

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОЛОГИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ И АГРОТЕХНОЛОГИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

На правах рукописи



**СЛЕПЦОВ ИВАН ИВАНОВИЧ**

**НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ  
ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА  
В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА РОССИИ**

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и  
производства продукции животноводства

Диссертация на соискание ученой степени  
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант: член-корреспондент РАН,  
доктор биологических наук,  
профессор С.А. Мирошников

Оренбург – 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|        |  |    |
|--------|--|----|
|        | ВВЕДЕНИЕ   | 7  |
| 1.     | ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ   | 17 |
| 1.1.   | Состояние и перспективы развития мясного скотоводства России   | 17 |
| 1.2.   | Состояние и перспективы развития мясного скотоводства в Республике Саха (Якутия)   | 22 |
| 1.3.   | Вопросы адаптации крупного рогатого скота в новых условиях   | 33 |
| 1.3.1. | Адаптация крупного рогатого скота к холоду   | 37 |
| 1.3.2. | Предпосылки для перемещения и успешной акклиматизации калмыцкого скота на территорию Республики Саха (Якутия). Сравнение калмыцкой и якутской пород крупного рогатого скота.   | 42 |
| 1.4.   | Адаптационные изменения в метаболизме в организме животных при акклиматизации и перспективы использования тестирования быков-производителей по уровню обменных пулов химических элементов для повышения репродуктивных качеств | 49 |
| 1.5.   | Заключение по обзору литературы  | 63 |
| 2.     | МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ  | 64 |
| 3.     | РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  | 78 |
| 3.1.   | Природно–климатические и экологические условия на территориях разведения крупного рогатого скота калмыцкой породы в Республике Саха (Якутия)   | 78 |
| 3.1.1. | Природно–климатические особенности Якутии, влияющие на развитие животноводства в регионе   | 78 |
| 3.1.2. | Последствия потепления климата в Республике Саха (Якутия), объективные предпосылки к развитию мясного скотоводства в регионе   | 81 |
| 3.1.3. | Природно–климатическая характеристика Республики Калмыкия, территории происхождения калмыцкого скота, и  |    |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
|          | Республики Саха (Якутия), территории современного разведения калмыцкого скота   | 83  |
| 3.1.4.   | Химический состав почвы и поверхностных вод изучаемых территорий  | 91  |
| 3.1.5.   | Геоботанический состав естественных пастбищ и биохимическая характеристика кормовых трав                                | 95  |
| 3.2.     | Биологические и хозяйственные особенности калмыцкого скота в новой зоне разведения                                      | 102 |
| 3.2.1.   | Историческая справка завоза калмыцкого скота в Республику Саха (Якутия)   | 102 |
| 3.2.2.   | Физиологические показатели животных   | 106 |
| 3.2.3.   | Гематологические показатели завезённых животных калмыцкой породы  | 110 |
| 3.2.3.1. | Первое исследование (группа сравнения Якутская популяция симментальского скота)   | 110 |
| 3.2.3.2. | Второе исследование (группа сравнения якутский скот)  | 114 |
| 3.2.4.   | Элементный статус скота калмыцкой породы  | 119 |
| 3.2.5.   | Физиологические аспекты работы пищеварительной системы животных калмыцкой породы  | 123 |
| 3.2.5.1  | Особенности физиологии пищеварения животных калмыцкой породы  | 123 |
| 3.2.5.2. | Особенности микробного профиля желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скот калмыцкой и аборигенной якутской пород | 127 |
| 3.2.6.   | Антигенный состав групп крови калмыцкого скота  | 133 |
| 3.2.7.   | Анализ полиморфизма микросателлитных локусов ДНК у изучаемых пород  | 136 |
| 3.2.8.   | Реализация репродуктивных качеств коров и телок калмыцкой породы в хозяйствах Республики Саха (Якутия)                  | 141 |
| 3.2.9.   | Этология животных разного происхождения   | 147 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| 3.2.9.1.   | Суточное поведение коров и телят калмыцкой и якутской породы   | 147 |
| 3.2.9.2.   | Пастбищное поведение животных  | 151 |
| 3.3.       | Оценка хозяйственно–биологических характеристик скота калмыцкой породы, завезённых в Республику Саха (Якутия), в сравнении со скотом якутской и симментальской пород якутской популяции          | 156 |
| 3.3.1.     | Результаты исследования по оценке хозяйственно-биологических параметров бычков якутской, калмыцкой пород и якутской популяции симментальского скота при выращивании при низком уровне кормления. | 156 |
| 3.3.1.1.   | Корма и кормление подопытных животных  | 156 |
| 3.3.1.2.   | Рост и развитие подопытных животных  | 157 |
| 3.3.1.3.   | Результаты исследований мясной продуктивности подопытных животных  | 160 |
| 3.3.1.4.   | Органолептическая оценка качества мяса   | 161 |
| 3.3.2.     | Результаты сравнительных испытаний при высоком уровне кормления  | 162 |
| 3.3.2.1.   | Корма и кормление подопытного молодняка  | 162 |
| 3.3.2.2.   | Переваримость питательных веществ и эффективность использования питательных веществ корма подопытными животными.   | 165 |
| 3.3.2.3.   | Особенности роста и развития бычков разных генотипов при интенсивном выращивании   | 167 |
| 3.3.2.4.   | Гематологические параметры подопытных животных   | 169 |
| 3.3.2.5.   | Экстерьер и телосложение   | 170 |
| 3.3.2.6.   | Мясная продуктивность и качество мяса бычков при интенсивном выращивании   | 172 |
| 3.3.2.6.1. | Морфологический состав туши и её отдельных естественно-анатомических частей  | 173 |
| 3.3.2.6.2. | Характеристика отдельных естественно-анатомических   |     |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
|            | частей туши   | 176 |
| 3.3.2.6.3. | Химический состав мяса и длиннейшей мышцы спины   | 178 |
| 3.3.2.7.   | Конверсия питательных веществ корма в питательные вещества съедобных частей тела при интенсивном выращивании  | 184 |
| 3.3.2.8.   | Экономическая эффективность производства говядины при использовании скота различных пород   | 185 |
| 3.4        | Влияние акклиматизации на элементный статус и репродуктивные качества быков-производителей  | 186 |
| 3.4.1      | Исследования взаимосвязей элементного статуса быков-производителей и репродуктивных качеств животных  | 186 |
| 3.4.1.1.   | Разработка способа оценки репродуктивных качеств быков-производителей по содержанию химических элементов в семенной жидкости  | 203 |
| 3.4.1.2.   | Влияние уровня концентраций химических элементов в шерсти на количественные и качественные характеристики спермы  | 206 |
| 3.4.1.3.   | Разработка референтных интервалов химических элементов в семенной жидкости быков-производителей   | 218 |
| 3.4.1.4.   | Разработка референтных интервалов химических элементов в шерсти быков-производителей  | 231 |
| 3.4.2.     | Влияние коррекции концентраций селена и цинка в семенной жидкости на элементный состав, антиоксидантный статус и качественные характеристики спермы быков-производителей                              | 239 |
| 3.4.3.     | Влияние коррекции элементного статуса быков-производителей оцененного по концентрации химических элементов в волосе на качественные характеристики спермопродукции                                    | 246 |
| 3.5.       | Результаты исследований по оценке хозяйственно-биологических особенностей скота калмыцкой породы в условиях Республики Саха (Якутия) при использовании местных природных минеральных кормовых добавок | 250 |
| 3.5.1.     | Характеристика минеральных кормовых добавок   | 250 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 3.5.2.   | Корма и кормление подопытных животных   | 252 |
| 3.5.3.   | Гематологические показатели подопытных животных   | 253 |
| 3.5.4.   | Рост и мясная продуктивность подопытных животных  | 254 |
| 3.5.5.   | Оценка биоконверсии питательных веществ и энергии корма в мясную продукцию при откорме молодняка калмыцкой породы       | 259 |
| 3.5.6.   | Экономическая эффективность откорма молодняка калмыцкой породы  | 262 |
| 3.6.     | Адаптивная технология содержания мясного скота в условиях Республики Саха (Якутия)                                      | 263 |
| 3.6.1.   | Результаты исследований по оценке эффективности организации пастбищного содержания телят по технологии «корова-телёнок» | 266 |
| 3.6.1.1. | Рост и развитие подопытных телят  | 268 |
| 3.6.1.2. | Экономическая эффективность производства молодняка в мясном скотоводстве  | 272 |
| 3.6.2.   | Основные элементы адаптивной технологии   | 273 |
| 4.       | ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ   | 278 |
| 5.       | ЗАКЛЮЧЕНИЕ  | 296 |
| 6.       | ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ  | 302 |
| 7.       | ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ  | 303 |
| 8.       | СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  | 304 |
| 9.       | ПРИЛОЖЕНИЯ  | 388 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Отечественное мясное скотоводство является одной из наиболее быстро растущих отраслей сельскохозяйственного производства страны. За период с принятия первой программы развития мясного скотоводства России в 2008 году валовое производство говядины в отрасли увеличилось более чем в 7 раз и достигло 450 тысяч тонн, совокупное поголовье мясного скота выросло до более чем 3 млн. голов. При этом мясному скотоводству отводится важная роль в организации рабочих мест на селе.

В соответствии с действующей Концепцией устойчивого развития мясного скотоводства России на период до 2030 года ожидается, что в России в ближайшем десятилетии будет создано до 1 млн. рабочих мест занятых в отрасли мясного скотоводства (Амерханов Х.А., Мирошников С.А. и др., 2016). Сходную программу с 2018 года реализует Республика Казахстан, с прогнозом создания в отрасли 500 тысяч рабочих мест.

Все выше сказанное позволяет по-иному взглянуть на перспективы устойчивого развития отрасли мясного скотоводства в Республике Саха (Якутия). В настоящее время Республика обеспечивает себя мясом чуть больше чем на 25%, в том числе самообеспеченность говядиной находится на уровне 35-40%. При этом край располагает значительной площадью сельскохозяйственных угодий около 1,6 млн. га, из которых – 719,4 тыс. га сенокосов и 795,4 тыс. га пастбищ. Потенциал которых используется далеко не полностью, численность крупного рогатого скота в Республике немногим превышает 180 тысяч голов.

Важным обстоятельством, предопределяющим будущие перспективы мясного скотоводства в Якутии, является глобальное потепление климата и смещение зоны степей все дальше на север. Это наглядно показано в работах ученых Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, в том числе: Ю.Б. Скачкова (2012, 2017); А.Н. Горохова, А.Н. Федорова (2018), А.Н. Федорова (2020) и других, установивших, что последние 50 лет характеризуются непрерывным и нарастающим повышением температуры воздуха в Якутии. Причём если в 1988-2006 годах это выражалось сдвигом температуры флуктуации

средних годовых температур воздуха вдоль тренда роста 0,6 °С, в период с 2007 по 2016 год вдоль по тренду 1,4 °С, то в последние три года уровень отклонений составляет уже 2,0-2,5 °С (Федоров А.Н., 2020). В этой связи, в ближайшем будущем, одной из перспективных задач развития животноводства Якутии, в частности и территорий Крайнего Севера, в общем, станет разработка комплекса мер по развитию мясного скотоводства, что очевидно потребует перемещения новых пород мясного скота.

Республика Саха (Якутия) – территория Крайнего Севера, со среднегодовой температурой -9,8 °С и продолжительностью стойлового содержания 220-240 суток, что предъявляет особые требования к породам скота для разведения в этих условиях. Аборигенным и хорошо адаптированным к условиям региона скотом, разводимым в Республике является якутская порода. Это позволяет предполагать, что успешность интродукции в край новых пород будет во многом зависеть от их сходства с уже адаптированной породой.

**Степень разработанности темы исследования.** Калмыцкая порода среди всех российских пород крупного рогатого скота генетически ближе всего к якутской породе. Причём калмыцкий скот является носителем генов, связанных с устойчивостью к холоду, что делает этих животных более пригодными для будущей адаптации к экстремально холодным условиям Северной России, чем другой скот (Yurchenko A. A. et al., 2018).

Биологические и хозяйственные особенности калмыцкого скота достаточно хорошо изучены в работах Э.Н. Доротюка, (1968); М.Б. Нармаева (1969); Г.Н.Рындина, (1972); Б. А. Багрий, (1974, 1979); А.М. Белоусова, (1975); А.П.Басангова, (1994); Ф.Г. Каюмова (1997, 2008); Х.А. Амерханов, (1999, 2008, 2017); В.К. Еременко (1999); В.И. Аджаяев, (2010); В.А. Солошенко (2010); И.Н.Хакимова (2011); В.И.Трухачева (2012); Ю.А.Юлдашбаева (2016); Р.С.Газитуллина (2017); Е.И.Алексеева, (2018); Б.К.Болаева (2019) и др., которые связывают широкое распространение калмыцкой породы в различных природно-климатических зонах, с её уникальными качествами по адаптации, генетическому разнообразию, крепкой конституцией, высокими вкусовыми свойствами мяса.

Калмыцкий скот отличается непревзойденными репродуктивными качествами, что в совокупности с почти миллионным поголовьем и относительно низкой стоимостью на рынке делает эту породу наиболее перспективной для широкого распространения на новых территориях. Между тем полномасштабных и многолетних исследований по оценке адаптационных способностей калмыцкого скота к суровым условиям Крайнего Севера пока выполнено не было. Значительный задел по проблеме акклиматизации крупного рогатого скота к условиям Якутии сформирован в работах коллектива Якутского НИИ сельского хозяйства и других организаций края, в том числе Ю.А. Киселева (1971), А.В. Чугунова (1981), Г.П. Коротова (1983), Н.И. Горохова и др., (2006), Е.Н. Ильина (2010), Р.Д. Федорова (2013) и др. Однако, эти исследования посвящены в основном изучению адаптации симментальской, холмогорской и ряда других пород. Проблема акклиматизации калмыцкого скота к условиям Крайнего Севера осталась пока не раскрыта, а имеющиеся в доступных источниках сведения отрывочны и нередко противоречивы.

**Цель и задачи исследований.** Целью работы являлось определение научных и практических аспектов эффективного использования продуктивных качеств и генетического потенциала крупного рогатого скота для создания в Республике Саха (Якутия) отрасли специализированного мясного скотоводства, увеличения производства говядины в условиях Крайнего Севера России.

Исследования проводились в рамках выполнения научно-исследовательской работы Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (№ государственной регистрации 116022610013, АААА-А17-117021650034-8, АААА-А18-118042090041-4, АААА-А19-119040290045-5).

**В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:**

- дать сравнительную оценку природно-климатическим и экологическим особенностям территорий разведения калмыцкого скота в Республике Калмыкия и зоны мясного скотоводства Республики Саха (Якутия);

- изучить биологические особенности якутского и калмыцкого скота в условиях зоны мясного скотоводства Республики Саха (Якутия), с оценкой микробиома животных, этологических особенностей, параметров терморегуляции, гематологии и др.;

- изучить на фоне акклиматизации калмыцкого скота к условиям зоны мясного скотоводства Республики Саха (Якутия) изменения в элементном статусе, воспроизводительных качествах, параметрах физиологии пищеварения животных;

- изучить возможную взаимосвязь концентраций химических элементов в биосубстратах быков-производителей (шерсть, семенная жидкость) с воспроизводительными качествами, оцениваемыми по количественным и качественным характеристикам семени;

- разработать способ оценки репродуктивных качеств быков-производителей;

- установить референтные интервалы содержания 25 химических элементов (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Hg, Sr, V, Zn) в шерсти и семенной жидкости быков-производителей;

- провести коррекцию элементного статуса быков-производителей, с использованием данных о референтных интервалах содержания химических элементов в шерсти, для увеличения количественных и качественных характеристик спермы;

- изучить рост, развитие и мясную продуктивность молодняка калмыцкой породы в сравнении с якутским скотом и Якутской популяцией симментальского скота на фоне различных уровней кормления;

- определить эффективность трансформации кормов в продукцию и экономическую эффективность производства говядины калмыцкого скота в сравнении с якутским и симментальским скотом при различных уровнях кормления;

- дать оценку особенностям роста и экономической эффективности выращивания телят калмыцкой породы на подсосе в пастбищный период в зоне мясного скотоводства Республики Саха (Якутия);

- изучить особенности роста, мясной продуктивности, биоконверсии корма и экономическую эффективность откорма бычков калмыцкой породы при использовании местных природных минеральных кормовых добавок – кемпендйской соли и хонгуринаского цеолита;

- определить воспроизводительные качества коров и телок калмыцкой породы для создания высокопродуктивных племенных и товарных мясных хозяйств на территории Крайнего Севера России;

- обосновать экономическую эффективность устойчивого развития отрасли специализированного мясного скотоводства в Республике Саха (Якутия) для получения высококачественной говядины.

**Научная новизна.** Впервые изучены биологические и хозяйственные особенности калмыцкого скота, научно обоснована и экспериментально доказана эффективность использования скота этой породы для увеличения производства говядины в Республике Саха (Якутия). Определена высокая адаптационная пластичность калмыцкого скота к природно-климатическим условиям Якутии.

Получены новые данные о суточных колебаниях клинических показателей: температуры тела, частоты дыхания и пульса у коров якутского и калмыцкого скота в летнее и зимнее время в условиях зоны мясного скотоводства Крайнего Севера. Установлен факт повышения в дневное и снижения в вечернее время вышеперечисленных параметров у животных сравниваемых пород. Причём эти изменения были более выражены у коров калмыцкой породы летом на фоне активного лёта кровососущих насекомых при температуре воздуха выше 31°C. Хорошая адаптационная способность калмыцкого скота выражалась отсутствием достоверных отличий от якутского по температуре тела, частоте дыхания и пульса в зимнее время и летом в отсутствии кровососущих насекомых.

Впервые выявлены различия в этологии якутского и калмыцкого скота, что выражалось в более высокой подвижности коров и телят калмыцкой породы, на

фоне больших затрат времени у аналогов якутской породы на водопой, отдых и жвачку. Получены новые данные о кормовых предпочтениях взрослых животных - калмыцкие коровы активно и часто поедают листву кустарников, тогда как у аборигенных животных такого поведения не зафиксировано.

Впервые описаны изменения в элементном статусе мясного скота при акклиматизации к условиям зоны мясного скотоводства Крайнего Севера, что выражается увеличением обменных пулов фосфора и цинка, при снижении уровня железа, никеля и кремния в организме калмыцкого скота, полученного в Якутии в сравнении с материнским поголовьем, завезённым из Республики Калмыкия.

Разработана технология повышения воспроизводительной способности быков-производителей на основе новых подходов к индивидуальной оценке и коррекции элементного статуса; в условиях зоны мясного скотоводства Крайнего Севера России.

Впервые на фоне адаптации животных к условиям Крайнего Севера дана оценка динамике работы рубца мясного скота по показателям температуры рубца, рН, активность животного в течение ряда месяцев.

Новизна и приоритетность полученных результатов исследований подтверждаются патентами Российской Федерации на изобретения № 2716969 «Способ повышения мясной продуктивности бычков мясного типа в условиях Якутии» и свидетельством о государственной регистрации базы данных № 2020620606 «Развитие мясного скотоводства в Республике Саха (Якутия) на основе использования ресурсного потенциала». Приоритет исследований защищён патентом РФ на изобретение RU 2719621.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Полученные результаты исследований формируют и дополняют новые знания о биологических и хозяйственных особенностях крупного рогатого скота калмыцкой породы, эффективности использования её продуктивных качеств и адаптационных способностей в резко-континентальных и суровых природно-климатических условиях зоны мясного скотоводства Крайнего Севера России для увеличения производства говядины; влияния местных природных минеральных кормовых

добавок на интенсивность роста, развития и мясную продуктивность молодняка калмыцкой породы, а также биоконверсии питательных веществ кормов в продукцию. Разработана новая адаптивная технология содержания и откорма молодняка мясного направления продуктивности.

Уровень рентабельности производства говядины при использовании скота калмыцкой породы превышает аналогичные показатели рассчитанные для других местных районированных генотипов, в 18-месячном возрасте на 3,5 – 7,8 %. Более высокая прибыль и рентабельность получена при реализации калмыцких бычков.

В ходе выполнения диссертационной работы теоретически обоснована и практически доказана зависимость более эффективного использования сырой клетчатки кормов крупным рогатым скотом якутской породы в сравнении с аналогами калмыцкой породы от состава микробиома рубца, а именно более высокого содержания бактерий филума *Bacteroidetes*, относящихся к семействам *Prevotellaceae* и *Porphyromonadaceae* в рубце якутского скота относительно калмыцкой породы.

В работе приведены новые данные характеризующие высокие адаптационные качества и значительный генетический потенциал калмыцкого скота в суровых природно-климатических условиях зоны мясного скотоводства Якутии при применении адаптивной технологии ведения мясного скотоводства. Полученные результаты могут использоваться при выведении якутского типа калмыцкой породы скота, совершенствовании нагула и откорма молодняка мясного скота в условиях Крайнего Севера, в образовательных программах по подготовке специалистов для отрасли скотоводства.

В результате комплексных эколого-физиологических, клинико-биохимических исследований и математической обработки полученных данных определены референтные интервалы содержания химических элементов в семенной жидкости и шерсти быков-производителей.

Применение технологии определения и коррекции элементного статуса по концентрации 25 химических элементов в семенной жидкости и шерсти в практическом животноводстве позволяет организовать индивидуальную работу с

высокоценными быками-производителями, обеспечивая повышение репродуктивных качеств.

**Методология и методы исследования.** Методология выполненные исследования базируется на теоретических положениях, изложенных в работах отечественных и зарубежных ученых. Структура исследований состоит из цепи последовательно выстроенных этапов экспериментальных исследований, анализа информации и её систематизации на основе теоретических разработок, биометрической обработки опытных данных, и разработки научно обоснованных положений, и рекомендаций производству. При проведении комплексных исследований применяли общепринятые и специальные методы исследований, в том числе зоотехнические, гематологические, физиологические, биохимические, генетические с использованием современных приборов, и оборудования.

Полученные экспериментальные данные обработаны методом вариационной статистики с использованием пакета программ «MS Office» приложения «Excel» и Statistica 10.0.

**Положения, выносимые на защиту:**

– особенности роста, развития, воспроизводительной способности и формирования мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота мясного направления продуктивности, на примере калмыцкой породы, в условиях экстремальных природно-климатических факторов зоны мясного скотоводства Крайнего Севера России;

– адаптационные качества скота калмыцкой породы по комплексу биологических показателей в зоне мясного скотоводства Крайнего Севера России;

– использование местных природных минеральных кормовых добавок при откорме бычков калмыцкой породы для увеличения эффективности производства говядины в условиях Республики Саха (Якутия);

– экономическая эффективность производства говядины получаемой от калмыцкого скота в условиях зоны мясного скотоводства Крайнего Севера России;

– разработка технологии оценки и коррекции элементного статуса с целью повышения воспроизводительных качеств быков-производителей.

**Степень достоверности и апробация результатов исследований.** Полученные результаты научно-исследовательской работы обеспечивались выполнением исследований с использованием классических и современных подходов на основе общепринятых положений фундаментальных и прикладных наук; проведением экспериментов в животноводческих хозяйствах согласно методическим указаниям; строгостью выполненных математических выкладок и согласованностью результатов с известными закономерностями и информацией из литературных источников, апробацией и результатами внедрений на производстве. Сформулированные научные положения, результаты исследований, выводы и рекомендации согласуются с известными положениями науки. Экспериментальный цифровой материал обрабатывали с использованием пакета программ «Excel» и «Statistica 10» с определением критерия достоверности разницы при трёх уровнях вероятности по Стьюденту-Фишеру.

**Основные положения диссертационной работы доложены и получили** положительную оценку на ежегодных региональных и межрегиональных научно-практических конференциях (Якутск, 2016, 2017, 2018), международных научно-практических конференциях (Красноярск, 2016; Якутск, 2017; Москва, 2018, Оренбург, 2018, 2019), в отчётах о выполнении научно-исследовательских работ по заказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Москва, 2016, 2017), на съездах Национальной ассоциации заводчиков калмыцкого скота (Элиста, 2017, 2019), на заседании секции животноводства научно-технического совета Министерства сельского хозяйства Республики Саха (Якутия) (Якутск, 2019), на расширенном совещании Отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий РАН (Оренбург, 2018, 2019, 2020, 2023, 2024). Результаты научных исследований и разработок в 2019 году демонстрировались на Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» в г. Москва и удостоены диплома и золотой медали.

**Реализация результатов проведённых исследований.** По результатам исследований разработаны рекомендации: «Система ведения сельского хозяйства в Республики Саха (Якутия) на период 2016-2020 годы» (Якутск, 2017); «Рекомендации по разведению мясных пород крупного рогатого скота» (Оренбург, 2017); «Рекомендации по оценке быков-производителей мясных пород по собственной продуктивности и качеству потомств» (Оренбург, 2018); «Методика организации работ по управлению селекционным процессом совершенствования мясного скота в условиях скудной кормовой базы с использованием современных ДНК-технологий» (Оренбург, 2018); «Рекомендации по кормлению крупного рогатого скота калмыцкой породы и организации откорма бычков в условиях Якутии» (Якутск, 2020). Научно-производственные опыты по мясному скотоводству отражены в Плане селекционно-племенной работы по животноводству Республики Саха (Якутия) на 2018-2022 годы, утверждённом Ученым советом ФГБНУ Якутский НИИСХ им. М.Г. Сафронова (протокол №16 от 13 ноября 2017 года), одобренного экспертной комиссией по племенному животноводству Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия) (протокол №12 от 23 января 2018 года) и принятом Коллегией Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия) (протокол №1-3 от 26 января 2018 года). Результаты научно-производственных работ внедрены в хозяйствах Центральной, Заречной и Западной группы улусов Республики Саха (Якутия). Разработанное автором учебное пособие «Разведение мясного скота в Якутии» (Якутск, 2019) используется в образовательной деятельности по направлению «Зоотехния».

**Публикации результатов исследований.** Результаты исследований изложены в 48 научных работах, в том числе 18 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауке РФ, 2 – в периодических изданиях Scopus и Web of Science, 4 – патентах на изобретения РФ, 2 – учебных пособиях, 1 – монографии и 4 методических рекомендациях.

