

сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 1. – С. 190-197.

8. Дашкевич, М. А. Тритикале озимое белорусской и российской селекции в зелёном конвейере / М. А. Дашкевич, В. Н. Буштевич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / ГГАУ. – Гродно, 2022. – Т. 59. – С. 36-44.

9. Морфологические показатели ассимиляционного аппарата растений тритикале озимого и их связь с урожайностью зелёной массы / М. А. Дашкевич, В. Н. Буштевич, В. П. Гавриленко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2024. – Т. 59, ч. 1. – 141-150.

10. Дашкевич, М.А. Продуктивная способность и питательная ценность тритикале озимого / М. А. Дашкевич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / ГГАУ ; редкол. : В. К. Пестис (гл. ред.) [и др.]. – Гродно, 2023. – Т. 62. – С. 78-85.

11. Дашкевич, М. А. Фотосинтетическая деятельность тритикале озимого на зеленый корм / М. А. Дашкевич, Е. Я. Лебедев // Вестник Брянской ГСХА. – 2024. – № 3(103). – С. 20-25.

12. Дашкевич, М.А. Питательная ценность зеленой массы тритикале озимого / М.А. Дашкевич // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 30-31 мая 2024 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2024. – Ч. 1. – С. 52-57.

13. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур : сб. отраслевых регламентов / Ф. И. Привалов, В. К. Павловский, В. В. Гракун [и др.] ; Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – 3-е изд. – Минск : Беларуская навука, 2014. – 288 с. – ISBN 978-985-08-1730-3.

Поступила 8.05.2025 г.

УДК 636.4.085.12-022.532

Е.Е. ЕВСЕЕНКО

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУХИХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК, СОДЕРЖАЩИХ НАНОСЕЛЕН И НАНОЦИНК, В РАЦИОНАХ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ

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

Результаты многочисленных научных исследований и практический опыт свидетельствуют о невозможности получать высокую продуктивность и поддерживать здоровье животных без их обеспечения микроэлементами в необходимом количестве и доступной форме. Наночастицы металлов имеют более высокую биодоступность, так как обладают новыми характеристиками: более высокими удельной поверхностью, поверхностной активностью, каталитической эффективностью и адсорбционной способностью. Целью исследований, результаты которых представлены в статье, было изучить эффективность кормовых добавок, содержащих наноцинк и наноселен, в рационах молодняка свиней на откорме. Установлено, что использование изучаемых кормовых добавок

способствовало увеличению валового прироста живой массы за весь период опыта на 4,7 и 11,3 % и получению дополнительной прибыли 0,21 и 0,49 руб. на 1 кг живой массы соответственно.

Ключевые слова: молодняк свиней, кормовая добавка, рационы, наноселен, наноцинк.

E.E. EVSEENKO

USE OF DRY FEED ADDITIVES CONTAINING NANOSELENIUM AND NANOZINC IN YOUNG PIGS' DIETS

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

The results of numerous scientific studies and practical experience show that it is impossible to obtain high productivity and maintain the health of animals without providing them with microelements in the required amount and available form. Metal nanoparticles have higher bioavailability because they have new characteristics: higher specific surface area, surface activity, catalytic efficiency and adsorption capacity. The purpose of the research, the results of which are presented in this paper, was to study the effectiveness of feed additives containing nanozinc and nanoselenium in the diets of young fattening pigs. It was found that the use of the studied feed additives contributed to an increase in gross live weight gain for the whole period of the experiment by 4.7 and 11.3% and additional profit of 0.21 and 0.49 rubles per 1 kg of live weight, respectively.

Key words: young pigs, feed additive, diets, nanoselenium, nanozinc.

Введение. По мере интенсификации животноводства, перевода его на промышленную основу и увеличения производства продуктов животноводства всё больше внимания должно уделяться полноценному, сбалансированному кормлению животных и повышению коэффициента полезного действия кормов. Результаты многочисленных научных исследований и практический опыт свидетельствуют о невозможности получать высокую продуктивность и поддерживать здоровье животных без их обеспечения микроэлементами в необходимом количестве и доступной форме. 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 организме животных микроэлементы функционируют как часть более крупных органических молекул.

