

На правах рукописи

**Полковников Петр Андреевич**

**ДИАГНОСТИКА И КОРРЕКЦИЯ КОМБИНИРОВАННОГО (SE, J, CO)  
ГИПОМИКРОЭЛЕМЕНТОЗА У ЗААНЕНСКИХ КОЗ В УСЛОВИЯХ  
АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

06.02.01 - Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и  
морфология животных

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата ветеринарных наук

Казань – 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Астраханский государственный университет»

**Научный руководитель**

**Воробьев Дмитрий Владимирович**  
доктор биологических наук, доцент

**Официальные оппоненты**

**Козлов Сергей Васильевич**

доктор ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры "Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза" ФГБОУ ВО "Саратовский государственный университет имени Н.И. Вавилова"

**Староверов Сергей Александрович**

доктор биологических наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунохимии ФГБУН "Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН"

**Ведущая организация**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт патологии, фармакологии и терапии РАН"

Защита диссертации состоится «25» июня 2020 г. в 12<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 220.034.01 при ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» по адресу: 420029, г. Казань, Сибирский тракт, 35.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» и на сайте <http://kazanveterinary.ru>

Автореферат разослан «\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г., размещен на сайтах: <http://www.vak.ed.gov.ru> и <http://kazanveterinary.ru>

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор биологических наук

Юсупова Галия Расыховна

## 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования** определяется тем, что в последние годы учение о физиологической роли микроэлементов в организме, в т.ч. диагностика гипомикроэлементозов (Ковальский В.В., 1974, 1981; Самохин В.Т., 1997, 2008; Ермаков В.В., 2008; Ярован Н.Я., 2008; Родионова Т.Н. и соавт., 2010; Воробьев Д.В., 2013) и их коррекция у животных, выходит на новый молекулярно-клеточный уровень и является недостаточно изученной проблемой (Сафонов В.А., 2015, 2016). Известно, что слабая обеспеченность микроэлементами почвы, воды, различных видов растений и кормов сельскохозяйственных животных предопределяет развитие у них реакций оксидативного стресса, служащего пусковым механизмом фундаментальных молекулярно-клеточных сдвигов в организме, пролонгирующих развитие гипомикроэлементоза, при котором наблюдается снижение интегративных функций продуктивности и размножения животных (Самохин В.Т., 1997, 2008; Смирнов М.М. и соавт., 1998; Родионова Т.Н., 2004, 2010; Воробьев Д.В., 2013; Сафонов В.А., 2015, 2016).

Первым на низкий уровень йода в основных компонентах наземных экосистем в регионе Нижней Волги указал академик РАН И.И. Дедов – руководитель государственного проекта «ТИРОМОБИЛЬ. Эндемический зоб, консенсус», в решении которого записано: «... Факт очень низкого содержания йода в регионе Нижней Волги сомнений не вызывает» (Касаткина Э.П. и соавт., 2001; Герасимов Г.А. и соавт., 2002; Балаболкин М.Н. и соавт., 2005; Дедов И.И., 2006). Позже дефицит селена, кобальта и йода в почве, воде, растительных кормах, органах и тканях коров и свиней в некоторых районах Астраханской области был выявлен биогеохимическими исследованиями Д.В. Воробьева (2013), А.С. Костины (2017) и П.А. Полковниченко (2019) относительно аналогичных показателей в черноземном «эталонном» регионе (Краснодарский край), где не регистрируются гипомикроэлементозы у животных (Ковальский В.В., 1974, 1981; Самохин В.Т., 2008).

По причине гипомикроэлементоза сельхозпроизводители в Астраханской области недополучают продукты животноводства (Воробьев Д.В., 2013; Костин А.С., 2018; Полковниченко П.А. и соавт., 2019). Однако комплексная диагностика и коррекция селено-йодо-кобальтовой недостаточности у акклиматизируемых зааненских коз, завезенных в степные районы Астраханской области из Краснодарского края, до наших исследований не проводилась, хотя является актуальной проблемой. Необходимым также является исследование терапии и профилактики комбинированного (Se, Ј, Со) гипомикроэлементоза препаратами недостающих животным химических элементов, в т.ч. выяснение их влияния на уровень свободнорадикального окисления и активность антиоксидантной и эндокринной систем, метаболизм белков, липидов, углеводов, антиоксидантных витаминов и минералов, гемопоэз, функции молочной продуктивности и размножения акклиматизируемых зааненских коз в биогеохимических условиях Астраханской области.

**Степень разработанности темы.** Тема работы является составной частью научных исследований, проводимых кафедрой ветеринарной медицины Астраханского государственного университета. Комплексных диагностических исследований комбинированного (Se, J, Co) гипомикроэлементоза у акклиматизированных зааненских коз, включающих изучение биогеохимической ситуации районов Астраханской области, микроэлементного статуса животных, показателей метаболизма и гематологических параметров, активность антиоксидантной и эндокринной систем и интегративных функций продуктивности и воспроизводства у изучаемых коз, до наших работ в регионе Нижней Волги не проводилось. Немного таких работ выполнено и в других регионах страны, что затрудняет сравнительный анализ полученных нами результатов.

**Цель и задачи исследования.** Целью исследования явилась комплексная диагностика гипомикроэлементоза у акклиматизируемых в биогеохимических условиях Астраханской области зааненских коз, а также изучение лечебно-профилактического влияния органического препарата «седимин» (Se, J) и  $\text{CoCl}_2$  на организм изучаемых коз.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить содержание микроэлементов в почвах, воде, различных видах растений, растительных кормах, а также в органах и тканях акклиматизируемых зааненских коз в степных районах Астраханской области относительно аналогичных показателей, полученных в Прикубанском районе Краснодарского края.

2. Провести комплексное диагностическое исследование параметров комбинированного (Se, J, Co) гипомикроэлементоза у акклиматизируемых зааненских коз в степных районах Астраханской области, включающее исследование температуры тела ( $^{\circ}\text{C}$ ), частоты пульса (П), количества дыхательных движений (Д) и определение в крови животных показателей свободнорадикального окисления (диеновые конъюгаты и малоновый диальдегид), активности ферментов антиоксидантной системы (катализ, супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза), уровня перекисной резистентности эритроцитов (ПРЭ), числа форменных элементов, количества гемоглобина, лейкоцитарной формулы, общего белка, общих липидов, общего кальция, неорганического фосфора, Se, J, Co, Zn, Cu, Mn, глюкозы, антиоксидантных витаминов (А, Е, С) и вит. В<sub>12</sub>, щелочного резерва и гормонального статуса (АКТГ, ТТГ, Т<sub>4</sub>, Т<sub>3</sub> и кортизол) и сопоставить полученные данные с аналогичными физиолого-биохимическими показателями у зааненских коз, постоянно находящихся в Краснодарском крае.

3. Выяснить лечебно-профилактическое влияние органического препарата «седимин» (Se, J) и хлористого кобальта на акклиматизируемых в Астраханской области зааненских коз, больных комбинированным (Se, J, Co) гипомикроэлементозом, включающее определение числа форменных элементов крови, гемоглобина, лейкоформулы, общего белка, общих липидов, углеводов, антиоксидантных витаминов А, Е, С и кобаламина, макро- и микроэлементов,

показателей свободнорадикального окисления (ДК, МДА), активности ферментов антиоксидантной системы (катализ, СОД, ГПО), ПРЭ, уровня гормонов adenогипофиза (АКТГ, ТТГ), щитовидной железы ( $T_4$ ,  $T_3$ ) и надпочечников (кортизол), а также общеклинических показателей –  $T^{\circ}\text{C}$ , П и Д животных.

4. Исследовать влияние недостающих в среде и растительных кормах селена, йода и кобальта на функции воспроизведения и молочной продуктивности у акклиматизированных в биогеохимических условиях Астраханской области зааненских коз и определить экономическую эффективность совместного применения «седимины» (Se, J) и  $\text{CoCl}_2$  у изучаемых животных.

**Научная новизна работы.** Впервые проведено комплексное сравнительное диагностическое исследование содержания микроэлементов в воде, различных видах растений, растительных кормах и в органах и тканях зааненских коз, находящихся в степных районах Астраханской области и в Прикубанском районе Краснодарского края, количества в крови животных форменных элементов, гемоглобина, лейкоцитарной формулы, общего белка, общих липидов, антиоксидантных витаминов Е, А, С и вит.  $B_{12}$ , общего кальция, неорганического фосфора, Se, J, Co, Zn, Mn и Cu, щелочного резерва и углеводов, а также определен стационарный уровень продуктов свободнорадикального окисления (ДК и МДА) и состояние активности антиоксидантной (катализ, супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза) и эндокринной (АКТГ, ТТГ,  $T_4$ ,  $T_3$ , кортизол) систем. В результате по совокупности всего комплекса изученных биогеохимических и физиологобиохимических параметров, диагностирован комбинированный (Se, J, Co) гипомикроэлементоз у акклиматизируемых зааненских коз в биогеохимических условиях Астраханской области.

