

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 7.05.2024 г.

УДК 636.4.085.12:546.23-022.532

Е.Е. ЕВСЕЕНКО, Л.А. ШВАБ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОСЕЛЕНА В РАЦИОНАХ СВИНЕЙ НА ОТКОРМЕ

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

Для максимального раскрытия генетического потенциала сельскохозяйственных животных и птицы и получения высоких показателей продуктивности необходимо восполнить в рационах дефицит макро- и микроэлементов, играющих важную роль во всех обменных процессах организма. В области ветеринарии и животноводства растёт интерес к применению наночастиц металлов, характеризующихся более высокой биодоступностью. Одним из таких элементов является наноселен. В статье представлены результаты исследования эффективности его использования в рационах молодняка свиней на откорме. Исходя из полученных данных установлено, что использование препарата наноселена, введённого с водой в дозировке 0,10 и 0,20 мг на 1 кг сухого вещества комбикорма в рационы молодняка свиней на откорме, позволило получить дополнительную условную прибыль в расчёте на 1 кг прироста живой массы в размере 0,03 и 0,15 рублей соответственно.

Ключевые слова: молодняк свиней, глутатионпероксидаза, рационы, наноселен.

Е.Е. EVSEENKO, L.A. SHVAB

USE OF NANOSELENIUM IN DIETS OF FATTENING PIGS

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

In order to maximize the genetic potential of farm animals and poultry and to obtain high productivity, it is necessary to compensate for the deficiency of macro- and microelements in diets, which play an important role in all metabolic processes

of the body. In the field of veterinary medicine and animal breeding there is a growing interest in the use of metal nanoparticles characterized by higher bioavailability. Nanoselenium is one of such elements. The article presents the results of research on the effectiveness of its use in the diets of young fattening pigs. Based on the data obtained, it was established that the use of the nanoselenium preparation administered with water in a dose of 0.10 and 0.20 mg per 1 kg of dry matter of compound feed for young fattening pigs made it possible to obtain additional attributable profit per 1 kg of live weight gain in the amount of 0.03 and 0.15 rubles, respectively.

Keywords: young pigs, glutathione peroxidase, diets, nanoselenium.

Введение. Максимальное раскрытие генетического потенциала сельскохозяйственных животных и птицы, а также получение высоких показателей продуктивности невозможно без использования в рационах биологических активных веществ. В кормлении животных основное место занимает разработка и обоснование норм введения в рацион дефицитных элементов, к таким веществам относят селен.

Селен известен своими многочисленными функциями в организме животного и человека. Биологическая активность селена 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 [1, 2]. Помимо этого, селену принадлежат важные метаболические функции: он участвует в поддержании иммунной системы, улучшает подвижность сперматозоидов, активизирует гормоны щитовидной железы [3, 4, 5]. Однако, помимо этих положительных функций в организме, селен в дозах, чуть более превышающих терапевтические, вызывает токсичность. Сочетание введённой дозы и химической формы селена играет фундаментальную роль в определении его токсичности. Для лучшего усвоения селена снижения его токсичности разрабатывается большое количество новых селенсодержащих препаратов. Недостатком данных препаратов является их неудовлетворительная усвояемость из-за большого размера частиц селена, а также высокая стоимость. В области ветеринарии и животноводства растёт интерес к применению наночастиц в их процессах. Исследования показали, что наночастицы металлов имеют более высокую биодоступность из-за их новых характеристик, таких как более высокая удельная поверхность, более высокая поверхностная активность, высокая каталитическая эффективность и более высокая адсорбционная способность [6].

Целью исследований явилось определение эффективности использования препаратов наноселена в рационах молодняка свиней на откорме.

Материал и методика исследований. Исследования по определению эффективности использования препарата наноселена (концентрация наночастиц селена – 0,5 г/кг) проведены в условиях школы-фермы ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита». В рационах молодняка свиней на откорме использовали препарат «Нано-Se» при выпойке с водой по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема исследований на молодняке свиней на откорме

Группа	Количество животных в группе, голов	Условия кормления
I контрольная	20	ОР* (СК-31)
II опытная	20	ОР + препарат «Нано-Se» (концентрация наночастиц селена – 0,5 г/кг) в количестве 0,10 мг наночастиц селена на один кг потребляемого сухого вещества рациона. В первый месяц – 0,31 мл (г) препарата на голову в сутки; Во второй месяц – 0,44 мл (г) препарата на голову в сутки.
III опытная	20	ОР + препарат «Нано-Se» (концентрация наночастиц селена 0,5 г/кг) в количестве 0,20 мг наночастиц селена на один кг потребляемого сухого вещества рациона. В первый месяц – 0,62 мл (г) препарата на голову в сутки; Во второй месяц – 0,89 мл (г) препарата на голову в сутки.

