

Научная статья

УДК 636.39.035(470.56)

doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-278-283

## Элементный статус белых коз оренбургской породы в зависимости от пуховой продуктивности\*

Анатолий Васильевич Харламов, Виктор Алексеевич Панин, Григорий Иванович Бельков  
Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН

**Аннотация.** В статье представлены результаты оценки элементного статуса белых коз оренбургской породы по уровню концентрации Ca, Co, Si, Mg, Ag, Cd, Pb, Sr, V в пуховых волокнах, которые предположительно позволяют прогнозировать продуктивные качества пуховых коз. Изучение отдельных показателей минерального состава шерстного покрова белых оренбургских коз проводилось с целью возможного увеличения пуховой продуктивности и увеличения качества пуха путём селекции по минеральному составу для сохранения уникального типа коз оренбургской породы, не имеющего аналогов в мире. Оценка элементного статуса шерстного покрова белых коз оренбургской породы по перечню элементов даёт исчерпывающую оценку состояния обмена веществ в их организме. Это становится возможным через изучение минерального состава шерстного покрова и определяется как тесной связью между концентрацией микроэлементов в шерстном покрове, так и информативностью пуха белых оренбургских коз в качестве долгосрочного параметра для оценки общего состояния минерального обмена организма особи. Минеральный состав пуха белых коз оренбургской породы находится в близкой связи с продуктивными показателями, такими, как начёс и качество пуха.

**Ключевые слова:** козоводство, козы, шерстный покров, минеральный состав, пуховая продуктивность.

**Для цитирования:** Харламов А.В., Панин В.А., Бельков Г.И. Элементный статус белых коз оренбургской породы в зависимости от пуховой продуктивности // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 278–283. doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-278-283.

Original article

## Elemental status of white goats of the Orenburg breed depending on down productivity

Anatoly V. Kharlamov, Victor A. Panin, Grigory I. Belkov  
Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences

**Abstract.** The scientific article presents the results of the assessment of the elemental status of white goats of the Orenburg breed by the level of concentrations of Ca, Co, Si, Mg, Ag, Cd, Pb, Sr, V in down fibers, which presumably allow predicting the productive qualities of down goats. The study of individual indicators

\* Исследование выполнено в соответствии с планом НИР на 2019–2021 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0006).

of the mineral composition of the coat of white Orenburg goats was carried out in order to possibly increase the down productivity and increase the quality of the down by selecting the mineral composition to preserve the unique type of goats of the Orenburg breed, which has no analogues in the world. The assessment of the elemental status of the coat of white goats of the Orenburg breed according to the list of elements provides an exhaustive assessment of the state of metabolism in their body. This becomes possible through the study of the mineral composition of the coat and is determined both by the close relationship between the concentration of trace elements in the coat and the information content of the down of white Orenburg goats as a long-term parameter for assessing the overall state of the mineral metabolism of the individual. The mineral composition of the down of white goats of the Orenburg breed is closely related to the productive indicators, such as the fluff and the quality of the down.

**Keywords:** goat breeding, goats, coat, mineral composition, down productivity.

**For citation:** Kharlamov A.V., Panin V.A., Belkov G. I. Elemental status of white goats of the Orenburg breed depending on down productivity. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 88(2): 278–283. (In Russ.). doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-278-283.

В то время как на протяжении всего XX в. козоводство активно развивалось в Западной Европе и других регионах мира, в СССР оно чахло. В царские времена козоводство в России развивалось достаточно высокими темпами. Однако с приходом советской власти и переформатированием экономики под плановую систему, козоводство оказалось выброшенным на обочину экономического развития. В плановой экономике было гораздо рациональнее выделять ресурсы на развитие ферм по разведению крупного рогатого скота, так как он позволял получить больше готовой продукции по более низкой себестоимости. Так, козы оказались практически неинтересны государству и сохранились преимущественно в хозяйствах населения [1–4]. Результатом этого стало то, что к сегодняшнему дню старая, дореволюционная племенная база была практически утрачена. На всю Россию работает лишь пять крупных племенных репродукторов. Остальные племенные хозяйства разводят менее продуктивных местных коз. И хотя с развитием рыночной экономики появился коммерческий интерес к козоводству, развитие отрасли пока идёт недостаточно быстро, с трудом преодолевая сомнительные достижения советского планового животноводства.