Впервые выявлено комплексное терапевтическое влияние органического препарата «седимин» (Se, J) и  $\text{CoCl}_2$  на метаболизм, гематологические показатели, микроэлементный статус, свободнорадикальный гомеостаз и активность гормонов adenогипофиза, щитовидной железы, надпочечников и функции воспроизведения и продуктивности у больных гипомикроэлементозом (Se, J, Co) зааненских коз.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Использование физиологобиохимической концепции (Виноградов А.П., 1949, 1982; Ковальский В.В., 1974; Воробьев В.И., 1993, 2012; Самохин В.Т., 2008) дало возможность провести комплексную диагностику и коррекцию физиологобиохимических показателей при селено-йодо-кобальтовом дефиците у изучаемых коз в биогеохимических условиях низкого уровня Se, J и Co в среде и растительных кормах. Полученные результаты могут быть использованы в работе ветеринарных врачей в качестве критериев диагностики гипомикроэлементозов у животных и их терапии недостающими микроэлементами, а также найти применение в вузовских курсах по специальности «ветеринария».

**Методология и методы исследования.** Методология настоящей работы представляет собой комплексное диагностическое исследование, основанное на физиолого-биогеохимической концепции (Ковальский В.В., 1974, 1982; Воробьев В.И., 1993; Ермаков В.В., 2008; Самохин В.Т., 2008) изучения гипомикроэлементоза у акклиматизируемых в Астраханской области зааненских коз, завезенных из «эталонного» черноземного региона (Краснодарский край), где у животных не зарегистрирована микроэлементная недостаточность (Ковальский В.В., 1974; Самохин В.Т., 1997, 2008). В ходе решения поставленных задач использованы клинический, физиолого-биохимический, твердофазный иммуноферментный, атомно-абсорбционный, родамидно-нитритный, статистический методы исследования и методика расчета экономической эффективности применения препаратов дефицитных микроэлементов в среде и местных кормах коз.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. В степных районах Астраханской области установлен низкий уровень селена, йода и кобальта в почвах, воде, различных видах растений, растительных кормах, органах и тканях акклиматизируемых зааненских коз.

2. В крови зааненских коз число форменных элементов соответствует нормативным данным, а содержание общего белка, общих липидов, общего кальция, неорганического фосфора, Se, Й, Со, витаминов А, В<sub>12</sub>, Е и С, активность антиоксидантных ферментов (катализ, СОД, ГПО), гормонов щитовидной железы (Т<sub>3</sub>, Т<sub>4</sub>), щелочного резерва крови, содержание селена, йода и кобальта находятся ниже физиологической нормы, при этом уровень глюкозы, продуктов свободнорадикального окисления (ДК, МДА), активности гормонов adenогипофиза (АКТГ, ТТГ) и надпочечников (кортизола), перекисной резистентности эритроцитов (ПРЭ) превышают физиологическую норму и аналогичные параметры у коз из других регионов России, где нет дефицита селена, йода и кобальта в растительных кормах, что в совокупности позволяет научно обоснованно диагностировать комбинированный (Se, Й, Со) гипомикроэлементоз у зааненских коз, акклиматизируемых в биогеохимических условиях Астраханской области.

3. Коррекция «седимином» и СоCl<sub>2</sub> селено-йодо-кобальтовой недостаточности у изучаемых коз улучшает показатели метаболизма белков, липидов, углеводов и минералов, снижает уровень ДК и МДА, перекисную резистентность эритроцитов (ПРЭ), активность гормонов adenогипофиза (АКТГ, ТТГ) и содержание глюкозы в крови и повышает щелочной резерв крови коз, уровень антиоксидантных ферментов (катализ, СОД, ГПО) и гормонов щитовидной железы (Т<sub>4</sub> и Т<sub>3</sub>), надпочечников (кортизол) и приводит их к физиологической норме, что положительно влияет на метаболизм и увеличение продуктивности и функции воспроизводства акклиматизированных в Астраханской области зааненских коз.

**Личный вклад соискателя.** Диссертационная работа выполнена соискателем ученой степени самостоятельно на базе кафедры ветеринарной медицины Астраханского государственного университета, совместной научно-исследовательской лаборатории фундаментальных и прикладных проблем

биогеохимии и ветеринарной медицины Волго-Каспийского региона Астраханского государственного университета и Института геохимии и аналитической химии РАН им. В.И. Вернадского, ООО НП «ЯЛГА», крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ) «Вагапов» Приволжского района, КФХ Камызякского, Наримановского, Енатаевского и Черноярского районов Астраханской области и крестьянско-фермерских хозяйств Прикубанского района Краснодарского края. Результаты работы подвергнуты статистическому анализу, определена достоверность полученных выводов. Автором использованы современные приборы, оборудование и аналитические методы с привлечением компьютерных программ. Материалы диссертации полностью опубликованы автором и доложены на различных научных конференциях.

**Степень достоверности и апробация результатов исследования.** полученных данных, выводов и предложений по производству базируется на комплексности проводимых исследований, использовании современного импортного и отечественного сертифицированного оборудования, компьютерных программ вариационной статистики и использовании физиолого-биогеохимической концепции (Ковальский В.В., 1974; Воробьев В.И., 1982, 1993, 2012; Самохин В.Т., 1997, 2008; Ермаков В.В., 2008, 2012, 2016) для выбора недостающих в среде, кормах и организме микроэлементов. Основные данные диссертационного исследования были представлены в докладах, обсуждены и опубликованы в материалах Прикаспийского молодежного научного форума агропромтехнологий и продовольственной безопасности (Астрахань, 2018); Международной научно-практической конференции: Перспективные научные исследования: опыт, проблемы и перспективы развития (Уфа, 2019); в Международном научном журнале Вестник НИЦ МИСИ: Актуальные вопросы современной науки (Москва, 2019); Международной научно-практической конференции: «Advances in Science and Technology» (Москва, 2019).

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, в т.ч. 1 статья в базе Scopus, 9 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ для кандидатских и докторских диссертаций, в научных журналах и материалах Международных научных конференций.

**Объем и структура диссертации.** Общий объем диссертации составляет 130 страниц компьютерного набора и состоит из введения, обзора литературы, собственных исследований, результатов собственных исследований, заключения и практических предложений. Библиографический список включает 352 источника, в том числе 122 – на иностранных языках. Работа иллюстрирована 18-ю таблицами, имеется приложение.

## 2 СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Материалы и методы исследования

Исследование проводилось с 2016 по 2019 г. на кафедре ветеринарной медицины Астраханского государственного университета, на базе совместной научно-исследовательской лаборатории фундаментальных и прикладных

проблем биогеохимии и ветеринарной медицины Волго-Каспийского региона Астраханского государственного университета и Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, крестьянско-фермерских хозяйств Приволжского, Красноярского, Енатаевского и Наримановского районов Астраханской области и Прикубанского района Краснодарского края. Материалы для диссертационной работы (почвы, вода, различные виды растений, растительный корм, органы и ткани изучаемых зааненских белых немецких улучшенных коз) отбирались по методике В.В. Ковальского (1974, 1982) в районах Астраханской области и Прикубанском районе «эталонного» черноземного Краснодарского края, где не регистрируются заболевания животных, связанные с дефицитом микроэлементов и откуда в 2014 году зааненские козы немецкой селекции в годовалом возрасте были завезены в крестьянско-фермерские хозяйства Астраханской области. Изучение клинического состояния животных: поведение животных, температура ( $t^{\circ}$  C), частота пульса (П) и количество дыхательных движений (Д) – проводилось по общепринятым методам (Уша Б.В. и соавт., 2003). Все эксперименты проведены согласно нормам обращения с животными и основаны на директиве ЕС (86/609/EEC) и Хельсинской декларации.