Примечание. * основной рацион.

Основной рацион в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» представлен полнорационным комбикормом СК-31, который скармливали в сухом виде. Сформировано 3 подопытные группы по 20 голов в каждой, из которых I контрольная группа получала общепринятый рацион в хозяйстве без использования препарата наночастиц. Различия между опытными группами и контрольными животными заключались в использовании при выпойке воды молодняку свиней II группы препарата наночастиц селена из расчёта 0,10 мг наночастиц селена на один килограмм потребляемого сухого вещества рациона, поросётам III опытной группы – 0,20 мг наночастиц селена на один килограмм потребляемого сухого вещества рациона. В связи с постоянным увеличением потребления сухого вещества рациона корректировка количества задаваемого препарата в сутки для молодняка свиней на откорме II группы проводилась

ежемесячно: 0,31 мл (г) препарата в сутки в первый месяц выращивания, 0,44 мл (г) – во второй. Для поросят III группы количество препарата «Нано-Se» на голову в сутки в первый месяц выращивания составило 0,62 мл (г), во второй месяц – 0,89 мл (г).

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 ГОСТу 13496.3-92, азот – автоматический анализатор азота по Кьельдалю UDK-159 (по ГОСТу 13496.4-2019, п. 2), клетчатка – по методу Геннеберга – Штомана на FIWE – 6 (по ГОСТу 13496.2-91), сырой жир – в аппарате Сокслета (по ГОСТу 13496.15-2016), зола – по ГОСТу 26226-95 п. 1.

Динамику живой массы определяли путём индивидуального взвешивания животных в начале и конце опыта, а также по периодам выращивания. Гематологические показатели: морфофункциональный состав крови форменных элементов крови – с использованием автоматического анализатора Urit 3000Vet Plus; биохимический состав сыворотки крови (гемоглобин, общий белок с фракциями, мочевины, глюкоза, холестерин, 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 [7, 8].

Результаты эксперимента и их обсуждение. Состав и питательность опытного комбикорма молодняка свиней на откорме представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Состав и питательность опытного комбикорма СК-31 для молодняка свиней на откорме, в 1 кг

Компоненты	СК-31	СК-31-1	СК-31-2
1	2	3	4
Ячмень, %	30,00	30,00	30,00
Пшеница, %	17,38	17,38	17,38
Тритикале, %	30,00	30,00	30,00
Шрот подсолнечный, %	16,80	16,80	16,80
Масло растительное (рапсовое), %	1,52	1,52	1,52
Мел молотый, %	0,92	0,92	0,92
Соль поваренная корм., %	0,40	0,40	0,40
Монокальцийфосфат, %	0,65	0,65	0,65
L-лизин гидрохлорид, %	0,68	0,68	0,68
L-треонин, %	0,45	0,45	0,45
Премикс КС-4-1, %	1,00	1,00	1,00

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Сервобак жидкий, %	0,10	0,10	0,10
Эсцент, %	0,10	0,10	0,10
Итого, %:	100	100	100
Препарат «Нано-Se», грамм (внесение препарата в воду)	-	0,20	0,40
В 1 кг комбикорма содержится:			
Кормовые единицы	1,14	1,14	1,14
Обменная энергия, МДЖ	12,55	12,55	12,55
Сухое вещество, г	865	865	865
Сырой протеин, г	156	156	156
Сырая клетчатка, г	53	53	53
Сырой жир, г	36	36	36
Лизин, г	10,5	10,5	10,5
Метионин, г	2,8	2,8	2,8
Метионин+цистин, г	5,7	5,7	5,7
Триптофан, г	1,8	1,8	1,8
Лейцин, г	9,1	9,1	9,1
Изолейцин, г	5,1	5,1	5,1
Треонин, г	9,50	9,50	9,50
Валин, г	6,6	6,6	6,6
Соль поваренная, г	4,8	4,8	4,8
Макроэлементы:			
Са, г	6,3	6,3	6,3
Р, г	5,4	5,4	5,4
Селена, мг (всего):			
в т.ч. селена из кормов рациона, мг	0,30	0,39	0,47
в т.ч. папо селена, мг	-	0,09	0,17
Селена (всего), мг в 1 кг СВ:	0,35	0,45	0,55
в т.ч. селен в папо форме	-	0,10	0,20
в т.ч. селен из кормов рациона	0,35	0,35	0,35