В основном разведением мелкого рогатого скота (коз и овец) в России занимаются индивидуальные хозяева. К примеру, в овцеводстве этот показатель составляет 80 %. Разведение мелкого рогатого скота (коз и овец) включено отдельным разделом в госпрограмму по развитию отечественного сельского хозяйства. Это позволяет надеяться на то, что темпы развития козоводства в нашей стране заметно повысятся.

Для успешного развития пухового козоводства (включая грубошёрстное направление) нужно организовать развитую сеть сбытовой кооперации. Это позволит создать производственные предприятия по типу народных промыслов, организовать грамотную маркетинговую и рекламную кампанию как внутри страны, так и за её пределами. Можно организовать переработку козьего пуха в пряжу прямо на местах его производства, там же создать небольшие цеха для

изготовления различных изделий, привлекая для этого школьников и молодёжь. Это значительно повысит занятость населения и уровень его доходов [1–6].

Шёрстное козоводство, скорее всего, будет ограничено сравнительно небольшой численностью поголовья. Его основной продукт – шерсть – будет применяться в целях удовлетворения потребностей некоторой части российского населения, у которой использование козьих шерстяных изделий связано с местными традициями. Перспективным выглядит молочное козоводство в России, поскольку козьё молоко представляет собой ценный диетический продукт, который хорошо подходит для детского питания и полезен для людей пожилого возраста. К слову, спрос на такое молоко постепенно и стабильно увеличивается. Уже сейчас отечественные предприниматели начали инвестировать в эту отрасль значительные средства. Первые молочные козы фермы промышленного типа созданы в Ленинградской области (ЗАО «Приневское»), в районе Подмосковья (СПК «Красная Нива»), планируется создание подобных предприятий в Сибири и в Татарстане («Лукоз Саба»). Крупные племенные хозяйства уже работают в Республике Мари-Эл («Лукоз»), в Ставрополье (СНИИЖК и КХ «Русь-1») и др. племхозияства кроме непосредственного производства молока также выращивают племенных животных, спрос на которых сейчас значительно превалирует над предложением.

О том, какие породы коз находятся на содержании у населения, судить достаточно сложно, так как серьёзного учёта не ведётся, а сами крестьяне мало заботятся о чистоте породы своих подопечных. С высокой долей уверенности можно говорить о том, что крестьянские козы в основной массе представляют собой помесь из малопродуктивной русской белой козы, завезённой в начале прошлого века из Европы, высокопродуктивной зааненской породы, а также различных среднепродуктивных пород советской селекции. Статистика по сельхозпредприятиям более точна, но всё равно достаточно условна, так как есть серьёзные основания сомневать-

ся в достоверности данных, предоставляемых аграриями.

Несмотря на то что есть примеры успешного перевода козоводства на промышленную основу, в ближайшем будущем все-таки его развитие будет происходить за счёт личных подворий и мелких КФХ. Это связано с тем, что козоводство как бизнес прекрасно подходит под многие действующие программы по социальному развитию села. Основными преимуществами, которые позволяют использовать молочное козоводство под эти программы, являются небольшой размер необходимого стартового капитала и быстрая окупаемость предприятия. Проблем в отечественном козоводстве ещё много. Это и отсутствие инфраструктуры, которая могла бы обеспечить качественную переработку и последующую реализацию продукции, и отсутствие сбытовой и снабженческой кооперации, и, наконец, неспособность отечественной промышленности выпускать маломощное доильное и перерабатывающее оборудование. Однако все эти проблемы вполне решаемы. Резюмируя вышесказанное, можно сказать, что российское козоводство живо и постепенно развивается, однако глобальных перемен пока не происходит. Самым динамично развивающимся на данный момент является молочное направление в козоводстве.

