

УДК 57.022

## **АКТИВНОСТЬ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ ГОМЕОСТАЗА КОРОВ И ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРЕПАРАТА НАНОКРЕМНИЙ**

**Л.В. Алексеева<sup>1</sup>, Ф.Г. Деменик<sup>2</sup>, А.С. Савина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Тверь

<sup>2</sup>Тверской государственной университет, Тверь

В 2017 г. в ЗАО «Калининское» Тверской области был проведен научный эксперимент по применению кремний содержащих препаратов, состоящих из меди, цинка, железа и кремния. Изучалось их влияние на физиологические процессы в организме высокоудойных коров и изменения их продуктивности.

**Ключевые слова:** *крупный рогатый скот, микроэлементы, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты.*

**Введение.** В практике биологической науки большое внимание уделяется вопросам изучения особенностей минерального метаболизма в организме животных в зависимости от возраста, физиологического состояния и продуктивности. На практике до сих пор используются микродобавки в виде неорганических солей для восполнения дефицита микроэлементов в кормах, без учета в рационе их диспаритета, наличия антагонистических синергетических отношений между ними (Арсанукаев и др., 2017).

Многими исследователями применяется введение в рацион животных минеральных веществ в виде комплексонов (хелатов), которые представляют собой комплекс микроэлементов (железа, меди, цинка, кобальта, йода) с органическим лигандом – этилендиаминдиантарной кислотой (ЭДДЯК) (Алексеева и др., 2013).

Так как корма нашей зоны бедны микроэлементами – это может сказываться на обмене веществ и привести к снижению продуктивности. Своевременное обеспечение организма недостающими микроэлементами способствует нормализации процессов обмена веществ, повышению продуктивности животных, сопротивляемости к болезням и неблагоприятным факторам окружающей среды.

Необходимо создавать качественные условия содержания и кормления животных, которые обеспечивают оптимальное течение процессов обмена веществ в их организме (Рыжов, 2004), для проявлений способностей организма, обусловленных генетически,

синтезировать высококачественную продукцию (Ахметова, 2009). Важно, чтобы животные, кроме основных питательных веществ, по которым обычно контролируют полноценность рациона, получили и другие биологически активные вещества (Хохрин, 2004). Среди них группа минеральных элементов, которая играет в организме важную роль, но содержится в кормах в малых количествах – так называемые микроэлементы, занимает особое место. Как установлено в настоящее время, микроэлементы, как металлокомпоненты, входят в состав многих гормонов, витаминов, ферментов (Рыжов, 2004), активируют или ингибируют их действие (Чернова, 2011) и таким образом, обеспечивают интенсивность процессов обмена веществ и их физиологическую функцию (Комкова, 2009). В настоящее время в организме млекопитающих найдено более 70 микроэлементов, изучено их значение для жизнедеятельности, развития и интенсивного роста животных (Георгиевский и др., 1979; Рыжов, 2004).

В практических условиях, особенно при одностороннем, несбалансированном, неполноценном питании, чаще всего отмечают дефицит в кормах, а, следовательно, и в организме животных, ряда микроэлементов. Этот дефицит приводит к расстройству обмена веществ, что влечет за собой снижение иммунитета, замедляется интенсивность процессов пищеварения, тем самым, хуже используются питательные вещества корма, тормозится рост и развитие животных, ухудшаются функции воспроизводительной системы и т.д. (Кондрахин и др., 1985; Рыжов, 2004; Самохин, 1981).

Так как нет четко отработанных методов диагностики нарушений обмена веществ – лечение часто запаздывает.

Клинические признаки проявления дефицита в начальной стадии нетипичны. В практических условиях часто наблюдается комплексный дефицит микроэлементов, что еще более осложняет диагностику расстройства обмена веществ (Менькин, 1997; Уразаев и др., 1990).

В настоящее время отмечен особый интерес к профилактике и лечению многих нарушений обмена веществ с помощью ультрадисперсных порошков металлов (УДПМ).