Первый эксперимент был направлен на выявление гипомикроэлементоза у акклиматизирующихся зааненских коз. Для этого в 2016 году были отобраны 10 аналогичных трехлетних изучаемых коз с живой массой  $44 \pm 1,4$  кг в КФХ «Вагапов» Приволжского района Астраханской области. Комплексные диагностические исследования включали изучение содержания микроэлементов в почвах, воде, различных видах растений, растительных кормах и органах и тканях коз, а также изучение общеклинических показателей, определение числа форменных элементов, лейкоформулы, гемоглобина, щелочного резерва, Ca, P, общего белка, общих липидов, глюкозы, Se, J, Co, антиоксидантных витаминов (A, E, C) и вит. B<sub>12</sub>, уровня продуктов перекисного окисления (диеновые конъюгаты, малоновый диальдегид) и активности антиоксидантной (каталаза, супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза) и гормонов adenогипофиза – АКТГ и ТТГ, щитовидной железы – T<sub>4</sub> и T<sub>3</sub> и коры надпочечников – кортизол) систем изучаемых коз. Для сравнения полученных диагностических данных в 2016 году в крестьянско-фермерских хозяйствах (хутор «Октябрьский» и др.) Прикубанского района Краснодарского края, который является «эталонным» черноземным регионом (Виноградов А.П., 1962, 1982; Ковальский В.В., 1974, 1982; Самохин В.Т., 2008; Ермаков В.В., 2008), отобрали 10 коз, аналогичных астраханским «зааненкам» по породе, возрасту и массе, и определили у них те же физиологобиохимических параметры, что и у акклиматизируемых зааненских коз, находящихся в Астраханской области.

В ходе второго эксперимента в 2017 году изучалось лечебно-профилактическое влияние органического препарата селена и йода «седимин» и CoCl<sub>2</sub> на гипомикроэлементоз (Se, J, Co) зааненских коз, находящихся в биогеохимических условиях КФХ «Вагапов» Приволжского района Астраханской области. При этом исследовались те же физиолого-

биохимические показатели, полученные теми же методами, что и в первом диагностическом эксперименте. Начиная с первого триместра суягности и до окота, десяти козам из опытной группы в возрасте 4-х лет и массой в  $47,9 \pm 1,9$  кг внутримышечно вводили в верхнюю треть бедра «седимин» (ГОСТ 12.1 007-76). В 1 мл «седимины» содержится 7,5 мг/мл йода и 0,09 мг/мл стабилизированного селена (соответствует 0,2 мг/мл селенита натрия). Козам из опытной группы «седимин» применяли в дозе 5 мг на голову каждые 20 дней эксперимента. Перерыв в 20 дней между инъекциями обусловлен данными исследования фармакокинетики соединений селена, проведенного Ю.А. Кутеповым (2003), Т.Н. Родионовой и соавт. (2010) и Д.В. Воробьевым (2013) методом вычисления статистических моментов кинетических кривых для линейной системы (Пиотровский В.К., 1986; Yamaoka K., 1978), в ходе которых было установлено, что полная элиминация селена из организма овец происходит на 20–21-й день после его применения. Кроме того, козам из опытной группы вносили ежедневно в комбикорм (или в воду поилок)  $\text{CoCl}_2$  в дозе 5 мг/кг на голову в сутки. Контрольные козы (10 голов), аналогичные по возрасту и массе опытным, получали одинаковые корма по нормам ВИЖа и паслись с ними совместно.

В 2018 году был проведен научно-производственный опыт в КФХ «Вагапов» Приволжского района Астраханской области. Для этого в опытную и контрольную отары отобрали аналогичных по массе ( $48,3 \pm 1,9$  кг) 4-х летних зааненских коз по 28 голов в каждую. «Седимин» начали применять козам из опытной отары совместно с  $\text{CoCl}_2$  с первого триместра суягности и до окота, а затем весь период лактации в тех же дозах и по той же схеме, что и во втором опыте. Рационы кормления коз в опытной и контрольной отарах составляли по нормам ВИЖа. Животные паслись на одних пастбищах.

Во всех экспериментах кровь у изучаемых коз брали из ушной вены до кормления и определяли по общепринятым методикам (Кондрахин И.П., 2004) форменные элементы, гемоглобин, лейкоформулу, общий Са, неорганический Р, Se, Ј, Со, Mn, Zn, Cu, щелочной резерв, а в сыворотке крови – общий белок, общие липиды и глюкозу. Количество витамина Е в сыворотке крови исследовали с помощью жидкостной хроматографии на хроматографе «Минихром» со сканирующим УФ детектором. Содержание витамина А исследовали по методу S.L. Tailor et all. (1976), а количество витамина С – по методике А.Т. Петровой и др. (1979). Витамин В<sub>12</sub> определяли общепринятым микробиологическим методом, используя культуру *E. Coli* штамм 115-6 (Кондрахин И.П., 2004). Диеновые конъюгаты (ДК) исследовали по УФ-спектрам поглощения на спектрофотометре при 233 нм (Плацер З. и соавт., 1970), а малоновый диальдегид (МДА) – по методу В.С. Бузлама и др. (1997), основанному на том, что продукты ПОЛ вступают при высокой температуре в реакцию с ТБК и образуют триметиновый окрашенный комплекс, экстрагируемый бутанолом, имеющим максимум поглощения при 532 нм. Активность каталазы в сыворотке крови изучали по методике М.А. Королюка (1988), а активность супероксиддисмутазы (СОД) определяли по ее способности конкурировать с нитросиним тетразолием за супероксидные

анионы по методу С.И. Чевари (1985). Активность глутатионпероксидазы (ГПО) исследовали по R. Paglian Valentine (1968). Перекисную резистентность эритроцитов (ПРЭ), т.е. их гемолитическую стойкость под влиянием больших количеств  $H_2O_2$  в физрастворе, оценивали по А.А. Петровскому (1964) на спектрофотометре СФ-46. Адренокортикотропный (АКТГ) и общий тиреотропный (ТТГ) гормоны, общий трийодтиронин ( $T_3$ ), общий тироксин ( $T_4$ ) и кортизол в сыворотке крови определяли твердофазным иммуноферментным методом с помощью тест-систем «Biomerica АКТГ» (Biomerica ATCH ELISA, США), КОРТИЗОЛ-ИФА K210, ХЕМА Co, Ltd, Россия на иммуноферментном немецком анализаторе ELISIS Quattro (Матрешин А.В., 1988; Ильина И.А. и соавт., 2000) в Астраханской областной ветеринарной лаборатории. Микроэлементы в собранных пробах определяли атомно-абсорбционным методом (Брицке М.Э., 1982) на спектрофотометре СНТАНІ 180-50 (Япония). Селен исследовали флуорометрически (Назаренко И.И. и соавт., 1974), а йод определяли родамидно-нитритным методом, ГОСТ 28-458-90 в ГЕОХИ РАН имени акад. В.И. Вернадского в рамках совместной НИЛ с кафедрой ветеринарной медицины Астраханского государственного университета. Данные исследований обрабатывали статистически с помощью компьютера с использованием программного пакета математического анализа Microsoft Excel 97 Pro, Statistica. При этом определяли стандартные статистические характеристики: среднее арифметическое, коэффициент вариации, ошибки среднего арифметического и коэффициент корреляции. Достоверность различий определяли по  $t$ -критерию Стьюдента (при уровне значимости  $P < 0,01-0,05$ ). Экономическую эффективность применения «седимины» и  $CoCl_2$  в экспериментах определяли по И.Н. Никитину и соавт., (2006) с учетом действующих цен.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Комплексная диагностика селено-йодо-кобальтовой недостаточности у зааненских коз в биогеохимических условиях Астраханской области

##### 3.1.1 Биогеохимическая ситуация степных районов Астраханской области

В Астраханской области в различных типах почв содержится кобальта в среднем  $7,8 \pm 1,05$ , а селена, меди, цинка и марганца соответственно:  $0,09 \pm 0,001$ ;  $14,8 \pm 0,28$ ;  $47,7 \pm 4,1$  и  $139,6 \pm 9,8$  мг/кг. В воде установлено – Со –  $0,6 \pm 0,01$ , Se –  $0,016 \pm 0,003$ , Mn –  $5,9 \pm 0,8$ , Zn –  $17,7 \pm 0,5$ , Cu –  $4,8 \pm 0,3$  мг/л и J –  $1,5 \pm 0,19$  мкг/л. В изученных образцах почв, воды, растений и растительных кормах содержание селена, йода и кобальта было ниже нормативных значений (Ковальский В.В., 1982; Матвеев А.М. и соавт., 1998; Дедов И.И. и соавт., 2005, 2006; Ермаков В.В., 2008; Самохин В.Т., 2008; Воробьев Д.В., 2013; Панин М.В., 2008; Larsen P.R., 1995, 1996). Марганец и цинк обнаружены в почвах и растениях в оптимальных количествах, близких к их уровням в аналогичных макрофитах из «эталонного» черноземного региона (Ковальский В.В., 1974; Шлякман М.Я., 1977; Виноградов А.П., 1982; Матвеев А.М. и соавт., 1997). В ряде исследованных растений и растительных кормах коз содержание меди приближалось к нижней границе «нормы» (Ковальский В.В., 1974;

Воробьев В.И., 1993; Риш М.А., 1997; Воробьев Д.В., 2013). Анализ питательности кормов коз в биогеохимических условиях Астраханской области показал низкое количество каротина во всех исследованных кормах. В сене из естественных угодий установлено превышение содержания кальция – в 2,6 раза, фосфора – в 1,2 раза, а в сене люцерны уровень кальция – в 1,7 раза, фосфора – в 1,2 раза больше среднепринятых норм кормления коз (Богданов Г.А., 1981). Все вышеприведенные биогеохимические параметры наземных экосистем Астраханской области способствуют возникновению и развитию у изучаемых коз комбинированного (Se, J, Co) гипомикроэлементоза.

