

УДК 636.2.034: 636.2.085.12

**КОЗИНЕЦЬ А.І.
ГОЛУШКО О.Г.
КОЗИНЕЦЬ Т.Г.
НАДАРИНСЬКА М.А.**

РУП «Науково-практичний центр Національної академії наук Білорусі з тваринництва»

largo@yandex.ru

largo80@yandex.ru

ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТИНОК МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У РАЦІОНІ

У статті наведено дані досліджень зі встановлення ефективності використання в раціонах високопродуктивних корів мінеральних кормових добавок з використанням наночастинок мікроелементів: міді, цинку, марганцю, кобальту, заліза і селену.

Згодовування коровам наночастинок заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену в кількості 1 і 2 % від введених в раціони тварин з преміксом П 60-3 сприяє збільшенню вмісту в крові лейкоцитів на 17,8 % ($P < 0,05$), гемоглобіну – на 3,7 і гематокриту – на 1,6 % в порівнянні з показниками контрольної групи.

Використання в раціонах високопродуктивних корів наночастинок заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену сприяло збільшенню середньодобового надюю молока 3,6 % жирності на 0,9 і 1,4 кг, або на 4,1 і 6,4 % по відношенню до контрольної групи.

Введення в раціони високопродуктивних корів наночастинок заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену в кількості 1 і 2 % від введених в раціони тварин з преміксом П 60-3 сприяло зниженню питомої ваги кормів у структурі собівартості і отриманню додаткової продукції в кількості 105,3 і 163,8 руб. від однієї корови за період досліджень.

Ключові слова: корови, раціони, наночастинок, мікроелементи, кров, продуктивність.

doi: 10.33245/2310-9289-2019-147-1-57-63

Постановка проблеми. Результати численних наукових досліджень і практичний досвід свідчать про неможливість отримання високої продуктивності і підтримування здоров'я тварин без їх забезпечення мікроелементами в необхідній кількості і доступній формі [3, 5–7, 9, 11, 15, 17]. Як необхідний складник багатьох біологічно активних сполук – білків, ферментів, гормонів, вітамінів, пігментів, або маючи вплив на їх функції, мікроелементи беруть участь у різноманітних процесах життєдіяльності і обміну речовин в організмі [1, 4, 8, 12, 16, 18–22].

Дефіцитні мікроелементи дають тваринам у вигляді солей цих мікроелементів. Відомо, що сірчанокислі солі мікроелементів (сірчанокисле залізо, сірчанокисла мідь, сірчанокислий цинк) антагоністичні по відношенню до вітамінів, ферментів та інших біологічно активних речовин, що входять до складу комбікормів. Однак на практиці їх використовують у складі рецептів преміксів, хоча з точки зору кількості хімічного елемента, фізико-хімічних і технологічних властивостей, найкращими є оксиди мікроелементів. Біодоступність мікроелементів із сірчанокислих і вуглекислих солей коливається в межах 40–80 % і залежить від багатьох чинників [2, 13, 14, 23].

Аналіз останніх досліджень. Назарова [10] встановила, що нанокристалічні метали (залізо, кобальт і мідь) можна використовувати як стимулятори обмінних процесів, що підвищують продуктивність тварин і поліпшують загальний фізіологічний стан, в кількості 0,08 мг/кг живої ваги на добу нанопорошку заліза, 0,02 і 0,04 мг/кг живої маси нанопорошку кобальту і міді. Використання нанометалів у складі комбікорму значно поліпшило показники мінерального обміну в організмі. Так, збільшився вміст у сироватці крові мінеральних речовин: калію, натрію, кальцію, фосфору, хлору, заліза і міді.

Використання наночастинок цинку як альтернативи звичайним мінеральним джерелам під час годівлі сільськогосподарських тварин позитивно впливає на продуктивність, імунну систему і процес відтворення. Дослідженнями Mishra et al. [25] і Lina et al. [26] виявлено підвищення продуктивності і ефективності використання кормів поросятами і птицею у разі введення в раціони наночастинок цинку. Yang and Sun [29] встановили підвищення середньодобового приросту на 10,0, 18,2 і 11,6 % і зниження частоти діареї на 27,1, 30,8 і 33,6 %, відповідно, у відлучених поросят за згодовування наночастинок цинку. Tsai et al. [30], вивчаючи вплив нанорозмірного оксиду цинку (розмір часток становив 142 ± 15 нм) на засвоєння цинку в

організмі курей-несучок і товщину яєчної шкаралупи, встановили його позитивний вплив у порівнянні з введенням звичайного оксиду цинку.