В последние годы (1998-2007 гг.), такими учеными как: Г.Э. Фолманис, Г.В. Павлов, А.П. Райкова, Л.В. Коваленко, Н.Н. Глущенко были проведены исследования, которые показали некоторые отличия УДПМ от известных ранее форм микродобавок (Назарова, 2009; Чурилов, 2010). УДПМ способствуют эффективному повышению продуктивности сельскохозяйственных животных и растений, они экологически безопасны и экономически выгодны. Исследования показали, что применение УДПМ в растениеводстве, кормопроизводстве и животноводстве эффективнее, чем применение ранее известных форм микродобавок (Чурилов, 2010). При

использовании УДПМ урожайность сельскохозяйственных культур увеличивается в среднем на 20 %, увеличивается естественная устойчивость животных к заболеваниям и снижаются потери молодняка в среднем на 40 % (Назарова, 2009; Полищук, 2010; Чурилов, 2010).

Учитывая вышеизложенное, исследование биологических эффектов ультрадисперсных порошков металлов (УДПМ) и внедрение их в практику является актуальной и перспективной задачей.

В последние годы ведутся исследования по выяснению роли в живом организме недостаточно изученных минеральных веществ. К их числу относится кремний. Появление новых природных, химических и микробиологических соединений кремния положило начало их исследованию в медицине, ветеринарии.

Препарат нанокремний – это смесь минеральных компонентов (меди, цинка, железа) на основе кремний содержащих материалов. На препарат имеется экспертное заключение по результатам лабораторных исследований и в соответствии с классификацией опасности по ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества», данный препарат относится к малоопасным веществам (Захаров, 2015).

Такие микроэлементы, как железо, медь, йод, кобальт, цинк, марганец, молибден, селен, фтор, играют важную роль в процессах жизнедеятельности. Они содержатся во всех тканях организма, но в больших количествах, в так называемых, депо микроэлементов – печени, селезенке, костях, почках, коже, поджелудочной железе и др. Биогенные микроэлементы входят в состав ферментов, витаминов, гормонов, дыхательных пигментов, структур клеток, цитоплазмы, крови, лимфы, тканевой жидкости и являются обязательными компонентами внутриклеточной среды (Алексеева и др., 2013).

В поддержании гомеостаза организма важная роль принадлежит крови и ее гомеостатическим механизмам. Есть основания считать, что степень успешности корректирующего воздействия биоэлементов на живой организм зависит от того, в каком состоянии они в организм попадают.

**Методика.** Целью наших исследований явилось изучение влияния препарата нанокремний на молочную продуктивность коров и физиологическое состояние их организма.

Продолжительность опыта составила 60 дней. В данной статье приводятся показатели за 30 дней эксперимента. Животных отбирали методом групп-аналогов. Было сформировано 2 группы: контрольная и опытная. Животных отбирали по продуктивности и году лактации. Все коровы в нашем опыте I лактации.

Согласно схеме опыта животные контрольной группы получали основной рацион, а животные опытной группы основной рацион и

добавку нанокремния в дозе 100 мг на 1 голову в сутки, растворяя в воде и поливая комбикорм (по рекомендации производителя) (табл. 1).

Данный препарат рекомендован к использованию, так как Тверская область дефицитна по йоду, кобальту и меди.

Таблица 1

Схема опыта

Группы животных	Количество животных в группе	Состав рациона
I (контрольная)	5	ОР - основной рацион
II (опытная)	5	ОР + препарат нанокремний

В течение опыта животные получали корма согласно рекомендуемым детализированным нормам РАСН (2003 г.). В рацион для дойных коров входили следующие корма: силос кукурузный, сенаж, зеленая масса, комбикорм.

У животных для исследования брали кровь из яремной вены. Определяли экономическую эффективность использования препарата.

Для лабораторных исследований были взяты пробы крови у всех животных в каждой из исследуемых групп (первой контрольной и второй опытной) для определения морфологических, биохимических и всех остальных показателей крови в начале опыта и через 1 месяц.

Морфологические показатели крови: содержание количества эритроцитов (ед. измерения  $10^{12}/л$ ); содержание количества лейкоцитов (ед. измерения  $10^9/л$ ); содержание гемоглобина (ед. измерения г/л); количества тромбоцитов (ед. измерения  $10^9/л$ ).