Определённый интерес в отношении перспектив развития пухового козоводства представляют работы, направленные на выявление взаимосвязей между генотипом особи, элементным статусом шерстного покрова и пуховой продуктивностью. Для контроля уровня химических элементов в организме используют элементный анализ различных биосубстратов. Наибольшее развитие эти подходы получили в медицине. Научкой накоплен значительный фактический материал по использованию для этих целей слюны, крови, ногтей. Вместе с тем приходит понимание, что создание и дальнейшее развитие системы мониторинга метаболических нарушений сельскохозяйственных животных невозможно без использования неинвазивных методов оценки состояния обмена веществ [7–12]. Следовательно, одним из перспективных методов мониторинга являются исследования элементного состава шерстного покрова оренбургских коз [12].

В связи с этим оценка элементного статуса шерстного покрова коз по перечню элементов даёт исчерпывающую оценку состояния обмена веществ. Это становится возможным через изучение минерального состава биосубстратов. Это определяется как тесной связью между концентрацией микроэлементов в шерстном покрове и крови коз, так и информативностью пуха коз в качестве долгосрочного параметра для оценки общего состояния минерального обмена животного [10–12].

Продолжается и научная работа в этой отрасли. Она посвящена совершенствованию технологий кормления и содержания этих домашних животных, проблемам выращивания молодняка, вопросам воспроизводства и улучшения существующего стада, а также разработке новых и улучшению существующих методик искусственного оплодотворения. Не забыта и селекционная работа по созданию новых отечественных козьих пород. Помимо этого разработан комплекс необходимых нормативных документов. К ним относятся нормы оценки, система племенной и зоотехнического учёта животных и так далее. Существует вероятность появления в России такого направления, как мясное козоводство. В нашем исследовании изучался элементный статус шерсти коз оренбургской породы.

В настоящее время вырабатывается большое количество синтетических и искусственных волокон, натуральные волокна, в частности, овечья и козья шерсть по-прежнему остаются ценным, а в отдельных случаях и незаменимым сырьём для выработки изделий [13, 14].

Поэтому осуществлённые в 2020 г. исследования, сконцентрированные на изучении элементного статуса белых коз оренбургской породы в зависимости от величины пуховой продуктивности, динамики массы тела и биохимических показателей крови, являются актуальными.

**Цель исследования** состояла в определении минерального состава пуха для выявления особенностей в накоплении химических элементов в шерстном покрове белых оренбургских коз. Ставилась задача определения продуктивных качеств (величина пуховой продуктивности и качество пуха) коз разного элементного статуса.

**Материал и методы.** При проведении эксперимента были задействованы белые козы оренбургской породы. С целью выполнения исследования из клинически здоровых особей были укомплектованы производственные группы белых коз оренбургской породы ( $n = 100$ ) в СПК (колхоз) «Донской» Оренбургской области. Исследованы пух, шерстный покров и кровь подопытных коз оренбургской породы. Процесс оценки влияния продуктивных качеств на элементный статус выполнен на животных в возрасте 23 мес., которых на основании их пуховой продуктивности процентильным методом разделили на три группы: I ( $n = 30$ ), II ( $n = 6$ ), III ( $n = 34$ ). При проведении опыта применяли оборудование ЦКП ФНЦ БСТ РАН. Проверочное оборудование аттестовано, аттестат аккредитации RARU21ПФ59 ОТ 12.10.2015 [www.4KN-6cT.p4>; http://ckp-rf.ru/ckp/77384](http://ckp-rf.ru/ckp/77384).

Исследование проведено с учётом естественно-географических, климатических, континентальных особенностей Оренбургского региона.

**Результаты исследования.** Исследуемые белые оренбургские козы по показателям пуховой продуктивности и качества пуха имели межгрупповые различия, что отражено на рисунке 1. Анализируя рисунок, можно отметить, что больший начёс пуха был зафиксирован у коз III гр., они превосходили особей I и II гр. на 105,5 г, или 50,8 % ( $P < 0,001$ ), и 169,8 г, или 118,6 % ( $P < 0,001$ ), соответственно. Козы II гр. превосходили по данному показателю сверстниц I гр. на 64,3 г, или 44,9 % ( $P < 0,01$ ). По показателю истинной длины пуха белые козы III гр. превосходили ровесниц I и II гр. на 1,10 см, или 20,2 % ( $P < 0,05$ ), и 1,42 см, или 27,7 % ( $P < 0,02$ ), соответственно. Между показателями коз I и II гр. достоверных различий не установлено. Более грубый пух был у подопытных коз III гр., что на 1,60 мкм, или 10,6 % ( $P < 0,05$ ), было больше, чем у коз I гр., между козами II и III гр. достоверных различий не выявлено.