### **3.1.2 Микроэлементный статус зааненских коз как один из показателей комплексной диагностики селено-йодо-кобальтовой недостаточности у животных**

Сравнение содержания Se, J и Co в органах и тканях изучаемых коз из Астраханской области и коз той же породы из Краснодарского края однозначно показывает слабую обеспеченность селеном, йодом и кобальтом организма акклиматизируемых зааненских коз в биогеохимических условиях Астраханской области (табл. 1), в то время как уровень Mn, Cu и Zn у них находится в пределах физиологической «нормы» (Джаилиди Г.А., 1997; Арсанукаев Д.Л., 2006; Батодоржиева И.Б., 2007; Gaitan E., 1992; Georgopoulos N.A., 2003; Хандаева Н.З., 2009; Мотузко Н.С. и соавт., 2008 и др.). Установленный факт диагностики селено-йодо-кобальтовой недостаточности в организме изучаемых коз является одним из доказательств наличия комбинированного (Se, J, Co) гипомикроэлементоза у зааненских коз, находящихся в условиях низкого уровня селена, йода и кобальта в основных компонентах экосистем, в т.ч. растительных кормах Астраханской области.

Таблица 1 - Содержание микроэлементов в органах и тканях изучаемых коз в биогеохимических условиях Астраханской области и Краснодарского края, в мг/кг сухой массы, n=10 (M±m)

Наимено- вание органов и тканей	Селен	Медь	Кобальт	Марганец	Цинк	Йод
1	2	3	4	5	6	7
скелетные мышцы	<u>0,02±0,005</u>	<u>5,9±0,32</u>	<u>0,04±0,002</u>	<u>22,8±1,14</u>	<u>78,3±7,42</u>	<u>0,03±0,004</u>
	<u>0,17±0,03*</u>	<u>5,6±0,31</u>	<u>0,72±0,03*</u>	<u>19,6±1,73</u>	<u>80,2±3,35</u>	<u>0,14±0,02*</u>
печень	<u>0,32±0,06</u>	<u>16,1±0,22</u>	<u>2,09±0,84</u>	<u>44,5±8,11</u>	<u>116±12,3*</u>	<u>0,27±0,003</u>
	<u>0,55±0,01*</u>	<u>13±2,17</u>	<u>3,68±0,24*</u>	<u>39,9±1,13</u>	<u>112,2±7,07</u>	<u>0,74±0,03*</u>
селезенка	<u>0,29±0,004</u>	<u>14,8±1,06</u>	<u>0,9±0,03</u>	<u>33,7±1,09</u>	<u>36,3±3,23</u>	<u>0,08±0,002</u>
	<u>0,28±0,04</u>	<u>16,9±1,93</u>	<u>0,72±0,06</u>	<u>22,8±2,19</u>	<u>22,2±2,19</u>	<u>0,09±0,01</u>
кровь	<u>0,03±0,003</u>	<u>12,7±1,95</u>	<u>1,22±0,07</u>	<u>49,6±3,14</u>	<u>31,7±2,12</u>	<u>0,21±0,021</u>
	<u>0,42±0,03*</u>	<u>11,1±2,22</u>	<u>2,27±0,33*</u>	<u>47,7±2,52</u>	<u>35,8±3,51</u>	<u>0,53±0,04*</u>
легкие	<u>0,07±0,001</u>	<u>24,3±0,19</u>	<u>0,83±0,003*</u>	<u>29,5±4,01</u>	<u>106±5,19*</u>	<u>0,21±0,021</u>
	<u>0,19±0,08*</u>	<u>20,2±0,93</u>	<u>1,01±0,19</u>	<u>9,1±1,16</u>	<u>77,4±3,35</u>	<u>0,32±0,06*</u>
почки	<u>0,51±0,002</u>	<u>13,9±0,05</u>	<u>0,56±0,04</u>	<u>46,8±2,18</u>	<u>88±8,64</u>	<u>0,26±0,004</u>
	<u>0,59±0,08</u>	<u>10,2±0,93</u>	<u>2,01±0,19*</u>	<u>50,1±3,01</u>	<u>57,6±6,04</u>	<u>0,34±0,01*</u>
стенка	<u>0,31±0,004</u>	<u>14,5±0,06</u>	<u>0,99±0,09*</u>	<u>45,3±1,28</u>	<u>121±8,86</u>	<u>0,32±0,09</u>

сычуга	<u>0,51±0,04*</u>	<u>12,5±0,03</u>	<u>3,16±0,17*</u>	<u>38±1,28</u>	<u>108±9,61</u>	<u>0,92±0,03*</u>
стенка тонкого кишечника	<u>0,42±0,006</u> <u>0,68±0,09*</u>	<u>20,1±0,05</u> <u>15,7±2,06</u>	<u>0,98±0,06*</u> <u>3,51±0,58*</u>	<u>25,6±2,05</u> <u>19,7±2,08</u>	<u>75,3±10,5</u> <u>82,3±7,91</u>	<u>0,25±0,017</u> <u>1,01±0,06*</u>
костная ткань	<u>0,03±0,017</u> <u>0,17±0,06*</u>	<u>7,41±0,04</u> <u>9,66±0,53</u>	<u>1,02±0,09</u> <u>1,66±0,09*</u>	<u>82,1±4,55</u> <u>94,7±5,15</u>	<u>161±9,8*</u> <u>126±10,04</u>	<u>0,26±0,054*</u> <u>0,48±0,07*</u>
шерсть	<u>0,12±0,08</u> <u>0,14±0,01</u>	<u>13,1±0,28</u> <u>16,5±0,99</u>	<u>3,16±0,08*</u> <u>2,51±0,12</u>	<u>49,8±1,14</u> <u>36,8±4,61</u>	<u>56,7±5,12</u> <u>34,9±2,16</u>	<u>0,23±0,022</u> <u>0,015±0,04</u>

\* -  $P<0,05$  относительно аналогичных данных у зааненских коз из другого региона (числитель – Астраханская область ( $n=10$ ), знаменатель – Краснодарский край ( $n=10$ )))

### 3.1.3 Параметры свободнорадикального окисления и активности антиоксидантных ферментов в крови как показатели диагностики комбинированного (Se, J, Co) гипомикроэлементоза у изучаемых коз

В активизации реакций свободнорадикального окисления, которые первыми реагируют на стресс-факторы, принимают участие катион-радикалы селена, йода, марганца, цинка, меди, кобальта, молибдена и железо-серные кластеры (Скулачев В.П., 1997; Ланкин В.З. и соавт., 2001), что свидетельствует о большом влиянии на организм геохимических показателей среды, в которую попадают животные, особенно при их перевозках из одного региона в другой, где выявлен низкий уровень микроэлементов в основных компонентах наземных экосистем. Антиоксиданты принимают участие в регуляции свободнорадикального окисления как единая система, которая включает в себя антиоксидантные витамины Е, А и С, а также минералы – Ca, Se, Fe, Zn и Cu и, возможно, другие химические элементы, входящие в состав антиоксидантных ферментов, или активирующие энзимы липидной природы, в т.ч. низкомолекулярные соединения (Ланкин В.З. и соавт., 2001; Воробьев В.И. и соавт., 2011, 2012).