Показатели ферментативной активности крови: аланинаминотрансфераза (ед. измерения ед/л); аспартатаминотрансфераза (ед. измерения ед/л).

Клинический (гематологический) анализ крови выполнен на аппарате ABX MICRO 60-OT18 (OpenTube), который является автоматизированным гематологическим анализатором для диагностирования цельной крови (invitro). Производителем данного анализатора является компания HORIBAABX, Франция. Биохимический анализ крови, был произведен на автоматическом биохимическом анализаторе Vitalab Flexor E компании Vital Scientific N.V., Нидерланды. Статистическая обработка данных проводилась методом компьютерной программы по Коровяцкому.

**Результаты и обсуждение.** По результатам нашего эксперимента количество эритроцитов через 30 дней после начала опыта в организме коров опытной группы увеличилось на 4,95 %



относительно начала эксперимента и на 6 % по сравнению с контрольной группой (табл. 2, рис. 1).

Нормы содержания форменных элементов в крови крупного рогатого скота составляют: эритроцитов –  $5-7,5 \cdot 10^{12}$  г/л; лейкоцитов –  $4,5-12 \cdot 10^9$  г/л; тромбоцитов –  $200-500 \cdot 10^9$  г/л; гемоглобина – 90-120 г/л.

Таблица 2

Клинические показатели крови коров

Показатели		Контрольная группа	Опытная группа
Количество эритроцитов ( $10^{12}$ г/л)	Начало опыта	5,97±0,36	6,06±0,25
	Через 30 дней эксперимента	6,02±0,28	6,36±0,28*
Количество гемоглобина (г/л)	Начало опыта	91,40±5,52	96,20±4,55
	Через 30 дней эксперимента	92,00±5,26	101,60±5,60*
Среднее содержание гемоглобина в эритроцитах ( $10^{12}$ г/л)	Начало опыта	15,36±0,65	15,92±0,68
	Через 30 дней эксперимента	45,60±4,78	51,20±3,56*
Количество лейкоцитов ( $10^9$ г/л)	Начало опыта	9,44±2,03	7,54±0,50
	Через 30 дней эксперимента	9,36±1,45	9,08±0,75
Количество тромбоцитов ( $10^9$ г/л)	Начало опыта	340,00±62,96	308,80±24,90
	Через 30 дней эксперимента	278,20±31,69	337,00±8,00

Примечание. \* -  $0,05 < P < 0,01$

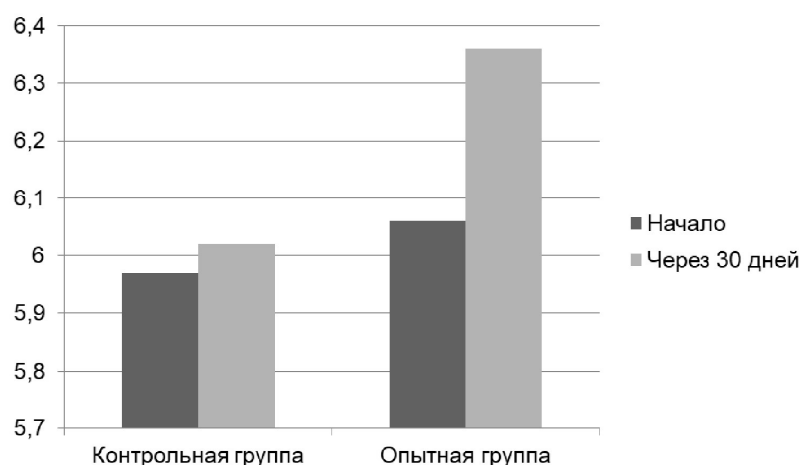


Рис. 1. Количество эритроцитов крови ( $10^{12}$  г/л)

Нормы содержания форменных элементов в крови крупного рогатого скота составляют: эритроцитов –  $5-7,5 \cdot 10^{12}$  г/л; лейкоцитов –  $4,5-12 \cdot 10^9$  г/л; тромбоцитов –  $200-500 \cdot 10^9$  г/л; гемоглобина – 90-120 г/л.