Rajendran et al. [27] виявили тенденцію до зниження кількості соматичних клітин молока загодовування коровам наночастинок ZnO. Включення наноцинку в раціони корів також сприяло збільшенню виробництва молока та підвищенню імунітету.

В ДУ «Інститут фізико-органічної хімії Національної академії наук Білорусі» розроблено технологію і отримано наночастинок металів заліза, міді, цинку, марганцю, селену, кобальту у вигляді емульсії Наноплант як мікродобриво для вирощування огірків, томатів, для передпосівної обробки насіння ячменю. Встановлено, що Наноплант за меншої дози мікроелементів у 100–150 разів сприяє кращому розвитку рослин і підвищенню врожайності на 19 % порівняно з сольовим розчином, тобто метали в електронейтральній формі мають низку істотних переваг порівняно з елементами у вигляді солей. Головне – нанометали майже в десять разів краще засвоюються, ніж неорганічні добавки.

Мета дослідження – встановити ефективність використання в раціонах високопродуктивних корів мінеральних кормових добавок з використанням наночастинок мікроелементів міді, цинку, марганцю, кобальту, заліза і селену.

Матеріал і методи дослідження. З метою визначення норм введення і ефективності використання наночастинок мікроелементів у раціонах високопродуктивних корів було проведено науково-господарський дослід в ДП «ЖодіноАгроПлемЕліта» Смолевицького району Мінської області на дійному поголів'ї корів упродовж 6 місяців за схемою, представленою в таблиці 1.

Таблиця 1 – Схема науково-господарського дослідження

Група	Кількість тварин	Тривалість, днів	Осоливості годівлі
I контрольна	24	180	Основний раціон (ОР) + премікс П 60-3 стандартний
II дослідна	24	180	ОР + премікс П 60-3 стандартний + 1% від внесених преміксом наночастинок міді, цинку, марганцю, кобальту, заліза і селену
III дослідна	24	180	ОР + премікс П 60-3 стандартний + 2% від внесених преміксом наночастинок міді, цинку, марганцю, кобальту, заліза і селену

Умови утримання тварин були однаковими. Годівлю здійснювали відповідно до норм (2003), доїння триразове, напування з автонапувалок, утримання прив'язне.

Препарат наночастинок до раціону тварин вводили як у зимово-стійловий період (перша частина дослідження), так і в літній період (друга частина дослідження).

У зимовий період корів годували кормосумішшю, до складу якої входили силос кукурудзяний, сінаж різнотравний, солома. Загальне споживання суміші об'ємистих кормів у контрольній групі становило 34,1 кг, що відповідало 50 % за поживністю від загального раціону. У другій і третій дослідних групах встановлено збільшення споживання суміші об'ємистих кормів на 2,9 і 0,9 кг, і відповідно, об'ємисті корми становили 52,0 і 50,7 % від загальної поживності раціону. Концентровані корми (макуха ріпакова і комбікорм власного виробництва) роздавали тваринам нормовано і окремо від об'ємистих кормів з розрахунку 350 г на літр молока на голову на добу. У розрахунку на 1 кг сухої речовини раціони всіх дослідних груп були практично однакові й містили 10,5–10,6 МДж обмінної енергії, 13,2–13,4 % сирого протеїну, 3,1 % сирого жиру, 18,8–19,1 % клітковини, 26,3–26,7 % крохмалю і 3,2 % цукру. Співвідношення кальцію до фосфору становило 1,5.