Таблица 2 - Показатели свободнорадикальных процессов и антиоксидантной защиты зааненских коз в биогеохимических условиях Астраханской области и Краснодарского края,  $n=10$  ( $M\pm m$ )

Показатель	Результаты
диеновые конъюгаты, мкмоль/мл	<u>2,79±0,06*</u> <u>1,98±0,02</u>
малоновый диальдегид, мкмоль/л	<u>0,78±0,07*</u> <u>0,65±0,03</u>
катализ, мкмоль/мл	<u>3,01±0,91</u> <u>4,21±0,23*</u>
глютатионпероксидаза, мк MG-SH л/мин·10 <sup>3</sup>	<u>5,72±0,31</u> <u>8,57±0,74*</u>
супероксиддисмутаза, ед/мин	<u>132±7,71</u> <u>154±9,66*</u>
перекисная резистентность эритроцитов ПРЭ, %	<u>3,21±0,09*</u> <u>1,47±0,07</u>

\*  $P<0,05$  – относительно аналогичных данных у коз из другого региона, в числителе – животные в биогеохимических условиях Астраханской области, в знаменателе – козы в условиях Краснодарского края

Содержание ДК, МДА и ПРЭ у акклиматизируемых коз из Астраханской области выше, чем у их аналогов из Краснодарского края (табл. 2), и реферативных данных (Шевченко Н.А., 2006; Мигаенко Д.А., 2011; Очиров Д.С., 2015). Данные активности антиоксидантных ферментов в крови у акклиматизированных коз в Астраханской области (табл. 2) значительно ниже, а уровень ДК, МДА и ПРЭ – выше аналогичных результатов исследований зааненских коз, постоянно находящихся в Краснодарском крае, где в почвах, воде и растениях нет дефицита селена, йода и кобальта (Ковальский В.В., 1974; Виноградов А.П., 1982; Самохин В.Т., 2008). Ежедневная пастьба на травостое с низким уровнем Se, Ј и Со акклиматизируемых в Астраханской области зааненских коз приводит к нарушению равновесия между прооксидантами и антиоксидантами, в результате чего происходит истощение системы антирадикальной защиты клеток организма, что вызывает развитие оксидативного стресса, пролонгирующего гипомикроэлементоз, который предопределяет снижение функций продуктивности и размножения животных (Меерсон Ф.З. и соавт., 1988; Владимиров Ю.А., 1989; Самохин В.Т., 1989, 2008; Воробьев Д.В. 2011, 2012, 2013).

### **3.1.4 Гематологические показатели зааненских коз как диагностические факторы комбинированного (Se, Ј, Со) гипомикроэлементоза**

Являясь подвижной средой в организме, кровь весьма быстро и тонко реагирует даже на самые небольшие стрессорные раздражения, в т.ч. низкий уровень микроэлементов в окружающей среде и растительных кормах, вызывающий патологические сдвиги в организме животных.

Количество эритроцитов ( $12,72 \pm 1,24$  млн/мкл· $10^{12}/\text{л}$ ), лейкоцитов ( $19,97 \pm 1,82$  тыс/мкл· $10^9/\text{л}$ ) у изучаемых коз из Астраханской области не превышало ( $P < 0,05$ ) аналогичные показатели у коз, находящихся в Краснодарском крае (табл. 3), и находилось на верхней границе физиологической нормы для этого вида животных, а уровень глюкозы в крови у акклиматизируемых коз был выше ( $P < 0,05$ ) нормативных показателей (Кондрахин И.П., 2004; Мотузко Н.С. и соавт., 2008; Петров А.К., 2017).

В то же время уровень общего белка, липидов, Са, Р, щелочного резерва, антиоксидантных витаминов А, Е, С, йода, селена, кобальта в условиях низкого уровня Se, Со и Ј в среде и кормах был ниже аналогичных параметров у зааненских коз, находящихся постоянно в Краснодарском крае ( $P < 0,05$ ).

Таблица 3 - Диагностические показатели крови изучаемых коз в биогеохимических условиях различных регионов России ( $M\pm m$ )

Показатель	Зааненские козы	
	Астраханская область, (n=10)	Краснодарский край, (n=10)
общий белок, г/л	58,94±4,09	67,5±4,14*
общие липиды, г/л	4,35±0,08*	2,61±1,91
общий кальций, моль/л	7,45±0,14	11,2±0,98*
неорганические фосфор, моль/л	1,02±0,02	3,91±0,56*
селен, мкг/л	0,027±0,004	0,29±0,01*
йод, мг/л	0,11±0,006	0,26±0,02*
кобальт, мг/кг	1,22±0,07	3,97±0,06*
щелочной резерв, об.% $\text{CO}_2$	41,2±2,31	52,11±2,95*
глюкоза, ммоль/л	4,97±0,33*	1,95±0,04
витамин А, мкмоль/л	0,65±0,003	0,69±0,08
витамин Е, мкмоль/мл	4,7±0,03	5,8±0,22*
витамин С, мкмоль/л	0,023±0,001	0,07±0,008*

\* -  $P<0,05$  относительно аналогичных данных у коз из другого региона

Учитывая, что Со входит в состав витамина  $\text{B}_{12}$ , мы выяснили уровень кобаламина в крови коз в биогеохимических условиях Астраханской области (табл. 4) и установили, что он оказался ниже реферативных данных (Васюнин В.В., 1967; Бабин Я.А., 1980; Шапошникова Г.А., 2007; Smith G., 2006), что еще раз подтверждает недостаточность кобальта в среде, растительных кормах и органах и тканях зааненских коз, акклиматизируемых в Астраханской области.

Таблица 4 - Содержание витамина  $\text{B}_{12}$  в крови, жидкости рубца, моче и кале изучаемых коз в биогеохимических условиях Астраханской области, n=10 ( $M\pm m$ )

Вид животных	Сыворотка крови, в нг%	Жидкость рубца, в мкг%	Кал, в мкг%	Моча, в мкг%
козы	24,1±1,6	6,6±0,19	47,8±2,2	0,73±0,05

В тоже время температура тела изучаемых акклиматизируемых коз составила 39,2±2,16 градусов, частота пульса – 78±4,8 и количество дыхательных движений равнялось 45±2,7 в минуту. Эти данные не отличаются от аналогичных показателей зааненских коз, находящихся постоянно в

Краснодарском крае, и соответствуют физиологической норме (Мотузко Н.С. и соавт., 2008).

### **3.1.5 Уровень активности гормонов adenогипофиза, щитовидной железы и надпочечников как диагностический показатель комбинированного (J, Se, Co) гипомикроэлементоза у изучаемых коз в биогеохимических условиях Астраханской области**

Концепция Г. Селье (1936) гласит, что под влиянием стресс-факторов, которые возбуждают гипоталамус, выделяются гормоны, стимулирующие биосинтез и активизацию гормональной деятельности adenогипофиза, выделяющего тиреотропный гормон (ТТГ) и адренокортикотропный гормон (АКТГ). Под влиянием ТТГ щитовидная железа продуцирует тироксин –  $T_4$  и трийодтиронин –  $T_3$ , а под действием АКТГ корковая зона надпочечников выделяет кортикоиды, в т.ч. кортизол. Основную роль в гипофизарно-адreno-кортикалной регуляции реакций адаптации и поддержания гомеостаза организма животных выполняют АКТГ, ТТГ и кортизол, которые считаются гормонами акклиматизации (Фурдут Р., 1986; Young E.A. et al., 1998; Колесник Е.А. и соавт., 2017). Функция щитовидной железы тесно связана с уровнем поступления йода в организм животных. При дефиците йода в рационе нарушаются процессы метаболизма и снижается интегративная функция воспроизведения и продуктивность животных. Установлено, что фермент трийодтирониндейодиназа, регулирующий превращение тироксина ( $T_4$ ) в 3,3,5-трийодтиронин ( $T_3$ ), содержит селен (Larsen P. et al., 1995). Несколько позднее Н.З. Хандаева (2009) показала, что недостаток селена в кормах усугубляет йододефицит у овец, что подтверждают исследования Л.С. Солонецкой (2005) и Д.В. Воробьева (2013).

Современные авторы (Фисинин В.И., 2012; Горелик Л.Ш. и соавт., 2013; Фролова Л.Ф. и соавт., 2013; Колесник Е.А. и соавт., 2015, 2016; Ursini F. et al., 1985, 2015) рассматривают все исследуемые эндокринные железы как единую многофункциональную гипофизарно-тиреоидно-кортикалную систему, регулирующую адаптационные функции, метаболизм, теплообразование, окислительно-восстановительные процессы изучаемых животных, тесно связанные с йодом, селеном, кобальтом и другими жизненно важными микроэлементами.

Следует отметить высокий уровень в крови коз АКТГ, ТТГ и стресс-гормона кортизола и невысокий – гормонов щитовидной железы (общий тироксин –  $T_4$  и общий трийодтиронин –  $T_3$ ) (табл. 5), что объясняется реакциями гомеостаза животных на стресс-фактор – низкий уровень J, Se и Co в среде и растительных кормах исследуемых коз в Астраханской области и согласуется с данными академика РАН И.И. Дедова (2005, 2006), Л.С. Солонецкой (2005), Д.Л. Арсанукаева (2006) и В.М. Мещенко (2001).

