назарова [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2008. - № 6. – С. 8-10.
3. Тихомиров, С. А. Закономерности консолидации металлических нанопорошков никеля и железа : автореф. дис. ... канд. тех. наук : 05.16.06 / С. А. Тихомиров ; Ин-т металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН. - Москва, 2007. – 26 с.
4. Изучение безопасности введения наночастиц меди с различными физико- химическими характеристиками в организм животных / О. Я. Богословская [и др.] // Вестник Оренбургского ГУ. – 2009. - № 2. – С. 47-49.
5. Нанотехнологии и информационные технологии – технологии XXI века : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Москва, 2006. – 247 с.
6. Головин, Ю. И. Введение в нанотехнологию / Ю. И. Голович. – Москва : Машиностроение, 2003. – 112 с.

7. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Мировые достижения за 2005 год : сб. / под ред. П. П. Мальцева. – Москва : Техносфера, 2006. – 152 с.

8. Сизова, Е. А. Влияние высокодисперсных препаратов на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Е. А. Сизова, А. М. Макеева // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2020. – № 12. – С. 22-33.

9. Коваленко, Л. В. Биологически активные нанопорошки железа / Л. В. Коваленко, Г. Э. Фолманис // Перспективные материалы. – 2005. – № 2. – С. 39-43.

10. Ле, Вьет Фьонг. Использование высокодисперсных порошков железа, меди, марганца, цинка в премиксах цыплят-бройлеров : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.02 / Ле Вьет Фьонг. – Москва, 2005. – 114 с.

11. Курилкина, М. Я. Эффективность использования микро-порошков в составе эктрудата при кормлении цыплят-бройлеров / М. Я. Курилкина, С. А. Мирошников, Т. Н. Холодилина // Известия Оренбургского ГАУ. – 2011. - № 4. – С. 169-171.

12. Сулова, И. В. Продуктивность и показатели обмена веществ у бычков при скармливании рационов с различным уровнем селена / И. В. Сулова, И. О. Кирнос, В. М. Дуборезов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2011. – № 4. – С. 60-64.

13. Новый биологически активный препарат на основе наночастиц селена / А. Г. Храмов [и др.] // Вестник Северо-Кавказского ГТУ. – 2010. – № 4 (25). – С. 122-125.

14. Seleno-compounds and carnosic acid added to diets with rapeseed and fish oils affect concentrations of selected elements and chemical composition in the liver, heart and muscles of lambs / M. Gzauderna [et al.] // Springer science+business media, part of Springer nature. – 2017. – 02.12. – <https://dot.org/10/1007/s12011-017-z>.

Поступила 25.03.2024 г.

УДК 636.2.084.429

А.Н. КОТ¹, И.Ф. ГОРЛОВ², М.И. СЛОЖЕНКИНА², А.А. МОСОЛОВ²,
А.К. НАТЫРОВ³, Н.Н. МОРОЗ³, Г.Н. РАДЧИКОВА¹,
А.М. ГЛИНKOVA¹, В.В. КАРЕЛИН⁴

ПОЕДАЕМОСТЬ КОРМОВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ РАЗНОЙ КРАТНОСТИ КОРМЛЕНИЯ

¹*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

²*Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград, Россия*

³*Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, г. Элиста, Россия*

⁴*Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

В статье представлены результаты исследований, целью которых было