## **1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

### **1.1. Состояние и перспективы развития мясного скотоводства России**

Анализ и опыт развития мирового животноводства демонстрирует, что сокращение численности молочного скота, в связи с повышением его молочной продуктивности, привело к ускоренному развитию специализированного мясного животноводства. Так доля говядины, получаемой в ведущих странах мира от скота мясных пород, достигает 55–60% в Европе и 78–85% в США, Канаде, Австралии. В нашей стране в последние годы этот показатель увеличился с 2 до 25%. В этой связи основной причиной снижения производства говядины в России за последние 30 лет является беспрецедентное падение производства именно в молочном скотоводстве. Так за период с 2007 по 2024 год в российском молочном скотоводстве производство говядины снизилось более чем на 440 тысяч тонн. При этом поголовье скота за этот период упало более чем на 6 млн. голов.

В отличие от молочного скотоводства производство говядины в мясном скотоводстве за этот же период увеличивалось в 6,7 раза с 62 до 412 тысяч тонн (таблица 1). При этом ареал разведения мясной скот расширился до 79 субъектах РФ, а совокупное поголовье мясного скота в России увеличилось в 7 раз до 3007 тысяч голов (таблица 2).

Стартом к активному росту отрасли мясного скотоводства стало принятие в 2008 году отраслевой целевой «Программы развития мясного скотоводства России на 2009–2012 годы», предполагавшая выделение за 4 года 19180,5 млн. рублей государственной поддержки. Целью Первой Российской программы было создание первых стартовых базовых технологических и экономических условий формирования и устойчивого развития отечественной крупномасштабной отрасли специализированного мясного скотоводства и производства высококачественной говядины.

Программой предполагалось повышение занятости населения, с созданием 43,5 тысяч дополнительных рабочих мест, увеличение поступления налогов в бюджеты всех уровней на 2678 млн. рублей, а также уменьшение выплат по безработице на 1045,1 млн. рублей.

Таблица 1 – Производство на убой в живом весе мясного скота в регионах Российской Федерации, тыс. тонн

| Показатель           | Произведено на убой в живом весе мясного скота |        |           |        |              |
|----------------------|--|--------|-----------|--------|--------------|
|                      | 2019   | 2020   | динамика  |        | доля в РФ, % |
|                      |  |        | тыс. тонн | %      |              |
| Центральный ФО       | 110,51   | 148,36 | +37 850   | +34,25 | 36,01        |
| Северо–Западный ФО   | 2,500  | 2,320  | -0,180    | -7,2   | 0,56         |
| Южный ФО             | 50,680   | 55,110 | +4 430    | +8,74  | 13,38        |
| Северо-Кавказский ФО | 43,410   | 47,700 | +4 290    | +9,88  | 11,58        |
| Приволжский ФО       | 70,620   | 74,190 | +3 570    | +5,05  | 18,01        |
| Уральский ФО         | 10,320   | 11,040 | +0,720    | +6,97  | 2,68         |
| Сибирский ФО         | 47,830   | 48,290 | +0,460    | +0,96  | 11,72        |
| Дальневосточный ФО   | 23,840   | 24,560 | +0,720    | +3,02  | 5,96         |
| Российская Федерация | 359,710  | 412,00 | +51 860   | +14,41 |              |

В последующем первая российская программа развития мясного скотоводства была продолжена как подпрограмма «Развитие мясного скотоводства» в рамках «Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 – 2020 годы».

Таблица 2 – поголовье мясного скота в сельскохозяйственных организациях, крестьянских (фермерских) хозяйствах, включая индивидуальных предпринимателей в регионах Российской Федерации

| ФО, Россия           | Поголовье мясного скота, голов |        |                |     |             |                   |        |                |     |             |
|----------------------|--------------------------------|--------|----------------|-----|-------------|-------------------|--------|----------------|-----|-------------|
|                      | всего                          |        |                |     |             | в том числе коров |        |                |     |             |
|                      | 2008                           | 2020   | динамика роста |     | доля в РФ % | 2008              | 2020   | динамика роста |     | доля в РФ % |
|                      |                                |        | голов          | раз |             |                   |        | голов          | раз |             |
| Центральный          | 16,9                           | 852,0  | 835,0          | 50  | 28,3        | 4,1               | 316,0  | 311,9          | 78  | 22,8        |
| Северо-Западный      | 1,32                           | 96,2   | 94,8           | 72  | 3,2         | 0,5               | 41,8   | 41,2           | 80  | 3,0         |
| Южный                | 189,8                          | 574,7  | 384,9          | 3   | 19,1        | 72,9              | 359,9  | 287,0          | 5   | 25,9        |
| Северо-Кавказский    | 95,7                           | 383,6  | 287,           | 4   | 12,8        | 43,0              | 179,3  | 136,3          | 4   | 12,9        |
| Приволжский          | 104,2                          | 491,6  | 387,4          | 5   | 16,4        | 46,5              | 219,9  | 173,5          | 5   | 15,9        |
| Уральский            | 51,6                           | 90,2   | 38,7           | 2   | 3,0         | 21,4              | 41,1   | 19,7           | 2   | 2,9         |
| Сибирский            | 77,4                           | 296,3  | 218,9          | 4   | 9,9         | 32,8              | 133,8  | 101,0          | 4   | 9,6         |
| Дальне-восточный     | 10,4                           | 222,1  | 211,7          | 21  | 7,4         | 3,9               | 95,8   | 91,9           | 25  | 6,9         |
| Российская Федерация | 547,3                          | 3006,6 | 2459           | 7   | 100         | 224,9             | 1567,1 | 1341,9         | 8   | 100         |

Государственная поддержка предопределила значительные изменения, которые отразились главным образом в больших инвестициях в отрасли мясного скотоводства. По последним оценкам сумма средств, выделенная для инвестирования в мясное скотоводство Российской Федерации за этот период превысила 100 млрд. рублей. Это дало новый толчок для развития ведущих предприятий и проведения широкомасштабной дальнейшей модернизации технологии производства говядины, на всех этапах мясного скотоводства: «корова–телёнок», доращивания и откорма, собственно убоя скота и реализации мяса. Отметим, что важным результатом мер государственной поддержки и организации бизнеса является строительство и запуск современных мясоперерабатывающих заводов, специализирующихся на убое и глубокой безотходной переработке крупного рогатого скота. В их числе крупные мясоперерабатывающий завод АПХ «Мираторг» в Брянской области, ГК «Заречное» в Воронежской области, ООО «Оренбив» в Оренбургской области и другие.

Добавим, что в итоге государственная поддержка и частные инвестиции и вложения в развитие отрасли способствовали увеличению удельного веса специализированного мясного скота во всех категориях хозяйств. В целом по стране общее поголовье крупного рогатого скота в 2020 году увеличилось на 17,4 % (в 2007 году – 2,1%). Удельный вес говядины, произведённой в специализированном мясном скотоводстве увеличился до 25,4 % (в 2007 году – 2,0 %).

Поголовье коров специализированных мясных пород на 1 января 2020 году во всех категориях хозяйств составило около 1387,6 тыс. голов, что в 7,6 раза превышает уровень 2007 года. По данным Росстата поголовье мясных коров в сельхозорганизациях, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, в 2015 году составило 279,9 тыс. голов, что на 127 тыс. голов или на 83,1 % больше уровня 2005 года.

Самый значительный рост достигнут в Брянской области, где поголовье специализированного мясного скота на 1.01.2020 года составило 356 648 голов.

Это стало возможным благодаря реализации проекта «Брянской мясной компании», дочернего предприятия АХ «Мираторг» с совокупной капитализацией 19,6 млрд. рублей. Столь значительный рост стал возможным благодаря завозу почти 100 тысяч голов маточного поголовья из Австралии и США. Для этих целей на территории этих стран АХ «Мираторг» была создана компания, обеспечившая отбор, сбор и поставку скота в Россию. Другим значительным Проектом АХ «Мираторг» по развитию мясного скотоводства стало создание и развитие «Калининградской мясной компании» с первоначальной капитализацией около 15 млрд. рублей. Сегодня на территории Калининградской области создано стадо мясного скота численностью 83 192 голов на 1.01.2020 года с темпом роста за год в 13 571 голов. Необходимо отметить, что благодаря этим проектам АХ «Мираторг» стал основным производителем мясного скота в России.

Между тем значение отечественного мясного скотоводства как отрасли далеко выходит за пределы сельскохозяйственного производства и затрагивает социальные аспекты развития нашего общества. Это во многом связано с миссией мясного скотоводства как направления способного в настоящее время обеспечить сельское население страны новыми рабочими местами. По оценкам Национального союза производителей говядины и Всероссийского НИИ мясного скотоводства (с 2018 года Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН) в отрасли до 2030 года может создано до 1 млн. рабочих мест. Это в целом соответствует мировым тенденциям развития, в частности «Национальной программой развития мясного животноводства Республики Казахстан на период 2018-2026 годы» предполагается создание в отрасли 100 тысяч фермерских хозяйств, обеспечивающих создание до 0,5 млн. рабочих мест.

В настоящее время мясное скотоводство является драйвером развития целого ряда регионов страны, в том числе и территорий с суровыми природно-климатическими условиями, удалёнными от крупных промышленных и административных центров. Этому способствует уникальная организация труда и философия мясного скотоводства, предназначенного именно для развития таких

территорий. В этой связи, в стороне не остаётся и Республика Саха (Якутия) и территории Крайнего Севера страны.

## **1.2 Состояние и перспективы развития мясного скотоводства в Республике Саха (Якутия)**

Для понимания ключевой важности для Республики Саха (Якутия) разведения мясного скота и соответственно проблематики представляемого вашему вниманию исследования следует детально остановиться на отдельных отраслях сельскохозяйственного производства Республики. Основными отраслями в сельскохозяйственном производстве Республики Саха (Якутия) являются мясо–молочное скотоводство, мясное табунное коневодство и оленеводство, основанное на традиционном укладе жизни местного населения, издавна занимающемся разведением животных, которые в течение многих веков обеспечили выживание населения в суровых условиях Крайнего Севера.

Приоритетность животноводства для Республики сохраняется и сейчас, что красноречиво подтверждается значительной долей этой отрасли 66,1 % в валовом производстве продукции сельского хозяйства составляющей около 26,1 млрд. рублей в год. В Республике Саха (Якутия) по итогам 2019 года насчитывается 562 сельскохозяйственных организаций, около 3,8 тысяч крестьянских (фермерских) хозяйств (КФХ), и свыше 90 тысяч личных подсобных хозяйств (ЛПХ).

Уровень развития отрасли скотоводства красноречиво демонстрируют цифры – в 1917 году поголовье крупного рогатого скота в Якутской области составляло 482 тысяч голов при численности населения 264,1 тысяч человек. Максимальная послереволюционная численность крупного рогатого скота была зафиксирована в 1991 году - 409,2 тысяч голов. В Республике Саха (Якутия) на 01.01.2020 года во всех категориях хозяйств субъекта насчитывалось 183 351 голова крупного рогатого скота (99,9% к 2019 году), в том числе 70,6 тыс. коров (38,2%), деловой выход телят в 2019 году составил 76 в расчёте на 100 маток.

Необходимо отметить не соответствие производительных сил животноводства региона потребностям населения (Г.И. Даянова и др. 2017, 2018).

Таким образом, что за счёт собственного производства Республика обеспечивает себя по молоку только на 58,8 %, по мясу – на 26,5 %.

При этом удой молока от 1 коровы в среднем за 2019 год составил 2381,1 кг. Основной причиной низкой продуктивности крупного рогатого скота в хозяйствах республики является слабая обеспеченность кормами. Так, в хозяйствах республики в стойловый период на корову расходуется лишь 20,5 центнеров кормовых единиц. При этом обеспеченность грубыми кормами составляет 77,3 %, сочных – 20 %.

В 2019 году всеми категориями хозяйств произведено на убой 36,9 тыс. тонн скота и птицы в живом весе, надоено 161,7 тыс. тонн молока. Отметим, что по сравнению с предыдущим годом производство скота и птицы на убой увеличилось на 4,2%, валовый надой молока уменьшился на 2,6%. Основные статистические показатели развития сельского хозяйства отражены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные показатели развития сельского хозяйства  
Республики Саха (Якутия)

| Показатель  | Год   |       | Темпы роста, % |
|---|-------|-------|----------------|
|   | 2018  | 2019  |                |
| Поголовье КРС, тыс. гол                                   | 183,5 | 183,3 | 99,9           |
| в том числе коров, тыс. гол                               | 70,3  | 70,6  | 100,5          |
| Поголовье лошадей, тыс. гол                               | 178,0 | 183,9 | 103,3          |
| Поголовье свиней, тыс. гол                                | 22,5  | 21,6  | 96,1           |
| Поголовье птицы, тыс. гол                                 | 852,6 | 841,9 | 98,7           |
| Поголовье оленей, тыс. гол                                | 146,6 | 152,2 | 103,8          |
| Валовый надой молока, тыс. тонн                           | 166,1 | 161,7 | 97,4           |
| Производство скота и птиц на убой в живом весе, тыс. тонн | 35,4  | 36,9  | 104,2          |

В Республике Саха (Якутия) разводится 8 пород крупного рогатого скота: холмогорская, симментальская, красная степная, красно-пёстрая, чёрно-пёстрая, калмыцкая, герефордская и якутская аборигенная. По численности поголовья наибольший удельный вес занимает крупный рогатый скот симментальской и холмогорской пород.

Поголовье племенного крупного рогатого скота на 01.01.2020 года составляло 4114 головы, в том числе коров 1898. Удельный вес племенных животных к общему поголовью крупного рогатого скота составляет 2,2 %, в том числе симментальская порода всего 2425 голов, в том числе коров 1146; холмогорская порода 1180 и 566 коров, якутский скот 509 и 186 коров соответственно. Насчитывается 33 племенных хозяйства. Удельный вес чистопородного скота и IV-го поколения от племенного поголовья составляет 99,7%, коров – 99,6%, животных 1-го класса и выше - 64,8%, в том числе класса элита-рекорд и элита – 24%.

Среди перечня мясных пород, разводимых на территории Якутии особый интерес, представляет Якутская порода крупного рогатого скота, которая в дореволюционный период являлась единственной породой скота в Республике. Первые упоминания про якутский скот встречаются в трудах ссыльного поляка Вацлава Серошевского, проводившего этнографические исследования о жизни якутов конца XIX-го века. Так, в своей книге «Якуты» (1896) он отмечает, что «якутский скот мельче европейского, но крупнее бурятского. Средний вес мяса (без головы, внутренностей и голеней) можно принять для быков – 9 пудов (144 кг), для коров – 7 (112 кг)». Автор отмечал, что скот содержится в хлевах, пристроенных к жилью и в течение стойлового периода кормится лишь одним сеном.

Более подробные сведения о живой массе и продуктивности якутского скота были опубликованы в книге «Якутский крупный рогатый скот» (1931), написанной участниками академической экспедиции Е.И. Шубской и Ф.И. Салтыковым. Исследователи в период с 1925 по 1926 год изучали состояние якутского скотоводства в Центральной Якутии. Помимо характеристики местного

скота, авторами было изучено влияние естественных условий обитания, температуры, кормовой базы, проведён анализ земледелия, производства зерна, молока, мяса, обеспеченности населения молоком и мясом в течение 14 месяцев экспедиционного обследования.

По этим данным, живая масса якутских коров в возрасте 5-8 лет составляла 290 кг, суточный прирост телят 270-300 грамм, годовой удой молока на одну корову 766-866 кг, больше половины его надаивают в летние месяцы. В результате проведённых исследований, ученые пришли к выводу, что якутский скот ведёт свою родословную от киргизского степного скота.

Фактических данных о продуктивности якутского скота долгое время не было, вплоть до создания в 1956 году Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства, научные работники которого проделали в этом направлении большую работу. Популяция якутского аборигенного скота, локализованная в Якутии на сегодня крайне малочисленная.

Якутский скот характеризуется следующими параметрами тела: по высоте в холке достигает 107–111 см, глубокую грудь до 57–64 см. Форма туловища бочкообразная с короткими крепкими ногами. Носовое зеркало чёрного цвета. Ширина междурожья составляет менее 10 см и сравнительно с другими породами скота отличается как необыкновенно малой величиной. Форма и направление рогов сильно варьируют. Для аборигенного якутского характерен тип телосложения мясомолочного направления. Необходимо отметить, что у большинства животных отмечается слабая развитие мускулатуры в задней части тела, которая отражена в недоразвитости окороков.

Как указывает Д.В. Потапова (1999), аборигенные якутские коровы обладают высокой жирномолочностью но сравнительно малым годовым удоем. Так при среднегодовой молочной продуктивности коров до 2200 литров молока, средняя жирность молока достигает до 6-7 % в зимнее время и осеннее время до 11 %. Нужно отметить, что вымя коров сравнительно небольшое, подтянутое, сильно обросшее. Так соски небольшого размера – длина 3,0-3,5 см, в основном цилиндрической формы, розоватые, без чёрной пигментации. Расположены они

близко друг к другу, это собственно и затрудняет механическую дойку. Молочные вены у большинства коров развиты слабо. Среди коров часто встречаются пороки вымени (48,5 %) – козья форма, с неразвитостью отдельных долей и сосков. Туловище и вымя животных покрыто густой шерстью, содержащей большое количество пуховых волокон.

В зимний период густота волос на единицу поверхности тела увеличивается в 6,2 раза. При этом, наибольшее количество составляют фракции пуховых волос составляет 84,1 %, переходных – 11,2 % и остевых – 4,7 %. Так зимой у аборигенного якутского скота по сравнению с симментализированным скотом разводимого в Центральной части Якутии волосяной покров в 3 раза длиннее и в 4 раза гуще (А.В. Чугунов, 1981; П.Е. Алексеева, 1991). Помимо этого, густой волосяной покров и длинный хвост с большим пучком волос на конце в летнее время спасают животных от гнуса, тогда как завозной скот сильно страдает от кровососущих насекомых.



Рисунок 1 – Якутский аборигенный скот: бык-производитель



Рисунок 2 – Якутская корова с телёнком

Объективно оценивая продуктивный потенциал Якутский скот можно отметить крайне невысокий его уровень. В суровых условиях Крайнего Севера, обусловленного природно-климатическими факторами и связанными с этой спецификой кормления и содержания, низкая продуктивность якутского скота обусловлена, прежде всего, высоким расходом энергии на поддержание жизнедеятельности организма. Следовательно, низкая продуктивность скота не является генетическим пороком, а лишь следствием адаптации организма к экстремальным условиям среды.

Между тем, как считают ученые, по показателям выхода мяса в туше якутский скот можно поставить в один ряд с такими мясными породами, как калмыцкая, герефордская и абердин-ангусская. Выход мяса у якутского аборигенного скота доходит до 82-83 % от массы туши. Мясо якутского скота – «мраморное», диетическое (Д.В. Потапова, 1999).

По данным исследования Ю.А. Киселева (1971), при низкой температуре окружающей среды, у якутского скота происходит не увеличение, как у коров черно-пёстрой и джерсейской пород, а снижение теплопродукции. Им установлено, что при температуре  $-31\text{ }^{\circ}\text{C}$  у местного якутского скота потребление кислорода снижается на 16-17 %. Это происходит за счёт резкого сокращения объёма лёгочной вентиляции. У черно-пёстрого скота в этих же условиях потребление кислорода возрастает на 38-40 %. По данным Г.П. Коротова (1983), при температуре окружающей среды  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , интенсивность потоотделения у якутских коров в 3 раза выше, чем у якутско-симментальских помесей.

Основная часть удоя коров приходится на лето, при пастбищном содержании в течение 4,0–4,5 месяцев. Однако, массовый отёл коров якутской породы приходится на апрель–май месяцы. Иногда отёлы проходят в июле и даже позже. Такое запаздывание с отёлом объясняется очень поздней случкой, поскольку быки–производители к весне довольно сильно истощаются.

Таким образом, аборигенному якутскому скоту присущи ценные хозяйственно-биологические признаки: высокая жирномолочность, отличные нагульные качества, хорошее переваривание и усвоение грубого корма, высокая резистентность организма и адаптивные свойства к суровым условиям.

В Республике Саха (Якутия) насчитывается 2021 голов якутского аборигенного скота, в том числе 840 маточного поголовья. В республике созданы генофондные питомники: государственное бюджетное учреждение «Бытантай» в Эвено–Бытантайском улусе, где концентрировано самое наибольшее поголовья якутского скота и государственное казённое предприятие «Якутский скот» в Якутске. Также разведением якутского скота занимаются семь базовых крестьянских хозяйств республики. На сегодня эту работу ведут в шестнадцати улусах. В 2019 году по указу Главы Республики Саха (Якутия) А.С. Николаева создано в процессе реорганизации генофондное казённое учреждение «Якутский скот», который будет разрабатывать и внедрять меры по сохранению и рациональному использованию генофонда аборигенного скота, выведенных методом народной селекции.

Помимо местного якутского аборигенного скота на территории Республики разводят симментальскую породу скота. Необходимо отметить, что появления этого биологического подвида в Якутии было утверждено планом породного районирования, предполагавшего массовое совершенствования якутского аборигенного скота в южных и центральных улусах Якутской АССР.

В работах А.В. Чугунова (1981) отмечается, что впервые симментальский скот был завезён в Якутию в 1934 году из Смоленской области. В последствии ежегодно завозился чистопородный симментальский скот из Сычевского государственного племенного рассадника. Следует отметить, что в ходе многолетних скрещиваний местного якутского скота с симментальской породой в Якутии создали самую северную в России популяцию симментальского скота. Правовой базой проведения скрещиваний послужило постановление 1932 года Совета народных комиссаров Якутской АССР «Об улучшении породности якутского крупного рогатого скота путём метизации его производителями холмогорской и симментальской пород».



Рисунок 3 – Типичное животное симментальской породы Якутской популяции

Скрещивание Якутского скота с симменталами позволило увеличить молочную продуктивность скота до 2500-2800 кг при живой массе до 340-360 кг (Н.И. Горохов, 2001). Симментальский скот в Якутии имеет свои экстерьерные особенности. Якутский симментализированный скот по сравнению с дальневосточными более приземисты, компактны и сбиты, костисты. Ученые заявляют, что при создании оптимальных условий кормления и содержания симментализированный скот Якутии характеризуются более выраженным и крепким телосложением и имеют крепкий костык и удовлетворительную мускулатуру (С.С. Охлопков, Н.С. Пермяков, Н.И. Горохов, 2011).

Симментальский скот, районированный в Республике Саха (Якутия) даёт более 2/3 производимого молока. Порода имеет широкий ареал распространения, вплоть до полярных улусов. В связи с этим, совершенствование крупного рогатого скота симментальской породы направлено на повышение молочной продуктивности. Племенная база Якутской популяции симментальского скота хорошо развита в Мегино–Кангаласский и Усть–Алданском улусах.

Анализ представленных данных убедительно показывает, что выходом из сложившейся ситуации, в первую очередь, для решения проблемы самообеспеченности населения Якутии мясом говядины является широкомасштабное развитие мясного скотоводства. Для реализации столь значимой миссии требуются решения целого ряда экономических и научных задач. Одной из последних является наращивание поголовья и разведение животных способных эффективно использовать пастбища и успешно переносить суровые условия Севера (Я.Л. Глембоцкий, 1956; Л.К.Эрнст, А.П. Басангов, 1972; П.И. Зеленков, 1988, 2000, 2003; А.В. Черкаев, 1988; Ф.Г. Каюмов и др. 2000; А.А. Бахарев, А.В. Бахарев, 2005; Н.А. Amerhanov, F.G. Kayumov, 2016).

Решение этой проблемы возможно через создание помесей местных популяций со скотом завозимым в Якутию из других регионов. Работы по улучшению аборигенного скота путём метизации с другими завозными породами скота были начаты с 1932 года, со времени выхода Постановления Совета народных комиссаров ЯАССР «Об улучшении породности крупного рогатого

скота путём метизации его производителями холмогорской и симментальской пород» (Н.И. Горохов и др., 2006).

В результате породного преобразования скота к началу 1960 года поголовье помесных коров достигло 67% (Н.И. Горохов, 1971, 1977, 2006). Внедрение метода искусственного осеменения ускорило процесс преобразования скота и если в 1970 году доля скота с породностью по II-III поколению составляла 70,8%, чистопородного 5,9%, то к 1990 году эти величины составили 64,2 и 35,6%, соответственно.

По данным П.И. Копейко (1955), скрещивание якутского скота с заводскими породами позволило улучшить экстерьер скота, увеличить живую массу, повысить надой. Так, в 1965-1970 годы молочная продуктивность коров в хозяйствах Республики достигла 1300-1350 кг; средняя живая масса 1 головы при сдаче на мясо составила 230-260 кг.

Однако, как отмечал в своих работах Г.П. Коротов (1983), во всех хозяйствах Республики, в результате поглотительного скрещивания неумолимо снижалась жирность молока до 3,3-3,5%.

Аналогично П.А. Романов (1984) указывал, что поглощение ведёт к вытеснению генотипа якутского скота, ухудшению адаптивных качеств и снижению жирномолочности. Он считал, что неприхотливость якутского скота к условиям кормления и содержания, высокая жизнеспособность и жирномолочность должны быть использованы в селекции скота и предлагал провести возвратное скрещивание скота с якутскими быками.

В то же время, как отмечает Н.И. Горохов (1985, 2001), использование межпородного скрещивания в неблагоприятных условиях оказалось малоэффективным. В каждой конкретной экологической зоне рекомендуется разведение адаптированных типов животных, с использованием генофонда якутского скота.

«Прилитие» крови имеет положительное влияние на продуктивность скота. Так, у симментало-якутских помесей I поколения достоверно повышается жирномолочность на 0,3-0,5 %, также выше оплата корма. У помесей выше

показатели морфологического состава туши, характеристика оценочных параметров мяса и содержание важнейших аминокислот. У холмогоро – якутских помесей 1 поколения достоверно повышается жирномолочность на 0,45%, расход кормов на 1 л молока меньше на 8,3 %. Убойный выход у помесных бычков-кастратов с симменталами в 30-месячном возрасте составил 50,6 %, у холмогорских – 49,0 %; при этом выход съедобной части туши у помесей был выше (79,1 %), чем у сверстников (77,9 %). Кроме того, у помесей улучшаются адаптационные способности, повышается гематологический статус, показатели естественной резистентности, а также коэффициент переваримости питательных веществ рациона (Н.И. Горохов и др., 2006).