Таблица 5 - Гормональный статус коз как диагностический показатель комбинированного (Se, J, Co) гипомикроэлементоза в биогеохимических условиях Астраханской области и Краснодарского края,  $n=10$  ( $M\pm m$ )

Название животных	Адренокорти-котропный гормон (АКТГ), нг/мл	Тиреотропный гормон (ТТГ), мкМЕ/мл	Общий тироксин ( $T_4$ ), мкМЕ/мл	Общий трийодтиронин ( $T_3$ ), мкМЕ/мл	Кортизол, нмоль/л
зааненские козы	$136\pm9,1^*$ $87\pm6,19$	$0,35\pm0,02^*$ $0,31\pm0,02$	$130,1\pm8,5$ $158\pm11,2^*$	$1,71\pm0,09$ $2,04\pm0,08^*$	$201\pm5,8^*$ $172\pm6,15$

\* -  $P<0,05$  относительно данных гормонов у коз из другого региона, в числителе – изучаемые козы в биогеохимических условиях Астраханской области, в знаменателе – зааненские козы, находящиеся в условиях Краснодарского края

Результаты комплексной диагностики гипомикроэлементоза у изучаемых коз выявили низкий уровень селена, йода и кобальта в почвах, воде, растениях, растительных кормах, органах и тканях, а также снижение ряда гематологических показателей активности антиоксидантных ферментов (катализ, СОД, ГПО) и гормонов щитовидной железы ( $T_4$  и  $T_3$ ). В то же время количество глюкозы в крови, содержание ДК, МДА, ПРЭ, АКТГ, ТТГ и кортизола превышали ( $P<0,05$ ) аналогичные параметры зааненских коз, находящихся в хозяйствах Прикубанского района Краснодарского края, а также данные других авторов (Солонецкая Л.С., 2005; Мотузко Н.С. и соавт., 2008; Ярован Н.И., 2008; Карлова Е.А., 2014 и др.). Следует особо отметить, что зааненские козы, постоянно находящиеся в крестьянско-фермерских хозяйствах Прикубанского района Краснодарского края, дают на голову в сутки  $6,4\pm0,9$  кг молока, а акклиматизирующиеся в Астраханской области аналогичные козы –  $4,1\pm0,15$  кг (Полковниченко П.А. и соавт., 2019). Следовательно, гипомикроэлементоз и адаптационные процессы всегда имеют метаболическую цену, в т.ч. снижение функций продуктивности и воспроизводства (Анохин П.К., 1996; Колесник Е.А., 2016), а также снижение качества ряда биохимических процессов (Голиков А.Н., 1988; Гаркави Л.Х. и соавт., 1990; Ebrahimzadcn R. et al., 2012), которые в итоге обеспечивают стратегию акклиматизации изучаемых коз в новых биогеохимических условиях.

Данные комплексной диагностики однозначно свидетельствуют о наличии комбинированного (Se, J, Co) гипомикроэлементоза у акклиматизируемых зааненских коз в биогеохимических условиях Астраханской области, который сопровождается снижением интегративных функций продуктивности у завезенных зааненских коз и нуждается в коррекции.

### **3.2 Коррекция показателей комбинированного (Se, J, Co) гипомикроэлементоза у изучаемых коз «седимином» и $\text{CoCl}_2$ в биогеохимической ситуации Астраханской области**

#### **3.2.1 Влияние препаратов Se, J и Co на микроэлементный статус изучаемых коз**

После парентерального применения «седимины» и добавления  $\text{CoCl}_2$  в корм зааненским козам из опытной группы содержание селена у них увеличилось в мышцах на 50%, в печени – на 69%, в крови на 50%, в легких – на 33% и почках – на 33,3% относительно аналогичных показателей у коз контрольной группы ( $P<0,05$ ). Уровень йода в мышцах коз из опытной группы достоверно повысился на 25%, в печени – на 26%, в крови – на 51%, а в почках, напротив, наблюдалось уменьшение йода на 50% относительно аналогичных данных контроля ( $P<0,05$ ). Содержание кобальта в мышцах опытных коз увеличилось на 58%, в печени – на 47,6%, в почках – на 19%, в крови – на 35%, в стенке съчуга – 3,8%, в стенке тонкого отдела кишечника – на 2,1%, а в костной ткани, напротив, уровень кобальта уменьшился на 23% и шерсти – на 5% относительно аналогичных показателей коз из контрольной группы. У коз из опытной группы установлено повышение количества цинка в мышцах – на 63%, в печени – на 34%, в крови – на 19% относительно аналогичных данных контроля ( $P<0,05$ ), что приблизилось к аналогичным показателям у ззаненских коз, находящихся в хозяйствах Краснодарского края. Аналогичная ситуация наблюдается по уровню марганца и меди в печени, крови и ряде других органов у коз из опытной группы относительно контрольных животных, что объясняется вовлечением большего количества физиологически важных для организма химических элементов в более активно протекающие реакции метаболизма у животных, дополнительно получающих недостающие в среде и растительных кормах микроэлементы.

#### **3.2.2 Коррекция процессов свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты у изучаемых акклиматизируемых коз под влиянием «седимины» и $\text{CoCl}_2$ при комбинированном (Se, J, Co) гипомикроэлементозе в биогеохимических условиях Астраханской области**

К концу эксперимента в крови коз из опытной группы было установлено уменьшение ДК на 30,2%, а МДА – на 8%, ПРЭ – на 17,3% и повышение активности ГПО на 45%, каталазы – на 62%, СОД – на 16%, щелочного резерва крови – на 22% относительно их аналогов на начало опыта ( $P<0,05$ ). По уровню ДК, МДА, ПРЭ, СОД, ГПО и каталазы (табл. 6) приблизились к содержанию этих показателей у зааненских коз, взятых для сравнительного анализа в 2017 году в крестьянско-фермерских хозяйствах Краснодарского края (табл. 2). Следовательно, применяемые «седимин» и  $\text{CoCl}_2$  стабилизируют уровень свободнорадикального окисления и активность антиоксидантной защиты у акклиматизируемых в Астраханской области зааненских коз немецкой селекции. В контроле за период опыта ДК, МДА, каталаза, СОД, ГПО, ПРЭ и щелочной резерв остались без изменений ( $P>0,5$ ).

Таблица 6 – Влияние «седимина» и  $\text{CoCl}_2$  на уровень свободнорадикального статуса крови и антиоксидантной защиты у акклиматизируемых зааненских коз ( $M\pm m$ )

Диагностический показатель	Контрольная группа (n=10)		Опытная группа (n=10)	
	до опыта	в конце опыта	до опыта	в конце опыта
диеновые конъюгаты (ДК), мкмоль/мл	2,92 $\pm$ 0,06	3,01 $\pm$ 0,05	2,91 $\pm$ 0,05	2,03 $\pm$ 0,03*
малоновый диальдегид (МДА), мкмоль/л	0,62 $\pm$ 0,02	0,67 $\pm$ 0,09	0,63 $\pm$ 0,07	0,51 $\pm$ 0,03*
катализ, мкмоль/мл	2,53 $\pm$ 0,11	5,60 $\pm$ 0,13	2,57 $\pm$ 0,06	4,16 $\pm$ 0,11*
супероксиддисмутаза (СОД), ед/мин	135 $\pm$ 9,34	134 $\pm$ 8,19	136 $\pm$ 11,3	158 $\pm$ 10,4*
глутатионпероксидаза (ГПО), мМГ-SH л/мин $\cdot$ 10 <sup>3</sup>	6,28 $\pm$ 0,02	6,31 $\pm$ 0,05	6,30 $\pm$ 0,33	9,14 $\pm$ 1,01*
перекисная резистентность эритроцитов (ПРЭ), %	1,92 $\pm$ 0,15	1,89 $\pm$ 0,017	1,91 $\pm$ 0,06	1,58 $\pm$ 0,05*
щелочной резерв, об.% $\text{CO}_2$	42,2 $\pm$ 0,7	40,0 $\pm$ 4,06	41,3 $\pm$ 4,03	50,4 $\pm$ 2,57*

\* $P<0,05$  относительно начала опыта

### 3.2.3 Терапия и профилактика комбинированного (Se, J, Co) гипомикроэлементоза у изучаемых коз препаратами селена, йода и кобальта и их влияние на гематологические показатели животных

В крови зааненских коз из опытной группы (табл. 7) содержание общего белка в конце эксперимента увеличилось на 7,5%, количество и доступность витамина А – на 13%, витамина Е – на 24%, витамина С – на 26%, мочевины – на 7,9%, селена – на 75%, йода – на 50% и кобальта – на 38,7%, а уровень глюкозы снизился на 33% и общих липидов – на 8,12% относительно аналогичных данных в начале эксперимента.