Наибольшее количество кадмия, ванадия, кремния и селена было в пухе коз I гр. (табл. 1). По количеству кадмия они превосходили коз II и III гр. на 0,012, или 35,3 % ( $P < 0,5$ ), и на 0,026 мг, или 130,0 % ( $P < 0,05$ ), соответственно; по количеству ванадия – на 0,28 мг, или 54,9 % ( $P < 0,05$ ), особей III гр.; по количеству кремния – на 0,80 мг, или 6,2 % ( $P < 0,05$ ), и на 1,60 мг, или 13,1 % ( $P < 0,02$ ), животных II и III гр. соответственно. Подопытные козы II гр. превосходили по данному показателю коз III гр. на 0,80 мг, или 6,6 % ( $P < 0,05$ ). По содержанию селена особи I гр. превосходили коз II и III гр. на 0,22 мг, или 16,0 % ( $P < 0,01$ ), и 0,10 мг, или 10,1 %, соответственно. Преимущество коз III гр. по данному показателю над ровесницами II гр. составляло 0,12 мг, или 13,7 %. По количеству серебра в пухе козы III гр. превосходили сверстниц I гр. на 0,32 мг, или 168,4 % ( $P < 0,01$ ), а козы II гр. превосходили коз I гр. на 0,30 мг, или 157,9 % ( $P < 0,02$ ).

1. Минеральный состав пуха белых коз в зависимости от пуховой продуктивности, имеющей достоверные межгрупповые различия, мг/кг ( $\bar{X} \pm Sx$ )

Элемент	Группа		
	I (n = 30)	II (n = 36)	III (n = 34)
Cd (кадмий)	0,046 ± 0,010	0,034 ± 0,004	0,020 ± 0,00
V (ванадий)	0,79 ± 0,10	0,69 ± 0,09	0,51 ± 0,04
Si (кремний)	13,80 ± 2,86	13,00 ± 1,60	12,20 ± 2,63
Se (селен)	1,095 ± 0,04	0,875 ± 0,03	0,995 ± 0,05
Ag (серебро)	0,19 ± 0,04	0,49 ± 0,08	0,51 ± 0,04

По данным таблицы 2 следует, что в пухе коз I гр. содержание алюминия, кальция, бария, кобальта, хрома, железа, йода, марганца, натрия, никеля, фосфора, стронция, лития, магния было на 9,5–73,1 % больше, чем у сверстниц II и III гр. Козы II гр. по количеству меди, лантана, никеля, магния превосходили ровесниц I и III гр. на 20,8–63,6 %. Козы III гр. превосходили исследуемых особей I и II гр. по количеству рубидия, калия, серы на 6,1–52,2 %. Больше количество алюминия содержалось в пухе коз I гр. и составляло 203,00 мг, что превышало значения показателя в пухе коз II и III гр. соответственно на 42,00 мг (26,1 %) и 66,00 мг (48,2 %), при этом превосходство особей II гр. по данному показателю над ровесницами III гр. составляло 24,00 мг (17,5 %). Количество кальция в пухе коз I гр. было равно 1800 мг, что больше на 400 мг (28,6 %) и 760 мг (73,1 %), чем у коз II и III гр. соответственно; у животных II гр. его содержалось 1400 мг, или на 360 мг (34,6 %) больше, чем в пухе коз III гр. Бария в пухе коз I гр. содержалось 4,85 мг, что было больше на 1,00 мг (26,0 %) и 1,70 мг (54,0 %), чем у коз II и III гр. соответственно, а у коз II гр. было больше, чем у коз III гр., на 0,70 мг (22,2 %). По содержанию кобальта в пухе козы I гр. превосходили сверстниц III гр. на 0,083 мг (42,6 %),