Многолетние результаты исследований ученых Якутского НИИ сельского хозяйства свидетельствуют о том, что формирование мясной продуктивности скота разводимых в Республике пород в большей мере обусловлено факторами кормления. Повышение уровня кормления закономерно должно увеличить и продуктивность животных. Между тем наряду с кормлением сейчас для решения проблемы само обеспечения населения Якутии необходимо решать проблему по наращиванию поголовья, что невозможно без дополнительного завоза животных из других регионов. При этом необходимо учитывать адаптационные способности животных и перспективы воспроизводства в новых условиях.

В этой связи перспективными представляются исследования по изучению хозяйственных и биологических особенностей, продуктивных качеств мясного скота отдельных пород и типов в процессе адаптации в условиях резко континентального климата Якутии. Поиск решений этой задачи как в части подбора пород и типов скота перспективных для ввоза, так и разработки технологий содержания животных в Республике в условиях относительно низких температур и посвящена представляемая вашему вниманию работа.

### **1.3. Вопросы адаптации крупного рогатого скота в новых условиях**

В последние годы проблема адаптации скота к меняющимся условиям климата приобретает все большее значение ввиду глобального изменения климата, которое вызовет повсеместные изменения природно-климатических условий на отдельных территориях и отразится на местном и глобальном сельском хозяйстве. В настоящее время принято считать, что потепление климата будет продолжаться, сопровождаясь в ближайшие годы потеплением воздуха на величину от 1,1 до 2,9 °С или от 2,4 до 6,4 °С в 21 веке. Между тем проблема глобального изменения климата нельзя рассматривать только в контексте потепления. Далеко не так, хотя в литературе по изменению климата, включая доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) за 2014 год, основное внимание уделяется повышению температур, фактически имеет место и снижение температуры в целом ряде территорий (Smith K., Woodward A., Campell-Lendrum D., 2014). Таким образом, что в отдельных регионах мира увеличивается продолжительность холодных периодов по мере нарастания изменчивости климата (Arbuthnott K., Hajat S., Heaviside C., Vardoulakis S. 2016). Изменения в климате в первую очередь отражается на видах животноводства связанных с использованием пастбищ, что в наибольшей степени связано с мясным скотом (Raynor Edward J, Derner Justin D, Hoover David L, Parton William J, Augustine David J. 2020).

Однако в любом случае глобальные изменения климата — это, пока, медленно наступающие события, связанные с изменением циклических процессов жары и холода, не приводящие сразу к катастрофическим изменениям и гибели животных и людей. Однако проблема становится все более очевидной. Растёт число свидетельств того, в какой степени прогнозируемые изменения климата, включая повышение уровня углекислого газа в атмосфере, изменение температуры, изменение количества, сезонности и изменчивости осадков, а также увеличение числа экстремальных погодных явлений, могут повлиять на будущую доступность продуктов скотоводства (Brandt P., et al 2017; Potter T.L., et al 2018; Mayo L.M., et al 2019; Cammarano D., et al 2019; Carabaño M.J., et al 2019; Grossi G., et al 2019; Lacetera

N. 2019; Mayorga E.J., et al 2019; Rust J.M. 2019; Summer A., et al 2019). Однако, это требует особенного пристального внимания к адаптации животных, в общем и стрессоустойчивости в частности (Birkmann J., Welle T., 2015).

Это обстоятельство необходимо учитывать, по причине, что в течение последних десятилетий животноводство было сосредоточено на повышении производительности и улучшении питания, а не на повышении стрессоустойчивости. Это позволило значительно повысить продуктивность сельскохозяйственных животных, но сопровождалось снижением их теплопластичности (Collier R.J., Baumgard L.H., Zimelman R.B., and Xiao Y., 2019).

Между тем адаптационная способность скота является одной из основных характеристик животных, предназначенных для широкомасштабного разведения (Н.Ф. Ростовцев, Г.В. Шестерин, 1985; Д.О. Такишева, И. Кунст, 1992; С.С. Гуткин, 1984, 1995, 2002; А.И. Рыков, 2003). Необходимо отметить, что отечественная наука накопила богатый опыт в области изучения способности к адаптации скота и в первую очередь импортного мясного скота (С.Я. Дудин, 1966, 1967; К.А. Акопян, 1956; Д.Л. Левантин, 1966; А.Н. Понюшкин, 1968 и др., В.И. Горохова, 1968). Это стало возможным благодаря активной работе по перемещению значительного поголовья скота в Советский Союз из стран ближнего и дальнего зарубежья, которое началось с 30-х годов прошлого века.

Как следует из полученных данных в новых условиях разведения импортные животные не всегда адаптировались. Такие породы, как герефордская, абердин-ангусская, шортгорнская, выведенные в условиях мягкого, тёплого климата с большим количеством тучных пастбищ, требовали к себе таких же условий в нашей стране. Создать такие условия, особенно интенсивное кормление, в те годы было невозможно. Поэтому часть поголовья, завезённого в страну в 20-30 годы прошлого века была потеряна, что кстати было характерно и для совсем недавнего периода девяностых и нулевых лет, когда были случаи завоза скота в неподготовленные условия с минимальным кормлением и как результатом отходом большей части поголовья.

Сложности с акклиматизацией импортного скота решались через создание отечественных пород мясного скота с использованием генофонда импортных животных. Одним из таких решений явилось создание казахской белоголовой породы, отлично сочетающей отечественные генотипы аборигенного казахского и калмыцкого скота с производителями герефордской породы. Аналогичная работа была проведена по созданию русской комолой породы на основе абердин-ангусская и калмыцких помесей (А.М. Белоусов, 1975, 1994, 2002, 2018). Использование древнейших пород нашей страны в сочетании с выдающимися качествами мясной продуктивности позволили решить проблему адаптации мясного скота в резко-континентальном климате. Дальнейшие исследования и практика использования мясного скота позволили отработать технологию содержания, кормления, разведения и использования его в разных зонах страны (Л.П. Прахов, 1975; А.В. Черкаев, 1975; Ф.Ф. Эйсер, 1986; Л.К. Эрнст, 1979; А.М. Белоусов, 1982, 2002; И.П. Заднепрятский, 1993; И.Ф. Горлов, 1996, 2019; Е.Г. Насамбаев, 2006; К.М. Джуламанова и др. 2009; Ш.А. Макаев, 2012).

Возможно, что создание новых пород и типов скота станет одним из инструментов приспособления животноводства к меняющимся условия климата в ближайшем будущем. Однако, во многом решения по преодолению глобального изменения климата в животноводстве, в общем, и скотоводстве, в частности, носят пока дискуссионный характер. Почему животные должны адаптироваться и какие стратегии будут наилучшими для адаптации?

Адаптация животных - это функция нескольких взаимосвязанных факторов. Необходимо учитывать все факторы, которые либо повышают, либо снижают адаптивность. Хорошо известно, что отбор животных для современного высокоинтенсивного производства снизил способность животных противостоять неблагоприятному воздействию внешней среды. В связи с чем перспективные адаптационные стратегии должны состоять не только из корректировки систем производства, а и предполагать генетическое улучшение с целью повышения термотолерантности. В дополнение к мероприятию по повышению адаптационной способности животных следует также рассмотреть стратегии

смягчения последствий изменения климата, в том числе через изменения в системах содержания и кормления животных (Голиков А.Н., 1985; Gaughan J.B., et al 2019), а также через применения систем датчиков и др. (Arcidiacono C., et al 2018; Mattachini G., et al 2019; Hindermann P., et al 2020; Lovarelli D, et al 2020).

Широко известно, что крупный рогатый скот страдает от аномальных температур, что пагубно отражается на производственных и репродуктивных показателях (Brown-Brandl T.M., et al 2005; Gernand E., et al 2019; Da Rosa Righi R., et al 2020), особенно когда период аномальных температур воздуха продолжительны. Установлено также, что в наиболее экстремальных условиях повышается смертность крупного рогатого скота (Nienaber J.A., et al 2007). Эффективное производство, например, молока и/или мяса, воспроизводство являются основными аспектами, на которых сосредотачиваются производители. Однако производство и воспроизводство также связаны с благосостоянием скота, их экологической и социальной устойчивостью (Wathes C.M., et al, 2008), которые нельзя игнорировать. В частности, крупный рогатый скот приспособиваясь к аномальным условиям, прежде всего изменяет свое поведение (Brown-Brandl.M., et al 2005; Provolo G., Riva E., 2008), что выражается в изменении времени лежания или стояния, потребления корма (Tullo E., et al 2019), что влияет на продуктивность и здоровье животных (Тао S., et al 2020).

Очевидно, что ведущим звеном адаптации в этой связи являются изменения в работе нервной и эндокринной систем, приводя к снижению интенсивности эстрального поведения, эмбриональной смерти и последующему бесплодию. Большинство из этих стрессовых факторов могут быть устранены с помощью современных технологий (Lee C N., 1993).

Принимая во внимание сложность адаптационных механизмов в организме животных более подробно остановимся на адаптационных изменениях и способности к акклиматизации скота при перемещении на относительно более холодные территории.

### 1.3.1. Адаптация крупного рогатого скота к холоду

Безусловно проблема глобального изменения климата отражается на эффективности организации животноводства, но повторимся, что климатические изменения — это долговременный и сложный процесс. Как правило в реальной жизни рассматриваются куда более банальные проблемы, связанные с реакцией животных на окружающую среду, низкие или высокие температуры при транспортировке (Phillips Clive J C, Santurtun Eduardo, 2013), перемещении из одного региона в другой с отличными природно-климатическими условиями и др. В этих условиях важно представлять, как организм животного будет адаптироваться к новым условиям и способно ли оно в принципе приспособиться?

В этой связи любопытны результаты исследований Rocklöv J., Forsberg B., Ebi K., Bellander T. (2014) установивших, что в отличие от воздействия высоких температур переохлаждение имеет на здоровье куда более выраженное и специфическое воздействие. Последствия от переохлаждения связаны с более высокой смертностью и проявляются в течение двух недель после воздействия. Причем трудно установить причинно-следственную связь между последствиями для здоровья и холодами.

К сожалению, проверенных данных по летальности от холода крупного рогатого скота в нашем распоряжении нет, но есть материалы исследований для различных групп населения. Так согласно международному исследованию из более чем 74 миллионов смертей в 384 местах в 13 странах, экстремальный холод убивает в 20 раз больше людей, чем экстремальная жара (Gasparrini A., et al 2015). Сходные результаты были установлены в исследованиях В., Tawatsupa et al (2012) и S. Shrestha, G.A. Moore, M.C. Peel (2018), оценившие различия в частоте смертей от холода и экстремальной жары в 16 раз. При этом очевидно, что во многих странах температура не снижается ниже экстремальных минимумов, и, по большей части, люди реализуют поведенческую терморегуляцию (Castellani J.W., Young A.J. 2016).

Экстремальный холод может приводить к росту заболеваний (Goutam D. 2014). На холоде сужение сосудов и понижение температуры тканей вызывают

онемение, что снижает реакцию и способность совершать физические усилия (Singh S., et al 2013). Экстремальный холод также может вызывать сердечно-сосудистые заболевания (Urban A., Davidkiovová H., Kyselý J., 2014), сопровождается изменением кровяного давления, обусловленным Альфа-адренергически опосредованной периферической вазоконстрикцией (Leppäluoto J., Hassi J., 1991; Larra M. F., Schilling T. M., Röhrig P., Schächinger H. (2015), что, в свою очередь, является одним из основных механизмов адаптации к холоду (Daanen H. A., Lichtenbelt W. D. (2016).

Причём риск пострадать от холода и получить обморожение возрастает с возрастом (Smith K., Woodward A., Campell-Lendrum D. 2014; Arbuthnott K., Hajat S., Heaviside C., Vardoulakis S., 2016; Budhathoki N. K., Zander K. K., 2019), что в том числе связано с увеличением у возрастных проблем со здоровьем, сердечно-сосудистыми заболеваниями, диабетом и респираторными заболеваниями, и др. (Xiang J., Bi P., Pisaniello D., Hansen A., 2014; Zhang Y., Nitschke M., Bi P., 2013).

Оценивая способность животных к адаптации к холоду следует в первую очередь рассматривать генетическую природу этого явления (Tishkoff et al., 2007; Friedrich J, Wiener P., 2020). В литературе описано несколько крупномасштабных исследований направленных на выявление генов, связанных с адаптацией к холоду у млекопитающих (Carrasco MA, Tan JC, Duman JG. 2011; Wollenberg Valero KC, et al, 2014). Можно выделить ряд исследований как на уровне генома (Hancock A. M., et al. 2011; Cardona A., et al., 2014; Valverde G., et al., 2015), так и на уровне групп или отдельных генов (Hancock A. M., et al., 2008; Ohashi J., Naka I., Tsuchiya N., 2011; Hancock A. M., Clark V. J., Qian Y., Di Rienzo A., 2011; Sazzini M., et al, 2014; Quagliariello A., De Fanti S., Giuliani C., Abondio P., Serventi P., Sarno S., et al., 2017.

Одним из примеров таких исследований является недавняя работа по созданию списка генов для млекопитающих Арктики или Антарктики (Yudin NS, Larkin DM, Ignatieva EV., 2017).

Определённый интерес представляет исследование Yurchenko A, Daetwyler HD, Yudin N, Schnabel RD, Vander Jagt CJ, Soloshenko V, Lhasaranov B, Popov R,

Taylor JF, Larkin DM., (2018) выполненное с целью выявления генов-кандидатов, связанных с устойчивостью российских аборигенных пород крупного рогатого скота, в том числе якутского скота, к крайне низким температурам (до  $-50^{\circ}\text{C}$ ).

Авторами были выявлены несколько генов-кандидатов, которые могут быть связаны с устойчивостью животных к адаптации к холодному климату. Наиболее тесно связанным с механизмами приспособления к холоду представляется из этого списка ген-кандидат AQP5, ранее заявленный как кандидат на холодную акклиматизацию из-за его роли в формировании водных каналов и RETREG1, вызывающий снижения чувствительности к болевому и температурному ощущению у человека (Kurth I, et al, 2009). В исследовании L. Yang et al (2017) для восьми китайских аборигенных пород крупного рогатого скота обнаружили два CNV, специфичных для северных пород, которые могут играть определённую роль в адаптации к холодному климату, в том числе гены: TMC6, который связан с качеством молока в холодной среде, и COL27A1, который, может играть важную роль в квалификации хряща, что важно в холодном климате.

Howard JT., et al (2014) выявили несколько генов-кандидатов, связанных с реакцией на холодовой стресс участвующих в энергетическом метаболизме (COX7C), васкулогенезе (RASA1), пентозофосфатном пути (FBP1, FBP2), реакции белка теплового шока (HSBP1), регуляции ионов (PRKCB, SACNG3), а также регуляция тиреоидных гормонов (TRIP11). Но, пожалуй, наиболее масштабные исследования проведены Q. Xu et al (2017) по профилированию экспрессии генов из крови крупного рогатого скота, подвергшегося острому холодовому стрессу. Этой группой выявлено в общей сложности 193 гена, которые изменяют профиль экспрессии после трёхчасового воздействия холода ( $-32^{\circ}\text{C}$ ). Pawar NH, и коллеги (2014) при температурной адаптации продемонстрировали изменения уровня экспрессии генов теплового шока (HSF1, BTSH70), интерлейкина (Ил-12), фактора некроза опухоли-альфа (ФНО-альфа) и гранулоцитарного макрофагального колониестимулирующего фактора (GMCSF) в крови буйволов между зимним и летним сезонами (Pawar NH, Kumar GR, Narang R, Agrawal RK., 2014). Аналогичное исследование, проведенное А. Kumar и его коллегами (2015),

позволило выявить сезонные вариации уровня экспрессии трех генов семейства HSP70, а также hsp10, HSP60, HSP90 и HSF1 у Сахивальских и Тарпаркарских пород крупного рогатого скота зебу (*Bos indicus*) и буйвола Мурры (*Bubalus bubalis*) в Индии (Kumar A, et al, 2015).

По данным (Igoshin A. V., et al 2019) перспективными для использования предсказания устойчивости животных к холоду являются гены MSANTD4 и GRIA4. Оба гена являются функциональными кандидатами для участия в фенотипе устойчивости к холодовому стрессу.

Анализ накопленной наукой информации показывает, что одним из наиболее ключевых факторов устойчивости к холоду млекопитающих является ген TRPM8 (Bautista D. M., 2007; Colburn R. W., et al. 2007; Dhaka A., et al. 2007). Имеются данные об ассоциациях его одно нуклеотидных полиморфизмов (SNPs) с чувствительностью к холоду (Kozyreva T. V., et al 2011); реакциями дыхательной системы на охлаждение (Kozyreva T. V., Tkachenko E., Potapova T. A., Voevoda M.I., 2014); липидами крови и антропометрическими показателями человека (Potapova T. A., Babenko V. N., Kobzev V. F., Romashchenko A. G., Maksimov V. N., Voevoda M. I., 2014). Было высказано предположение, что ген TRPM8 лежит в основе генетической адаптации к холоду у сусликов и хомяков (Matos-Cruz V., Schneider E. R., Mastrotto M., Merriman D. K., Bagriantsev S. N., Gracheva E. O., 2017), овец (Fariello M. I., Servin B., Tosser-Klopp G., Rupp R., Moreno C., 2014; Liu Z., Ji Z., Wang G., Chao T., Hou L., Wang J. (2016), и людей (Cardona A., et al., 2014; Key F. M., et al., 2018). Согласно современным представлениям, адаптация к низким температурам является основным детерминантом молекулярной эволюции TRPM8 (Myers B. R., Sigal Y. M., Julius D., 2009; Majhi R. K., et al., 2015).

В продолжение исследований по проблеме TRPM8 был найден перспективный кандидат SNP - rs7577262 находящийся на 7,1 КБ выше места начала транскрипции мРНК TRPM8, что предполагает её возможное участие в регуляции транскрипции. В дополнение к корреляциям и сигнатурам развёртки физиологические данные в равной степени способствуют доказательствам в

пользу отбора, действующего на rs7577262. Аллель rs7577262-G ассоциирован с более высокой реакцией кровяного давления на холодный прессорный тест (Herold, A. et al., 2018). Этот SNP считается лучшим кандидатом на основании его аллельных корреляций с зимними температурами, сигнатур селективной развёртки и физиологических свидетельств. Второй топовый SNP - rs17862920, также может участвовать в адаптации (Igoshin Alexander V., Gunbin Konstantin V., Yudin Nikolay S., and Voevoda Mikhail I. 2019).

Исследования А. А. Yurchenko et al., (2018) отдельных российских пород на предмет присутствия генов, связанных с устойчивостью к холоду, показали, что Якутский крупный рогатый скот, обладает сигнатурами предполагаемого отбора, содержащими гены RETREG1 и RPL7, что может способствовать адаптации этой породы к суровой окружающей среде. Причём эти признаки были выявлены и у других Турано-монгольских пород (калмыцких, японских черных и Ханьвуских), что делает этих животных более пригодными для будущей адаптации к экстремальным холодным условиям Северной России, чем другой скот.

Между тем очевидно, что адаптация к холоду может быть связана с совершенно разными генетическими причинами (Yudin N. S., Larkin D. M., Ignatieva E. V. (2017). Это необходимо учитывать в практике животноводства, что принципиально определяет целесообразность работы по повышению устойчивости к холоду уже со сформировавшимися популяциями скота с высокой частотой желательных признаков для перемещения на территории с холодным климатом.

### **1.3.2. Предпосылки для перемещения и успешной акклиматизации калмыцкого скота на территорию Республики Саха (Якутия).**

#### **Сравнение калмыцкой и якутской пород крупного рогатого скота**

Распространение крупного рогатого скота на территории современной России связано с переселением древних народов на протяжении последних нескольких тысяч лет (Sedov VV., 2002). Эволюция и искусственный отбор привели к формированию популяций крупного рогатого скота, хорошо адаптированных к климатическим и экономическим условиям отдельных регионов страны (Liskun EF., 1928.). Одними из наиболее ярких и самобытных пород скота, разводимых на территории современной России, являются якутская и калмыцкая породы (Yurchenko A, et al 2018). Эти породы относятся к Турано-монгольскому скоту и имеют общее происхождение с азиатскими тауринами, включая японских черных (вагю) и корейских Ханьву (Yurchenko A, et al. 2018). История Турано-монгольских пород крупного рогатого скота восходит к раннему последниковью. Этот скот был введён человеком в культуру (одомашнен) независимо от Европейских пород скота, что подтверждено генетическими (Mannen H, et al., 2004) и палеонтологическими исследованиями (Zhang H, et al., 2013).

Разведение калмыцкого и якутского скота на протяжении столь длительного периода значительно изменило эти подвиды. Причём наиболее значительные изменения приходятся на XX век, когда на основе территориального принципа и фенотипических признаков в СССР сформировалось несколько популяций крупного рогатого скота которые и были в последствии сформированы как породы в современном понимании. Крупномасштабное разведение крупного рогатого скота в России началось в 1920-е годы, когда были изданы первые племенные книги и официально признаны первые породы, в том числе Якутская (в 1929 году); Калмыцкая (в 1934 году) (Liskun EF., 1949; Azarov, G. S., 1957; Yurchenko A, et al., 2018). Эти породы прекрасно приспособлены к окружающей среде, которая характеризуется богатыми пастбищами и высокими температурами в течение короткого летнего периода и суровыми погодными условиями в течение долгой зимы. Эти породы способны зимовать на открытом воздухе при

температуре до  $-50^{\circ}\text{C}$  (Soini K, Ovaska U, Kantanen J. 2012; N.V. Barashkova, V.V. Ustinova, 2016). Уникальные приспособления, обнаруженные у пород, вероятно, также включают биотический компонент, характеризующийся устойчивостью к местным патогенным инфекциям и паразитам (DAD-IS, 2017).

Самобытность и значительный генетический потенциал Турано-монгольских пород в общем и якутского скота в частности можно проиллюстрировать результатами исследований по оценке генотипа животных этой породы разводимых в течение долгих лет изолировано. Это особенно относится к популяции якутского скота вывезенной в 18-19 веках русскими переселенцами на Аляску, в частности на остров Чириков (Decker J E, et al, 2016). Современный крупный рогатый скот в суровых условиях острова Чириков в значительной степени изолирован в северной части Тихого океана (McKnight TL. (1964) и начиная с середины двадцатого века живёт независимо от человека (van Vuren D, Hedrick PW. (1989).

Местный Сибирский скот был впервые завезён на Аляску в 1790-х годах при создании сельскохозяйственной колонии в Русской Америке, на Аляске (Bancroft НН., 1886). В 1798 году был основан форпост на острове Чириков в это время на изолированный остров Чириков был завезён якутский крупный рогатый скот. В последующем на остров были завезены животные несколько европейских пород, в том числе герефордской и шортгорнской. Однако, генетическая экспертиза дикой популяции скота на острове Чириков после почти ста лет дикого существования показала наиболее высокую сходность этого скота с якутскими предками.

Российские породы в общем и якутская, и калмыцкая достаточно всесторонне оценены генетически в целом ряде исследований (Li МН, Kantanen J., 2010; Kantanen J, et al. 2009; Gorelov PV, Koltsov DN, Zinovieva NA, Gladyr EA. 2011; Kiseleva ТИu, Kantanen J, Vorob'ev NI, Podoba BE, Terletsky VP. 2014).

Недавние исследования генетических особенностей якутского и калмыцкого скота, проведенные группой исследователей Yurchenko A., Yudin N., Aitnazarov R., Plyusnina A., Brukhin V., Soloshenko V. и опубликованные в 2018 году

продемонстрировали целый ряд уникальных особенностей этих животных. Так оценка этих пород в сравнении с породами крупного рогатого скота со всего мира на общегеномном уровне с использованием набора из 35 874 полиморфных SNP из бычьего SNP50 K BeadChip (Illumina, Inc., Сан-Диего, США) выявила наиболее высокую генетическую изменчивость ( $HE = 0,355-0,360$ ;  $AR = 1,949-1,959$ ) у калмыцкой породы, что свидетельствует об участии в их развитии нескольких генетически различных групп. В тоже время самый низкий уровень генетического разнообразия ( $HE = 0,278$ ;  $AR = 1,780$ ;  $Ne_0 = 64$ ) был зафиксирован у якутской породы, что могло быть связано с крайне малой численностью популяции.

Якутский скот характеризуется высокой степенью дифференциации от других российских пород ( $F_{ST}$  от 12,9 до 19,0%) и от других евразийских пород ( $F_{ST}$  от 13,6 до 27,5%). Среди всех изученных пород Якутская оказалась ближе к калмыцкой, монгольской и корейской ханьвуской породам, хотя различия в попарном  $F_{ST}$  между ними были относительно велики ( $F_{ST}$  колебался от 12,9 до 14,2%). Калмыцкая порода имела очень сложную генетическую структуру, хотя в ней сохранялся самый высокий процент Якутского геномного компонента среди русских пород. Калмыцкая порода оказалась генетически близкой к монгольской ( $F_{ST} = 3,1\%$ ) и серой украинской породам ( $F_{ST} = 3,3\%$ ), что говорит об общем предке. На участке МДС эта порода располагалась между породами из Южной Европы и Восточной Азии, что доказывает о том, что они способствовали развитию калмыцкой породы. Генотип этой породы скота включает гены, других русских, Южно-европейских и Западно-азиатских пород (Decker JE, et al. 2014, 2016), что в целом соответствует историческим записями о породе (Ivanov MF. 1913; Diomidov AM, Zhirkovich EF., 1934).

Таким образом анализ показывает высокую генетическую схожесть якутского и калмыцкого скота, что позволяет предположить перспективность интродукции последнего в новые для себя условия холодной резко континентальной Якутии.

Необходимо отметить, что калмыцкий скот достаточно хорошо изучен благодаря фундаментальным работам М.И. Придорогина (1914); П.Н. Кулешова

(1931, 1937, 1949); И.П. Чирвинского (1949); Е.Ф. Лискуна (1932, 1933, 1934, 1961); А.И.Гальперина (1932); Ф.Г. Сохранова (1938); Б.С. Сивчика (1949); А.В. Заркевича (1954, 1961); М.Б. Нармаева (1963, 1969); С.Я. Дудина, (1966, 1967); В.Н. Приступы, (1970); Э.Н. Доротюка (1970, 1972, 1981); Г.С. Азарова (1971, 1977, 1982); Г.Л. Рындина (1972); Д.Л. Левантина (1978, 1979); Г.С. Азарова (1982); И.П. Заднепрянского (1985); А.П. Басангова и В.Э. Баринава (1992, 2017); Ф.Г. Каюмова (1991, 1997, 2000, 2001, 2014); Жабатова К.М. (2000), С.В. Лебедева (2002); В.К. Еременко (2005, 2006) и многих других.