Цинк в организме животных является кофактором большой группы ферментов (дегидрогеназы, альдолазы, фосфатазы, пептидазы и др.), участвующих в биохимических реакциях гидролиза, особенно эфиров и

белков. Всего элемент активизирует около 200 различных энзимов, ответственных за самый широкий спектр биохимических реакций в организме – от регуляции деления и созревания клеток, синтеза белков, метаболизма липидов до обезвреживания углекислого и угарного газов. Элемент оказывает влияние на уровень цинкосодержащих ферментов – лактатдегидрогеназы и щелочной фосфатазы, тем самым постоянно участвуя в регуляции иммуногенеза [1]. Использование наночастиц цинка в качестве альтернативы обычным минеральным источникам при кормлении сельскохозяйственных животных положительно влияет на продуктивность, повышение иммунитета и улучшение воспроизводства [2, 3]. Исследованиями Lina T. et al. И Mishra A. et al. [4, 5] установлено повышение продуктивности и эффективности использования кормов поросятами и птицей при введении в рационы наночастиц цинка.

Селен известен своими многочисленными функциями в организме животного и человека. Биологическая активность этого элемента обусловлена его участием в регуляции образования антиоксидантов. Существует тесная корреляция между уровнем селена в организме и активностью селенсодержащего фермента глутатионпероксидазы, который предотвращает накопление в клетках перекисных продуктов обмена веществ [6, 7]. Помимо этого, селену принадлежат важные метаболические функции: он участвует в поддержании иммунной системы улучшает подвижность сперматозоидов, активирует гормоны щитовидной железы.

Исследования показали, что наночастицы металлов имеют более высокую биодоступность, так как обладают новыми характеристиками: более высокими удельной поверхностью, поверхностной активностью, каталитической эффективностью и адсорбционной способностью [8].

Цель работы: изучить эффективности кормовых добавок, содержащих нанозинк и наноселен, в рационах молодняка свиней на откорме.

Материал и методика исследований. Для достижения поставленной цели по изучению эффективности кормовых добавок содержащих нанозинк и наноселен в рационах молодняка свиней на откорме организовано проведение исследований (таблица 1) в условиях репродуктора I порядка «Рассошное» ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области на молодняке свиней на откорме.

В каждой из трёх подопытных групп содержалось 30 голов подсвинков породы ландрас. Различия между группами состояли в использовании трёх рецептов комбикормов СК-31, сбалансированных по всем основным питательным и биологически активным веществам, отличающихся между собой вводом 0,2 % добавок кормовых сухих, содержащих наночастицы селена, цинка. заменяющих аналогичное количество известняковой муки.

Таблица 1 – Схема исследований

Группа	Количество животных в группе	Условия кормления
I контрольная	30	СК-31
II опытная	30	СК-31 с вводом 0,2% кормовой сухой добавки, содержащей наночастицы селена
III опытная	30	СК-31 с вводом 0,2% кормовой сухой добавки, содержащей наночастицы цинка

Качество кормов определяли в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». В кормах определяли: обменную энергию – расчётным путём, влага – по ГОСТ 13496.3-92, азот – автоматический анализатор азота по Кьельдалю UDK-159 (по ГОСТ 13496.4-2019. п.2), клетчатка – по методу Геннеберга – Штомана на FIWE – 6 (по ГОСТ 13496.2-91), сырой жир – в аппарате Сокслета (по ГОСТ 13496.15-2016), зола – по ГОСТ 26226-95 п.1. Динамику живой массы – путём индивидуального взвешивания животных в начале и конце опыта, а также по периодам выращивания. Фактическую поедаемость кормов определяли путём еженедельных контрольных взвешиваний заданных кормов и их остатков. Экономическую эффективность рассчитывали на основе производственных затрат и выходе продукции по сравнению с контрольной группой.

Гематологические показатели:

- морфофункциональный состав крови форменных элементов крови с использованием автоматического анализатора Urit 3000Vet Plus;
- биохимический состав сыворотки крови (общий белок с фракциями, мочевины, глюкозы, холестерина, триглицериды, креатинин, билирубин общий) – на биохимическом анализаторе «Assent 200». Отбор проб крови проводили до кормления из глазного синуса дважды в начале и в конце исследований. Цифровые материалы обработаны методом вариационной статистики [9, 10].