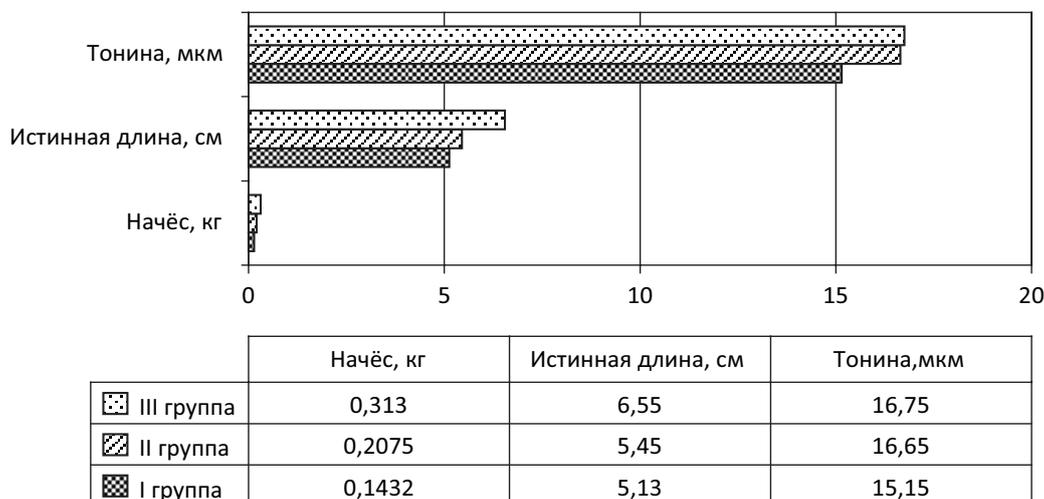


Рис. 1 – Отдельные показатели пуховой продуктивности и качества пуха

в свою очередь у коз II гр. этот показатель был на 0,070 мг (35,9 %) больше, чем в III гр. По количеству хрома (1,95 мг) козы III гр. уступали ровесницам I и II гр. соответственно на 0,90 мг (46,2 %) и 0,80 мг (41,0 %). Меди в пухе коз II гр. было 6,85 мг, что на 0,70 мг (11,4 %) и 1,00 мг (17,1 %) больше, чем у коз I и III гр. соответственно. По количеству железа в пухе козы I гр. лидировали (370 мг), превосходя коз III гр. что на 100 мг (37,0 %) больше, а в пухе коз II гр. содержалось 350 мг железа, что на 80 мг (29,6 %) было больше, чем у коз III гр.

Количество йода в пухе коз I гр. составляло 0,71 мг, что на 0,18 мг (34,0 %) и 0,16 мг (29,1 %) было больше, чем у коз II и III гр. соответственно. По марганцу пух коз II и I гр. превосходил ровесниц III гр. на 3,60 мг (35,3 %) и 5,96 мг (58,4 %) соответственно. Количество лантана было большим в пухе коз II гр. (0,18 мг), что на 0,04 мг (28,5 %) и 0,07 мг (63,6 %) больше, чем у сверстниц I и III гр. соответственно, а козы I гр. превосходили по данному показателю особей III гр. на 0,03 мг (27,3 %). Наибольшее количество рубидия содержалось в пухе коз III гр. (2,75 мг), что на 0,80 мг (41,0 %) и 0,40 мг (17,0 %) больше, чем у особей II и I гр. соответственно, а козы I гр. превосходили сверстниц II гр. по данному показателю на 0,40 мг (20,5 %). Натрия в пухе коз I гр. содержалось 1160 мг, что было на 480 мг (70,6 %) и 200 мг (20,8 %) больше, чем у коз II и III гр. соответственно, козы II гр. уступали по этому показателю козам