Следует отметить, что до начала 30 годов прошлого века калмыцкая порода в её современном понимании развивалась в виде независимых между собой популяций на огромной территории от современной Монголии на востоке до Северного Кавказа на западе. В последующий период в Советском Союзе в рамках работ по крупномасштабной селекции калмыцкий скот был преобразован. Однако, ввиду сложности с искусственным осеменением этого скота он сохранил в себе черты уникального биологического разнообразия, что безусловно является залогом успешного приспособления этого скота к меняющимся условиям жизни.

Остановившись на характеристиках калмыцкого скота следует отметить, что животные этой породы характеризуются крепкой конституцией с широкой холкой, грудью и спиной. Эволюция животных этой породы в условиях полупустыни и сухой степи определили формирование хорошо приспособленных животных с крепкими и сухими ногами. Мускулатура хорошо развита, зад крепкий и с ярко выраженными мышцами, шея мясистая, подгрудок развитый и плотный. Высота в холке 125-130 см. Живая масса быков составляет 600-1100 кг, коров – 400-540 кг, в зависимости от возраста.

Одним из важных адаптационных признаков калмыцкого скота является его мелкоплодность около 25 кг при рождении, что в совокупности с лёгким отёлом и относительно коротким периодом стельности делает эту породу выдающейся по воспроизводству. Калмыцкий скот характеризуется самым большим выходом телят на сто маток среди всех российских пород мясного скота.

Калмыцкий скот прекрасно использует скудные пастбища и способен преодолевать большие расстояния в поисках корма и воды, эти животные быстро восстанавливаются после зимы (Х.А. Амерханов, Ф.Г. Каюмов, 2016). Непревзойдённые качества калмыцкого скота обеспечили широкое распространение этого скота на территории стран бывшего СССР и целого ряда других государств. По этим же причинам калмыцкий скот использовался для выведения целого ряда новых пород мясного скота (А.С. Карпов, 1937, А.В.Заркевич, 1952, 1961; В.В. Иванова, 1965; С.Я. Дудин и др., 1970; В.И.Левахин, 1982, 1999, 2003, 2008; И.П.Заднепрмянский, 1985, 1990, 2003; А.Г. Зелепухин и др., 1999; Ф.Г. Каюмов, В.К. Ерёменко, 2001; Н.Г. Гамарник и др., 2003, 2004; Ш.А. Макаев и др., 2005; О.В. Гартованная, 2008; Н.И. Стрекозов и др., 2009; В.В. Калашников, 2009, 2017; Д.Ц. Гармаев и др., 2016; М.Д. Кадышева, 2016, 2018).

Калмыцкий скот характеризуется уникальным тонковолокнистым мясом по своим вкусовым и кулинарным свойствам не уступающим таким известным мировым брендам как ангус и герефорд. Высокие мясные качества калмыцкого скота подтверждены в исследованиях С.Я. Дудина, Г.Л. Рындина (1964), В.С. Семенова (1970, 1972), Э.Н. Доротюка, Я.З. Жолондзя, А.Н. Проскуракова (1975), Э.Н. Доротюка, Ф.Г. Каюмова (1975), Э.Н. Доротюка, Я.З. Жолондзя, Ф.Г. Каюмова (1976), А.Г. Хараева, М.Е. Гончаровой, А.Д. Гиляшаева (1976), Г.И.Белькова (1979), В.Б. Чимбеева (1982), (А.П. Басангова (1994), А.Х.Заверюха (1994, 1995, 1997), М.Д. Дедова (2002). С.В. Бурка и др. (2005), Е.П. Карпова (2011), В.В. Толочка и др. (2017).

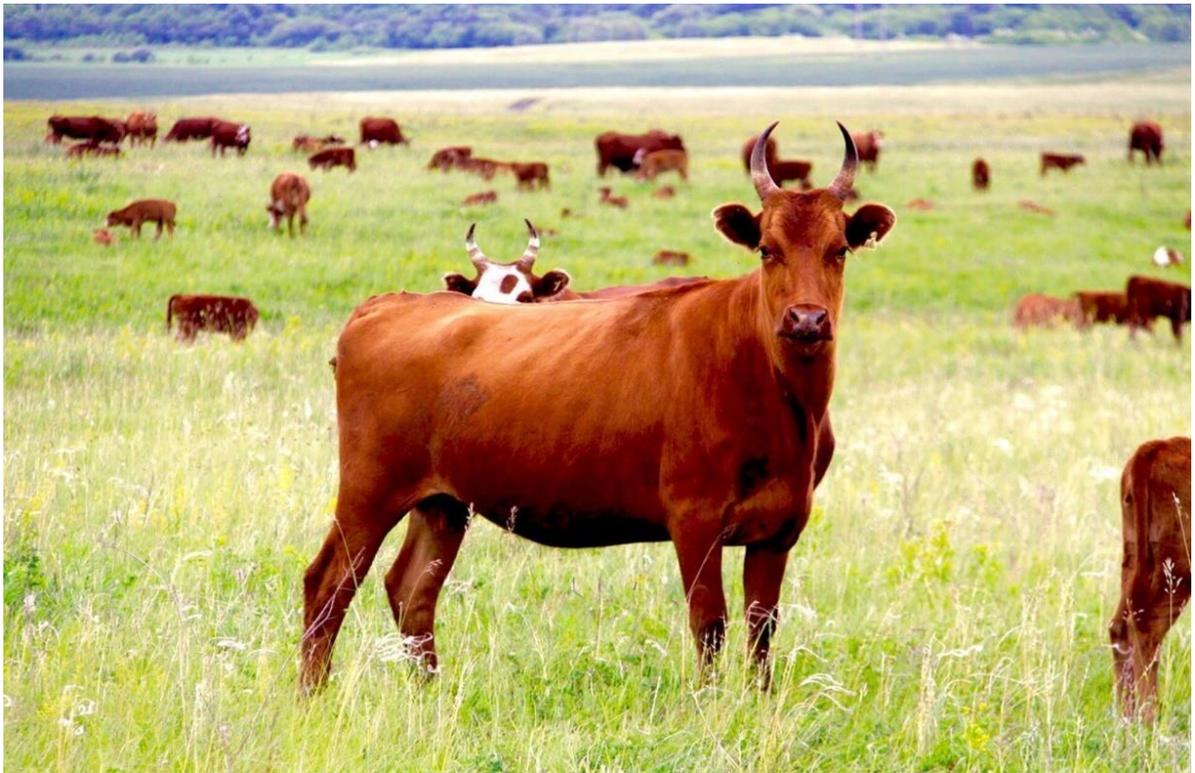


Рисунок 4 – Типичное животное калмыцкой породы крупного рогатого скота

Для защиты интересов товаропроизводителей, продвижения и совершенствования скота калмыцкой породы в России была организована Национальная ассоциация заводчиков калмыцкого скота (учредительный съезд состоялся 5 мая 2011 года в городе Оренбурге). В настоящее время Национальная ассоциация объединяет в своих рядах хозяйства из более чем 40 регионов страны, занимающиеся разведением калмыцкой породы скота, в том числе в Ставропольском крае, Астраханской, Оренбургской и Саратовской областях, в Сибири и на Дальнем Востоке. Калмыцкий скот разводят в странах ближнего зарубежья – Монголии, Казахстане, Грузии и Азербайджане. Селекционно-племенная работа с калмыцким скотом в России проводится в более чем 15 племенных заводах и 60 племенных репродукторах.

При очевидной перспективе использования калмыцкого скота в качестве основной породы в мясном скотоводстве Якутии определённый интерес представляют исследования по использованию этого скота для получения помесей с животными Якутских популяций проведённые учеными Якутского НИИ сельского хозяйства, других научных и учебных учреждений Республики.

Так исследования Н.И. Горохова и коллег, проведённые в семидесятые годы двадцатого века по промышленному скрещиванию местного симментализированного скота с быками калмыцкой породы, показали, что при уровне кормления от 2200 до 2350 кормовых единиц живая масса помесных животных в 18 месяцев достигает 311-317 кг, что на 27-33 кг превышает значения аналогичного показателя у исходной генетической формы. Скрещивание оказало заметное влияние на мясную продуктивность.

Сходные результаты были получены в более поздних исследованиях Н.С. Пермяковым (2006) в рамках которых проводилось скрещивание симментальского скота Якутской популяции с быками калмыцкой породы. Результаты исследований подтвердили перспективность такого скрещивания для повышения интенсивности роста и мясной продуктивности помесей. В результате в возрасте 15-месяцев бычки имели предубойную живую массу 383 кг при убойном выходе 54,2%, что на 26,0 и 25,2% выше, чем у помесных бычков-кастратов первого ( $F_1$ ) и второго поколения ( $F_2$ ), соответственно. При этом, предубойная живая масса помесных бычков при скрещивании симментальской и казахской белоголовой породы была меньше, чем у симментало-калмыцких помесей на 1-2%.

Н.С. Пермяков (2006) отмечает, что калмыцко-симментальские помеси, отличались выносливостью, приспособленностью к пастбищному содержанию, нетребовательностью к ассортименту кормов в зимнее время.

Существенный резерв для увеличения производства говядины в условиях Якутии представляет скрещивание до 20-25% маточного поголовья холмогорской и симментальской породы с быками-производителями калмыцкой породы.

В Якутии такой положительный опыт имеется в хозяйствах Вилюйского и Нюрбинского улусов. Установлено, что откорм крупного рогатого скота на осенней открытой механизированной площадке при высоком уровне кормления, продолжительностью 90 – 150 дней, обеспечивает получение не менее 1000 – 1200 г среднесуточных приростов живой массы.

Таким образом, анализ сложившейся ситуации в Республика Саха (Якутия) может стать перспективным регионом для развития мясного скотоводства, что позволит обеспечить свои потребности в высококачественной говядине.

#### **1.4. Адаптационные изменения в метаболизме в организме животных при акклиматизации и перспективы использования тестирования быков-производителей по уровню обменных пулов химических элементов для повышения репродуктивных качеств**

Известно, что перемещение животных из одних геохимических провинций в другие сопровождается значительными изменениями в обмене химических элементов и как правило снижением воспроизводительных способностей. Эти факты хорошо известны для животных, импортированных в нашу страну из-за рубежа. В этой связи одним из ключевых факторов для повышения воспроизводительных качеств перемещенных животных в период акклиматизации является оптимизация минерального обмена.

Это объясняется тем, что химические элементы играют важную роль в здоровье и воспроизводстве крупного рогатого скота, их дисбаланс приводит к снижению сперматогенеза (Liu H, et al., 2020, Zakošek Pipan M, et al 2021). В группе макроэлементов важное место отводится кальцию. Кальций (Ca) - один из основных минералов семенной плазмы, связан с емкостью, емкостью (Fraser LR., 1987), созреванием сперматозоидов, подвижностью (Marzec-Wróblewska U, Kamiński P, Lakota P., 2012). В семенниках Ca участвует в производстве стероидных гормонов (Henricks DM., 1991). Исследование криозащитного потенциала Ca при тестировании различных концентраций в свежей и замороженной-размороженной сперме показало, что его равновесие эффективно для предотвращения криоповреждений (Meseguer M, et al 2004), а также акросомной реакции (Mirnamniha M, et al., 2019).

Кальций является важной составной частью любого живого организма и имеет решающее значение для его здоровья (Li K, et al., 2018, National Research Council. 2000). При этом, около 98 % кальция функционирует как структурный компонент

костей и зубов. Оставшиеся 2 % распределяются во внеклеточных жидкостях и мягких тканях и участвуют в таких жизненно важных функциях, как сокращение мышц, включая сердце, свертывании крови, проницаемости мембран, передаче нервных импульсов, секреции гормонов и активации ферментов (Rosol TJ, Capen CC., 1997; Hui L, et al 2015).

Кальций поглощается главным образом из двенадцатиперстной и тощей кишки механизмами активного транспорта и при пассивной диффузии. На доступность и усвоение кальция влияет ряд факторов, среди которых уровень витамина D, фосфора или магния.

Таким образом, оценка уровня кальция в организме является важным показателем здоровья, продуктивных и репродуктивных качеств животных.

Одним из наиболее значимых для иммунной функции и общего состояния здоровья эссенциальным элементом, является селен (Завьялов О.А., и др. 2022; Hefnawy A. E., Tortora-Perez J. L., 2010). Недостаточное потребление селена может сопровождаться субклиническими заболеваниями, что приводит к снижению продуктивности (Ahsan U., et al 2014). Роль селена в поддержании здоровья животных основана прежде всего на функциях селеноцистеинсодержащих белков, многие из которых обладают антиоксидантной активностью (Fairweather-Tait S.J., Collings R., Hurst R., 2010). Анализ литературных данных показывает, что включение дополнительных источников селена в рационы крупного рогатого скота рекомендуется, как метод увеличения производства молока, мяса и качества получаемой продукции (Hall J.A., et al 2014). В тоже время, несмотря на достаточно высокую изученность роли селена в реализации функциональных качеств сельскохозяйственных животных, в научном сообществе все еще нет однозначного мнения об оптимальных формах элемента (органическая/неорганическая) наиболее эффективных для скармливания, а также недостаточно изучены фундаментальные основы влияния селена в составе различных селенопротеинов на микробиом кишечника и продуктивные качества животных и птицы, что снижает эффективность применения селеносодержащих препаратов в практическом животноводстве.

В связи с этим, целью настоящего исследования являлась попытка систематизировать исследования по оценке влияния селеносодержащих добавок на метаболизм селена (в т.ч. селенопротеинов), продуктивные качества и микробиом кишечника у сельскохозяйственных животных.

Селен является эссенциальным микроэлементом (металлоидом) для всех млекопитающих, в том числе и крупного рогатого скота. В частности, установлен характерный спектр патологий, связанный с дефицитом селена в рационе животных (Mehdi Y., et al 2015). В то же время, модуляция обмена селена у КРС рассматривается в качестве потенциального инструмента повышения продуктивности сельскохозяйственных животных. Широкий спектр биологических функций селена обусловлен его ролью в составе селеносодержащих белков (селенопротеинов) (Parr L.V., et al 2010). Так, ряд селенопротеинов, таких как глутатионпероксидаза (GPx), тиоредоксинредуктаза (TRxR), метионинсульфоксид редуктаза (MsrA) обладают преимущественно антиоксидантными функциями, а также оказывают сигнальный эффект посредством модуляции редокс-гомеостаза (Mehdi Y, Dufrasne I., 2016). Лишь данные белки относительно часто рассматриваются в аспекте изучения метаболизма селена у крупного рогатого скота. В свою очередь, селенопротеин Р выполняет депонирующую, транспортную, а также антиоксидантную функции (Davis C.D., Tsuji P.A., Milner J.A., 2012). Определены и другие селенопротеины, такие как селенопротеин W, N, K, однако их функции менее специфичны и/или изучены недостаточно (Abuelo A., et al 2016). Более того, особенности обмена селена и особенно селенопротеинов у крупного рогатого скота практически не изучены. Тем более полностью отсутствуют данные о взаимосвязи металломики селена и продуктивности мясного скотоводства, и потенциальных механизмах реализации данной взаимосвязи.

Изучение особенностей обмена селена и селенопротеинов у крупного рогатого скота является принципиальной фундаментальной и практической задачей. В настоящее время, наиболее значимыми инструментами достижения данной цели являются генетический анализ и определение форм (speciation

анализ) селена в тканях организма. В частности, в одном из последних наиболее полных обзоров роли селена в организме крупного рогатого скота отмечается значимость проведения определения форм селена как в кормах, так и в тканях организма крупного рогатого скота (Mehdi Y., et al 2013).

Анализ литературных источников последних лет показал, что данные, касающиеся изучения фундаментальных основ обмена селена у крупного рогатого скота ограничены. В частности, проведено исследование по оценке содержания селеноцистеина, селенометионина, селенометионин-О-оксида, и неорганических форм селена (селенат/селенит) в образцах кормов и тканей быков с использованием метода ВЭЖХ-ИСП-МС (Netto A.S., et al 2014). С использованием комбинированной методики SEC-ICP-ccMS коллектив под руководством проф. Lobinski продемонстрировал характер распределения ряда форм селена в крови коров в ответ на применение селенизированных дрожжей. Так же, установлено, что повышение уровня селена в крови сопровождается достоверным увеличением концентрации селенометионина и селенизированного гемоглобина (García-Vaquero M., et al 2011). Нельзя не отметить данные о speciation анализе селена в образцах молока молочных коров, полученные с использованием LC-UV-HG-AFS метода. В частности, применение органического соединения селена приводило к достоверному повышению концентрации SeCyst2, Se(IV) и SeMet, тогда как использование селенита натрия сопровождалось выявлением в молоке только SeCyst2 и Se(IV) (Muñiz-Naveiro O., et al 2007). Лишь в отдельных работах исследован спектр селенопротеинов в сыворотке крови крупного рогатого скота. В частности, в ходе сравнительного анализа эффективности применения селенита натрия и селенизированных дрожжей у быков показано, что селенопротеин Р является наиболее значимой фракцией селена в сыворотке крови, тогда как глутатионпероксидаза содержит наименьшее количество селена (Pereira A.S.C., et al 2012).

Несмотря на то, что модуляция обмена селена может рассматриваться в качестве инструмента повышения продуктивности мясного скота (Schöne F., et al 2013), данные относительно влияния обеспеченности организма крупного

рогатого скота селеном на показатели продуктивности и качества мяса также недостаточны. В частности, в условиях дефицита селена в почве введение в рацион обогащенной селеном люцерны дозозависимо повышало концентрацию селена в цельной крови телят, а также оказывало достоверное стимулирующее влияние на прирост живой массы (Żarczyńska K., et al 2013). Несмотря на то, что введение в качестве прикорма селена молочным телятам в течение 75 суток не приводило к достоверному увеличению общей и мышечной массы тела, применение селена способствовало сохранению прироста массы у животных с диареей за счет повышения иммунологической реактивности (Salles M.S.V., et al 2014). В ходе недавнего исследования, проведенного в Италии, продемонстрирована эффективность селена в повышении показателей роста, иммунитета (снижение респираторных заболеваний), и антиоксидантной активности у бычков в стадии адаптации после поступления в хозяйство (Завьялов О.А., Фролов А.Н., Харламов А.В., Курилкина М.Я., 2022). Также отмечено, что концентрация селена в сыворотке крови гипотрофичных коров характеризуется достоверным снижением по отношению к физиологически здоровым особям, что может быть связано с низким уровнем селена в рационе ( $< 0,2$  мкг/г). Более того, низкая концентрация селена в стаде является предиктором развития дегенеративной миопатии в последующих отелах (Burk R.F., Hill K.E., 2009). Установлено, что дополнение рациона стельных коров селеносодержащей солью и обогащенным селеном фуражом хотя и повышает активность глутатионпероксидазы крови у телят, но не оказывает влияние на уровень гормонов щитовидной железы, что свидетельствует о недостаточном компенсаторном влиянии селен-содержащих добавок в отношении селенопротеинов щитовидной железы (деиодиназа), что указывает на недостаток подобных мер при разведении животных на бедных селеном почвах (Rowntree J.E., et al 2004). В то же время, в ряде исследований дополнительное обогащение селеном рациона не приводило к достоверному изменению прироста живой массы и качества мяса бычков (Sun Q., et al 2002), хотя и сопровождалось увеличением уровня селена в тканях. При изучении характера влияния селена на

характеристики мяса бельгийских голубых быков не было выявлено ассоциации между воздействием селена и показателями нежности мяса. Сравнительный анализ применения селенизированных дрожжей и аналогичной концентрации селенита натрия у быков продемонстрировал более выраженную эффективность органифицированного селена в отношении уровня металлоида в тканях, но не устойчивости мяса к окислению (Завьялов О.А., 2022). Напротив, комбинированное применение селена и меди при кормлении быков абердин-ангусской породы приводило к достоверному снижению уровня холестерина в мясе, при этом отмечалось повышение эффективности конверсии корма в продукцию (Netto A.S., et al 2013). Аналогично, в исследовании Dalia A.M. et al. уровень селена в мясе был ассоциирован с соотношением окисленного и восстановленного глутатиона и содержанием холестерина в мясе (Dalia A.M., et al 2017). Таким образом, данные о влиянии селена на продуктивность крупного рогатого скота и качество мяса не только немногочисленны, но и во многом противоречивы, что свидетельствует о необходимости дальнейших исследований в данной области (Netto A.S., et al 2014).

В то же время, стоит отметить, что положительное влияние селена на качество мяса и продуктивность была отмечена среди других видов сельскохозяйственных животных (свиней, кроликов, бройлеров). В частности, при сравнении эффективности различных форм селена более выраженный эффект органических соединений был продемонстрирован в отношении качества мяса свиней, будучи также взаимосвязанным с величиной pH (Zhao Z., et al 2016). Также было продемонстрировано влияние селена на жирнокислотный состав мяса, что сопровождалось повышением активности 9-десатуразы и элонгазы, а также увеличением содержания жирных кислот (Pinto A., et al 2012). На основании данных, полученных Liu et al. (2012) предполагается, что обогащенные селеном пробиотики могут не только стимулировать набор веса молочных поросят в условиях высокой температуры, но и являться альтернативой антибиотикам (Liu Y., et al 2012). Введение в рацион кроликов селен-содержащих добавок в диапазоне 0,08 – 0,70 мг/кг приводило к достоверному повышению

прироста массы тела и повышению коэффициента конверсии корма (Rehman R., et al 2022). Более того, селен, особенно в комбинации с витамином Е, также способствовал повышению окислительной устойчивости мяса кроликов, повышая антиоксидантный статус сыворотки, равно как и иммунологическую реактивность животных.

Показано, что кормление с добавкой селенизированных дрожжей существенно улучшает показатели конверсии корма и продуктивности у бройлеров, при этом оказывая более выраженный эффект по сравнению с селенитом натрия (Khalifa O.A., et al 2021). При этом данный эффект является время- и дозозависимым (Xu X., et al 2022). Также отмечается улучшение цвета мяса, что вероятно связано с повышением активности глутатионпероксидазы, в большей степени при употреблении органической формы селена (Yang X., Yang C., Tang D., Yu Q., Zhang L. 2022). При сравнении эффективности селенита натрия, селен-содержащих дрожжей, селенометионина и наночастиц селена показано, что органические соединения селена и Se-содержащие наночастицы обладают наиболее выраженным влиянием на антиоксидантную активность и качество мяса китайских шелковистых кур (Soliman E.S., Mahmoud F.F., Fadel M.A., Namad R.T., 2020). Показано, что в условиях теплового стресса у бройлеров происходит существенное снижение набора веса, что может быть по крайней мере частично обусловлено иммунологическими нарушениями, характеризующимися в первую очередь дегенерацией лимфоидной ткани, тогда как введение в рацион селена оказывало иммунопротективный эффект и улучшало значения коэффициента конверсии корма (Elgendey F., et al 2022). В то же время, в другом исследовании не было установлено статистически значимого влияния введения в рацион бройлеров селенсодержащих дрожжей или хлореллы на набор живой массы и качественные характеристики мяса (Chen S., et al 2022).

Имеющиеся данные показывают, что концентрация селена в семенной жидкости отрицательно коррелирует с уровнем перекисного окисления липидов в этом биосубстрате и повышает уровень активности ферментов первичной антиоксидантной защиты, что способствует повышению качественных

показателей спермы быков-производителей (Mehdi Y., Dufrasne I., 2016). Дефицит селена может вызвать снижение синтеза половых гормонов и служить причиной нарушения сперматогенеза и часто связан со снижением подвижности сперматозоидов. В тоже время, включение дополнительных источников селена в рационы крупного рогатого скота рекомендовано, как метод увеличения воспроизводительных качеств крупного рогатого скота (Hall J.A., et al 2014). В частности, установлено, что увеличение уровня селена с 70 до 230 мкг/кг рациона оказывало благоприятное влияние на устойчивость сперматозоидов быков-производителей голштинской породы (Singh A.K., 2018). Аналогичным образом, введение селенита натрия в ежедневный рацион быков-производителей приводило к увеличению количества сперматозоидов с высокой прогрессивной подвижностью у герефордских быков (Marai I.F.M., et al 2009). Показано, что обогащение разбавителя спермы наночастицами селена в концентрации 1,0 мкг/мл улучшало качество спермы быков после оттаивания и повышало уровень фертильности *in vivo* за счет снижения апоптоза и перекисного окисления липидов в семенной жидкости вызванного криоконсервацией (Sheweita S.A., El-Dafrawi Y.A., El-Ghalid O.A., Ghoneim A.A., 2022).

Несмотря на наличие исследований демонстрирующих влияния селена на продуктивные и репродуктивные качества ряда других сельскохозяйственных животных и птицы, ни в одной из имеющихся на настоящий момент работ не был в сколько-нибудь достаточной степени изучен вопрос о взаимосвязи особенностей обмена селена и селенопротеинов (за исключением оценки активности глутатионпероксидазы, которая не всегда может являться информативным маркером) продуктивности животных.

Несмотря на широкий спектр биологических эффектов селена и селенопротеинов, включающий, в том числе, относительно хорошо изученное влияние на редокс-гомеостаз и механизмы развития воспалительной реакции, в ряде исследований преимущественно последних лет указывается значимость взаимного влияния обмена селена и микробиома кишечника. Так, с одной стороны, метаболическая активность кишечной микрофлоры по крайней мере

частично опосредует характер изменения экспрессии селенопротеинов в тканях в ответ на воздействие селена (Kasaikina M.V., et al 2011). Микрофлора кишечника также участвует в экскреции избыточных количеств селена посредством продукции метилированных метаболитов (Baesman S. M., et al 2007). Так, к примеру, в значительной степени микрофлора кишечника обеспечивает конверсию наночастиц селена в другие формы, включая селенит натрия, селенофосфат или селеноводород. С другой стороны, селен обладает непосредственной стимулирующей «пребиотической» активностью в отношении нормальной микрофлоры кишечника (Stolz J.F., Basu P., Santini J.M., Oremland R.S., 2006). Кроме того, селен обладает стимулирующим влиянием на функциональную активность микрофлоры рубца, повышая ее ферментирующую активность (Choi Y., et al 2009). Установлено, что введение в рацион селена в форме наночастиц существенно повышает количество бактерий рода *Lactobacillus* и *Faecalibacterium*, обладающих благоприятным влиянием на процессы рубцового пищеварения (Hrdina J., et al 2009). Селен также обладает стимулирующим влиянием в отношении *Bifidobacterium* (Novoselov S.V., et al 2010). Однако, несмотря на иную локализацию, стоит отметить, что телята, содержащиеся на рационе из обогащенной селеном люцерны, также характеризуются более высоким биоразнообразием назофарингеальной микрофлоры (Fukushima K., et al 2003), что может обуславливать снижение заболеваемости респираторными инфекциями и частично нивелировать их негативные последствия для организма при приеме селена (Novoselov S.V., et al 2005). Таким образом, обмен селена в организме оказывает значительное влияние на микробиом различных биотопов, в том числе кишечника, что может по крайней мере частично опосредовать часть биологических эффектов селена на продуктивные качества крупного рогатого скота.