Результаты исследований и их обсуждение. Состав сухих кормовых добавок, содержащих наночастицы, представлен в таблице 2.

Балансирование комбикорма СК-31 для молодняка свиней произведено в соответствии с требованиями СТБ-2111. Комбикорм СК-31 включает 77,35 % зерна злаковых культур, 16,28 % высокобелковых компонентов, 3,0 % масла растительного и 2,97 % минеральных кормов, 0,4 % синтетических аминокислот. В рационе в расчёте на 1 МДж обменной энергии содержится 11,51 г сырого протеина, 3,43 г сырой клетчатки, 3,81 г сырого жира, 0,61 г лизина, 0,41 г метионина, 0,14 г триптофана. Соотношение кальция к фосфору 0,8:1.

Таблица 2 – Рецептура кормовых добавок сухих, содержащих наночастицы

Компоненты	Добавка кормовая сухая, содержащая наночастицы селена	Добавка кормовая сухая, содержащая наночастицы цинка
Препарат «Нано-Se» (концентрация наночастиц селена 0,65 г/кг), %	6,25	-
Препарат «Нано-Zn-Fe» (концентрация наночастиц цинка 1,1 г/кг), %	-	36,35
Диоксид кремния «Кавелос»	-	30,00
Известняковая мука	93,75	33,65
Содержание в 1 кг:		
Сухого вещества, г	944	642
Сырой золы, г	939	620
Кальция, г	309	111
Цинка в виде наночастиц, мг	-	400
Селена в виде наночастиц, мг	40,6	-
Норма ввода в комбикорма, %	0,2	0,2
Внешний вид	сыпучий порошкообразный продукт	

Состав и питательность используемых комбикормов в опыте представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав и питательность комбикорма СК-31

Компоненты	I контрольная	II опытная	III опытная
1	2	3	4
Ячмень, %	20,35	20,35	20,35
Пшеница, %	35,00	35,00	35,00
Тритикале, %	22,00	22,00	22,00
Шрот подсолнечный, %	11,00	11,00	11,00
Шрот соевый, %	5,28	5,28	5,28
Масло растительное, %	3,00	3,00	3,00
Мел молотый 1с, %	1,01	1,01	1,01
Соль поваренная корм., %	0,28	0,28	0,28
Монокальцийфосфат I сорт, %	0,48	0,48	0,48
Известняковая мука, %	0,20	-	-
Добавка кормовая, содержащая «Нано-Se», %	-	0,20	-
Добавка кормовая, содержащая «Нано-Zn-Fe», %	-	-	0,20
L-лизин сульфат, %	0,40	0,40	0,40
Премикс КС-4-1, %	1,00	1,00	1,00
Итого:	100,00	100,00	100,00

1	2	3	4
В 1 кг комбикорма содержится:			
Обменная энергия, МДж	13,19	13,19	13,19
Сухое вещество, г	864,90	864,90	864,90
Сырой протеин, г	151,80	151,80	151,80
Сырая клетчатка, г	45,30	45,30	45,30
Сырой жир, г	50,30	50,30	50,30
Лизин, г	8,00	8,00	8,00
Метионин+цистин, г	5,47	5,47	5,47
Триптофан, г	1,89	1,89	1,89
Соль поваренная, г	3,50	3,50	3,50
Кальций, г	6,00	6,00	6,00
Фосфор, г	4,80	4,80	4,80
Железо, мг	65	65	66
Цинк, мг	70	70	70,8
в т.ч. виде наночастиц, мг	-	-	0,8
Селен, мг	0,3	0,38	0,3
в т.ч. виде наночастиц	-	0,08	-
Натрий, г	1,40	1,40	1,40
Хлор, г	2,70	2,70	2,70
Сера, г	1,70	1,70	1,70

Рационы подопытного молодняка свиней состояли из одинакового набора кормов. За период опыта животные всех групп поедали практически одинаковое количество кормов. Кормление подопытных животных осуществлялось вручную, 2,17 кг комбикорма на голову в сутки в среднем за опытный период.