Балансирование комбикорма СК-31 для молодняка свиней произведено с учётом уровня содержания обменной энергии и доступных незаменимых аминокислот. Комбикорм СК-31 включает 77,38% зерна злаковых культур, 16,80% высокобелковых компонентов, 1,52% масла растительного и 1,97% минеральных кормов, 1,13% синтетических аминокислот. В рационе в расчете на 1 МДж обменной энергии содержится 12,4 г сырого протеина, 4,2 г сырой клетчатки, 2,9 г сырого жира, 0,84 г лизина, 0,22 г метионина, 0,14 г триптофана. Концентрация кальция и фосфора в рационе в расчете к сухому веществу составила 0,73 и 0,62 %, соотношение кальция к фосфору – 0,86:1.

Кормление подопытных животных осуществлялось автоматической программой кормления, которая задавала дозированное количество кормов: 2,1 кг комбикорма на голову в сутки в среднем за опытный период.

При полноценном, сбалансированном по всем веществам кормлении свиньи эффективно используют энергию рациона. Эффективность использования различных кормовых добавок в кормлении свиней оценивается по приросту живой массы и затраты кормов на единицу привеса. Эффективность применения разных дозировок наночастиц селена при выпойке с водой представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Динамика приростов живой массы подопытных животных

Показатель	Группа животных		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Средняя живая масса одного поросенка, кг			
В начале опыта	71,6	72,1	72,1
В конце опыта	104,5	105,4	106,7
Валовой прирост за опыт, кг	32,9	33,3	34,6
Среднесуточный прирост живой массы, г			
За весь период опыта	731,4	739,7	768,6
% к контролю	100	101,1	105,1
Затраты комбикорма, кг			
Среднесуточное потребление	2,1	2,1	2,1
На 1 кг прироста живой массы	2,86	2,84	2,73

Из данных, полученных в опыте, следует, что средняя живая масса подсвинков на откорме в начале опыта отличалась незначительно: в конце периода масса животных II группы была выше на 0,9 %, масса животных III группы – на 2,1 %, чем масса молодняка в контрольной группе. Использование препарата «Нано-Se» положительно отразилось на продуктивности животных в опытных группах. Валовой прирост живой массы за период опыта в опытных группах, потреблявших наночастицы селена, варьировал от 33,3 до 34,6 кг (на 1,2-5,1 % выше показателей I группы), в то время как в контрольной он составил 32,9 кг.

Аналогичная валовому приросту тенденция установлена по показателю среднесуточного прироста молодняка свиней при ежедневном использовании различных дозировок наночастиц селена. Введение в рацион наночастиц селена в рацион опытных животных повысило среднесуточный прирост свиней на откорме II и III опытных групп по сравнению с контрольной группой на 1,13 и 5,1 % соответственно. Таким образом, наибольший привес живой массы наблюдался у свиней,

получавших в своём рационе дополнительно наноселен в количестве 0,20 мг на 1 кг сухого вещества. Наиболее эффективно потребляли и усваивали питательные вещества комбикорма свиньи во II опытной группе, где затраты комбикорма на 1 кг живой массы прироста составили 2,73 кг комбикорма, что ниже на 4,5 % по сравнению с контролем.

В проведенных исследованиях изучалось действие препарата препарата «Нано-Se» на свиньях на откорме на их гематологические и биохимические показатели крови (таблица 4).