III гр. на 280 мг (41,2 %). Лидерами по количеству никеля в пухе были козы II и I гр. (2,85 мг) и превосходили ровесниц III гр. что на 1,02 мг (55,7 %). В пухе коз I группы содержалось фосфора 347 мг, что на 30 мг (9,5 %) больше, чем у ровесниц III гр. Козы I гр. характеризовались и большим содержанием стронция в пухе, имея преимущество над ровесницами II и III гр. на 1,80 мг (34,0 %) и 2,60 мг (57,8 %) соответственно. Большее количество калия выявлено в пухе коз III гр. (3850 мг), или на 1320 мг (52,2 %) и 720 мг (23,0 %) больше, чем у особей II и I групп соответственно, в свою очередь козы I гр. по содержанию калия в пухе превосходили коз II гр. на 600 мг (23,7 %). По литию в пухе более высокие значения отмечены у коз I гр. – имели 0,477 мг, что на 0,054 мг (12,8 %) больше, чем у коз III гр. Большим количеством магния характеризовался пух коз I гр. (515 мг), что на 80 мг (18,4 %) и 160 мг (45,1 %) больше, чем в пухе коз II и III гр. соответственно, причём козы II гр. по данному показателю превосходили ровесниц III гр. на 80 мг (22,5 %). Меньшим количеством серы (26200 мг) отличался пух коз I гр. – что на 1600 мг (6,1 %) меньше, чем у ровесниц II и III гр. В большем количестве бром присутствовал в пухе коз III гр. (34,80 мг), что на 8,40 мг (31,8 %) и 6,00 мг (20,8 %) было больше, чем у коз II и I гр. соответственно.

Таким образом, сравнительная оценка химического состава пуха коз выявила повышение концентрации Mg, Na, Se в шерсти коз I гр.

## 2. Минеральный состав пуха коз, имеющих недостоверные, но значимые межгрупповые различия, мг/кг ( $\bar{X} \pm Sx$ )

Элемент	Группа		
	I	II	III
Al (алюминий)	203,00 ± 27,58	161,00 ± 27,32	137,00 ± 13,66
C (кальций)	1800 ± 276,64	1400 ± 195,62	1040 ± 111,52
Ba (барий)	4,85 ± 0,75	3,85 ± 0,62	3,15 ± 0,26
Co (кобальт)	0,278 ± 0,04	0,265 ± 0,04	0,195 ± 0,02
Cr (хром)	2,85 ± 0,36	2,75 ± 0,32	1,95 ± 0,18
Cu (медь)	6,15 ± 0,26	6,85 ± 0,32	5,85 ± 0,36
Fe (железо)	370 ± 52,06	350 ± 48,90	270 ± 33,41
I (йод)	0,71 ± 0,09	0,53 ± 0,04	0,55 ± 0,06
Mn (марганец)	16,16 ± 2,65	13,80 ± 1,96	10,20 ± 0,44
La (лантан)	0,14 ± 0,03	0,18 ± 0,03	0,11 ± 0,01
Rb (рубидий)	2,35 ± 0,26	1,95 ± 0,23	2,75 ± 0,38
Na (натрий)	1160 ± 182,11	680 ± 91,05	960 ± 131,22
Ni (никель)	2,85 ± 0,42	2,85 ± 0,37	1,83 ± 0,20
P (фосфор)	347 ± 13,66	341 ± 35,33	317 ± 20,04
Sr (стронций)	7,10 ± 1,25	5,30 ± 0,59	4,50 ± 0,28
K (калий)	3130 ± 275,77	2530 ± 136,58	3850 ± 628,16
Li (литий)	0,477 ± 0,06	0,425 ± 0,04	0,423 ± 0,03
Mg (магний)	515 ± 76,54	435 ± 45,54	355 ± 17,89
S (серы)	26200 ± 912,34	27800 ± 912,16	27800 ± 1450,72
Br (бром)	28,80 ± 5,73	26,40 ± 6,26	34,80 ± 4,92

по сравнению со II гр., по Ca, Cd, Co, Mg, Pb, Si, Sr, V – по сравнению с III гр., а также снижение уровня Ag по сравнению с шерстью коз II и III гр.

**Вывод.** Установлено, что элементный состав пуха белых коз оренбургской породы находится в тесной связи с продуктивными показателями (начёс и качество пуха). Это подтверждают достоверные корреляционные связи по многим исследуемым элементам, что позволяет использовать показатели минерального состава пуха при прогнозировании пуховой продуктивности коз.