У літній період раціони корів склалися з трави на пасовищі і концентратів, а також підгодівлі об'ємистими кормами у вигляді кормосуміші (силосу кукурудзяного, сінажу різнотравного і соломи ячмінної). Споживання кормосуміші об'ємистих кормів у контрольній групі становило 21,1 кг, або 30,6 % від загальної поживності раціону. Корови другої дослідної групи споживали на 1,4 кг кормосуміші більше, ніж контрольні тварини, що відповідало 31,9 % поживності раціону. Споживання суміші об'ємистих кормів коровами третьої дослідної групи було на рівні 21,5 кг, або на 0,4 кг більше контрольних тварин, що відповідало 31 % загальної поживності раціону тварин.

Концентровані корми (комбікорм власного виробництва) давали тваринам у нормованій і окремо від об'ємистих кормів з розрахунку 350 г на літр молока на голову на добу. У розрахунку на 1 кг сухої речовини раціони всіх піддослідних груп були практично однакові і містили 10,8 МДж

обмінної енергії, 14,2–14,3 % сирого протеїну, 2,4 % сирого жиру, 19,1–19,3 % клітковини, 25,6–25,8 % крохмалю і 5,8 % цукру. Співвідношення кальцію до фосфору становило 2,0.

Препарати наночастинок металів (заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену) у раціони корів другої і третьої дослідних груп вносили додатково з розрахунку 1 і 2 % від кількості мікроелементів, які вводили в раціони з преміксом.

У процесі досліджень застосовували зоотехнічні, біохімічні та математичні методи аналізу і вивчали наступні показники:

- поїдання кормів – під час контрольної годівлі один раз у 10 діб за дві суміжні доби на підставі даних зважування заданих кормів та їх залишків;

- якість кормів і гематологічні дослідження визначали в лабораторії біохімічних аналізів РУП «Науково-практичний центр НАН Білорусі з тваринництва».

У кормах визначали: обмінну енергію – розрахунковим шляхом за формулами, вологу – за ГОСТ 13496.3-92, сирий протеїн – за ГОСТ 13496.4-93. п. 2 на автоматичному аналізаторі азоту за К'ельдалем ІДК-159, клітковину – за методом Геннеберг-Штомана на FIWE-6, сирий жир – за ГОСТ 13496.15-97, золу – за ГОСТ 26226-95 п. 1, кальцій – комплексометричним методом у модифікації А. Ф. Афанасьєва, фосфор – за Фіске-Суббороу, макро- і мікроелементи – на атомно-адсорбційному спектрометрі Optima 2100 DV. Відбір проб кормів здійснювали щомісяця впродовж усього науково-господарського досліджу.

Фізіологічний стан тварин оцінювали за гематологічними показниками. Визначали наступні показники: морфофункціональний склад крові формених елементів крові з використанням автоматичного аналізатора «URIT-3000 VetPlus»; біохімічний склад сироватки крові – на приладі «Assent 200». Відбирали кров з яремної вени через 2,5–3 години після годівлі у 5 голів кожної групи. Відбір проб проводили щомісячно впродовж 180 діб досліджу.

Молочну продуктивність у корів вивчали шляхом контрольного доїння. Проби молока відбирали на початку і в кінці дослідження. На початку дослідження тварин було протестовано на мастит.

На підставі показників продуктивності, вартості витрачених кормів, загальних витрат на виробництво продукції проводили розрахунок економічної ефективності використання преміксів у раціонах тварин. Цифрові матеріали оброблено методом варіаційної статистики (П.Ф. Рокицкий, 1973).

Результати дослідження. Згодовування комплексного препарату наночастинок у кількості 2 % від внесених з преміксом позитивно вплинуло на морфологічні показники крові (табл. 2).

Таблиця 2 – Морфологічні показники крові

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

Примітка: * – $P < 0,05$ порівняно з контрольною групою.

Встановлено тенденцію до збільшення кількості еритроцитів на 0,2 %, лейкоцитів на – 17,8 (P <0,05), рівня гемоглобіну на – 3,7 і гематокриту на – 1,6 % за весь період досліджень порівняно з контрольною групою.

Кількість еритроцитів у тварин II дослідної групи по відношенню до контрольної групи знизилася на 4,2 %. Загалом за період досліджень показник гематокриту – здатності крові переносити кисень, що виражається в співвідношенні сумарного обсягу формених елементів до загального об'єму крові, – був на одному рівні.