Содержание вышеуказанных показателей крови относительно постоянно. Хотя и подвергается влиянию физиологического состояния организма, кормлению животных и воздействию факторов внешней среды. Эритроциты выполняют функцию переносчиков газов за счет содержания в своем составе гемоглобина.

Количество гемоглобина в крови коров опытной группы, получивших добавку нанокремний в дозе 100 мг на голову в сутки, увеличилось через 30 дней эксперимента на 5,6 %, а в крови коров контрольной группы на 0,7 % (табл. 2, рис. 2).

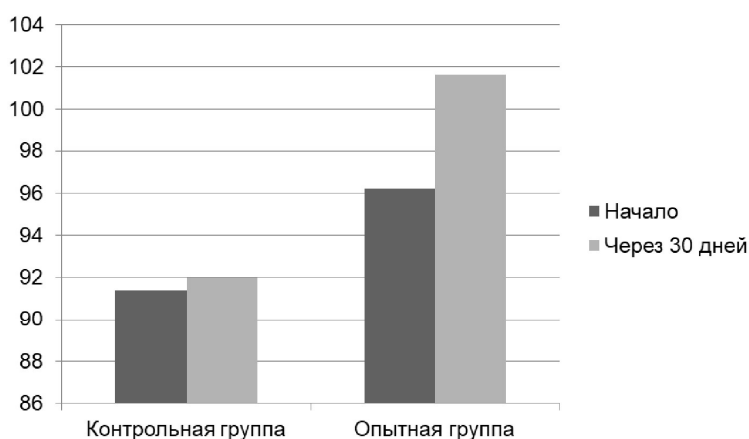


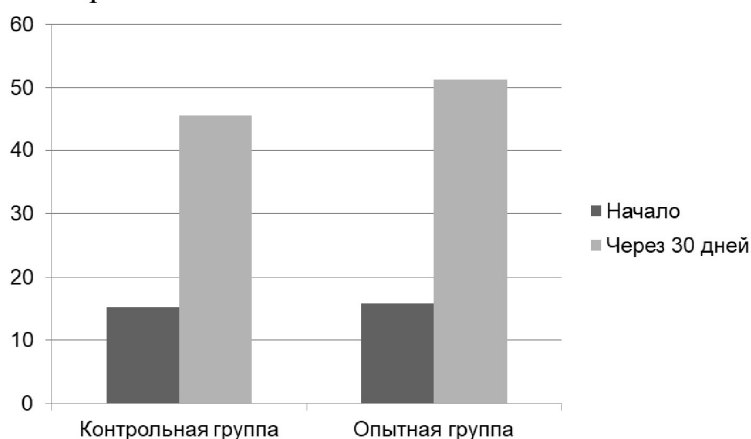
Рис. 2. Количество гемоглобина (г/л)

Среднее содержание гемоглобина в эритроцитах в крови коров опытной группы через 30 дней эксперимента превысило контрольную группу на  $5,6 \cdot 10^{12}$  г/л (табл. 2, рис. 3).

Таким образом, указанные выше изменения свидетельствуют о повышении кроветворных функций организма опытных животных, т.е. введенный в организм лактирующих коров препарат нанокремний способствует повышению количества гемоглобина, эритроцитов в крови животных, а следствием этого является увеличение процессов интенсивности обмена веществ и повышение продуктивности коров в среднем на 30 %.

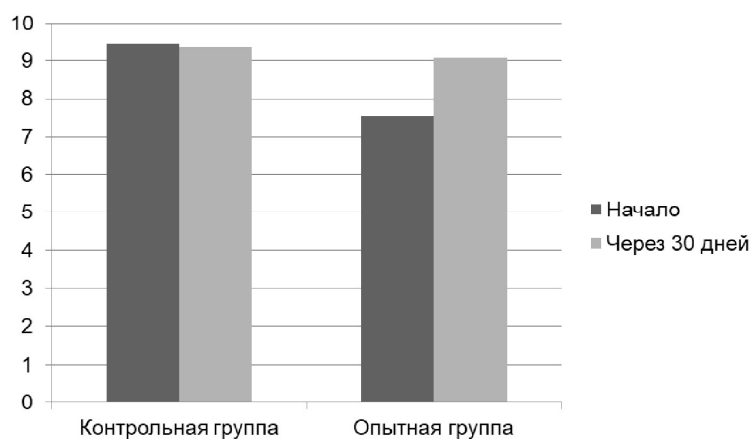
Количество тромбоцитов в крови коров опытной и контрольной групп находилось в норме и составило  $279-300 \cdot 10^9$  г/л. Осуществление тромбоцитарного гемостаза обеспечивается тромбоцитами. Их