У контрольных коз все аналогичные показатели за период опыта не изменились ( $P>0,5$ ). Уровень витамина  $\text{B}_{12}$  в жидкости рубца у изучаемых коз из опытной группы увеличился на 25%, в сыворотке крови – на 12%, в моче – на 38% и в кале – на 32%, что свидетельствует о высоком уровне образования кобаламина и повышении биосинтеза белка в организме коз из опытной группы, получавших дополнительно органический препарат «седимин» и хлористый кобальт.

Таблица 7 - Коррекция гематологических показателей у зааненских коз препаратами селена, йода и кобальта в Астраханской области, n=10 (M±m)

Группа	Начало опыта	Конец опыта
<b>Общий белок, г/л</b>		
опытная	63,9±4,08	68,7±2,16*
контрольная	64,1±3,112	71,7±5,45
<b>Мочевина, ммоль/л</b>		
опытная	2,15±0,09	2,32±0,07*
контрольная	2,18±0,11	2,17±0,06
<b>Общие липиды, г/л</b>		
опытная	2,71±0,10	2,49±0,60
контрольная	2,69±0,12	2,78±0,12
<b>Глюкоза, мкмоль/л</b>		
опытная	3,19±0,11*	2,14±0,07
контрольная	2,97±0,02	2,98±0,05
<b>Витамин А, мкмоль/л</b>		
опытная	0,54±0,02	0,61±0,03*
контрольная	0,53±0,02	0,45±0,04
<b>Витамин Е, мкг/мл</b>		
опытная	5,0±0,03	6,2±0,07*
контрольная	4,9±0,01	5,3±0,04
<b>Витамин С, ммоль/л</b>		
опытная	0,023±0,003	0,029±0,006*
контрольная	0,024±0,007	0,025±0,007
<b>Общий кальций, мг/л</b>		
опытная	13,6±0,92	12,7±0,95
контрольная	13,8±0,88	15,2±1,08*
<b>Неорганический фосфор, мг/л</b>		
опытная	3,7±0,04	3,8±0,14
контрольная	3,8±0,06	3,4±0,07
<b>Селен, мг/кг</b>		
опытная	0,12±0,005	0,21±0,009*
контрольная	0,12±0,01	0,11±0,008
<b>Йод, мг/кг</b>		
опытная	0,14±0,006	0,21±0,003*
контрольная	0,15±0,004	0,14±0,05
<b>Кобальт, мг/кг</b>		
опытная	1,55±0,63	2,12±0,21*
контрольная	1,44±0,17	15,2±0,06

\* P<0,05 относительно начала опыта

Следует сказать, что все гематологические показатели коз из опытной группы к концу эксперимента приблизились к аналогичным данным зааненских коз, находящихся постоянно в Краснодарском крае (табл. 3), что является еще одним доказательством правильности поставленного нами диагноза и свидетельством положительного терапевтического влияния «седимина» и  $CoCl_2$  на животных из опытной группы.

### 3.2.4 Терапевтическое влияние «седимины» и $\text{CoCl}_2$ на эндокринный статус зааненских коз в биогеохимических условиях Астраханской области

Уровень гормонов adenогипофиза и надпочечников в конце опыта (табл.8) у животных из опытной группы, получавших дополнительно селен, йод и кобальт, стал ниже. У изучаемых коз из опытной группы уровень АКТГ в крови понизился – на 29% ( $P<0,05$ ), ТТГ – на 25% ( $P<0,05$ ), а кортизола – на 17% ( $P<0,05$ ) относительно аналогичных данных начала эксперимента. Гормоны щитовидной железы  $T_4$  и  $T_3$ , напротив, увеличили свою регуляторную функцию к концу эксперимента – на 13% и 11% ( $P<0,05$ ).

Таблица 8 - Изменение показателей эндокринной системы зааненских коз при коррекции гипомикроэлементоза «седимином» и  $\text{CoCl}_2$  в биогеохимических условиях Астраханской области,  $n=10$  ( $M\pm m$ )

Название животных	Адренокортикотропный гормон (АКТГ), нг/мл	Тиреотропный гормон (ТТГ), мкМЕ/мл	Общий тироксин ( $T_4$ ), мкМЕ/мл	Общий трийодтиронин ( $T_3$ ), мкМЕ/мл	Кортизол, нмоль/л
зааненские козы	<u>139±9,9*</u> 96±2,54	<u>0,36±0,01*</u> 0,27±0,05	<u>132,9±9,5</u> 149,8±7,6*	<u>1,72±0,09</u> 1,91±0,08*	<u>204±12,7*</u> 169±7,7

Числитель – начало опыта, знаменатель – конец опыта;

\*)  $P<0,05$  относительно начала опыта

Тиреоидные гормоны и кортизол отражают адаптивные реакции организма изучаемых коз в связи со сменой среды обитания. Например  $T_4$  и  $T_3$  участвуют в терморегуляции, метаболизме и в расщеплении углеводов, обеспечивая способность организма акклиматизируемых зааненских белых немецких коз адаптироваться к биогеохимическим условиям Астраханской области. К концу опыта по применению «седимины» и  $\text{CoCl}_2$  гормональный статус изучаемых коз стал близок к уровню гормонов (табл. 5) у «зааненок», находящихся постоянно в «эталонном» черноземном регионе (Краснодарский край). Следовательно, регуляторные функции adenогипофиза (АКТГ, ТТГ), щитовидной железы ( $T_3$ ,  $T_4$ ) и надпочечников (кортизол) следует рассматривать как работу единой системы, отдельные фрагменты которой по-разному реагируют на стресс-фактор постоянно действующего на акклиматизирующихся коз дефицита селена, йода и кобальта в среде и растительных кормах и показывают необходимость коррекции и профилактики комбинированного (Se, I, Co) гипомикроэлементоза у изучаемых коз «седимином» и хлористым кобальтом, что улучшает процессы обмена веществ у данных животных.

### 3.2.5 Влияние «седимины» и $\text{CoCl}_2$ на продуктивность и функции воспроизводства изучаемых коз и определение экономической эффективности их применения в биогеохимических условиях Астраханской области

В научно-производственном эксперименте в опытной отаре ветеринарные работники практически не оказывали родовспоможения маткам при окоте и наблюдали самый низкий процент мертворожденных козлят. У маток коз из

опытной отары продолжительность окота в среднем на одного козленка составила  $6,52 \pm 0,63$  минут, а у контрольных животных –  $7,34 \pm 0,68$  минуты. Выход козлят на 100 маток в опытной отаре изучаемых коз составил  $186 \pm 4,8$  козленка и превысил аналогичные контрольные результаты ( $177 \pm 3,4$ ) на 4,19% ( $P < 0,05$ ), а масса новорожденных козлят ( $3,5 \pm 0,06$  кг) была выше, чем в контроле ( $3,2 \pm 0,09$  кг), на 9,4% ( $P < 0,05$ ). Масса козлят в возрасте одного месяца в опытной отаре ( $9,2 \pm 1,41$  кг) была на 12,2% больше ( $P < 0,05$ ), чем у контрольных животных ( $8,2 \pm 1,55$  кг). Козы в контрольной отаре давали  $4,1 \pm 0,21$  кг молока в сутки, а в опытной отаре –  $4,4 \pm 0,05$  кг, т.е. на 7,31% больше ( $P < 0,05$ ), что экономически выгодно для производства. Экономическая эффективность применения «седимина» и  $\text{CoCl}_2$  изучаемым зааненским козам, акклиматизируемым в Астраханской области, на 1 рубль составила 1,98 рублей.

#### 4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения настоящей комплексной диагностической работы было достоверно показано, что комбинированный (Se, J, Co) гипомикроэлементоз у акклиматизируемых в Астраханской области зааненских коз вызывается слабой обеспеченностью почвы, воды, различных видов растений и растительных кормов селеном, йодом и кобальтом. Комплексные диагностические исследования научно обоснованно показали, что у акклиматизирующихся коз, больных комбинированным (Se, J, Co) гипомикроэлементозом общеклинические параметры ( $T^\circ\text{C}$ , П, Д) не изменяются и находятся в пределах физиологической нормы. Бессимптомно протекающая эндемическая патология, однако, приводит к снижению удоев молока и функций размножения у изучаемых коз. В ходе исследований было выяснено, что терапия гипомикроэлементоза у акклиматизированных в Астраханской области зааненских коз дает хорошие результаты при совместном применении органического препарата «седимин» и хлористого кобальта, т.е. тех элементов, которых не хватает завезенным из «эталонного» черноземного региона зааненским козам. Все вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы:

1. Биогеохимическая ситуация наземных экосистем степных районов Астраханской области характеризуется низким уровнем йода, селена и кобальта в почвах, воде, различных видах растений, растительных кормах и органах и тканях изучаемых зааненских коз относительно аналогичных данных «эталонного» черноземного Краснодарского края, что предопределяет развитие у акклиматизируемых коз комбинированного (Se, J, Co) гипомикроэлементоза.