Эффективность скармливания опытного комбикорма СК-31 с применением разных добавок кормовых, содержащих «Нано-Se», «Нано-Zn», представлена в таблице 4.

Данные, полученные в ходе исследований, показывают, что средняя живая масса подсвинков на откорме в начале опыта отличалась не значительно, в конце периода масса животных II группы была выше на 1,5 %, масса животных III группы – на 3,8 %, чем масса молодняка в контрольной группе. Использование добавок кормовых, содержащих «Нано-Se», «Нано-Zn», положительно отразилось на продуктивности животных в опытных группах. Валовой прирост живой массы за период опыта во II опытной группе животных, потреблявших наночастицы селена, на 4,8 %, а в III опытной группе, потреблявшей наночастицы цинка, на 11,3 % был выше показателей контрольной группы. Аналогичная тенденция установлена по показателю среднесуточного прироста молодняка свиней при ежедневном использовании различных добавок кормовых, содержащих «Нано-Se» и «Нано-Zn». Повышение суточной продуктивности свиней на откорме II и III опытных групп по

сравнению с контрольной группой составило 33 (4,7 %) и 80 г (11,4 %) соответственно. Таким образом, наибольший привес живой массы наблюдался у свиней, получавших в своём рационе дополнительно наноцинк.

Таблица 4 – Динамика приростов живой массы подопытных животных

Показатель	Группа животных		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Средняя живая масса одного поросёнка, кг			
В начале опыта	67,0±0,31	66,9±0,26	67,0±0,34
В конце опыта	100,7±0,51	102,2±0,48*	104,5±0,81**
Валовой прирост за опыт, кг	33,7±0,56	35,3±0,48	37,5±0,61
Среднесуточный прирост живой массы, г			
За весь период опыта	702,8±25,47	735,8±14,65	782,0±28,39*
% к контролю	100	104,7	111,3
Затраты комбикорма, кг			
Среднесуточное потребление	2,17	2,17	2,17
На 1 кг прироста живой массы	3,09	2,95	2,77

Примечание: * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$

Наиболее эффективно потребляли и усваивали питательные вещества комбикорма свиньи во II опытной группе, где затраты комбикорма на 1 кг живой массы прироста составили 2,77 кг комбикорма, что ниже на 10,4 % в сравнении с контролем.

Гематологические и биохимические показатели крови подопытных животных существенно не различались по гуморальным факторам защиты (содержание альбуминов и глобулинов), содержание общего белка, макро- и микроэлементов в сыворотке крови животных опытных групп было на уровне контроля и находилось в пределах физиологической нормы.

Анализ данных экономической эффективности показывает, что использование добавок кормовых, содержащих «Нано-Se» и «Нано-Zn», в рационах молодняка свиней на откорме, ведёт к получению дополнительной условной прибыли в расчёте на 1 кг прироста живой массы в размере 0,21 и 0,49 рублей соответственно (таблица 5).

Вывод. В результате исследований установлено положительное влияние сухих кормовых добавок, содержащих наноселен и нанозинк, на продуктивность молодняка свиней на откорме. Использование изучаемых кормовых добавок способствовало увеличению валового прироста живой массы за весь период опыта на 4,7 и 11,3 % по сравнению с показателями животных контрольной группы, что привело к получению дополнительной прибыли 0,21 и 0,49 руб. на 1 килограмм живой массы соответственно.

Таблица 5 – Расчёт экономической эффективности применения добавок кормовых, содержащих «Нано-Se» и «Нано-Zn», в рационах молодняка свиней на откорме

Показатель	Группа животных		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	1,100	1,102	1,102
Стоимость 1 кг добавки кормовой Нано-Se, руб.	-	1,00	1,00
Затрачено комбикорма в расчёте на 1 голову за 48 дня опыта, кг	104,16	104,16	104,16
Стоимость затраченного в расчёте на 1 голову комбикорма, руб.	114,58	114,78	114,78
Условная себестоимость прироста живой массы (корма 70% в структуре себестоимости), руб.	163,69	163,97	163,97
Полученный прирост живой массы, кг	33,7	35,3	37,5
Условная себестоимость 1 кг прироста живой массы, руб.	4,86	4,65	4,37
Реализационная цена 1 кг прироста живой массы, руб.	5,1	5,1	5,1
Стоимость полученного прироста живой массы, руб.	171,87	180,03	191,25
Условная прибыль на одну голову, руб.	8,18	16,06	27,28
Условная прибыль в расчёте 1 кг прироста живой массы, руб.	0,24	0,45	0,73
Дополнительная условная прибыль в расчёте на 1 кг прироста живой массы полученная в опытной группе по отношению к контрольной, руб.	-	0,21	0,49