Рівень гемоглобіну перевищував контрольну групу не тільки середньостатистично за весь період досліджень, а й щомісяця: у перший місяць – на 3,8 %, у другий – на 2,5, у третій – 6,7, у четвертий – 0,4, у п'ятий – на 4,4 %.

Крім того, встановлено що місячне збільшення кількості лейкоцитів у тварин III дослідної групи порівняно з контрольними аналогами: в перший місяць – на 27,0 %, у другий – 23,4, у третій – 36,9, у четвертий – 0,5, у п'ятий – на 12,9 %. Підвищення кількості лейкоцитів у межах фізіологічної норми вважають позитивною ознакою, що свідчить про наявність захисних ресурсів організму.

Продуктивність і якісні показники молока корів за весь період досліджень представлено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Продуктивність і якість молока корів

Показник	I група	II група	III група
Початок дослідю:			
Середньодобовий надій, кг	30,1±2,24	29,5±2,67	30,0±2,08
жирність молока, %	4,32±0,32	3,73±0,41	3,49±0,34
білок молока, %	3,00±0,07	3,06±0,17	2,98±0,17
сечовина, мг/дл	49±4,4	32±5,5	35±4,7
Кінець дослідю (шостий місяць):			
Середньодобовий надій, кг	24,31±1,17	24,33±2,80	20,14±2,21
жирність молока, %	2,78±0,22	2,57±0,35	2,64±0,33
білок молока, %	3,36±0,12	3,35±0,08	3,16±0,15
сечовина, мг/дл	14±0,5	13±0,3	12±0,3
Середнє значення:			
Середньодобовий надій, кг	24,7±0,28	25,5±0,36	25,2±1,35
жирність молока, %	3,18±0,25	3,21±0,30	3,31±0,21
білок молока, %	3,13±0,06	3,14±0,12	3,16±0,05
сечовина, мг/дл	30,5±4,6	29,9±4,2	29,9±5,7
Середньодобовий надій, кг 3,6 % жирністю, кг	21,8	22,7	23,2
% до контролю	100	104,1	106,4

На початку досліджень у період роздою у корів дослідних груп надоювали практично однакову кількість молока – 29,5–30,1 кг. У зв'язку з початком літньо-пасовищного періоду і згодуюванням зелених кормів з третього місяця досліджень (травень) спад лактаційної кривої припинився, і спостерігалася динаміка підвищення продуктивності за одночасного зниження кількості жиру в молоці.

Жирність молока впродовж усього періоду досліджень не мала постійних значень і варіювала залежно від складу раціону, періоду лактації, пори року тощо. У результаті щомісячних досліджень якості продукції встановлено, що вміст жиру в молоці корів першої контрольної групи був на рівні 3,18 %, другої дослідної групи – 3,21, третьої – 3,31 %, або на 0,13 % вищий порівняно з контрольними показниками.

Результати досліджень за 6 місяців показали, що вміст білка в молоці корів I контрольної групи був на рівні 3,00–3,36 %, II дослідної групи – 2,77–3,42, III – 2,98–3,31 %.

Використання в раціонах високопродуктивних корів комплексного препарату наночастинок у кількості 1 і 2 % від внесених в раціони тварин з преміксом П 60-3 сприяло збільшенню середньодобової продуктивності молока натуральної жирності на 0,8 і 0,5 кг, або на 3,2 і 2,0 % по відношенню до контрольної групи.

У результаті аналізу економічних показників (табл. 4) встановлено позитивний вплив використання комплексного препарату наночастинок у кількості 1 і 2 % від внесених мікроелементів з преміксом.