Помимо непосредственного влияния селена на качественный и количественный состав микробиоты желудочно-кишечного тракта, установлено, что дополнительное введение в рацион селена способствует нормализации барьерной функции кишечника бройлеров, а также свиней в условиях

температурного стресса (Noruzi S., Torki M., Mohammadi H., 2022). Помимо этого, селен оказывает протективный эффект на морфофункциональную организацию кишечных ворсинок в условиях инфицирования реовирусом (Khalil W.A., et al 2019, Ahmed Z., et al 2016). Экспериментальные исследования, в том числе с использованием клеточных культур, показали, что селенопротеины играют значительную роль в функционировании энтероцитов, поддержании клеточных контактов, а также снижении интенсивности воспаления (Shabani R., Fakhraei J., Yarahmadi H.M., Seidavi A., 2019). Наряду с качественным и количественным составом микробиома кишечника, интегральным маркером как непосредственно характеристик микрофлоры, так и проницаемости кишечной стенки, является уровень циркулирующего липополисахарида (ЛПС) (Tong C. et. al., 2020). Являясь триггером воспалительной реакции, повышение уровня липополисахарида в циркулирующей крови животных ассоциировано с иммунологическими нарушениями, развитием окислительного стресса, а также снижением интенсивности роста и качества мяса (Boostani A., et al 2015). Применение селена тормозило ЛПС-индуцированную воспалительную реакцию в клетках крупного рогатого скота, а также свиней и птицы (Singh V.P., Sahu D.S., Singh M.K., Manoj J. 2016). В то же время, данные о влиянии селенового статуса на уровень ЛПС в организме крупного рогатого скота, как интегрального показателя барьерной функции кишечника и состояния микрофлоры, отсутствуют. Лишь в одном эксперименте была исследована взаимосвязь между характеристиками микробиома кишечника и отдельными селенопротеинами (Mahan D.C., Parrett N.A. 1996). В ходе дальнейших исследований выявлена значительная роль селенопротеина в регуляции биоразнообразия микробиома кишечника у цыплят (Dalia A.M., Loh T.C., Sazili A.Q., Samsudin A.A., 2020). Подобных исследований у крупного рогатого скота, не проводилось.

Цинк является важным структурным и функциональным элементом нескольких ферментов и белков, необходимых для различных метаболических процессов, играет важную роль в тканях, подвергающихся митозу (например, в лимфоидной ткани и коже), способствует поддержанию прочности слизистой

оболочки дыхательной и пищеварительной систем. Он участвует в восстановлении слизистой оболочки и целостности эпителия. Его способность влиять на пролиферацию эпителиальных клеток обусловлена ролью в репликации нуклеиновых кислот (например, рибонуклеотидредуктазы), транскрипции РНК-полимеразы и аминоксил-тРНК-синтетазы, а также синтезе белка посредством механистических мишеней рапамицинкиназы, mTOR (Maywald M., Wessels I., Rink L., 2017). Цинк необходим для клональной экспансии во время пролиферации и дифференцировки лимфоцитов до выполнения эффекторных функций (Failla M.L., 2003, Puertollano M.A., Puertollano E., de Cienfuegos G.Á., de Pablo M.A. 2011). Важна его роль в экспрессии мРНК и последующей трансляции в белки для продукции цитокинов макрофагами и лимфоцитами как при врожденном, так и при приобретенном иммунитете (Wang C., et al 2013).

Цинк (Zn) является важным элементом с широким спектром биологических функций. Более 200 Zn-металлоферментов регулируются Zn. Он играет важную роль в реализации репродуктивных качеств самцов крупного рогатого скота (Failla M.L., 2003, Puertollano M.A., Puertollano E., de Cienfuegos G.Á., de Pablo M.A., 2011, Zakošek Pipan M., et al 2021). Цинк содержится в сперматозоидах и в семенной жидкости, где его концентрация выше, чем во всех других жидкостях организма. В сперме млекопитающих Zn секретируется в основном предстательной железой (Kerns K., Zigo M., Sutovsky P. Zinc: A., 2018). Ионы Zn содержащиеся в семенной жидкости напрямую связаны с фундаментальными процессами связанными с приобретением сперматозоидами способности к подвижности и оплодотворению (Khalil W.A., El-Harairy M.A., Zeidan A.E.B., Hassan M.A.E. 2019). В отдельных исследованиях отмечается, что дополнительное введение источников Zn в рационы быков-производителей увеличивает количество сперматозоидов, повышает их подвижность, а также сопровождается увеличением выработки тестостерона, что приводит к улучшению структуры семенников у быков-производителей (Singh A.K., Rajak S.K., Kumar P., Kerketta S., Yogi R.K., 2018).

Цинк является мощным антиоксидантом в качестве структурного компонента супероксиддисмутазы (Zn-SOD), цитозольного и митохондриального межмембранного фермента, участвующего в превращении супероксидных радикалов ( $O_2^-$ ) в перекись водорода ( $H_2O_2$ ) (Bonaventura P., Benedetti G., Albarède F., Miossec P. 2015). Он также играет важную роль в синтезе оксида азота макрофагами, который является важной молекулой для уничтожения бактерий (Wo Y., et al 2022, Hou P., Li B., et al 2023). Так, было показано, что цинк снижает заболеваемость диареей телят после отъема, уменьшая повреждение кишечника и усиливая противовоспалительные факторы, повышая целостность слизистой оболочки за счет модулирования микробиоты кишечника. Например, добавки цинка уменьшали количество энтеробактерий и повышали уровни ацетата и бутирата, тем самым улучшая работу кишечника. Цинк также улучшал показатели роста молодняка, способствуя оздоровлению кишечника и целостности слизистой оболочки при одновременном снижении количества кишечной палочки (*Escherichia coli*) (Velasco E., et al 2018). Более того, было установлено, что добавки цинка могут ингибировать патогенные штаммы *Escherichia coli*, подавляя экспрессию альфа-гемолизина, экзотоксина, продуцируемого патогенными штаммами *Escherichia coli* (Pajarillo E.A.B., Lee E., Kang D.K. 2021).

При врожденном иммунитете дефицит цинка отрицательно влияет на миграцию нейтрофилов и макрофагов, фагоцитоз и уничтожение микробов, а также на целостность кожи и слизистых оболочек. При приобретенном иммунитете дефицит цинка влияет на функцию тимуса, а также на активацию, пролиферацию, дифференцировку и секрецию цитокинов лимфоцитами. Статус цинка играет важную роль в регуляции гормонов, в частности, в выработке тестостерона, необходимого для роста самцов животных и реализации репродуктивной функции, а концентрация цинка в сыворотке крови отрицательно коррелирует с частотой абортос у коров (Sobhanirad S., Carlson D., Bahari Kashani R. 2010, Enjalbert F., Lebreton P., Salat O.J., 2006).

Установлено, что введение в рационы бычков добавок, содержащих Zn-метионин, способствовало увеличению потребления сухого вещества по

сравнению с контрольными бычками, а также животными, получавшими добавки протеината или сульфата цинка. Кроме того, бычки, получавшие Zn-метионин или протеинат цинка, имели более высокие титры BHV1-специфических антител по сравнению с бычками, получавшими контрольный рацион. В другом исследовании показано, что введение Zn-метионина с добавками молодняку мясных пород, снижало уровень стресса, вызванного отъёмом и транспортировкой. При этом включение в рацион телок абердин-ангусской породы сульфата цинка или аминокислотного комплекса цинка в период, предшествующий транспортировке, приводило к усилению клеточно-опосредованного иммунного ответа на фитогемагглютинин по сравнению с контролем (Kessler J., et al 2003).

Также сообщается, что при введении метионина цинка в дозировке 54 мг/кг сухого вещества в рацион бычков, зараженных вирусом инфекционного ринотрахеита крупного рогатого скота, наблюдались более медленные темпы снижения потребления сухого вещества по сравнению с бычками, которых кормили оксидом цинка. Эти данные свидетельствуют о том, что во время потенциального стресса, такого как болезнь или транспортировка, адекватный статус цинка может иметь решающее значение для поддержания потребления сухого вещества у крупного рогатого скота, и способности преобразовывать животным корм для достижения максимальной эффективности производства говядины (Salyer G.B., et al 2004). Добавление хелатного цинка в рацион молодняку крупного рогатого скота увеличивало среднесуточный прирост, потребление корма и эффективность откорма по сравнению с добавками неорганического цинка (Nunnery G.A., et al 2007). Так, результаты исследований Spears J.W. и др. продемонстрировали положительное влияние протеината цинка на продуктивность откормочных бычков абердин-ангусской и герефордской пород по сравнению с неорганическими добавками. Установлено, что добавки цинка телятам и откормочному скоту повышали показатели мраморности мяса по сравнению с бычками, не получавшими цинк, что свидетельствует о влиянии цинка на общий жировой обмен бычков. Кроме того, несколько других

исследований показывают, что скармливание хелатированных аминокислот цинка, может улучшить здоровье и продуктивность животных жвачных животных и, в частности, коров (Spears JW, Kegley EB., 2002). Так, скармливание хелатных источников цинка (Zn-Met) коровам голштинской породы, повышало суточные надои молока на 12% и увеличивало производства молочного белка и жира на 26 % и 31 %, соответственно, по сравнению с неорганическим сульфатом цинка (Hassan A., 2011). Помимо этого, в ряде опубликованных источников сообщается, что дефицит цинка ассоциируется с хромотой и деформацией копыт. В то время, как добавление Zn-метионина телятам в период пастбищного содержания и откормочным бычкам снижало заболеваемость копытной гнилью (Abdollahi M., Rezaei J., Fazaeli H., 2020). Многие авторы отмечают положительное влияние цинка в виде наночастиц на показатели роста, усвояемость корма, параметры надоя, антиоксидантный статус, иммунный ответ и состав молока, а также воспроизводство жвачных животных (Abdelnour S.A., et al 2021; Cui Y, et al 2021).

В частности, в исследовании Abdollahi M. et al. установлено, что телята голштинской породы, получавшие наночастицы цинка, показали более высокий уровень потребления сухого вещества после отъема, усвояемость питательных веществ, чем телята, получавшие оксид цинка. При этом, обе формы цинка положительно влияли на концентрацию летучих жирных кислот, концентрацию аммиака и азота в рубце и повышали общую антиоксидантную способность крови телят (Abdollahi M., Rezaei J., Fazaeli H. 2020). Более того, добавка цинка в виде наночастиц увеличивала активность супероксиддисмутазы и концентрацию цинка в сыворотке крови более выражено по сравнению с оксидом цинка (Bakhshizadeh S., Mirzaei Aghjehgheshlagh F., Taghizadeh A., Seifdavati J., Navidshad B., 2019).

Таким образом, нами продемонстрирована важность оценки и коррекции рационов по таким важным химическим элементам: Ca, Se, Zn.

## 1.5 Заключение по обзору литературы

Анализ накопленной наукой информации убедительно показывает, что одним из путей устойчивого развития мясного скотоводства в Республике Саха (Якутия), как отрасли способной достичь самообеспечения населения Республики по мясу, является завоз в регион калмыцкой породы скота. Это определяется тесным родством калмыцкого скота с аборигенным якутским в рамках единой Турано-монгольской породной группы.

Генетические исследования показали, что среди всех российских пород калмыцкая порода оказалась ближе всего к якутской. При этом калмыцкая порода имеет очень сложную генетическую структуру, перспективную для ведения углублённой селекционной работы при самой значительном среди российских пород доле Якутского геномного компонента. Эти факты демонстрируют перспективность успешной акклиматизации калмыцкого скота к суровым условиям Якутии. Подтверждением этого являются результаты исследований А. А. Yurchenko et al., (2018) демонстрирующие присутствие у калмыцкого скота, других Турано-монгольских пород, генов, связанных с устойчивостью к холоду, что делает этих животных более пригодными для будущей адаптации к экстремальным холодным условиям Северной России, чем другой скот.

## 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на базе ООО «Нам» Верхневиллойского улуса, СПК «Солоонун» Мегино-Кангаласского улуса, СХПК «Крестях» Сунтарского улуса, СПЖК «Сайдыбы» с. Тулагино, СХПК «Бээрийэ» Усть-Алданского улуса, СХПК «Сэргэ» г. Якутска, ООО «Конезавод «Берте» Хангаласского улуса, ГБУ «Сахаагроплем" и ряда других предприятий Республики Саха (Якутия); предприятий Ленинградской и Вологодской областей в период с 2013 по 2023 год.

Объект исследования - крупный рогатый скот калмыцкой породы, завезённый в Республику Саха (Якутия), а также животные Якутской популяции симментальской породы и аборигенный якутский скот в качестве групп для сравнения; быки-производители разводимые в Ленинградской и Вологодской областях (при установлении общих закономерностей обмена химических элементов у быков-производителей), быки-производители симментальской породы разводимые в Республике Саха (Якутия). Работа проведена на поголовье свыше 2,5 тысяч голов, в том числе в научно-экспериментальных опытах более 300 животных. В процессе исследований было выполнено 10 научно – хозяйственных и балансовых опытов (рисунок 5).

В ходе исследований проведён всесторонний анализ литературных данных по проблеме, проанализирован опыт, накопленный по акклиматизации крупного рогатого скота; специфике адаптации животных к условия низких температурам, с анализом факторов сопряжённых с успешной адаптацией животных; описанием генотипа якутского скота в сравнении с другими породами и демонстрацией генетических аспектов адаптации. На основании всестороннего анализа накопленного наукой материала была сформулирована цель и задачи исследований. Дальнейшим продолжением работ стали исследования по оценке природно – климатических условий, геоботанического состава естественных пастбищ и биохимической характеристики кормовых трав на территории происхождения (Республика Калмыкия) и интродукции (Республика Саха (Якутия) животных.

На следующем этапе исследований дана всесторонняя оценка биологические и хозяйственные особенности калмыцкого скота в новой зоне разведения. С этой целью изучена динамика физиологических параметров коров якутской и калмыцкой породы в различные периоды года, с оценкой температуры

**Научные и практические аспекты повышения продуктивных качеств крупного рогатого скота в условиях Крайнего Севера России**

Исследования по оценке акклиматизации калмыцкого скота к условиям Якутии изучением изменений в элементном статусе, воспроизводстве, физиологии пищеварения животных.

Анализ накопленных наукой данных и обоснование интродукции калмыцкого скота в Республику Саха (Якутия).  
Природно-климатические и экологические факторы территорий разведения

Исследования биологических особенностей якутского и калмыцкого скота в условиях Якутии, с оценкой микробиома животных, этологических особенностей, параметров терморегуляции, гематологии и др.;

Разработка технологии повышения воспроизводительной способности быков-производителей на основе новых подходов к индивидуальной оценке и коррекции элементного статуса

Исследования по оценке хозяйственно-биологических особенностей животных калмыцкой породы в сравнении с якутским и симментальским скотом при пониженном уровне кормления (УК=1,2-1,4)

Исследования по оценке хозяйственно-биологических особенностей животных калмыцкой породы в сравнении с якутским и симментальским скотом при повышенном уровне кормления (УК=1,5-1,7)

Исследования по оценке хозяйственно-биологических особенностей калмыцкого скота при откорме с использованием минеральных добавок Якутии

Исследования на модели калмыцкого скота по отработке технологии «корова-теленки» в условиях Якутии

**Региональная модель ведения специализированного мясного скотоводства Республики Саха (Якутия)**

Рисунок 5 – Схема исследований

тела, частоты дыхания, частоты движений, частотой пульса и др. Проведены сравнительные исследования гематологических показателей завезённых животных калмыцкой породы в сравнении с Якутскими популяциями симментальского и якутского скота (более 30 параметров).

С целью изучения влияния элементного статуса, оцененного по уровню концентраций химических элементов в шерсти и нативной сперме на количественные и качественные характеристики спермы проведен научно-хозяйственный эксперимент на быках-производителях (n=55), возраст 3-4 года.

На основании полученных данных по концентрации сперматозоидов, содержанию отдельных химических элементов в семенной плазме и шерсти, быков-производителей разделяли на три группы: I - до 25-го перцентиля, II - в границах 25-75-го перцентиля, III - выше 75-го перцентиля (Skalnaya MG et al., 2003). Оцениваемые показатели в сперме: объем эякулята (мл) за 2 смежные садки, концентрация сперматозоидов (млрд/мл), активность сперматозоидов (балл), количество замороженных доз (шт.), в среднем за месяц, предшествующий отбору шерсти, количество брака. Элементный состав семенной плазмы и шерсти по 25 химическим элементам.

Условия кормления и содержания для всех обследованных животных были идентичными. В потребляемом суточном рационе кормления подопытных животных в двухмесячный период, предшествующий отбору образцов содержалось Ca – 77,3-97,5 г, P – 54,8-68,3 г, Fe – 740-930 мг, Cu – 128-169 мг, Zn – 440-550 мг, Mn – 601-769 мг, Co – 8,6-11,9 мг, I – 8,1-12,3 мг.

На втором этапе установлены референтные интервалы содержания химических элементов в биосубстратах быков-производителей (n=120). Апробация полученных норм проведена на быках-производителях (n=40) в условиях Ленинградской и Вологодской областей. Возраст быков в период отбора образцов составлял 3-5 лет. Все рационы кормления для быков-производителей соответствовали рекомендуемым нормам для данной половозрастной группы, живой массы, нагрузки.

Апробация разработанной технологии повышения воспроизводительной способности проведена в условиях ГБУ РС(Я) "Сахаагроплем" Якутска на быках-производителях симментальской породы, возраст в период отбора образцов составлял 2-5 лет (n=39). На первом этапе у всей микропопуляции животных были отобраны и проанализированы образцы семенной жидкости и шерсти. Полученные данные по концентрации химических элементов в семенной жидкости и шерсти, сравнивались с ранее установленными нормами. Основанием для отбора быков-производителей в группы являлся выявленный недостаток в семенной жидкости селена и цинка (ниже 25 перцентиля по  $Se < 1,25$  мг/кг,  $Zn < 7,86$  мг/кг) в шерсти кальция и селена (ниже 25 перцентиля,  $Ca < 479$  мг/кг,  $Se < 0,598$  мг/кг). Для проведения эксперимента быков-производителей разделяли на две группы: контрольную (n=10) и опытную (n=10).

Все рационы кормления для быков-производителей соответствовали рекомендуемым нормам для данной половозрастной группы, живого веса, нагрузки. Для восполнения выявленных дефицитов жизненно необходимых химических элементов:

- в семенной жидкости, в состав рациона опытных животных, дополнительно, включался Плексомин Se 2000 в дозировке 1,15 г/гол/сут. и Плексомин Zn 26 в дозировке 1,2 г/гол/сут. (наполнитель пшеничные отруби);

- в шерсти, в состав рациона опытным животным, дополнительно, к основному рациону вводили мел кормовой в дозе 50 г/гол/сут. с содержанием 37 % кальция, 0,18 % фосфора, 0,5 % калия, 0,3 % натрия, не более 5 % кремния и Плексомин Se 2000 в дозировке 1,15 г/гол/сут.

Животные контрольной группы получали основной рацион. Продолжительность экспериментального кормления составляла 90 суток.

Плексомин Se 2000 (Plexomin Se 2000) – кормовая добавка, содержащая не менее 2000 мг/кг селена в составе селеносодержащих инактивированных дрожжей культуры *Saccharomyces cerevisiae*.

Плексомин Zn 26 – кормовая добавка, содержащая глицината цинка не менее 98 % с содержанием цинка не менее 26 %. При расчете дозировок введения

корректируемых элементов в состав минерального премикса мы исходили из рекомендаций заводов-изготовителей.

Отбор образцов спермы в объеме не менее 3 мл производился утром на первые и 90 сутки эксперимента. Концентрацию сперматозоидов оценивали с помощью цифрового фотометра (IMV Technologies). Активность сперматозоидов (балл) изучалась с помощью фазово-контрастного микроскопа (Nikon ECLIPSE E400, Токио, Япония). Отделение семенной плазмы осуществляется путём центрифугирования образцов при 400 g в течение 5 мин. Содержание малонового диальдегида оценивалась с использованием реакции с тиобарбитуровой кислотой спектрофотометрическим методом. Активность фермента супероксиддисмутазы определялась по скорости убыли перекиси водорода в среде инкубации. Концентрацию перекиси водорода определяли по реакции с молибдатом аммония.

Отбор образцов шерсти производился с холки, путем выстрига необходимого по весу образца (0,4 г) ножницами из нержавеющей стали, предварительно обработанных этиловым спиртом. Для анализа формировалась проксимальная часть шерсти длиной не более 3 см. Последующее взятие образцов производили с одних и тех же участков на 90 сутки с отбором всей шерсти, отросшей за этот период.

Элементный состав шерсти, семенной жидкости определяли по 25 показателям (B, Na, Mg, Al, K, Ca, Mn, Co, Ni, Cu, Ga, Sr, Ag, Cd, In, Ba, Hg, Tl, Pb, Bi, Cr, Fe, Zn, As, Se) методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с использованием приборной базы ЦКП ФНЦ БСТ РАН <http://цкп-бст.рф>.

Отбор проб крови производили утром до кормления и поения. Кровь брали из хвостовой вены на уровне средней трети тела 2-5 хвостовых позвонков в вакуумные пробирки. Содержание малонового диальдегида оценивалась с использованием реакции с тиобарбитуровой кислотой спектрофотометрическим методом. Активность фермента супероксиддисмутазы определялась по скорости убыли перекиси водорода в среде инкубации. Концентрацию перекиси водорода определяли по реакции с молибдатом аммония.

В ходе исследований по изучению адаптации калмыцкого скота к новым условиям обитания дана детальная оценка изменениям в элементном статусе животных по 25 показателям, в том числе взрослых коров и их потомков.

В ходе изучения особенностей физиологии пищеварения животных калмыцкой породы дана оценка рН-рубца, температуру и активности рубца. С использованием болусов-датчиков системы SmaXtec изучено действие природно-климатические факторы на физиологию рубца.

В рамках исследований по оценке успешности акклиматизации калмыцкого скота к новой среде обитания дана всесторонняя оценка микробиома животных этой породы в сравнении с микробиомом аборигенного якутского скота. Изучен полиморфизм микросателлитных локусов ДНК у изучаемых пород.

В качестве одного из основных параметров, оцениваемых при изучении адаптации ввезённого в Республику Саха (Якутия) скота стали исследования по оценке репродуктивных качеств коров и телок калмыцкой породы в мясных стадах хозяйств Республики. В ходе этих исследований дана оценка воспроизводительных качеств коров и телок, с определением делового выхода телят и др.

В процессе сравнительных этологических исследований на модели животных калмыцкой и якутской пород изучены специфические особенности суточного поведения коров и телят. Дана оценка породным различиям в поведении животных на пастбище.

Закономерным продолжением работы стал следующий этап экспериментальных исследований в ходе, которого дана комплексная оценка хозяйственно-биологических параметров животных калмыцкой породы при умеренном и интенсивном уровнях кормления в сравнении с животными симментальской и якутской пород. При этом в качестве группы сравнения выступили чистопородные животные симментальской породы, полученные путём поглотительного скрещивания коров якутской породы с быками симментальской породы с последующим разведением в себе.

В рамках реализации данного этапа исследований было проведено две серии экспериментов, соответственно при различных уровнях кормления (УК) определяемых по Н.Г. Григорьеву и др. (1989). В первом эксперименте фактический УК составил - 1,2-1,4; во втором эксперименте - 1,5-1,7. Эксперименты этой серии проведены на базе хозяйств-партнёров Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Якутская государственная сельскохозяйственная академия» СХПК «Кылыс» Горного улуса, ГУП «Сахаплемобъединение», СХПК «Сатабыл» Хангаласского улуса и подсобного хозяйства Якутской ГСХА. Согласно схеме опытов, животные (бычки) до 8 месячного возраста находились на подсосе под коровами, в последующем после отбивки, вплоть до окончания экспериментов в 18 месячном возрасте, были переведены на стойловое содержание с дачей рационов, обеспечивающих различные уровни кормления.

Эксперимент по оценке хозяйственно-биологических параметров животных калмыцкой породы в сравнении с аналогами при пониженном уровне кормления (УК=1,2-1,4) проведён на модели бычков якутского (I группа), симментальского (II группа) и калмыцкого (III группа) скота. Для проведения исследований было сформировано три группы новорождённых бычков (n=15). В ходе исследований дана оценка: особенностям роста и развития, изучена мясная продуктивность в 12 и 18 месячном возрасте, в том числе с оценкой органолептических параметров продукции.

Эксперимент по оценке хозяйственно-биологических параметров животных трёх сравниваемых пород при повышенном уровне кормления (УК=1,5-1,7) предполагал отбор трёх групп (n=15) новорождённых бычков: якутской (I группа), калмыцкой (II группа) и Якутской популяции симментальского скота (III группа). При выполнении данного исследования нами была изучена переваримость корма подопытными животными, гематологические параметры и характеристики обмена веществ, рост и развитие животных, мясная продуктивность, биоконверсия кормов, проведена оценка экономической эффективности производства говядины при повышенном уровне кормления.

Исследования по оценке адаптационных изменений в организме калмыцкого скота выявили целый ряд изменений в элементном статусе животных, что стало основанием к проведению эксперимента с целью оценки параметров биоконверсии кормов животными калмыцкой породы в условиях Якутии на фоне дополнительного введения минеральных веществ. В качестве минеральной добавки использован комплекс содержащий цеолит и кемпендяйскую соль.