### Литература

1. ZAVODFOTO.RU ТОП-5 крупнейших козоводческих хозяйств России [Электронный ресурс]. URL: <https://bestlj.ru/130909-ТОП-5-krupnejshikh-kozovodcheski...zjajstv-Rossii.html>
2. Николаев И. Козоводы России: развитие в РФ, районы козоводства. История ассоциации козоводов России [Электронный ресурс]. URL: <https://goferma.ru/zhivotnovodstvo/kozy/kozovodstvo.htm.html>
3. Новицкий Игорь. Ангорская коза: перспективы и особенности разведения [Электронный ресурс] // Сельхозпортал. Статьи и материалы. Животноводство. URL: [сельхозпортал.pf/articles/angorskaya-poroda-koz/.html](http://selkhozportal.pf/articles/angorskaya-poroda-koz/.html)
4. Ферма.expert. Разведение коз в домашнем хозяйстве для начинающих. Основы разведения коз [Электронный ресурс]. URL: <https://ferma.expert/jivotnie/kozy/razvedenie-kozy/razvedenie-koz> © <https://hotdostavka.ru/rent-apartments/plemennye-kozy-isto...v-rossii-razvedenie/.html>
5. Племенные хозяйства по разведению коз. Козоводство в России [Электронный ресурс]. URL: <https://sk-arsenal.ru/plemnooi-reproduktor-koz-plemennye-...oi-schitayutsya.html>

6. Свой бизнес: разведение коз [Электронный ресурс]. URL: <https://shemetovskoe.ru/svoe-zhivotnovodcheskoe-hozyaistvo...z-kozovodstvo-v.html>

7. Необходимость учёта региональных особенностей в моделировании процессов межэлементных взаимодействий в организме человека / С.В. Нотова, С.А. Мирошников, И.П. Болодурина [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 2. С. 59–63.

8. Адаптационные изменения элементного статуса герефордского скота канадской селекции к условиям Южно-Уральской биогеохимической провинции / О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, А.В. Харламов [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 2 (94). С. 7–13.

9. Элементный состав шерсти как модель для изучения межэлементных взаимодействий / С.А. Мирошников, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4 (96). С. 9–14.

10. Сравнительный анализ информативности диагностических биосубстратов (сыворотка крови и шерсть) при определении элементного статуса экспериментальных животных / А.А. Скальный, М.В. Мелихова, Е.Ю. Бонитенко [и др.] // Микроэлементы в медицине. 2016. № 17(1). С. 38–44.

11. Фролов А.Н., Завьялов О.А., Харламов А.В. Особенности элементного состава шерсти и адаптационные способности тёлочек импортной селекции в зависимости от их продуктивности // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 2(94). С. 39–44.

12. Оценка элементного статуса организма коз оренбургской породы по химическому составу шерсти / А.В. Харламов, В.А. Панин, Н.И. Петров [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 6 (86). С. 326–330.

13. Качество шерсти баранов разных пород / В.И. Косилов, Е.А. Никонова, Т.С. Кубатбеков [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. 2020. № 1. С. 21–23.

14. Шёрстная продуктивность баранов разных пород / Т.С. Кубатбеков, В.И. Косилов, Е.А. Никонова [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. 2020. № 1. С. 25–27.

**Анатолий Васильевич Харламов**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, [vniiims.or@mail.ru](mailto:vniiims.or@mail.ru)

**Виктор Алексеевич Панин**, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, [oniish@yandex.ru](mailto:oniish@yandex.ru)

**Григорий Иванович Бельков**, доктор сельскохозяйственных наук. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, [orniish@mail.ru](mailto:orniish@mail.ru)

**Anatoly V. Kharlamov**, Doctor of Agriculture, Professor. Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences. 29, January 9 St., Orenburg, 460000, Russia, [vniiims.or@mail.ru](mailto:vniiims.or@mail.ru),

**Victor A. Panin**, Doctor of Agriculture. Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Avenue, Orenburg, 460051, Russia, [oniish@yandex.ru](mailto:oniish@yandex.ru)

**Grigory I. Belkov**, Doctor of Agriculture. Federal Research Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Avenue, Orenburg, 460051, Russia, [orniish@mail.ru](mailto:orniish@mail.ru)