Таблица 4 Морфологические и биохимические показатели крови свиней на откорме

Показатель	Группа		
	I контрольная	II опытная	III опытная
Эритроциты, 10^{12} /л	6,3±0,3	6,4±0,3	6,4±0,1
Гемоглобин, г/л	113,8±2,7	113,6±4,0	108,6±2,6
Лейкоциты, 10^9 /л	12,1±0,7	11,7±0,5	11,1±0,7
Тромбоциты, 10^9 /л	236,2±46,5	227,8±14,8	228,8±32,0
Общий белок, г/л	69,0±1,3	73,6±2,2	71,1±1,1
Альбумины, г/л	34,7±1,0	37,4±1,6	36,0±0,7
Глобулины, г/л	34,3±0,8	36,2±1,3	35,1±2,4
Мочевина, ммоль/л	3,21±0,15	3,46±0,21	3,32±0,10
Креатинин, мкмоль/л	156,0±12,2	178,0±5,4	166,3±9,3
Глюкоза, ммоль/л	4,01±0,04	4,20±0,17	4,16±0,03*
Холестерин, ммоль/л	2,2±0,24	1,9±0,15	2,2±0,16
Триглицериды, ммоль/л	0,27±0,02	0,34±0,04	0,30±0,02
АСТ, ед./л	33,7±1,7	34,9±1,8	30,7±1,5
АЛТ, ед./л	40,3±0,9	38,6±1,5	40,1±0,9
Кальций, ммоль/л	2,75±0,03	2,76±0,02	2,83±0,03*
Фосфор, ммоль/л	1,79±0,10	1,80±0,06	1,81±0,09
Магний, ммоль/л	1,19±0,06	1,22±0,06	1,17±0,03
Железо, мкмоль/л	22,5±0,7	25,2±2,2	24,2±0,6*

Примечание: * - $P < 0,05$

Выпаивание препарата наноселена положительно повлияло на морфо-биохимические показатели крови подопытных животных. Количество эритроцитов и гемоглобина, холестерина, АСТ и АЛТ, магния и кальция в крови опытных свиней отличалось незначительно. Наблюдалось некоторое увеличение содержания у животных II и III опытных групп общего белка (на 6,7 и 3 %), альбуминов (на 7,8 и 3,7 %), глобулинов (на 5,8 и 2,3 %), мочевины (на 7,8 и 3,4 %), креатинина (на 14,1 и 6,6 %), глюкозы (на 4,7 и 3,7 % ($P < 0,05$), триглицеридов (на 25,9 и 11,1 %), железа (на 12 и 7,6 % ($P < 0,05$)) по сравнению с животными контрольной группы соответственно. Установлено снижение содержания у

животных опытных групп лейкоцитов на 3,3 и 8,3 %, тромбоцитов – на 3,6 и 3,1 % по сравнению с животными контрольной группы соответственно. Несмотря на некоторые изменения показателей крови следует отметить, что все показатели в период опыта у всех животных были в пределах физиологической нормы.

Экономическая оценка результатов опыта подтвердила эффективность применения препарата «Нано-Se» в кормлении молодняка свиней на откорме (таблица 5).

Таблица 5 – Расчёт экономической эффективности применения наночастиц селена («Нано-Se») в рационах молодняка свиней на откорме (в средних ценах на 2022 год)

Показатель	Группа животных		
	I контрольная	II опытная	III опытная
1	2	3	4
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	0,90	0,90	0,90
Стоимость 1 л добавки «Нано-Se», руб.	-	16,0	16,0
Затрачено комбикорма в расчёте на 1 голову за 45 дня опыта, кг	94,5	94,5	94,5
Затрачено препарата «Нано-Se» на 1 голову за 45 дней опыта, мг	-	16,4	32,8
Стоимость затраченного в расчёте на 1 голову комбикорма, руб.	85,05	85,05	85,05
Стоимость затраченной кормовой добавки «Нано-Se» в расчёте на 1 голову, руб.	-	0,3	0,5
Стоимость затраченного в расчёте на 1 голову комбикорма и кормовой добавки «Нано-Se», руб.	85,05	85,35	85,55
Условная себестоимость прироста живой массы (корма 70 % в структуре себестоимости), руб.	121,5	121,9	122,4
Полученный прирост живой массы, кг	32,9	33,3	34,6
Условная себестоимость 1 кг прироста живой массы, руб.	3,7	3,7	3,5

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Реализационная цена 1 кг прироста живой массы, руб.	4,9	4,9	4,9
Стоимость полученного прироста живой массы, руб.	161,2	163,2	169,5
Условная прибыль на одну голову, руб.	39,7	41,3	47,1
Условная прибыль в расчёте 1 кг прироста живой массы, руб.	1,21	1,24	1,36
Дополнительная условная прибыль в расчёте на 1 кг прироста живой массы полученная в опытной группе по отношению к контрольной, руб.	-	0,03	0,15

Анализ данных экономической эффективности использования наночастиц селена «Нано-Se» в рационах молодняка свиней на откорме показал, что их введение с водой в дозировке 0,10 и 0,20 мг на 1 кг сухого вещества комбикорма ведёт к получению дополнительной условной прибыли в расчёте на 1 кг прироста живой массы в размере 0,03 и 0,15 рублей соответственно.