Таблиця 4 – Економічні показники виробництва

Показник	Група		
	I	II	III
Вартість середньодобового раціону, руб.	5,975	6,135	6,021
Середньодобовий надій: натурального молока, кг	24,7	25,5	25,2
3,6 % жирності, кг	21,8	22,7	23,2
Загальна вартість витрачених кормів на 1 голову, руб.	1075,5	1104,2	1083,8
Витрачено концентратів за період досліду на 1 голову, кг	1620	1620	1620
Реалізаційна ціна 1 кг молока, руб.	0,65	0,65	0,65
Отримано молока базисної жирності за дослід, кг	3924	4086	4176
+/- до контролю, кг		162	252
Вартість продукції отриманої від 1 корови, руб.	2550,6	2655,9	2714,4
Питома вага кормів у структурі собівартості, %	42	42	40
Вартість додатково отриманої продукції, руб.		105,3	163,8

Встановлено збільшення вартості середньодобових раціонів корів II і III дослідних груп по відношенню до контрольних тварин на 2,7 і 0,8 %, що вплинуло на підвищення загальної вартості витрачених кормів на одну голову за період досліду на 2,7 і 0,8 % відповідно.

За середньої ціни за 1 кг молока 0,65 руб., від кожної корови II дослідної групи за період досліду отримано продукції на суму 2655,9 руб., або на 4,1 % більше порівняно з контрольною групою тварин, що становить 105,3 руб. Від кожної корови III дослідної групи надано молока за період досліджень на суму 2714,4 руб., або на 6,4 % більше в порівнянні з контролем, що становить 163,8 руб.

Питома вага кормів у структурі собівартості II дослідної групи знаходилася на рівні контролю і становила 42 %. У III дослідній групі корів встановлено зниження питомої ваги кормів у структурі собівартості до 40 %.

Висновки. Згодовування коровам наночастинок заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену в кількості 1 і 2 % від внесених в раціони тварин з преміксом П 60-3 сприяє підвищенню вмісту в крові лейкоцитів на 17,8 % ($P < 0,05$), гемоглобіну – на 3,7 і гематокриту – на 1,6 % порівняно з показниками контрольної групи.

Використання в раціонах високопродуктивних корів наночастинок заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену сприяло збільшенню середньодобової продуктивності молока 3,6 % жирності на 0,9 і 1,4 кг, або на 4,1 і 6,4 % порівняно з контрольною групою тварин.

Введення в раціони високопродуктивних корів наночастинок заліза, міді, цинку, кобальту, марганцю і селену в кількості 1 і 2 % від внесених в раціони тварин з преміксом П 60-3 сприяло зниженню питомої ваги кормів у структурі собівартості і отриманню додаткової продукції в кількості 105,3 і 163,8 руб. від однієї корови за період досліджень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеева Л. В., Кондакова Л. В. Влияние нанопорошков кобальта и железа на биохимические показатели крови бычков герефордской породы. Зоотехния. 2013. № 6. 23 с.
2. Андрианова Е. Н., Околелова Т. М. Витаминно-минеральные премиксы с цеолитом. Передовой науч.-произв. опыт в птицеводстве: экспресс-информация. ВНИТИП. Сергиев Посад, 2003. № 1. С.5–7.
3. Околелова Т.М., Кулаков А.В., Молоскин С.А., Грачев Д.М. Актуальные проблемы применения биологически активных веществ и производства премиксов. Сергиев Посад, 2002. 282 с.
4. Гибалкина Н. И., Федаев А. Н., Скопцов В. А., Кокорев В. А. Влияние хрома на переваримость и использование питательных веществ рациона в организме бычков при откорме. Вестник сельскохозяйственной науки Мордовии. Саранск. 2000. С. 61–67.
5. Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных животных / В. А. Кокорев и др. Зоотехния. 2004. № 7. С. 12–16.
6. Кокорев В.А., Федаев А.Н., Гибалкина Н.И. Нормирование хрома в рационах бычков. Зоотехния. 2000. № 4. С. 17–19.
7. Обмен минеральных веществ у животных / В. А. Кокорев и др. Саранск, 1999. 388 с.
8. Кузнецов С.Г., Фраппа С. Минеральные вещества и витамины для производства премиксов. Комбикорма. 2000. № 4. С.35–37.
9. Лебедев Н.И. Использование микродобавок для повышения продуктивности жвачных животных. Ленинград: Агропромиздат, 1990. 96 с.
10. Назарова А.А. Влияние нанопорошков железа, кобальта и меди на физиологическое состояние молодняка крупного рогатого скота: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Рязань, 2009. 20 с.
11. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А. П. Калашников и др. Москва: Агропромиздат, 1985. 352 с.