образование непрерывно происходит в красном костном мозге путем отшнуровки от мегакариоцитов. Цитоплазма тромбоцитов содержит большое количество специфических органелл, в том числе  $\alpha$ -гранул, лизосом и плотных гранул (Захаров, 2015). Также в кровяных пластинках имеются аппарат Гольджи, вакуоли, митохондрии и пероксисомы (Karamyshova. 2008). Можно предположить, что введение в рацион дойных коров препарата нанокремний стабилизировало количество тромбоцитов в крови коров, нормализовало их активность в тромбососудистых механизмах гомеостаза, т.е. в процессах свертывания крови.



Р и с . 3 . Среднее содержание гемоглобина в эритроцитах ( $10^{12}$  г/л)

По результатам анализа крови количество лейкоцитов находилось в норме у животных всех экспериментальных групп ( $7,54-9,44 \cdot 10^9$  г/л) (табл. 2, рис. 4).



Р и с . 4 . Количество лейкоцитов крови ( $10^9$  г/л)

Следовательно, введение препарата нанокремний (в состав которого входят указанные выше микроэлементы, активизирующие свои функции в организме под действием кремния) способствует увеличению количества форменных элементов крови, что в свою очередь, повышает интенсивность окислительно-восстановительных процессов в организме и поддержанию его гомеостаза.

Содержание АСТ в крови коров опытной группы, получивших добавку нанокремний, увеличилось через 30 дней эксперимента на 1,13 %, а в крови коров контрольной группы практически осталось без изменений (табл. 3, рис. 5). Содержание АЛТ в крови коров опытной группы увеличилось на 12,23 %, а в контрольной группе на 4,11 % (табл. 3, рис. 6).

АЛТ (аланинаминотрансфераза) и АСТ (аспартатаминотрансфераза) – это специальные белки (ферменты), которые содержатся внутри клеток организма и участвуют в обмене аминокислот (веществ из которых состоят белки). Аланиновая аминотрансфераза переносит аланин, аспарагиновая трансаминаза – кислоту аспарагиновую.

Фермент АСТ есть во всех тканях организма, но наиболее активен в сердечной мышце (миокарде). Менее активен он в поджелудочной железе и почках. Выявление уровня активности аспартатаминотрансферазы используется при диагностировании сердечных заболеваний.

По результатам наших исследований содержание указанных выше ферментов в крови коров находится в пределах нормы, что доказывает положительное влияние препарата нанокремний на физиологическое состояние организма животных при активных лактационных процессах в нем (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Содержание АСТ и АЛТ в крови коров

Показатели		Контрольная группа	Опытная группа
Среднее содержание АСТ в крови эритроцитов (ед/л)	Начало опыта	130,04±16,94	107,96±10,13
	Через 30 дней эксперимента	129,28±24,78	109,18±15,09
Среднее содержание АЛТ в крови эритроцитов (ед/л)	Начало опыта	26,26±2,49	29,60±2,69
	Через 30 дней эксперимента	27,34±2,26	33,22±2,98