Заключение. При использовании наночастиц селена «Нано-Se» в рационах молодняка свиней на откорме установлено, что их введение с водой в дозировке 0,10 и 0,20 мг на 1 кг сухого вещества комбикорма способствует увеличению среднесуточного привеса на 1,1-5,1 % и ведёт к получению дополнительной условной прибыли в расчёте на 1 кг прироста живой массы в размере 0,03 и 0,15 рублей соответственно.

Литература

1. Георгиевский, В. И. Минеральное питание животных / В. И. Георгиевский, П. Н. Анненков, В. Т. Самохин. – Москва : Колос, 1979. – 471 с.
2. Зайцев, С. Ю. Биохимия животных / С. Ю. Зайцев, Ю. В. Конопатов // Фундаментальные и клинические аспекты : учебник. – СПб : Лань, 2004. – С. 271–272.
3. Clarkson, T. W. The toxicology of mercury – current exposures and clinical manifestations / T. W. Clarkson, L. Magos, G. J. Myers // *New Engl. J. Med.* – 2003. – Vol. 349. – P. 1731–1737. DOI: 10.1056/NEJMra022471.
4. Psychological effects of low exposure to mercury vapor: application of a computer-administered neurobehavioral evaluation system / Y. X. Liang [et al.] // *Environ Res.* – 1993. – Vol. 60(2). – P. 320–327. DOI: 10.1006/enrs.1993.1040.
5. Effect of long-term exposure to cold on the antioxidant defense system in the rat / M. B. Spasic [et al.] // *Free Rad. Biol. Med.* – 1993. – Vol. 15, No 3. – P. 291–299. DOI: 10.1016/0891-5849(93)90076-7.
6. Biological effects of nano red elemental selenium / J. S. Zhang [et al.] // *Biofactors.* – 2001. – Vol. 15(1). – P. 27-38. DOI: 10.1002/biof.5520150103.

7. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Высшая школа, 1973. – 320 с.

8. Менчукова, С. Г. Математические расчеты селекционных признаков в животноводстве : методические указания / С. Г. Менчукова. – Горки, 1989. – 65 с.

Поступила 20.02.2024 г.

УДК 636.2.087.72/.73

М.М. КАРПЕНЯ¹, Д.А. ОРЕХВО², Л.Ф. КЛУНДУК², В.Н. ПОДРЕЗ¹,
В.Ф. РАДЧИКОВ³, С.Л. КАРПЕНЯ¹, М.В. ГОРОВЕНКО¹,
Т.Н. НОГИНА¹, Ю.В. ШАМИЧ¹

ОПТИМИЗАЦИЯ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

*¹Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

²ЗАО «Консул», г. Брест, Республика Беларусь

*³Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Успешное развитие молочного скотоводства невозможно без грамотной организации биологически полноценного кормления, способствующего повышению продуктивности и снижающего риск заболеваний высокопродуктивных животных. С этой целью на молочно-товарных комплексах и фермах республики в кормлении животных используются биологически активные кормовые добавки, которые отличаются большим разнообразием и способны помочь в решении большинства проблем в кормлении крупного рогатого скота. В статье приведены результаты исследований по оптимизации витаминно-минерального питания высокопродуктивных коров в середине лактации за счет использования адаптированного премикса. В ходе исследований проведена токсикологическая оценка премикса «МуМикс стандарт» для высокопродуктивных коров, которая позволяет отнести его к IV классу опасности (вещества малоопасные). В результате научно-хозяйственного опыта установлено, что использование в составе рациона высокопродуктивных коров в середине лактации разработанного премикса в количестве 150 г на голову в сутки способствует повышению среднесуточного удоя на 5,1%, производства молока в зачетной массе – на 3,7%, массовой доли жира в молоке – на 0,11 п.п., массовой доли белка – 0,06, массовой доли лактозы – на 0,24, массовой доли СОМО – на 0,09 п.п. и уменьшению количества соматических клеток на 5,0%.

Ключевые слова: коровы, молочная продуктивность, качество молока, премикс, токсичность, витамины, минеральные вещества.