12. Пелевин А.Д., Пелевина Г.А., Венцова И.Ю. Комбикорма и их компоненты. Москва: Де Липринг, 2008. 519 с.
13. Премиксы трепелсодержащие для сельскохозяйственных животных: рекомендации / В. М. Голушко и др. Жодино, 2016. 29 с.
14. Разработка, производство и эффективность применения премиксов в кормлении молочного скота : монография / И. И. Горячев и др. Витебск, 2014. 172 с.
15. Anderson R.A., Bryden N.A., Polanski M.M., Reiser S. 1990. Urinary chromium excretion and insulinogenic properties of carbohydrates. *Clin. Nutr.*, 51, P.864–868.
16. Anderson R. A. Chromium in Trace Elements in Human and Animal Nutrition. NewYork:AcademicPress,1987. P.225–229.
17. Anderson R.A. Recent advances in then role chromium in human healthand diseases. Essential and Toxic Trace Elements in Human and Disease.New York:AlanR.Liss.,1988. P.189– 197.
18. Absorption, exertion and distribution of chromium given by mouth to lactating ruminants / M. Anke et al. *Arch. Tieremahr.* 1971. Bd. 21. P.599–607.
19. Bunner S. P., R. McGinnis Chromium-infused hypoglycemia. *Psychosomatics.* 1998. Vol. 39. No 3. P. 298–299.
20. Burton I. L, Mallard B. A., Mowat D. N. Effects of supplemental chromium on immune responses of periparturient and early-lactation dairy cows. *J. Anim. Sci.* 1993. Vol. 71. P. 1532–1539.
21. Chang X., Mowat D. N. Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. *J. Anim. Sci.* 1992. Vol. 70. P. 559–565.
22. Harison D. L., Staples E. L. I. Zinc chromium poisoning in calves. *Vet. I.* 1955. Vol. 3. P. 63–73.
23. Kornegay E.T., Wang Z., Wood C.M., Lindemann M. D. Supplemental chromium picolinate influences nitrogen balance, dry matter digestibility, and carcass traits in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 1997. Vol. 75. 1319 p.
24. Langard S. Biological and environmental aspects of chromium. Elsevier Science Publishers, 1979. 285 p.
25. Effect of nano-zinc oxide on the production and dressing performance of broiler / T. Lina et al. *Chinese Agricultural Science Bulletin.* 2009. Vol. 2. P. 1003
26. 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
27. Rajendran D. Application of Nano Minerals in Animal Production System. *Research Journal of Biotechnology.* 2013. Vol. 8 (3). P. 1–3.
28. Rajendran D., Kumar G., Ramakrishnan S., Shibi T. K. Enhancing the milk production and immunity in Holstein Friesian crossbred cow by supplementing novel nano zinc oxide. *Research Journal of Biotechnology.* 2013. Vol. 8. Issue 5. P. 11–17.
29. Yang Z. P., Sun L. P. Effects of nanometre ZnO on growth performance of early weaned piglets. *J. Shanxi Agric. Sci.* 2006. Vol. 3. 1024 p.
30. 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.