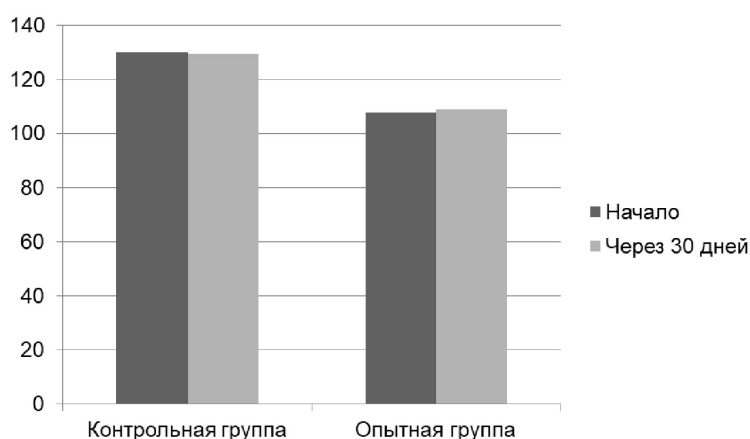


Рис. 5. Количество АСТ в крови (ед/л)

Таблица 4

Эффективность исследований

Показатели	Группы животных	
	контрольная	опытная
Поголовье коров, гол.	5	5
Продолжительность периода опыта, дн.	30	30
Среднесуточная продуктивность коров, кг	34,0	37,4
Жирность молока, %	4,48	4,64
Валовой надой молока, ц	5100,0	5610,0
Валовой надой молока (в пересчете на базисную жирность), ц	6528,0	7437,26
Полная себестоимость 1 кг молока – всего, руб.:	18,90	17,21
в т.ч. затраты на минеральную добавку	-	0,013
Цена реализации 1 кг молока (высшего сорта), руб.	28,40	28,40
Выручка от реализации – всего руб.	185395,20	211218,18
Полная себестоимость – всего, руб.:	123379,20	127995,24
в т.ч. затраты на минеральную добавку	-	75
Прибыль – всего, руб.	62016,00	83222,94
Уровень рентабельности, %	50,3	65,0

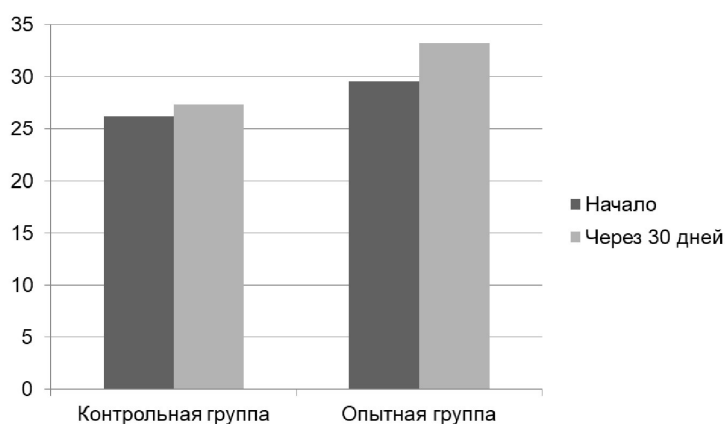


Рис. 6. Количество АЛТ в крови (ед/л)

Анализ данных таблицы 4 показывает, что увеличение среднесуточной продуктивности коров и жирности молока в опытной группе (на 10,0 и 3,6 % по сравнению с контрольной группой) при введении в рацион препарата нанокремний обусловило снижение себестоимости 1 кг молока на 9 % и, как следствие, повышение уровня рентабельности на 14,7 % соответственно.

Выполненные расчеты полностью подтверждают повышение эффективности производства сырого молока при введении в рацион животных препарата нанокремний, что позволило: повысить продуктивность животных и жирность молока; восполнить нехватку микроэлементов в организме молочных коров.

**Заключение.** Таким образом, применяемый микроэлементный препарат (нанокремний) в рационе дойных коров корректирует гомеостатические процессы в организме животных, это отражается на их продуктивности и уровне рентабельности.

### Список литературы

- Алексеева Л.В., Драганов И.Ф., Коцеева А.В. 2013. Физиологическое состояние лошадей тракененской породы различных половозрастных групп при введении в рацион конъюгированных форм микроэлементов. Тверь: Тверская ГСХА. 89 с.
- Арсанукаев Д.А., Алексеева Л.В., Зайналабдиева Х. 2017. Регуляция микроэлементного метаболизма животных. Тверь: Тверская ГСХА. 99 с.
- Ахметова И.Н. 2009. Особенности рубцового пищеварения и обменных процессов при использовании органического селена в рационах бычков: дис. ... канд.биол.наук. Ориенбург. 141 с.
- Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Самохин В.Т. 1979. Минеральное питание сельскохозяйственных животных. М.: Колос. 470 с.