Литература

1. Разработка, производство и эффективность применения премиксов в кормлении молочного скота / И. И. Горячев, М. М. Карпеня, С. Л. Карпеня, Д. В. Базылев ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : УО ВГАВМ, 2014. – 172 с. – ISBN 978-985-512-803-9.
2. 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. - № 3(024). – P. 577-588.
3. Effects of nanosize zinc oxide on zinc retention, eggshell quality, immune response and serum parameters of aged laying hens / Y. H. Tsai, S. Y. Mao, M. Z. Li [et al.] // Animal Feed Science and Technology. – 2016. – Vol. 213. – P. 99-107. – DOI: 10.1016/j.anifoodsci.2016.01.009
4. Effect of nano-zinc oxide on the production and dressing performance of broiler / T. Lina, J. Jianyang, Z. Fenghua [et al.] // Chinese Agricultural Science Bulletin. – 2009. - № 2: 003.

5. Growth performance and serum biochemical parameters as affected by nano zinc supplementation in layer chicks / A. Mishra, R. K. Swain, S. K. Mishra [et al.] // Indian Journal of Animal Nutrition. – 2014. – Vol. 31(4). – P. 384-388.
6. Георгиевский, В. И. Минеральное питание животных / В. И. Георгиевский, П. Н. Анненков, В. Т. Самохин. – Москва : Колос, 1979. – 471 с.
7. Зайцев, С. Ю. Биохимия животных. Фундаментальные и клинические аспекты : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 310800 - Ветеринария / С. Ю. Зайцев, Ю. В. Конопатов. – Санкт-Петербург : Лань, 2004. – 382 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 5-8114-0529-4.
8. Biological effects of nano red elemental selenium / J. S. Zhang, X. Y. Gao, L. D. Zhang, Y. P. Bao // Biofactors. – 2001. – Vol. 15(1). – P. 27-38. – DOI: 10.1002/biof.5520150103.
9. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Высшая школа, 1973. – 320 с.
10. Менчукова, С. Г. Математические расчеты селекционных признаков в животноводстве : методические указания / С. Г. Менчукова. – Горки, 1989. – 65 с.

Поступила 14.04.2025 г.

УДК 636.2.084.41:661.183.2

А.Ф. КАРПЕНКО¹, А.А. ЦАРЕНОК¹, О.Н. АНТИПЕНКО²

АДСОРБЕНТ ЦЕЗИЯ-137 НА ОСНОВЕ ТОРФЯНОГО УГЛЯ В РАЦИОНАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

¹*Институт радиобиологии НАН Беларуси,
г. Гомель, Республика Беларусь*

²*Национальная академия наук Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь*

Одним из перспективных направлений решения проблемы снижения цезия-137 в рационах животных является разработка комплексных органоминеральных адсорбентов. В статье представлены результаты изучения влияния адсорбента, произведённого на основе торфяного активированного угля в Институте природопользования НАН Беларуси, на переход данного радионуклида из кормов в организм крупного рогатого скота на территории радиоактивного загрязнения Беларуси. Установлено, что изучаемый адсорбент, вводимый в состав рационов бычков на откорме и лактирующих коров в дозе 40 г/голову, является добавкой, снижающей накопление цезия-137. При средней суммарной активности суточного рациона коров $3,022 \pm 0,749$ кБк/сут. с 5-х по 20-е сутки применения композиционного сорбента наблюдается снижение содержания данного радионуклида в молоке коров от 1,7 до 4,5 раза. При этом вынос цезия-137 с молоком в группе с данным сорбентом на 61 % меньше.

Ключевые слова: адсорбент, торфяной уголь, ферроцин, цезий-137, бычки, лактирующие коровы.