С этой целью в условиях СПК «Солоонун» (МР «Мегино-Кангаласский улус» Республики Саха (Якутия) были отобраны две группы четырнадцатимесечных животных (n=50) (контрольная и опытная). Животные сравниваемых групп получали рационы одного и того же состава с тем отличием, что бычкам опытной групп дополнительно скармливали хонгуринский цеолит в количестве 0,2 кг и кемпендяйскую соль 0,045 кг на 1 голову в сутки. В конце эксперимента проведен контрольный убой, с детальным изучением морфологического состава туш и определением химического состава тканей и органов. На основании этих данных и материалов по учёту потребления кормов и их питательности были рассчитаны параметры биоконверсии питательных веществ в пищевую продукцию.

С целью изучения отдельных аспектов технологии «корова-телёнок» в условиях Республики Саха (Якутия) нами проведён научно-хозяйственный опыт на модели калмыцких коров с телятами (I группа) в сравнении с поместными аналогами, в качестве которых выступили коровы симментальской породы с телятами кросса «симментал-галловей» (II группа). С этой целью было отобраны коровы, с телятами, которые к началу пастбищного периода (конец мая) были переведены на пастбища. В этот период телята были в возрасте 2,0-2,5 месяцев, разница по датам рождения составляла не более 2 недель.

Коровы с телятами выпасались на огороженных территориях с контролируемым пастбищеоборотом: 1 – с 25 мая до 29 июня пастбище в «Хара талах» площадью 40 га; 2 – с 30 июня по 25 июля пастбище в «Кипрейный» площадью 30 га; 3 – с 26 июля по 15 сентября пастбище в «Сунтар алааһа» площадью 30 га. Все зоотехнические исследования основывались на методике,

изложенной в пособии «Основы опытного дела в животноводстве» (А.И. Овсянников, 1976). Подбор животных в группы осуществлялся по принципу пар – аналогов, каждый генотип отражал средние показатели по месту исследования.

После отъёма от матерей до реализации на мясо бычков выращивали в летнее время на естественных пастбищах, в зимнее на откормочных площадках открытого типа. Телок выращивали на изолированных фермах. Летом – на пастбищах, зимой – в помещениях с выходом на выгульно–кормовые площадки. Рационы подопытного молодняка разрабатывались с учётом рекомендаций А.П. Калашников и др., (2003) с использованием компьютерной программы «КормОптима».

Конверсию питательных веществ и энергии корма в продукцию изучали на основании рекомендаций В.И. Левахина, Г.И. Левахина, С.А. Мирошникова (1999). Особенности роста и развития животных изучали на основании результатов ежемесячных взвешиваний. Живую массу взрослого поголовья и молодняка определяли по периодам. Рассчитывали абсолютный, среднесуточный приросты живой массы и относительную скорость роста подопытных животных.

Экстерьер подопытных животных изучали по данным взятия основных промеров тела и рассчитанных на их основании индексов телосложения в начале, середине и в конце научно-хозяйственного эксперимента.

Уровень кормления (УК) определяли по Н.Г. Григорьеву и др. (1989):

$$УК = (ЧЭп + ЧЭпр) / ЧЭп$$

ЧЭп – чистая энергия поддержания, МДж;

ЧЭпр – чистая энергия продукции, МДж.

Чистая энергия поддержания жизни устанавливалась на основании данных ежемесячных взвешиваний животных по формуле, предложенной ARC, (1984).

$$ЧЭп = 5,67 + 0,061M,$$

где ЧЭп – чистая энергия поддержания, МДж

M – живая масса животного, кг.

Чистая энергия продукции определялась на основании данных о среднесуточном приросте и живой массы животных по рекомендациям ARC, (1984) как:

$$\text{ЧЭпр} = \text{ССП}(6,28+0,0188\text{M})/(1-0,3\text{ССП}),$$

где ЧЭпр – чистая энергия продукции, МДж,

ССП – среднесуточный прирост живой массы, кг;

М – масса животного, кг.

Для определения коэффициента продуктивного использования обменной энергии использовали уравнение Блекстера:

$$\text{КПИ ОЭ} = 0,0414 \text{ КОЭ},$$

где КПИ ОЭ - коэффициент продуктивного использования обменной энергии;

КОЭ – концентрация обменной энергии, МДж/кг СВ.

Химический состав кормов и их остатков, продуктов выделения определяли методами, предусмотренными ГОСТ Р 51038-97 и ГОСТ Р 52839-2007. Согласно полученным данным изучали переваримость и усвояемость питательных веществ, устанавливали интенсивность обмена в организме животных азота и минеральных элементов (кальция, фосфора). Ботанический состав травостоя изучаемых территорий разведения скота определили методом весового анализа входящих трав с учётом содержания ценных видов растений.

Химический состав кормов и биосубстратов животных определялся в независимом аккредитованном Испытательном центре ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аккредитация Госстандарта России – Рос. RU № 000121 ПФ59 от 19.05.2011 г.) по стандартизированным методикам (ГОСТ 31640–2012, ГОСТ 32044.1.2012, ГОСТ 13496.15 – 97, ГОСТ 51479 – 99, ГОСТ 23042 – 86, ГОСТ 25011-81, ГОСТ Р 53642 – 2009).

Питательный и химический состав растительных кормов определяли на Spetra star XTUnity Scientific Spectra StarModel 1400 XT-3.

Морфофизиологические показатели крови (количество эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина, гематокрит, MCV, MCH, MCHC, тромбоциты, MPV,

PDW, PCT) определяли в автоматическом гематологическом анализаторе PCE-90 VET по существующим методикам.

Биохимические исследования проводили на автоматизированном анализаторе «Meldonik», предназначенном для определения таких показателей, как общий белок, активность ферментов АСТ (аспартатаминотрансферазы) и АЛТ (аланинаминотрансферазы), лактатдегидрогеназа, щелочная фосфатаза, креатинкиназа, гамма-глутамилтрансфераза, холестерин общий, триглицериды, мочевины и глюкоза.

Клинико-физиологические показатели (температура тела, частота дыхания и пульса) исследовали по методике, принятой в ветеринарии. Измерения проводили один раз в месяц в течение суток в одно и то же время: утром (8:00-9:00 ч), днём (14:00-15:00 ч) и вечером (20:00-21:00 ч).

Данные о состоянии организма животных (двигательную активность, температуру и показатель уровня рН рубца) измеряли с помощью инновационной технологии мониторинга крупного рогатого скота изнутри комплексной системой SmaXtec (официальное представительство smaXtec в России компания ООО "АГРОБИОДАТА"). Производственная апробация результатов научно-исследовательского опыта была проведена по методике ВАСХНИЛ (1984).

Воспроизводительную способность коров и тёлочек изучали по периодам цикла воспроизводства. Определяемые показатели: возраст, живая масса тёлочек при проявлении первых половых циклов, завершение полового созревания, первая случка, оплодотворение и отёл.

По сезонам года изучали элементный состав волосяного покрова. Элементный состав биосубстратов исследовали в лаборатории общества с ограниченной ответственностью «Микронутриенты» (г. Москва) по 25 показателям (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Sr, V, Zn). Определение состава элементов в исследуемых пробах шерсти проводили методами масс-спектрометрии (МС-ИСП) и атомно-эмиссионной спектрометрией с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) и

АЭС Optima 2000 DV и Nexion 300 D (Perkin Elmer, США). Статистическую обработку данных осуществляли при помощи U-критерия Манна-Уитни.

Исследования по оценке поведения животных проводили с использованием методики «Изучение поведения сельскохозяйственных животных в больших группах», разработанная в НИИ животноводства Лесостепи и Полесья УССР (Админ, 1977). Температура и влажность воздуха измерялась психрометром Ассмана, скорость ветра - крыльчатый анемометром. Показатели актинометрических измерений взяты в аэрологической станции г. Якутска, находящейся в 40 км от места наблюдений. Собственные материалы по метеосведениям были сверены с данными той же станции. Работа проводилась в течение двух смежных суток (48 часов). При исследованиях на пастбище под наблюдением находились по пять голов из группы якутских и калмыцкой коров с телятами.

Животные в течение суток находились на пастбище - надпойменной террасе р. Сола – естественный луг с преобладанием лугового разнотравья со средней урожайностью зелёной массы 18-20 ц/га (рассчитано укосным методом).

Изучение поведения животных проводилось на основе заполнения заранее подготовленного учётного листа, на котором наблюдатель фиксировал количество животных в момент пастбищного кормления, водопоя, передвижения, отдыха стоя, лёжа.

Молекулярно-генетические исследования проводили в лаборатории государственного бюджетного учреждения Республики Саха (Якутия) «Сахаагроплем» иммуногенетическими тестами по общепринятой методике реакции агглютинации с моноспецифическими сыворотками. Генотип животных по группам крови устанавливали постановкой серологических реакций с использованием стандартных тест – сывороток (монорецепторных реагентов), способных давать реакцию гемолиза за счёт антител одной специфичности. Обработка экспериментальных данных выполнена с помощью надстройки для «Microsoft Excel»-GeneAlex 6.5.

Исследования микробиома животных калмыцкой и якутской пород производили на модели рубца (рубцовая жидкость) и толстого кишечника проводились в Центре коллективного пользования «Персистенция микроорганизмов» Института клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН (Оренбург, Россия).

Для этих целей был использован метод секвенирования нуклеиновых кислот (метода T-RFLP), позволяющий идентифицировать в плоть до вида организмы, для которых установлена последовательность 16S-рибосомальной РНК. Исследования по оценке метагеномного разнообразия микробиоценоза включали: последовательное выделение и проведение трёхкратной очистки, измерение концентрации ДНК (Nanodrop, ThermoScientific, Qubit 2.0 (Invitrogen/LifeTechnologies, USA) для построения кривых оптической плотности ДНК и оценки показателя ОП (260)/ОП (280) и для определения концентрации в нг/мкл, по этапам: 1 ПЦР со специфичными 16S прокариотическими праймерами; 2 ПЦР с адаптерами и индексами протоколов NexteraXT. Дальнейший анализ микрофлоры осуществлялся методом метагеномного секвенирования (секвенатор второго поколения MiSeqIllumina, США), с дальнейшей биоинформатикой: объединение видов (R1 и R2) с использованием программы PEAR (Pair-EndAssembleR, PEARv0.9.8, April 9, 2015). Фильтрацию, дерепликацию, удаление химерных последовательностей, кластеризацию, сортировку (отсечки singletons), удаление контаминации производили с использованием программы USEARCH (Edgar R. C., Haas B. J., Clemente J. C., Quince C., Knight R., 2011). Для репликации использован алгоритм – `derep_prefix`. Для кластеризации и удаления химерных последовательностей использован алгоритм – `cluster_otus` (<http://drive5.com/usearch>). Для таксономической классификации последовательностей VAMPS и справочной визуализации использован ресурс VAMPS (TheVisualizationandAnalysisofMicrobialPopulationStructures<https://vamps.mbl.edu/>) и база данных SILVA (Huse SM, Mark Welch DB, Voorhis A, Shipunova A, Morrison HG, Eren AM, Sogin ML., 2014).

Мясную продуктивность определяли путём проведения контрольного убоя по возрастным периодам трёх животных из каждой группы по методике П.Б. Житенко. Правые полутуши, охлаждённые при температуре от  $-2...+4$  °С в течение 24 часов, разделяли на естественно-анатомические части: шейная, плечелопаточная, спинно-рёберная, поясничная с пашиной, тазобедренная. Органолептическая оценка качества мяса была проведена в научно-исследовательской клинко-диагностической лаборатории ФГБОУ ВО «Якутская ГСХА» согласно ГОСТу 9959-2015 «Мясо и мясные продукты».

В ходе исследований дана оценка качеству мяса полученного от подопытных животных согласно ГОСТ 33818-2016 Мясо. Говядина высококачественная.

Экономическая эффективность производства говядины определялась исходя из затрат на содержание коровы с телёнком до 8 месяцев, имеющихся производственных затрат на выращивание, доращивание и откорм молодняка в зависимости от породы, пола и возраста.

Цифровой материал обработан биометрическими методами описанными Н.А. Плохинским, 1970; Е.К. Меркурьевой, 1985; Г.Ф. Лакиным, 1991 с использованием программного обеспечения Microsoft Excel и Statistica 10.0.

### **3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

#### **3.1. Природно-климатические и экологические условия на территориях разведения крупного рогатого скота калмыцкой породы**

##### **3.1.1. Природно - климатические особенности Якутии, влияющие на развитие животноводства в регионе**

Природно – климатические и почвенные особенности Республики Саха (Якутия) представлены в научных работах Б.В. Мизюк, А.Я. Тарабукина, (1940); Д.И. Шашко, (1961, 1967); Л.Г. Еловской, (1964); М.К. Гавриловой, (1973); А.К. Мозолева, (1973); И.И. Поисеева, (1976); Л.Г. Еловской, А.К. Коноровского, (1978); Д.Д. Саввинова, К.Е. Кононова (1981) и др. авторов.

Республика Саха (Якутия) занимает территорию в 3,1 млн. км<sup>2</sup> или 18 % всей территории Российской Федерации. Общая протяжённость территории Республики с севера на юг – 2000 км, а с запада на восток – 2500 км, 40 % территории Республике находится за Полярным кругом, в зоне вечной мерзлоты. Область вечной мерзлоты толщиной от 100 до 500 м с участками незамерзающих источников. Верхние слои земли зимой промерзают, а летом оттаивают на 0,5-1,0 м и более (А.А. Богушевский, 1974).

Почвенный покров Центральной Якутии имеет широкое разнообразие различных типов почв – около 20 типов и свыше ста разновидностей (Л.Г. Еловская, А.К. Коноровский, Д.Д. Саввинов, 1966). Мерзлотные черноземовидные почвы развиты на надпойменных террасах рек, аласов и на лугово – степных участках тайги. На этих почвах расположена большая часть кормовых угодий, основным их видом являются аласы.

Аласы – ценные естественные кормовые угодья, их размер колеблется от 5 до 50 га и более, основу травостоя составляют злаковые с небольшой примесью бобовых и разнотравья.

В Якутии климат резко континентальный. Абсолютный минимум температур составляет -60...-68 °С, повышаясь с запада на восток. Нет другого места на планете, где амплитуда колебаний температуры достигла бы 106 С. Именно здесь находится «полюс холода» – с. Оймякон (в 1934 году С.В.

Обручём была зафиксирована температура  $-72,0$  С). Количество безморозных дней в Центральной Якутии колеблется в пределах 60 – 100. Средняя температура самого холодного месяца (Январь) в некоторых местах (Верхоянск, Оймякон) достигает  $(-50^{\circ}\text{C})$ , а самого тёплого (июль) составляет  $+14...+18^{\circ}\text{C}$ . (М.К. Гаврилова, 1973)

Следует отметить, что в Якутии резкая континентальность климата обуславливается продолжительной зимой с довольно устойчивыми сильными морозами при почти полном безветрии и жарким засушливым летом с температурами воздуха, достигающими  $+36...+38^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность осени и весны сведены к минимуму. Наиболее холодные зимы в северо – восточных и центральных улусах, средняя температура воздуха в январе достигает в этих улусах  $-40^{\circ}\text{C}$ , для них характерна большая инверсия температуры воздуха (О.В. Егоров, 1965).

Наиболее благоприятной зоной для развития сельского хозяйства является Центральная Якутия, которая, в свою очередь, состоит из четырёх подзон: Лено – Алданского междуречья, приленской левобережной группы центральных улусов, улусов долины реки Вилюй и юго-западных приленских районов.

Две первые подзоны – это наиболее засушливые сельскохозяйственные районы. Период с температурой выше  $10^{\circ}\text{C}$  в среднем составляет 95 дней. Безморозный период также длится 95 дней. Годовая сумма осадков 190–200 мм. Зона относится к территориям сверхрискованного земледелия.

В привилуйских районах среднегодовые температуры несколько выше (на  $2-3^{\circ}\text{C}$ ), чем в двух первых подзонах. Период с температурой выше  $10^{\circ}\text{C}$  90–95 дней. Годовая сумма осадков 210–250 мм. Юго-западная приленская зона наиболее благоприятна для земледелия. Средняя температура января на  $10-13^{\circ}\text{C}$  выше чем в Якутске. Период с температурой выше  $10^{\circ}\text{C}$  длится 90–100 дней. Осадков выпадает 250–400 мм., здесь хорошо развиты все отрасли животноводства.

Существенным неблагоприятным фактором является вероятность почти на всей территории заморозков в период вегетации растений с понижением температуры в июне и июле до  $-7^{\circ}\text{C}$ , в августе до  $-11^{\circ}\text{C}$ .

Вторым не менее важным фактором является влагообеспеченность. Вся территория республики, за исключением Южной Якутии, относится к засушливой зоне. На летний период, по средним многолетним данным, приходится 120–140 мм осадков.

В начале лета (май, июнь), в первые фазы роста растений, обеспеченность влагой чаще недостаточна, а в отдельные годы осадков вообще не бывает. К тому же в течение 20-30 дней в период вегетации бывают суховеи (И.А. Матвеев, 1993). Основным фактором, определяющим характер климата холодного периода Якутии, является отрог азиатского антициклона, почти полностью заполняющий территорию республики в это время. Продвижение циклонов с запада на восток, на севере республики часто сопровождаются сильными ветрами, и продолжительными метелями. В северо – восточной части территории потепление в зимнее время происходит при северо-восточных и восточных ветрах, обусловленных притоком тёплых и влажных масс воздуха с Тихого Океана. В юго–восточной части и в центральных улусах Якутии значительное потепление вызывается выносом тёплого влажного воздуха с Охотского моря в северо–западном направлении (Атлас сельского хозяйства, 1989).

Климат Якутии характеризуется также очень малым количеством осадков. Большая часть осадков (около 70 %) выпадает в тёплое время года, преимущественно в виде дождя. Максимум их приходится на июль и август. Благодаря этому в Якутии наблюдается сравнительно небольшая глубина снежного покрова. Средняя максимальная глубина снежного покрова в большинстве улусов республики не превышает 30 - 60 см., а наименьшая характерна для тундровых, яно – индигирских и центральных улусов. В горных районах снег распределяется неравномерно: наибольшая глубина снега бывает в долинах распадков, по надпойменным террасам у подножий крутых склонов и в снежных надувах в верхнем поясе гор (до 70 - 80 см).

Егоров О.В. (1965) отмечает, что большая часть снега обычно выпадает в октябре–ноябре, в середине зимы осадков бывает мало, а максимум глубины снежного покрова приходится на март–апрель. В лесу мощность снежного покрова во многом зависит от видового состава и сомкнутости крон древостоев. В кронах лиственниц значительно меньше задерживается снега, и при одинаковой сомкнутости полога леса снежный покров здесь всегда бывает глубже, чем в ельниках, кедрачах, и сосняках. Для Якутии (за исключением тундровых районов) характерна рыхлость снежного покрова и отсутствие на протяжении большей части зимы уплотнённых прослоек и настов, связано это с малой подвижностью воздуха и отсутствием оттепелей. Наст в лесной зоне образуется лишь весной, когда на хорошо прогреваемых участках появляются проталины.

Следовательно, обладая огромными территориями, Якутия находится в зоне абсолютного холода, что затрудняет ведение сельского хозяйства. В то же время, усилиями местного населения здесь созданы очаги хотя и рискованного, но устойчивого земледелия и разведения домашних животных. И те короткие промежутки безморозного периода позволяют получать определённое количество растительных кормов для животноводства.

### **3.1.2 Последствия потепления климата в Республике Саха (Якутия), объективные предпосылки к развитию мясного скотоводства в регионе**

Территория Якутии во всем своём многообразии испытывает на себе последствия глобального потепления климата. Это красноречиво подтверждается многочисленными исследованиями ученых Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН Ю.Б. Скачкова (2012, 2017), А.Н. Горохова, А.Н. Федорова (2018, 2020) и других установивших, что последние 50 лет характеризуются непрерывным и нарастающим повышением температуры воздуха в Якутии.

По данным исследований А.Н. Федорова (2020) в 1988-2006 гг. Это выражалось сдвигом температуры флуктуации средних годовых температур воздуха происходили вдоль уровня +0,6 °С, затем просматривается второй сдвиг, после которого флуктуации стали происходить по уровню +1,4 °С (2007-2016 гг.)

и в последние три года уровень отклонений составляет +2-2,5 °С. (Федоров А.Н., 2020)

Период 1995-2004 гг. характеризовался некоторым потеплением, при котором были достигнуты значения индекса протаивания арктического потепления 1930-1940 гг. Коренной сдвиг к летнему потеплению произошёл в 2004-2005 гг., и с 2005 г. флуктуации индекса протаивания идут на уровне около +150...+200 градусо-дней, что составляет 8-10% от многолетней нормы. (Федоров А.Н., 2020)

В 1989-2013 гг. среднее отклонение индекса промерзания в умеренно-бореальной зоне со сплошной криолитозоной составляло около +300 градусо-дней, мерзлотные ландшафты в это время не могли аккумулировать необходимый запас холода. С 2014 до настоящего времени зимние температуры ещё потеплели, средние значения отклонений превысили +500 градусо-дней. (Федоров А.Н., 2020). Со II-ой половины 2000-х годов наблюдается некоторое увеличение осадков в умеренно-бореальной зоне со сплошной криолитозоной (среднее отклонение более +30 мм) (Федоров А.Н., 2020). Дальнейший прогноз климатических изменений в Республике наглядно демонстрирует факт ожидания существенных изменений в условиях ведения сельского хозяйства в регионе, что неминуемо повлечёт за собой пересмотр сложившихся технологий содержания сельскохозяйственных животных и разработке новых подходов в отраслях растениеводства и животноводства.

Ландшафты центральной Якутии, территории разведения калмыцкого скота, по данным научных трудов ученых ИМЗ СО РАН, находится в зоне максимальных изменений среднегодовых температур (0,5-0,6 С/10 лет и более). В связи с этим создаются благоприятные климатические условия для устойчивого развития отрасли специализированного мясного скотоводства в регионе, успешная реализация технологии которого в большей степени также зависит от природных факторов.

Таким образом, изменение климата в Якутии даёт возможность отрасли скотоводства региона находить новые направления производства, в том числе

увеличение поголовья крупного рогатого скота мясной породы, которое в изменяющихся климатических условиях Крайнего Севера быстро проходит адаптацию, реализует свой имеющий генетический потенциал и показывает высокую мясную продуктивность.

### **3.1.3. Природно-климатическая характеристика Республики Калмыкия, территории происхождения калмыцкого скота, и Республики Саха (Якутия), территории современного разведения калмыцкого скота**

Оценка адаптационных изменений в организме животных калмыцкой породы, равно как и любой другой породы, перемещённой из одной природно-климатической зоны в другую будет далеко не полной без детального рассмотрения природно-климатических условий происхождения и обитания животных. Необходимо отметить, что современная территория разведения животных калмыцкой породы в Якутии находится на расстоянии более 5 тысяч км от места его происхождения - Республики Калмыкия. Основной особенностью природно-климатических условий Якутии, как и Калмыкии, является резко континентальный климат. Климат сравниваемых территорий существенно отличается, в частности по величине и характеру изменений температуры воздуха, по среднему количеству осадков, продолжительности и смене сезонов (таблица 4).

По данным таблицы можно получить представление о существенных отличиях климатических условий, в которых разводились животные калмыцкой породы до и после завоза в Якутию. Следует отметить, что в годовой динамике показателей температуры воздуха Калмыкии наблюдаются четыре месяца с отрицательной среднемесячной температурой воздуха – с декабря по март, тогда как в Якутии данный показатель составляет семь месяцев – с октября по апрель.

Таблица 4 – Изменения температуры воздуха в Республиках Калмыкия и Якутия

| Месяц    | Температура, °С            |        |            |                |        |            |                |        |            |
|----------|----------------------------|--------|------------|----------------|--------|------------|----------------|--------|------------|
|          | Среднемесячная температура |        |            | Абсолютный max |        |            | Абсолютный min |        |            |
|          | Калмыкия                   | Якутия | отклонения | Калмыкия       | Якутия | отклонения | Калмыкия       | Якутия | отклонения |
| Январь   | -6,7                       | -41,8  | ↓35,1      | 14             | -5,8   | ↓19,8      | -34            | -63,0  | ↓29,0      |
| Февраль  | -6,0                       | -35,8  | ↓29,8      | 16             | -2,0   | 42↓18,0    | -32            | -64,4  | ↓32,4      |
| Март     | -0,7                       | -22,0  | ↓21,3      | 23             | 12,4   | ↓10,6      | -27            | -54,9  | ↓27,9      |
| Апрель   | 8,5                        | -7,1   | ↓15,6      | 31             | 21,1   | ↓9,9       | -11            | -41,0  | ↓30,0      |
| Май      | 16,5                       | 6,0    | ↓10,5      | 37             | 31,1   | ↓5,9       | -3             | -18,1  | ↓15,1      |
| Июнь     | 21,1                       | 15,4   | ↓5,7       | 39             | 35,1   | ↓3,9       | 4              | -5,3   | ↓9,3       |
| Июль     | 24,2                       | 18,9   | ↓5,3       | 42             | 38,4   | ↓3,6       | 9              | -1,5   | ↓10,5      |
| Август   | 23,0                       | 15,0   | ↓8,0       | 43             | 35,4   | ↓7,6       | 5              | -7,8   | ↓12,8      |
| Сентябрь | 16,5                       | 6,0    | ↓10,5      | 37             | 27,0   | ↓10,0      | -2             | -14,8  | ↓12,8      |
| Октябрь  | 9,1                        | -8,2   | ↓17,3      | 30             | 18,6   | ↓11,4      | -10            | -40,8  | ↓30,8      |
| Ноябрь   | 1,8                        | -28,3  | ↓30,1      | 24             | 3,9    | ↓20,1      | -28            | -54,6  | ↓26,6      |
| Декабрь  | -3,6                       | -39,3  | ↓35,7      | 18             | -3,9   | ↓21,9      | -34            | -59,8  | ↓25,8      |
| Год      | 8,6                        | -9,8   | ↓18,4      | 43             | 38,4   | ↓4,6       | -34            | -64,4  | ↓30,4      |

Кроме того, если самым холодным месяцем в Калмыкии считается январь со среднемесячной температурой  $-6,7^{\circ}\text{C}$ , при этом средняя температура в зимние месяцы в данном регионе не опускается ниже  $-7^{\circ}\text{C}$ , то в Якутии в течение пяти месяцев с ноября по март включительно средняя температура составляет ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ , а в самые холодные зимние месяцы декабрь и январь среднемесячная температура находится на уровне  $-39,3^{\circ}\text{C}$  и  $-41,8^{\circ}\text{C}$  соответственно, что примерно на  $35,1^{\circ}\text{C}$  ниже, чем в степной зоне Калмыкии (рисунок 6).