REFERENCES

1. Alekseeva, L.V., Kondakova, L.V.(2013). Vliyanie nanoporoshkov kobalta i zheleza na biohimicheskie pokazateli krovi byichkov gerefordskoy porodiy [The influence of cobalt and iron nanopowders on the biochemical parameters of blood of hereford bulls]. *Zootechny.* no. 6, 23 p.
2. Andrianova, E.N., Okolelova, T. M.(2003). Vitaminno-mineralnyie premiksi s tselitom [Vitamin and mineral premixes with zeolite]. *Peredovoy nauch.-proizv. opyt v ptitsevodstve:ekspres-informatsiya* [Advanced nauch.-proizv. Experience in poultry farming: express information]. VNITIP. Sergiev Posad, no. 1,pp.5–7.
3. Okolelova, T. M., Kulakov, A. V., Moloskin, S. A., Grachev, D. M.(2002). Aktualnyie problemyi primeneniya biologicheskii aktivnyih veschestv i proizvodstva premiksov [Actual problems of the use of biologically active substances and the production of premixes]. *Sergiev Posad*, 282 p.
4. Gibalkina, N. I., Fedaev, A. N., Skoptsov, V. A., Kokorev, V. A.(2000). Vliyanie hroma na perevarimost i ispolzovanie pitatelnyih veschestv ratsionov v organizme byichkov pri otkorme [The effect of chromium on the digestibility and nutrient use of diets in the body of bulls during fattening]. *Vestnik selskohozyaystvennoy nauki Mordovii* [Bulletin of agricultural science of Mordovia]. Saransk,pp. 61–67.
5. Kokorev, V. A. (2004). Optimizatsiya mineralnogo pitaniya selskohozyaystvennyih zhivotnyih [Optimization of mineral nutrition of farm animals]. *Zootechny.* no. 7,pp. 12–16.
6. Kokorev, V. A., Fedaev, A. N., Gibalkina, N. I.(2000). Normirovanie hroma v ratsionah byichkov [Rationing of chromium in gobies rations]. *Zootechny.* no. 4,pp. 17–19.
- 7.Kokorev, V. A. (1999). Obmen mineralnyih veschestv u zhivotnyih [The exchange of minerals in animals]. Saransk, 388 p.
8. Kuznetsov, S.G., Frappa, S.(2000). Mineralnyie veschestva i vitaminyi dlya proizvodstva premiksov [Minerals and vitamins for the production of premixes]. *Feed.no.* 4,pp.35–37.
9. Lebedev, N. I.(1990). Ispolzovanie mikrodobavok dlya povysheniya produktivnosti zhvachnyih zhivotnyih [The use of microadditives to increase the productivity of ruminants]. Leningrad: Agropromizdat, 96 p.
10. Nazarova, A. A.(2009).Vliyanie nanoporoshkov zheleza, kobalta i medi na fiziologicheskoe sostoyanie molodnyaka krupnogo rogatogo skota: avtoref. diss. kand. biol. Nauk [Effect of iron, cobalt and copper nanopowders on the physiological state of young cattle: author. dissertation candidate of biological sciences]. Ryazan, 20 p.
11. Kalashnikov, A. P. (1985). Normy i ratsionyi kormleniya selskohozyaystvennyih zhivotnyih [Norms and diets feeding farm animals]. Moscow: Agropromizdat, 352 p.
12. Pelevin, A. D., Pelevina, G. A., Ventsova, I.Yu. (2008).Kombikorma i ih komponentyi [Feed and their components].Moscow: De Liprint,519 p.