2. Комплексное диагностическое исследование гипомикроэлементоза (Se, J, Co) у изучаемых коз из Астраханской области выявило повышение продуктов свободнорадикального окисления: диеновых конъюгатов на 40,9%, малонового диальдегида – на 20% и перекисной резистентности эритроцитов – на 45,8%, гормонов adenогипофиза (АКТГ – на 56,3%, ТТГ – на 12,9%) и стресс-гормона надпочечников кортизола – на 16,9% и обнаружило низкий уровень ферментов антиоксидантной системы (катализ – на 28,5%, супероксиддисмутаза – на 14,3% и глутатионпероксидаза – на 33%), общего кальция – на 50,3%, неорганического фосфора – в 3,1 раза, селена – на 90,7%, йода – на 69,3%,

общего белка – на 14,5%, общих липидов – на 60%, щелочного резерва – на 22,3%, антиоксидантных витаминов (А – на 6,2%, Е – на 23,4%, С – на 96,2%), гормонов щитовидной железы ( $T_4$  – на 21,5% и  $T_3$  – на 19,3%) относительно аналогичных данных у зааненских коз, находящихся постоянно в Краснодарском крае, что в совокупности является научно обоснованными диагностическими признаками комбинированного (Se, J, Co) гипомикроэлементоза у акклиматизируемых зааненских коз в биогеохимических условиях Астраханской области, при котором  $T^{\circ}\text{C}$ , П и Д животных находятся в пределах нормы.

3. Парентеральное введение органического препарата «седимин» акклиматизируемым зааненским козам в биогеохимических условиях Астраханской области, начиная с первого триместра суягности, каждые 20 дней, в т.ч. в период лактации по 5 мг на голову, и ежедневное обогащение корма  $\text{CoCl}_2$  из расчета 5 мг/кг достоверно уменьшает количество общих липидов – на 8,12%, ДК – на 30%, МДА – на 8%, ПРЭ – на 17%, глюкозы – на 33%, уровень АКТГ – на 29%, ТТГ – на 25%, кортизола – на 17,1%, а активность каталазы при этом увеличивается на 60%, СОД – на 16%, ГПО – на 45%, гормонов щитовидной железы –  $T_4$  – на 13% и  $T_3$  – на 11%, содержание витамина А – на 13%, витамина Е – на 24%, витамина С – на 26%, витамина  $\text{B}_{12}$  в жидкости рубца – на 25%, в сыворотке крови – на 12%, в моче – на 38% и кале – на 32%, гемоглобина – на 4%, общего белка – на 7,5%, мочевины – на 7,9%, Se – на 75%, J – на 50% и Co – на 37% относительно аналогичных показателей начала опыта ( $P<0,05$ ), что приводит исследуемые гематологические параметры изучаемых коз из опытной группы к физиологической норме и улучшает процессы метаболизма животных.

4. Введение внутримышечно «седимина» и одновременное обогащение корма  $\text{CoCl}_2$  (или внесение в воду поилок) изучаемых коз в период суягности и в течение лактации увеличило выход козлят на 100 маток в опытной отаре ( $186\pm2,6$  козлят) на 5,08% ( $P<0,05$ ), относительно контроля ( $177\pm3,4$  козлят), при этом время окота у маток из опытной отары уменьшилось ( $P<0,05$ ) на 12,6% и составило –  $6,52\pm0,63$  минуты, а в контроле –  $7,34\pm0,68$  минуты, масса новорожденных козлят в опытной отаре ( $3,5\pm0,06$  кг) была на 9,4% больше ( $P<0,05$ ), чем в контроле ( $3,2\pm0,09$  кг), масса месячных козлят в опытной отаре ( $9,2\pm1,41$  кг) превышала ( $P<0,05$ ) на 12,2% аналогичный показатель у козлят из контроля ( $8,2\pm1,55$  кг), суточные удои у каждой из зааненских коз в опытной отаре ( $4,4\pm0,05$  кг) были на 7,31% больше ( $P<0,05$ ), чем в контрольной ( $4,1\pm0,21$  кг), а экономический эффект от применения недостающих в среде и кормах микроэлементов в опытной отаре на 1 рубль затрат составил 1,98 рублей.

### Предложения производству

Комплексная диагностика позволила установить комбинированный (Se, J, Co) гипомикроэлементоз у акклиматизируемых в Астраханской области зааненских коз. Применение «седимина» козам в дозе – 5 мг внутримышечно на голову один раз каждые 20 дней до окота и ежедневное обогащение корма (или воды в поилках) в дозе 5 мг/кг  $\text{CoCl}_2$ , а затем применение «седимина» и  $\text{CoCl}_2$  в

тех же дозах в течение лактации позволяют уменьшить время окота изучаемых коз на 12,6%, получить в опытной отаре на 100 маток  $186 \pm 2,6$  козлят, что на 5,08% больше чем в контрольной ( $P < 0,05$ ), иметь массу новорожденных козлят выше на 9,4% и увеличить суточные удои коз на 7,31% больше контроля ( $4,1 \pm 0,21$  кг), что экономически целесообразно для животноводческих хозяйств Астраханской области. Экономический эффект на 1 рубль затрат при применении «седимины» и  $\text{CoCl}_2$  составил 1,98 рублей. Результаты проведенных комплексных исследований могут служить определенными критериями при диагностических исследованиях гипомикроэлементозов животных в хозяйствах.

### **Список опубликованных работ по теме диссертации**

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для кандидатских диссертаций

1. Полковниченко, П. А. Физиолого-биохимические основы комплексной диагностики скрытой формы гипомикроэлементоза зааненских белых немецких улучшенных коз / П. А. Полковниченко, А. П. Полковниченко, В. И. Воробьев, Д. В. Воробьев, И. Х. Хисметов // Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана. – 2019. – Т. 238 (2). – С. 155-162.
2. Полковниченко, П. А. Влияние биогеохимической ситуации наземных экосистем Астраханской области на микроэлементный статус акклиматизируемых зааненских белых немецких улучшенных коз / П. А. Полковниченко, А. П. Полковниченко, В. И. Воробьев, Д. В. Воробьев, Махмуд Ахмед // Ветеринарный врач. – 2019. – № 6. – С. 52-57.

3. Полковниченко, П.А. Состояние гипофизарно-тиреоидно-кортикалной системы и морфологической картины щитовидной железы у акклиматизируемых белых немецких улучшенных коз, как диагностические показатели гипомикроэлементоза / П.А. Полковниченко, А. П. Полковниченко, В. И. Воробьев, Д. В. Воробьев, К.С. Тихонцева // Ветеринарный врач. – 2020. - №1. – С.63-67.

Статьи в журналах и материалы международных научных конференций

1. Полковниченко, П. А. Показатели крови коз в условиях дефицита в среде селена, йода и кобальта в Астраханской области / П. А. Полковниченко, Д. В. Воробьев, А. П. Полковниченко // Прикаспийский международный молодежный форум агропромтехнологий и продовольственной безопасности. – Астрахань. – 2018. – С. 65-66.

2. Полковниченко, П.А. Каролин Se – как фактор коррекции нозологических заболеваний зааненских коз / П.А. Полковниченко // Прикаспийский международный молодежный форум агропромтехнологий и продовольственной безопасности. – Астрахань. – 2018. – С. 71-72.

3. Полковниченко, П. А. Параметры свободнорадикального окисления и активности антиоксидантных ферментов в крови мелкого рогатого скота в биогеохимических условиях Нижней Волги / П.А. Полковниченко // Международный научный журнал. – Вестник НИЦ МИСИ: Актуальные вопросы современной науки. – Москва. – Выпуск № 20. – 2019. – С. 48-53.

4. Полковниченко, П. А. Комплексная диагностика комбинированного гипомикроэлементоза у мелкого рогатого скота в биогеохимических условиях Астраханской области / П.А. Полковниченко, Д.В. Воробьев, А.П. Полковниченко // Международная научно-практическая конференция: Перспективные научные исследования: опыт, проблемы и перспективы развития. – Ч. 1. – Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки. – 2019. – С. 35-40.

5. Полковниченко, П. А. Гормональный статус и морфология щитовидной железы у белых немецких коз в условиях низкого уровня йода и селена / П. А. Полковниченко, Т. С. Браташова // XXIV Международная научно-практическая конференция: «Advances in Science and Technology». – Ч. 1. – Москва. – 2019. – С. 43-44.