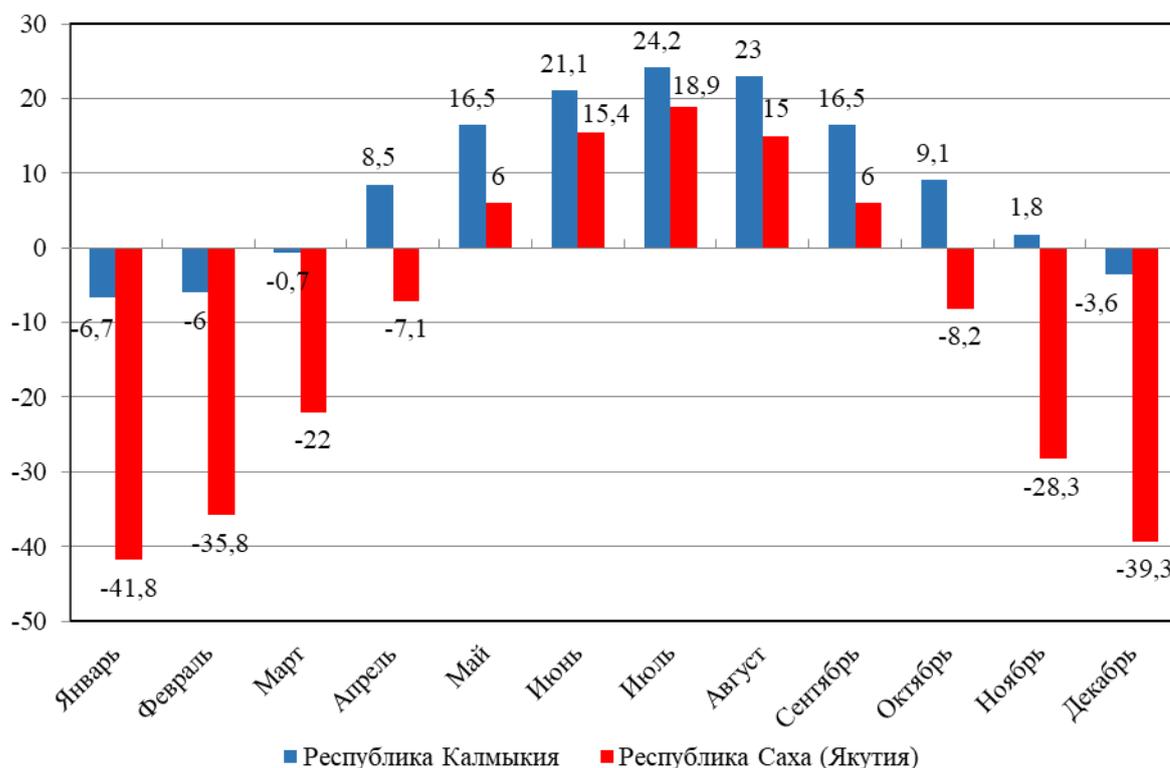


Рисунок 6 – Динамика среднемесячной температуры воздуха в Калмыкии и Якутии

Продолжительность зимнего периода в Калмыкии составляет четыре месяца или примерно 100-120 дней, а зимний стойловый период в Якутии продолжается более семи месяцев, или от 220 до 240 дней. Отрицательные температуры начинают фиксироваться, начиная с октября и до апреля месяца. Абсолютный минимум температуры в Якутии ниже  $-40,0^{\circ}\text{C}$  (рисунок 7).

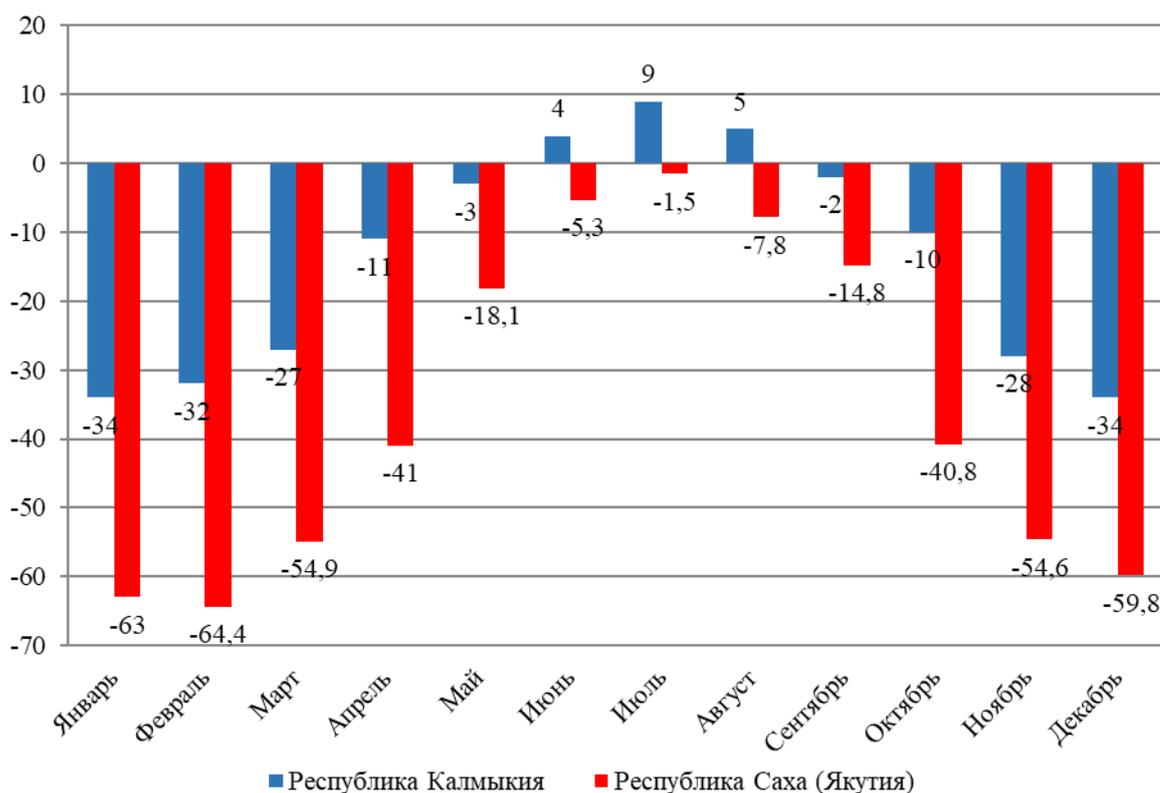


Рисунок 7 – Абсолютный минимум температуры воздуха в Калмыкии и Якутии

Также отметим, что в Якутии абсолютный минимум в течение года находится ни уровне ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , то есть и в летние месяцы отмечается температура ночью  $-1,5^{\circ}\text{C}$ .

Следовательно, в результате вышеуказанного, продолжительность стойлового содержания в Якутии составляет 250-270 дней, что более чем в 2 раза длиннее чем в Калмыкии.

Среднемесячная температура в мае и в сентябре, составляющая в среднем  $6^{\circ}\text{C}$ , существенно влияет на появление всходов кормовых трав весной и на значительное снижение питательной ценности трав осенью. Более благоприятное время для появления всходов и активной вегетации кормовых растений наступает с периодом с температурой воздуха  $+6^{\circ}\text{C}$  и выше. Если в Калмыкии данный период наблюдается с начала апреля до конца октября с продолжительностью в среднем от 205 до 210 дней, то в Якутии этот период начинается с третьей декады мая и до первой декады сентября с продолжительностью 110-115 дней, что в 1,8

раза короче данного показателя Калмыкии. Это сказывается в сроках пастбищного периода, сравнительно короткий вегетационный срок кормовых растений, суровые условия зимнего периода, наличие вечной мерзлоты, низкое влагообеспечение, в отдельные годы, ранние и поздние заморозки существенно сказываются на росте и развитии кормовых растений (А.Е. Степанова, 2011; А.Г. Емельянова, 2013) и отражаются в сроках заготовки кормов, которые начинаются в Якутии только с середины июля и продолжаются вплоть до конца сентября месяца. Самыми тёплыми месяцами года в обоих регионах являются летние месяцы с июня по август. Разница показателя температуры воздуха в эти месяцы составляет от 5,3 до 8,0 °С. В Калмыкии тёплое время года, когда средняя температура составляет выше 16 °С, включает период с мая до сентября включительно. Тогда как в Якутии май и сентябрь со средним показателем температуры в 6 °С, остаются более прохладными, чем апрель со средней температурой 8,5 °С и октябрь с температурой 9,1 °С. При этом в Калмыкии абсолютный максимум температуры в дневное время фиксируется в августе на уровне +43 °С, то в Якутии – в июле данный показатель составил +38,4 °С (рисунок 8).

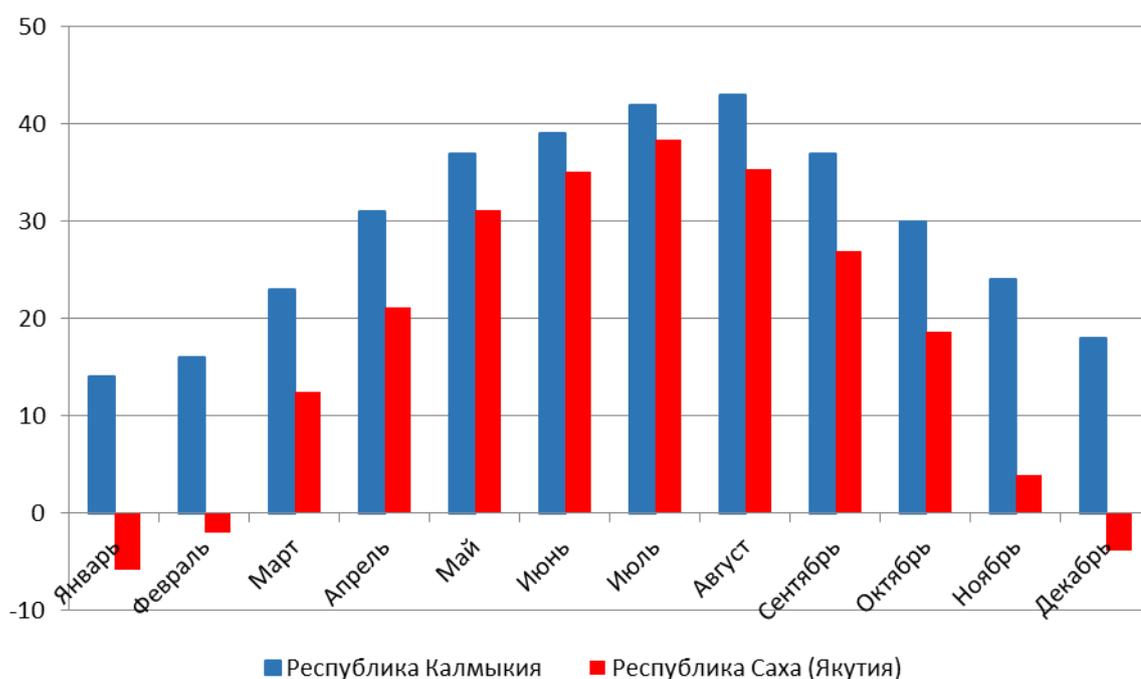


Рисунок 8 – Абсолютный максимум температуры воздуха в Калмыкии и Якутии

Амплитуда колебаний температуры в зимнее и летнее время в обеих республиках значительна: в Калмыкии – от  $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+43\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что в сумме составляет  $77\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в Якутии – от  $-64,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+38,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , или в сумме  $103,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Среднее количество осадков в Калмыкии составляет 315 мм, в Якутии – 236 мм, что на 79 мм ниже или на 25% (рисунок 9).

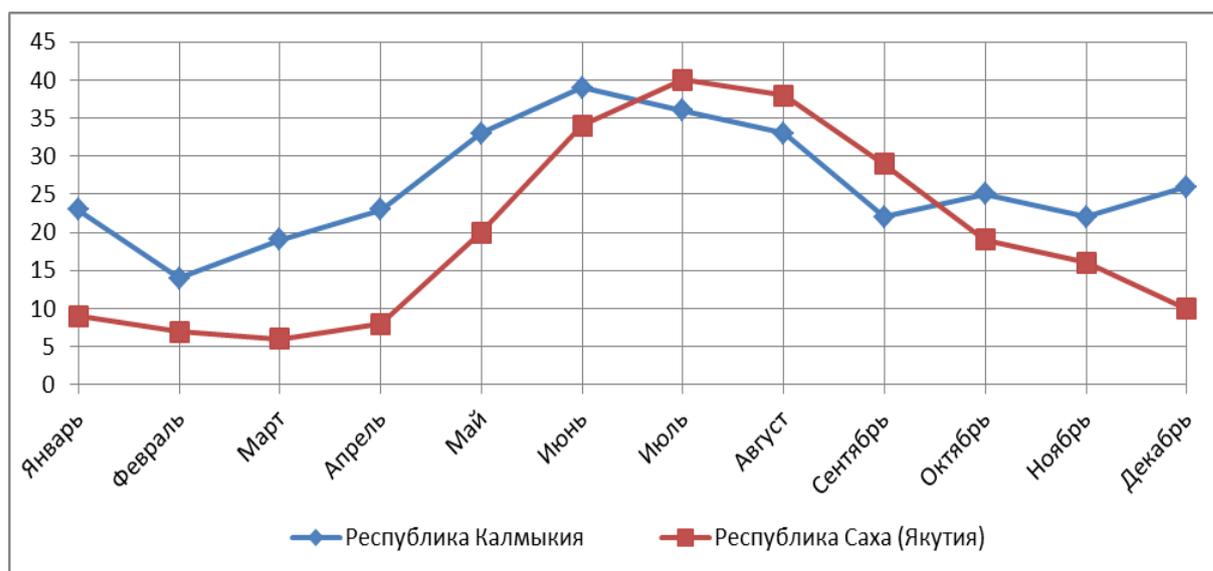


Рисунок 9 – Количество осадков по месяцам в Калмыкии и Якутии, мм

Значительная часть осадков в обеих регионах приходится на тёплое время года – с апреля по октябрь месяцы, в Калмыкии - 211 мм или 67% от среднегодового значения, в Якутии – 188 мм или 80% соответственно. Пик показателя осадков в Калмыкии наблюдается в июне и составляет 39 мм, в Якутии самое большое количество осадков регистрируется в июле и августе месяцах – 40 и 38 мм соответственно.

Разница между количеством осадков в самый сухой и влажный месяцы составляет 25 мм в Калмыкии и 34 мм в Якутии. Среднегодовой показатель влажности в регионах практически на одном уровне и в Калмыкии составляет 71%, в Якутии 68% (таблица 5).

При этом, в Калмыкии диапазон данного показателя достаточно значительный – наименьший показатель регистрируется на уровне 48% в июле, а наибольший – в январе – 92%.

Таблица 5 – Относительная влажность воздуха в Республиках Калмыкии (территория происхождения скота) и Якутии (территория разведение калмыцкого скота)

| Месяц            | Относительная влажность воздуха (%) |        |            |
|------------------|-------------------------------------|--------|------------|
|                  | Калмыкия                            | Якутия | Отклонения |
| Январь           | 92                                  | 74     | ↓18        |
| Февраль          | 90                                  | 74     | ↓16        |
| Март             | 84                                  | 69     | ↓15        |
| Апрель           | 68                                  | 60     | ↓8         |
| Май              | 58                                  | 53     | ↓5         |
| Июнь             | 52                                  | 56     | ↑4         |
| Июль             | 48                                  | 61     | ↑13        |
| Август           | 51                                  | 67     | ↑16        |
| Сентябрь         | 59                                  | 70     | ↑11        |
| Октябрь          | 74                                  | 77     | ↑3         |
| Ноябрь           | 86                                  | 77     | ↓9         |
| Декабрь          | 91                                  | 75     | ↓16        |
| В среднем за год | 71                                  | 68     | ↓3         |

В Якутии наименьший показатель влажности составляет 53% и отмечается рост к зимним месяцам, когда относительная влажность воздуха составляет 77%. Отметим, что в тёплое время года, с июня по сентябрь месяцы влажность воздуха в Якутии выше, чем в Калмыкии.

Это можно объяснить тем, что территория Республики Калмыкия находится в степной зоне с засушливым климатом с довольно высокой температурой воздуха от 37 °С до 43 °С, что часто приводит к пересушиванию поверхности почвы и нехватке влаги для кормовых растений. Положение усугубляется частыми суховеями, наблюдавшимися в тёплое время года, среднегодовое число дней с суховеями составляет 100,5 суток.

Наибольшее количество дней с суховеями приходится на самые жаркие месяцы – июль и август (25,4 и 24 дней). Также характерны и сильные ветра, среднегодовая скорость ветра достигает 5,0 м/с, в летний период они могут вызвать пыльные бури, а в зимний период могут сдувать снег с равнинных участков, перераспределяя таким образом влагообеспеченность отдельных территорий.

Вследствие негативного влияния указанных факторов погоды на травостой и урожайность кормовых растений Калмыкии, приводящих к их засыханию, животные калмыцкой породы в поисках корма могут совершать суточные переходы на большие расстояния (до 50 км) (М.Б. Нармаев и др., 1992). В отличие от Калмыкии, в Якутии нет суховеев и здесь редко встречаются сильные ветра. Средняя годовая скорость ветра в данном регионе составляет 1,7 м/сек., а число дней в году с сильным ветром составляет не более 10 дней.

Как отмечалось выше, Якутия отличается крайне длительным зимним периодом. Первый снег в Центральной Якутии наблюдается в третьей декаде сентября, устойчивый снежный покров устанавливается к 10-13 октября и держится на поверхности почвы в среднем 196 дней, последний снег сходит 20-23 мая. В Калмыкии образование устойчивого снежного покрова фиксируем с 15-18 декабря, а число дней со снежным покровом в году – 76 дней, что на 120 дней короче, чем в Якутии. Последний снег в данном регионе сходит 10-15 марта.

Таким образом, природно-климатические условия Якутии характеризуются резкой континентальностью сравнительно длинным зимним периодом с крайне низкими температурами и с коротким летним временем, что значительно влияет на технологию мясного скотоводства. При этом применяемая технология специализированного мясного скотоводства должна быть ориентирована на рациональное использование местных природных ресурсов, а также генетического потенциала мясного скота с полным его проявлением при разведении в суровых природно-климатических условиях.

### 3.1.4. Химический состав почвы и поверхностных вод изучаемых территорий

Почва – объект среды обитания, дающий более 90% продовольственного сырья, предназначенного для производства пищевой продукции. Для химических элементов почва является ёмким акцептором. Они прочно сорбируются гумусом, что приводит к их накоплению в почве. В отличие от воздуха и воды, в которых естественно протекают процессы самоочищения, почва обладает этим свойством в незначительной мере (М.Т. Дмитриев, Н.И.Казнина, И.А. Пинигина, 1989)

Уровень содержания химических элементов в почве зависит от их окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств, водно-теплового режима и геохимического фона территорий. Обычно с увеличением кислотности почв подвижность элементов возрастает (Л.А. Лебедева и др. 1998). Валовое содержание химических элементов зависит, прежде всего, от почвообразующей породы, от её механической основы (В.Б. Ильин, А.И.Сысо, 2001).

Нами изучен химический состав почвы на территориях пастбищного содержания калмыцкого скота. Во всех происследованных пробах почвы содержание химических элементов не превышали допустимых концентраций с учётом фона, кроме никеля, хрома и меди в почве Мегино-Кангаласского улуса.

Картина распределения химических элементов в почвенном покрове Хангаласского улуса следующая: никель –  $2,8 \pm 0,13$ ; свинец –  $2,5 \pm 0,00$ ; мышьяк –  $1,2 \pm 0,15$ ; марганец –  $40,2 \pm 1,56$ ; кадмий –  $0,8 \pm 0,08$ ; кобальт –  $2,3 \pm 0,24$ , ванадий –  $0,1 \pm 0,00$ ; хром –  $3,3 \pm 0,69$ ; медь –  $2,7 \pm 0,12$ . Распределение элементов по степени их содержания в почве выглядело так:  $Mn > Cr > Ni > Cu > Pb > Co > As > Cd > V$ .

В Мегино-Кангаласском улусе в почве концентрация химических элементов выглядела следующим образом: никель –  $6,5 \pm 1,17$ ; свинец –  $16,9 \pm 1,66$ ; мышьяк –  $1,6 \pm 0,64$ ; марганец –  $53,8 \pm 6,00$ ; кадмий –  $0,4 \pm 0,05$ ; кобальт –  $2,5 \pm 0,38$ ; ванадий –  $10,8 \pm 2,12$ ; хром –  $7,2 \pm 1,48$ ; медь –  $4,9 \pm 0,59$ . По степени концентрации элементы распределились следующим образом:  $Mn > Pb > V > Cr > Ni > Cu > Co > As > Cd$  (таблица 6).

Таблица 6 – Содержание химических элементов в почве в территориях разведения калмыцкого скота, мг/кг.

| Химические элементы | Мегино-Кангаласский улус (n=5) | Хангаласский улус (n=5) | Сунтарский улус (n=5) | ПДК с учётом фона |
|---------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|
| Никель(Ni)          | 6,5±1,17                       | 2,8±0,13                | 2,2±0,07              | 4,0               |
| Свинец (Pb)         | 16,9±1,66                      | 2,5±0,00                | 5,7±0,11              | 30,0              |
| Мышьяк (As)         | 1,6±0,64                       | 1,2±0,15                | 0,9±0,02              | 2,0               |
| Марганец (Mn)       | 53,8±6,00                      | 40,2±1,56               | 35,8±1,02             | 1500,0            |
| Кадмий (Cd)         | 0,4±0,05                       | 0,8±0,08                | 0,3±0,06              | 1,0               |
| Кобальт (Co)        | 2,5±0,38                       | 2,3±0,24                | 1,8±0,11              | 5,0               |
| Ванадий (V)         | 10,8±2,12                      | 0,1±0,00                | 2,2±0,15              | 150,0             |
| Хром (Cr)           | 7,2±1,48                       | 3,3±0,69                | 2,5±0,75              | 6,0               |
| Медь (Cu)           | 4,9±0,59                       | 2,7±0,12                | 1,9±0,85              | 3,0               |

В исследованных образцах почвы из Мегино-Кангаласского улуса превышение значений ПДК химических веществ (подвижные формы) и допустимые уровни их содержания по показателям вредности (Госкомприрода СССР №02-2333 от 10.12.1990) отмечалось по: никелю на 2,5 мг/кг (ПДК 4,0 мг/кг), хрому на 1,2 мг/кг (ПДК 6,0 мг/кг) и меди на 1,9 мг/кг (ПДК 3,0 мг/кг). Между тем, если брать за основу предельно допустимое содержание подвижных форм тяжёлых металлов в почве (Х. Чулджиян и др., 1988) то по никелю ПДК составляет 36 мг/кг, хрому – 15 и меди – 50 мг/кг соответственно. При таком подходе, мы не находим превышение значений ПДК тяжёлых металлов в почве из данного района.

Показатели химических элементов в почве на территории разведения калмыцкого скота в Сунтарском улусе следующая: никель – 2,2±0,07 мг/кг; свинец – 5,7±0,11; мышьяк – 0,9±0,02; марганец – 35,8±1,02; кадмий – 0,3±0,06; кобальт – 1,8±0,11; ванадий – 2,2±0,15; хром – 2,5±0,75; медь – 1,9±0,85 мг/кг.

Распределение элементов по степени их содержания в почве выглядело следующим образом Mn>Pb>Cr>V>Ni>Cu>Co>As>Cd.

Таким образом, в трёх исследованных территориях мы наблюдаем фоновые показатели наличия химических элементов в почве в условиях летнего пастбищного содержания калмыцкого скота, которые не превышают значения ПДК.

Необходимость исследований состава поверхностных вод и почв обусловлена тесной зависимостью элементного состава растительных кормов от территории происхождения, что в конечном итоге отражается на сельскохозяйственных животных с последующим переходом к человеку (А.Е. Ферсман, 1934; П.А. Удодов., 1961; А.А. Мартынов, 2005).

Мы провели анализ содержания химических элементов в поверхностных водах исследуемых территорий, где содержится в летнее время животных калмыцкой породы (таблица 7).

Во всех исследованных пробах воды содержание химических элементов не превышало допустимых концентраций. В данной таблице приведены показатели, характеризующие предельные концентрации (ПДК) основных неорганических веществ, влияющих на качество питьевой воды. За основу был взят перечень, приведённый в СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода и водоснабжение населённых мест" (как наиболее полный).

Картина распределения химических элементов в поверхностных водах Хангаласского улуса следующая: железо – 0,248 мг/л; медь – 0,011; марганец – 0,011; никель – 0,005; свинец – 0,002; кобальт – 0,003; мышьяк – 0,005; кадмий – 0,0003; ванадий – 0,001, алюминий – 0,094 мг/л. Распределение элементов по степени их содержания в почве выглядело так: Fe>Al>Cu>Mn>Ni>As>Cd>Co>Pb>V

Таблица 7 – Содержание химических элементов в поверхностных водах, местах поения на территориях разведения калмыцкого скота, мг/л.

| Химические элементы | Мегино-Кангаласский улус (n=5) | Хангаласский улус (n=5) | Сунтарский улус (n=5) | ПДК   |
|---------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------|
| Железо (Fe)         | 0,234±0,0024                   | 0,248±0,063             | 0,288±0,0201          | 0,3   |
| Медь (Cu)           | 0,002±0,0003                   | 0,011±0,0031            | 0,011±0,0026          | 1,0   |
| Марганец (Mn)       | 0,009±0,0018                   | 0,011±0,0012            | 0,012±0,0025          | 0,1   |
| Никель (Ni)         | 0,005±0,0006                   | 0,005±0,0002            | 0,005±0,00014         | 0,1   |
| Свинец (Pb)         | 0,003±0,0004                   | 0,002±0,0004            | 0,005±0,00011         | 0,03  |
| Кобальт (Co)        | 0,003±0,0003                   | 0,003±0,00015           | 0,005±0,0001          | 0,1   |
| Мышьяк (As)         | 0,006±0,0006                   | 0,005±0,0002            | 0,005±0,00019         | 0,05  |
| Кадмий (Cd)         | 0,0003±0,00003                 | 0,003±0,00064           | 0,003±0,00024         | 0,001 |
| Ванадий (V)         | 0,007±0,0018                   | 0,001±0,00023           | 0,000±0,0018          | 0,1   |
| Алюминий (Al)       | 0,020±0,003                    | 0,094±0,016             | 0,280±0,010           | 0,5   |

Наличие химических элементов в поверхностных водах Мегино-Кангаласского улуса следующая: железо – 0,234; медь – 0,002; марганец – 0,009; никель – 0,005; свинец – 0,002; кобальт – 0,003; мышьяк – 0,006; кадмий – 0,0003; ванадий – 0,007, алюминий – 0,020 мг/л. Распределение элементов по степени их содержания выглядит так: Fe>Al> Mn>V>As>Ni>Co>Pb>Cu>Cd.