13. Golushko, V.M. (2016). Premixyi trepelsoderzhaschie dlya selskohozyaystvennyih zhyvotnyih [Thripe premixes for farm animals]. Zhodino, 29 p.
14. Goryachev, I.I. (2014). Razrabotka, proizvodstvo i effektivnost primeneniya premiksov v kormlenii molochnogo skota [Development, production and effectiveness of the use of premixes in the feeding of dairy cattle]. Vitebsk, 172 p.
15. Anderson, R.A., Bryden, N.A., Polanski, M.M., Reiser, S. (1990). Urinary chromium excretion and insulinogenic properties of carbohydrates. Clin. Nutr., 51, pp. 864–868.
16. Anderson, R.A. (1987). Chromium in Trace Elements in Human and Animal Nutrition. New York: Academic Press, pp. 225–229.
17. Anderson, R.A. (1988). Recent advances in then role chromium in human healthand diseases. Essential and Toxic Trace Elements in Human and Disease. New York: Alan R. Liss., pp. 189–197.
18. Anke, M. (1971). Absorption, exertion and distribution of chromium given by mouth to lactating ruminants. Arch. Tieremahr. Bd. 21, pp. 599–607.
19. Bunner, S. P., McGinnis, R. (1998). Chromium-infused hypoglycemia. Psychosomatics. Vol. 39, no. 3, pp. 298–299.
20. Burton, I. L., Mallard, B. A., Mowat, D. N. (1993). Effects of supplemental chromium on immune responses of periparturient and early-lactation dairy cows. J. Anim. Sci. Vol. 71, pp. 1532–1539.
21. Chang, X., Mowat, D. N. (1992). Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. J. Anim. Sci. Vol. 70, pp. 559–565.
22. Harison, D. L., Staples, E. L. I. (1955). Zinc chromium poisoning in calves. Vet. I. Vol. 3, pp. 63–73.
23. Kornegay, E.T., Wang, Z., Wood, C.M., Lindemann, M.D. (1997). Supplemental chromium picolinate influences nitrogen balance, dry matter digestibility, and carcass traits in growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. Vol. 75, 1319 p.
24. Langard, S. (1979). Biological and environmental aspects of chromium. Elsevier Science Publishers, 285 p.
25. Lina, T. (2009). Effect of nano-zinc oxide on the production and dressing performance of broiler. Chinese Agricultural Science Bulletin. Vol. 2, 1003 p.
26. Mishra, A. (2014). Growth performance and serum biochemical parameters as affected by nano zinc supplementation in layer chicks. Indian Journal of Animal Nutrition. Vol. 31, Issue 4, pp. 384–388
27. Rajendran, D. (2013). Application of Nano Minerals in Animal Production System. Research Journal of Biotechnology. Vol. 8 (3), pp. 1–3.
28. Rajendran, D., Kumar, G., Ramakrishnan, S., Shibi, T.K. (2013). Enhancing the milk production and immunity in Holstein Friesian crossbred cow by supplementing novel nano zinc oxide. Research Journal of Biotechnology. Vol. 8, Issue 5, pp. 11–17.
29. Yang, Z.P., Sun, L.P. (2006). Effects of nanometre ZnO on growth performance of early weaned piglets. J. Shanxi Agric. Sci. Vol. 3, 1024p.
30. Tsai, Y.H. (2016). Effects of nanosize zinc oxide on zinc retention, eggshell quality, immune response and serum parameters of aged laying hens. Animal Feed Science and Technology. Vol. 213, pp. 99–107.

Продуктивность коров при использовании наночастиц микроэлементов в рационах

Козинец А.И., Голушко О.Г., Козинец Т.Г., Надаринская М.А.

В статье приводятся данные исследований по установлению эффективности использования в рационах высокопродуктивных коров минеральных кормовых добавок с использованием наночастиц микроэлементов меди, цинка, марганца, кобальта, железа и селена.

Скармливание коровам наночастиц железа, меди, цинка, кобальта, марганца и селена в количестве 1 и 2 % от вводимых в рационы животных с премиксом П 60-3 способствует увеличению содержания в крови лейкоцитов на 17,8 % ($P < 0,05$), гемоглобина – на 3,7 и гематокрита – на 1,6 % по сравнению с показателями контрольной группы.

Использование в рационах высокопродуктивных коров наночастиц железа, меди, цинка, кобальта, марганца и селена способствовало увеличению среднесуточной продуктивности молока 3,6 % 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 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.

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

Effect of micronutrient nanoparticles application on cows' performance

Kozinets A., Golushko O., Kozinets N., Nadarinskaya M.

The article highlights the effective use of the food mineral additives with nanoparticles: copper, zinc, manganese, cobalt, iron and selenium in the diet of the high productive cows.

The feeding cows with nanoparticles of iron, copper, zinc, cobalt, manganese and selenium in the amount of 1 and 2 % from the ration with premix P 60-3 stimulates the blood leukocyte increase by 17.8 % ($P < 0.05$), hemoglobin – 3.7 % and hematocrit – 1.6 % in comparison with the control group.

The use of nanoparticles of iron, copper, zinc, cobalt, manganese and selenium in the diet of the high productive cows contributes the average daily milk yield increase with the fat content of milk 3.6 % by 0.9 and 1.4 kg or by 4.1 and 6.4 % in comparison with the control group of animals.

It has been carried out that the addition of the nanoparticles of iron, copper, zinc, cobalt, manganese and selenium in the amount of 1 and 2 % from the ration with premix P 60-3 to the diet of the highly productive cows contributes the fodder cost price reducing and additional product obtaining in the amount of 105.3 and 163.8 rubles from one cow.

Keywords: cows, diet, nanoparticles, blood, productivity.

Надійшла 25.03.2019 р.