- Захаров В.Н.* 2015. Синтез и свойства нанокремния, стабилизированного липидами: автореф.дис. ... канд.хим.наук. Москва. 23 с.
- Комкова Е.А.* 2009. Влияние комплексонов микроэлементов на физиолого-биохимические показатели крови и продуктивность выращиваемых телят: дис. ... канд.биол.наук. Тверь. 130 с.
- Кондрахин И.П., Курилов Н.В., Малахов А.Г.* 1985. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии. М.: Агропромиздат. 287 с.
- Менькин В.К.* 1997. Кормление сельскохозяйственных животных. М.: Колос. 26 с.
- Назарова А.А.* 2009. Влияние нанопорошков железа, кобальта и меди на физиологическое состояние молодняка крупного рогатого скота: дис. ... канд.биол.наук. Рязань. 137 с.
- Полищук С.Д.* 2010. Рекомендации по применению нанопорошков металлов для эффективного ведения животноводства. Рязань. 46 с.
- Рыжов А.А.* 2004. Влияние микроэлементного препарата Гемовит-плюс на иммунобиохимические характеристики организма собак в ранний постнатальный период: дис. ... канд.биол.наук. Тверь. 169 с.
- Самохин В.Т.* 1981. Профилактика нарушений обмена микроэлементов у жвачных. М.: Колос. 144 с.
- Уразаев Н.А., Никитин В.Я., Кабыш А.А.* 1990. Эндемические болезни сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат. 271 с.
- Хохрин С.Н.* 2004. Кормление сельскохозяйственных животных. М.: Колос. 564 с.
- Чурилов Г.И.* 2010. Эколого-биологические эффекты нанокристаллических металлов: дис. ... док.биол.наук. Балашиха. 332 с.
- Чернова Е.Н.* 2011. Обмен веществ и продуктивность лактирующих коров в зависимости от содержания в рационе цитратных форм микроэлементов: дис. ... канд. биол. наук. Белгород. 158 с.
- Karamysheva A.F.* 2008. Mechanisms of Angiogenesis. Moskow: Biochemistry. V. 73. № 37. P. 751-762.

## **ACTIVITY OF COMPONENTS OF COWS HOMEOSTASIS SYSTEM AND THEIR PRODUCTIVITY UNDER THE INFLUENCE OF THE PREPARATION NANOKREMNIY**

**L.V. Alekseeva<sup>1</sup>, F.G. Demenik<sup>2</sup>, A.S. Savina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Tver State Agricultural Academy, Tver

<sup>2</sup>Tver State University, Tver

Scientific experiment on the use of silicon containing preparations consisting of copper, zinc, iron and silicon was made in CJSC "Kalininskoye"(Tver region of Russia) in 2017. Subject of studying was influence of these preparations on the physiological processes in the body of high-yielding cows and changes in their productivity.

**Keywords:** *cattle, microelements, erythrocytes, leukocytes, thrombocytes.*

*Об авторах:*

АЛЕКСЕЕВА Людмила Владимировна – доктор биологических наук, профессор кафедры биологии животных, зоотехнии и основ ветеринарии, ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», 170904, Тверь, ул. Маршала Василевского (Сахарово), д. 7; e-mail: alekseeva\_lud@mail.ru.

ДЕМЕНИК Филипп Григорьевич – студент 4 курса биологического факультета, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33.

САВИНА Александра Сергеевна – аспирант, ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», 170904, Тверь, ул. Маршала Василевского (Сахарово), д. 7; e-mail: sawina-93@yandex.ru.

Алексеева Л.В. Активность компонентов системы гомеостаза коров и их продуктивность под влиянием препарата нанокремний / Л.В. Алексеева, Ф.Г. Деменик, А.С. Савина // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2018. № 2. С. 274-285.