По результатам исследований химических элементов в пробах поверхностных вод Сунтарского улуса составило: железо – 0,288 мг/л; медь – 0,011; марганец – 0,012; никель – 0,005; свинец – 0,005; кобальт – 0,005; мышьяк – 0,005; кадмий – 0,003; ванадий – 0,000, алюминий – 0,280 мг/л. По степени концентрации элементы распределились следующим образом: Fe>Al>Mn>Cu>Ni>Pb>Co>As>Cd>V.

Исследования поверхностных вод территорий разведения калмыцкого скота показывает, что природно-климатический и экологический фактор играет существенную роль в концентрации химических элементов. Наши результаты

показывают, что в изучаемых районах экологическая обстановка является более благоприятной, не выявлено характерно выраженного превышения допустимых концентраций токсических элементов в почве и поверхностных водах.

### **3.1.5. Геоботанический состав естественных пастбищ и биохимическая характеристика кормовых трав**

В отношении почв и растительного покрова следует отметить, что они весьма скудны по сравнению с другими регионами страны. Исследованиями установлено, что более богаты питательными веществами мерзлотно-таёжные палевые и солонцеватые осолоделые почвы в поймах рек Лены и Амги. Так, на лугах аласов региона распространены торфянисто – и лугово–болотные перегнойные почвы, а на раскорчёвках из–под леса – мерзлотно–таёжные палевые. В центральной Якутии широко представлены на равнине аласы – луговые и лугово–степные открытые пространства среди тайги, образованные при вытаивании подземных льдов, они используются как сенокосные угодья и пастбища.

На территории Якутии много пойменных земель. Здесь жителями заготавливается чуть меньше половины всего валового объёма заготовки сена. Однако сенокосные и пастбищные угодья Якутии несмотря на большие площади, из-за сложных и суровых климатических условий дают весьма скудную продукцию.

Исключительно своеобразна природа Якутии, которая легко нарушается и долго восстанавливается. Достаточно небольшого нарушения мёрзлого грунта, и сразу начинаются проседание и эрозия.

Необходимо отметить значительный кормовой потенциал края. Так из 1 640 тыс. га сельскохозяйственных угодий только 105,2 тыс. га приходится на пашню, остальная площадь приходится на сенокосы - 719,4 тыс. га и пастбища –795,4 тыс. га без учёта оленьих и конских пастбищ.

В 2019 году в оборот вовлечено 3,8 тыс. га выбывших земель. Отметим, что на 11,4 тыс. га земель сельхоз назначения произведено лиманное орошение,

проведены осушительные мероприятия по сбросу паводковых вод на площади 5 тыс. га. За счёт реконструкции, тех перевооружения оросительных систем в эксплуатацию введено 943,6 гектаров мелиорируемых земель. (данные отчёта правительства республики за 2019 г.).

В Республике имеется около 719 тыс. гектаров сенокосов. Преобладающая часть сенокосов и пастбищ расположена на суходольных аласах, урожайность которых 3-6 ц/га сена. Заливные сенокосы составляют (пойма рек и озёр) 174 тыс. га. Имеются 116 тыс. га заkochарённых и закустарённых земель. Под сельскохозяйственными угодьями занято менее 0,5 % территории республики (около 1,6 млн. га). Республика имеет обширные площади естественных кормовых угодий, в том числе 795 тыс. гектаров пастбищ.

В Якутии различают четыре ботанико – географические зоны: арктическая тундра (прибрежья полярных морей и островов Северного Ледовитого океана), тундра (примерно 10 % от территории Якутии), лесотундра – полоса редколесий, разделяющая тундровую зону от таёжной, и таёжная зона (около 4/5 территории республики). Арктическая и тундровая зона бедны растительностью. Для северного домашнего оленеводства в качестве пастбищ используют заболоченную зону лесотундры (Р.В. Иванов 2006).

Флора Республики Саха (Якутия) адаптирована к экстремальным климатическим условиям и представлена 1892 видами высших растений, 575 – мохообразных, 550 – лишайников, 2678 – водорослей и 600 – грибов. В Красную книгу Якутии (1987 года) внесены 331 вид высших растений (Данилова Н.С., 2012).

Исследованиями установлено, что ботанический состав травостоев, сформированных различными биологическими группами, видами трав, является одной из важных характеристик, определяющим качества пастбищного корма. Присутствие в травостое северных лугов ценных в кормовом значении злаковых и бобовых трав позволяет улучшить пастбищный корм по белково-углеводному комплексу и обеспечить физиологические потребности животных в аминокислотах и сахарах (Никитинко Е.В., Маштыков К.В. 2014; Федорова Н.Л., Мучкаева И.А., 2015).

Как отмечают исследователи, выпас скота – это один из главных факторов воздействующий на формирование растительного покрова пастбищ. Так в процессе пастьбы животных изменяются объёмная масса, водно–воздушные свойства, пищевой и температурный режим верхнего слоя почвы пастбищ, меняется состав травостоя, «ассортимент» микроорганизмов, населяющих почву которые непосредственно принимают участие в процессах синтеза органического вещества (В.Г. Стрелков, 1997; А.А. Шелюто и др., 2004).

Нами был изучен ботанический состав травостоя и определена урожайность зелёной массы естественных пастбищ хозяйства СПК «Солоонун» Мегино-Кангаласского улуса. Установлено, что урожайность зелёной массы естественных пастбищ – в среднем составляет 23,6 ц/га. В ботаническом составе естественных пастбищ содержится большое количество осоковых, которые преобладали над всеми остальными видами растений. Нужно отметить, что на отдельных участках практически полностью выпадали из травосмесей злаковые и бобовые растения. Удельный вес осоковых, на данных участках доминировал во всех образцах и составлял в среднем 78,25% (таблица 8).

Между тем, наряду с осоковыми, травостой пастбищ был представлен и злаковыми. Последние преобладали в засушливых местах, в низинах, а на влажных участках преимущественно росли осоковые травы.

На отдельных участках злаковые культуры составляли 40-70 % от общей массы травостоя, что характерно для Центральной Якутии. В основной состав травостоя на этих участках входят травы естественных лугов: ячмень короткоостый, лисохвост тростниковидный, осоки прямоколосая и камнелюбивая, мятлик крестовидный, тонконог острый. Осоковые занимают второе место, они произрастают по низинам и болотам, что характерно в Западной Якутии. Бобовые имеют небольшой удельный вес и в основном состоят из мышиного горошка, клевера люпиновидного, чина луговой.

На изучаемой территории Мегино-Кангаласского улуса дикорастущие травы представлены преобладанием злаковых. Следует отметить, что галофиты смягчают травостой.

Таблица 8 – Урожайность зелёной массы и ботанический состав естественных пастбищ

| Геоботаническое обозначение, № | Масса, грамм  |                               | Ботанический состав травостоя изучаемых территорий  | Урожайность, ц/га |
|--------------------------------|---------------|-------------------------------|---|-------------------|
|                                | зелёной травы | содержание сухого вещества, % |   |                   |
| I                              | 664           | 25,75                         | Осоковые–100 % (осока сизая, притупленная, водная).   | 17,1              |
| II                             | 450           | 54,0                          | Осоковые–53 %. Остальные–47 %, в том числе хвощ–5 %, чина–5 %, земляника восточная–5 %, полынь седая–5 %, подмаринник обыкновенный–10 %, таволга–10 %, вика-мышинный горошек–5 %, герань–2 %. | 24,3              |
| III                            | 344           | 53,57                         | Осоковые–70 %. Остальные–30 %, в том числе кровохлебка–10 %, лапчатка ползучая–5%, подмаринник обыкновенный–5%, чина–5%, вика-мышинный горошек–5%.  | 18,4              |
| IV                             | 872           | 39,62                         | Осока сизая–90%. Остальные–10%, в том числе ветреница луговая–2%, земляника восточная–3%, лапчатка прямостоячая–3%, василисник малый–2%.  | 34,5              |
| Среднее значение               | 582,5         | 43,23                         |   | 23,6              |

По результатам наших исследований в Хангаласском улусе, в зоне разведения калмыцкого скота, на левобережье реки Лена, доля луговой растительности составляет примерно 40% от площади естественных лугов. На кустарниковую растительность приходится 10%, остальную часть занимает леса. Гидрологические особенности реки Лена оказывают существенное влияние на формирование ландшафтов прибрежных зон.

Также нами был изучен ботанический состав естественных лугов, которые составляют основу кормовой базы животноводческих хозяйств Хангаласского улуса. Образцы проб были взяты с урочища «Сахса». Установлено, что средние показатели урожайности кормовых трав, на данном участке составляли – 23,6 ц/га.

Примечательно, что в Сунтарском улусе мелкодолинные и лесные луга являются основными местами для заготовки сена. Их продуктивность сравнительно не велика и зависит от количества осадков. Эти мелкодолинные кочковатые луговые участки, достигающие до 10 гектар разбросаны в лесном массиве и вдоль реки Угуя.

В травостое естественных сенокосов, принадлежащих хозяйству СХПК «Крестях», выявлен сравнительно разнообразный видовой состав разнотравья. Их структура представлена многоярусным густым травостоем. При этом основной травостой лесных лугов составляют: полевица Триниуса, ячмень короткоостый, пырей ползучий, лисохвост тростниковидный, костёр Пумпелля и вейник Лангсдорфа. Бобовые растения сунтарских лугов представлены – мышинным горошком, клевером люпиновидным, чиной луговой. В естественных лугах наблюдалась сильная закороченность, а также избыточное увлажнение. При заготовке и хранении сена с данного участка, в основном получают сено среднего качества. В травостое изучаемой территории злаковые растения представлены следующими видами трав: бекмания восточная, мятлик болотный и лисохвост тростниковидный. При определении состава разнотравья выявлен следующий состав: сабельник болотный, горечавка, калужница болотная и лютик Гмелина. С другой стороны, однообразие ландшафтов мелкодолинных лугов привилульской зоны связана с доминированием осоковых растений. Эти луга являются

перспективными в качестве использования их в качестве сельскохозяйственных угодий. Трудности в освоении этих участков заключаются в кочковатой поверхности. Это в свою очередь ограничивает использование автоматизированной системы заготовки сена. Высокая влажность также негативно влияет на качество и хранение сена.

Особо следует выделить, что в структуре травостоя естественных лугов значительную долю занимают осоковые - 78,25 %.

Согласно Д.В. Якушева, (1986) сенокосные угодья вблизи лесной чащи при длительном неиспользовании успевают зарастить кустарником. В связи с этим, освоение данных участков имеет особую практическую значимость для сохранения площадей под естественные сенокосы. В естественных лугах аласной экосистемы дикорастущие верховые злаковые травы имеют значительную долю (пырейник, лисохвост тростниковый, кострец безостый, бекмания восточная и др.). К низовому травостою естественных лугов относятся: ломкоколосник, овсяницы, полевица, мятлики, бескильница, и др. Автор отмечает, что структура травостоя это один из главных факторов кормовой ценности заготавливаемого сена.

В связи с этим, рекомендуется проведение культуротехнических и мелиоративных работ (Д.И. Степанова, 2018).

Сравнительный химический состав трав естественных лугов, районов содержания подопытных животных представлен в таблице 9.

Травостой сельскохозяйственных пастбищ Калмыкии представлен в основном степным типом растительности (47 видов – 55,9%), с преобладанием полыни таврической и мятлика луковичного, 31 % от общего числа видов трав представлены в Калмыкии сорными и вредными видами.

При сравнении биохимического состава трав Якутии и Калмыкией установлены некоторые особенности в количестве содержания питательных веществ. Кормовые травы Сунтарского улуса (западная Якутия) по содержанию доли протеина на 0,7 % и на 1,5 % выше чем другие территории (центральная и заречная территории Якутии) размещения скота. Образцы из Якутии превосходили аналогичные образцы кормовых трав из Калмыкии на 2,5-4,0 %

(таблица 9). Но при этом образцы трав естественных лугов Калмыкии превосходили образцы из Якутии по показателю сырой клетчатки на 1,4-3,1%.

Таблица 9 – Сравнительная характеристика биохимического состава кормовых трав территорий происхождения и современного размещения подопытных животных

| Показатель      | Территория размещения скота                |                                  |                                  | Территория происхождения скота (хозяйство Республики Калмыкии) |
|-----------------|--|----------------------------------|----------------------------------|--|
|                 | СПК «Солоонун», Мегино-Кангаласского улуса | СХПК «Берте» Хангаласского улуса | СХПК «Крестях» Сунтарского улуса |  |
| Сырой протеин   | 8,6±0,60                                   | 7,8±0,307                        | 9,3±0,29                         | 5,3  |
| Сырая клетчатка | 29,2±0,52                                  | 30,2±0,376                       | 28,46±0,26                       | 31,6   |
| Сырой жир       | 2,64±0,14                                  | 2,7±0,103                        | 2,6±0,07                         | 3,3  |
| Сырая зола      | 6,5±0,17                                   | 5,5±0,093                        | 6,24±0,15                        | 2,66   |
| Кальций         | 0,5±0,06                                   | 0,4±0,045                        | 0,53±0,02                        | 0,32   |
| Фосфор          | 0,3±0,01                                   | 0,2±0,002                        | 0,24±0,01                        | 0,18   |
| Крахмал         | 75,7±3,55                                  | 62,3±2,16                        | 39,08±1,96                       | 58,39  |
| Метионин        | 0,14±0,01                                  | 0,12±0,007                       | 0,16±0,01                        | 0,09   |
| Лизин           | 0,36±0,02                                  | 0,3±0,020                        | 0,39±0,02                        | 0,23   |
| Треонин         | 0,29±0,02                                  | 0,3±0,021                        | 0,31±0,01                        | 0,18   |
| Аргинин         | 1,30±0,06                                  | 1,2±0,036                        | 1,43±0,04                        | 0,98   |
| Триптофан       | 0,12±0,01                                  | 0,10±0,005                       | 0,14±0,01                        | 0,07   |

Изучение показателей химического состава разнотравья из Калмыкии показало наличие большего содержания сырого жира. Следует отметить, что по зоотехническим нормам количество содержания сырого жира в кормовых травах должно быть не менее 2,5-3,5% от сухого вещества, а сырой золы от 5-8 % соответственно (Н.В. Барашкова, 2016).

Наши исследования показали, что все изучаемые образцы разнотравья отвечали зоотехническим требованиям. Для балансирования основных рационов калмыцкого скота, и улучшения протеинового питания необходимо дополнительно скармливать корма и кормовые добавки с высоким содержанием белка.

Отсюда следует вывод, что кормовые условия Республики Саха (Якутия) значительно отличаются от мест происхождения калмыцкого скота. Но учитывая высокую лабильность и приспособленность этой породы скота, можно ожидать успешную адаптацию его в данной зоне.

### **3.2. Биологические и хозяйственные особенности калмыцкого скота в новой зоне разведения**

#### **3.2.1. Историческая справка завоза калмыцкого скота в Республику Саха (Якутия)**

Республика Саха (Якутия) в рамках работ по выполнению отраслевой «Программы развития мясного скотоводства России на 2009-2012 годы» в 2013-2014 годах произвела завоз 1106 голов скота калмыцкой породы в 6 хозяйств Республики (таблица 10).

Таблица 10 – поголовье калмыцкого скота, завезённого в 2013-2014 годы в Республику Саха (Якутия)

| Хозяйство        | Год завоза | Порода    | Количество, гол. |
|------------------|------------|-----------|------------------|
| ООО «Нам»        | 2013       | Калмыцкая | 200              |
| СХПК «Сатабыл»   | 2013       | Калмыцкая | 200              |
| СПК «Солоонун»   | 2014       | Калмыцкая | 200              |
| СХПК «Крестях»   | 2014       | Калмыцкая | 300              |
| СПЖК ТК «Сайдыы» | 2014       | Калмыцкая | 100              |
| СХПК «Бээрийэ»   | 2014       | Калмыцкая | 106              |
| Всего:           |            | Калмыцкая | 1 106            |

На начальном этапе в 4 хозяйствах из-за организационных (скот был завезён поздней осенью) или технологических ошибок (животноводы не владели технологией содержания мясного скота) поголовье не сохранили, остатки этого поголовья перешли в ныне действующие хозяйства. Между тем в базовых предприятиях, где и проводились наши исследования поголовье, было сохранено и в настоящее время поддерживается на стабильном уровне (таблица 11).

Таблица 11 – Динамика поголовья калмыцкого скота в базовых предприятиях выполнения исследований (общая численность/коровы)

| Предприятие               | год                  |            |             |             |             |             |             |
|---------------------------|----------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                           | 2014<br>(год завоза) | 2015       | 2016        | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        |
| СПК «Солоонун»            | 200                  | 191/<br>18 | 304/<br>167 | 372/<br>171 | 337/<br>113 | 241/<br>103 | 388/<br>116 |
| СХПК «Крестях»            | 300                  | 297/<br>0  | 390/<br>233 | 459/<br>245 | 536/<br>222 | 539/<br>292 | 448/<br>225 |
| ООО «Конезавод<br>«Берте» | -                    | -          | -           | 97/<br>35   | 85/<br>33   | 93/<br>31   | 125/<br>36  |
| Итого                     | 500                  | 488/<br>18 | 694/<br>400 | 928/<br>451 | 958/<br>368 | 873/<br>426 | 961/<br>377 |

Остановливаясь отдельно на каждом из предприятий следует отметить, что ООО «Нам» (Муниципальное образование «Верхневиллюйский улус (район)») в 2013 году завезло 200 голов калмыцкого скота из ПЗ «Адучи» Республики Калмыкия. Скот привезли поздней осенью, в конце октября 2013 года. По данным отчётных документов хозяйства в 2015 году содержалось 187 голов калмыцкого скота, в том числе 99 коров; 2016 году – 119, в т.ч. 87 коров; 2017 году – 145, в т.ч. 84 коров, в 2018 году – 195 голов, в т.ч. 84 коров.

В ООО «Нам» сохранность поголовья доходила до 49,2%, в 2018 году получили 50 телят, деловой выход составил 61%. В 2019 году все поголовье передано в СХПК «Крестях».

Как следует из анализа работы предприятия хозяйство являясь пионером в развитии мясного скотоводства в Якутии, в течение 5-ти лет имело неплохие показатели. Это несмотря на то, что практически отсутствовал опыт содержания мясного скота (не имели подготовленных специалистов и др.).

СХПК «Сатабыл» (Муниципальное образование «Хангаласский улус») в 2013 году приобрело 200 голов калмыцкого скота. В 2015 году в хозяйстве насчитывалось 246 голов мясного стада, в т.ч. 152 коровы; в 2016 году – 257 голов, в т.ч. 143 коров; в 2017 году – 194 голов, в т.ч. 105 коров.

В 2018 году СХПК «Сатабыл» вынуждено было расстаться с мясным стадом калмыцкой породы. Основная причина – финансовые проблемы хозяйства, в том числе по причине отсутствия мер государственной поддержки, не было субсидий на содержание скота.

В 2018 году 110 голов хозяйство направило на убой, имеется падеж скота в количестве 41 голов, 118 голов продали, из них 97 голов перешли в собственность ООО «Конезавод «Берте» (Хангаласский улус), где отмечается устойчивый рост поголовья калмыцкого скота.

Следует отметить, что для двух предприятий «Нам» Верхневиллюйского и «Крестях» Сунтарского проблемы первого завоза и разведения в Республике калмыцкого скота оказались схожими. Скот в эти предприятия поставлялся одними и теми же партиями. Перевозка скота заняла 18 суток, при этом имели место перепады температур с 20-30 °С в Республике Калмыкии до 10 и -20 °С в Якутии, на месте поставки скота. Из – за этого скот был ослаблен и самом начале был падеж. Предприятия оказались не готовыми к приему животных. Помещения для размещения скота не имели вытяжки, хозяйства не располагали необходимой кормовой базой, в период зимовки был допущен недокорм. Животные днем находились на выгульно-кормовой площадке, ночью в помещениях, где ввиду отсутствия необходимой вентиляции складывались неблагоприятные

зооигиенические условия содержания (повышенная влажность и загазованность). Скот поили весной из озер. В итоге, по организационным причинам, которые были не решены (поздний завоз, отсутствие подготовленных для содержания мясного скота помещений, низкая обеспеченность кормами в зимний период, отсутствия соответствующих знаний у специалистов по технике кормления и содержания мясного скота), скот частично был отправлен на убой, частично передан в другие предприятия.

СПЖК ТК «Сайды» (Муниципальное образование «Усть-Майский улус») в 2014 году завезло 100 голов скота калмыцкой породы, при этом 6 голов пало при транспортировке. На 2015 год в отчётных документах хозяйства зафиксировано наличие 94 голов крупного рогатого скота мясного направления продуктивности, в 2016 году – 102 головы, в т.ч. 45 коров. В 2017 году скот был передан в крупное - хозяйство ООО «Конезавод «Берте».

Рассматривая причины происходящего следует отметить, что скот был завезён поздней осенью и не совсем подготовленным к условиям экстремально низких температур. Как свидетельствует руководитель предприятия - Александр Федотов калмыцкий скот продемонстрировал уникальные качества к адаптации, «совершенно не прихотливый и не капризный».

Обеспеченность кормов была хорошей, условия для содержания животных соответствовали всем требованиям, это все отразилось на хорошем выходе телят и высокой продуктивности скота.

Однако, предприятие находилось в тяжёлом финансовом положении и это не позволило дальше реализовать программу по наращиванию поголовья. Ещё одним сдерживающим фактором развития явилось отсутствие государственной поддержки в Республике по разведению мясного скота.

СХПК «Бээрийэ» (Муниципальное образование «Усть-Алданский улус») в 2014 году завезло скот калмыцкой породы из Республики Бурятия в количестве 106 голов. По отчётным данным в 2015 году в хозяйстве содержалось 105 голов скота; в 2016 году – 144, в т.ч. 70 коров; в 2017 году – 190 голов, в т.ч. 110 коров; в 2018 году – 39 голов, в т.ч. 38 коров. На убой всего направлено 148 голов скота.

Непроизводственный отход 28 голов. Хозяйство не смогло сохранить скот из-за технологических, организационных и финансовых причин. При этом, в разные годы сохранность поголовья в хозяйстве доходило до 79,4 %, деловой выход телят составлял 100 % в 2018 году.

В целом следует отметить, что при завозе калмыцкого скота в Якутию скотоводческие хозяйства получили отрицательные результаты по причине:

- организационных недоработок - поставка скота в конце октября, неподготовленность скотопомещений;

- не знание технологии содержания и разведения мясного скота применительно к суровым условиям Якутии (содержание скота в зимнее время, технология кормления, поения, воспроизводства и др.);

- отсутствие специалистов-зоотехников, подготовленных работать со скотом мясного направления продуктивности;

- отсутствие мер государственной поддержки по субсидированию поголовья мясного скота (подпрограммы «Мясное скотоводство»);

- дефицит финансовых средств у хозяйств (кассовые разрывы).

### **3.2.2. Физиологические показатели животных**

Исследования по оценке адаптации вновь завезённого скота в Республику включали широкий спектр работ. При этом оценка состояния животных производилась в сравнении с животными якутской породы и животными Якутской популяции симментальского скота, полученного путём поглотительного скрещивания якутского скота с симментальским скотом. Животных находились на одной и той же территории, в сходных условиях кормления и содержания. Полученные результаты показали, что завезённые коровы калмыцкой породы за период наблюдений по своим клинико-физиологическим показателям отличались от аналогов местного «аборигенного» скота (таблица 12).

Таблица 12 - Динамика физиологических тестов коров якутской и калмыцкой породы

| Месяц  | Время суток, час | Темп. воздуха, °С | Температура тела, °С |             | Частота дыхания, движений в минуту |             | Частота пульса, ударов в минуту |             |
|--------|------------------|-------------------|----------------------|-------------|------------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|        |                  |                   | якутская             | калмыц.     | якутская                           | калмыц.     | якутская                        | калмыц.     |
| Июнь   | 8:00-9:00        | 18-19             | 38,4±0,05            | 38,6±0,14   | 62,2±2,2                           | 67,0±0,7*   | 67,8±1,1                        | 54,4±6,4    |
|        | 14:00-15:00      | 31-32             | 38,7±0,06            | 39,2±0,06** | 82,8±1,3                           | 82,0±3,4    | 80,0±1,3                        | 83,5±2,0    |
|        | 20:00-21:00      | 20-21             | 38,5±0,08            | 38,5±0,05   | 65,0±2,6                           | 51,2±2,2**  | 63,6±2,0                        | 70,0±2,1*   |
| Июль   | 8:00-9:00        | 22-23             | 38,5±0,02            | 38,3±0,02*  | 71,8±2,1                           | 59,0±4,1*   | 73,4±1,6                        | 65,5±7,2    |
|        | 14:00-15:00      | 32-33             | 38,8±0,06            | 38,7±0,03   | 79,4±0,9                           | 80,7±2,5    | 84,8±0,9                        | 82,5±1,2    |
|        | 20:00-21:00      | 19-20             | 38,5±0,04            | 38,4±0,05   | 62,8±0,9                           | 59,0±1,2*   | 64,6±0,6                        | 69,7±0,3*** |
| Август | 8:00-9:00        | 12-13             | 38,4±0,13            | 38,5±0,02   | 55,2±1,1                           | 63,7±0,7*** | 62,4±1,0                        | 68,5±0,6**  |
|        | 14:00-15:00      | 17-18             | 38,7±0,04            | 38,7±0,03   | 55,6±1,9                           | 68,2±1,6*** | 67,0±1,0                        | 74,2±0,6*** |
|        | 20:00-21:00      | 10-11             | 38,4±0,02            | 38,4±0,16   | 53,4±1,3                           | 63,2±1,0*** | 63,2±1,1                        | 68,0±1,3*   |

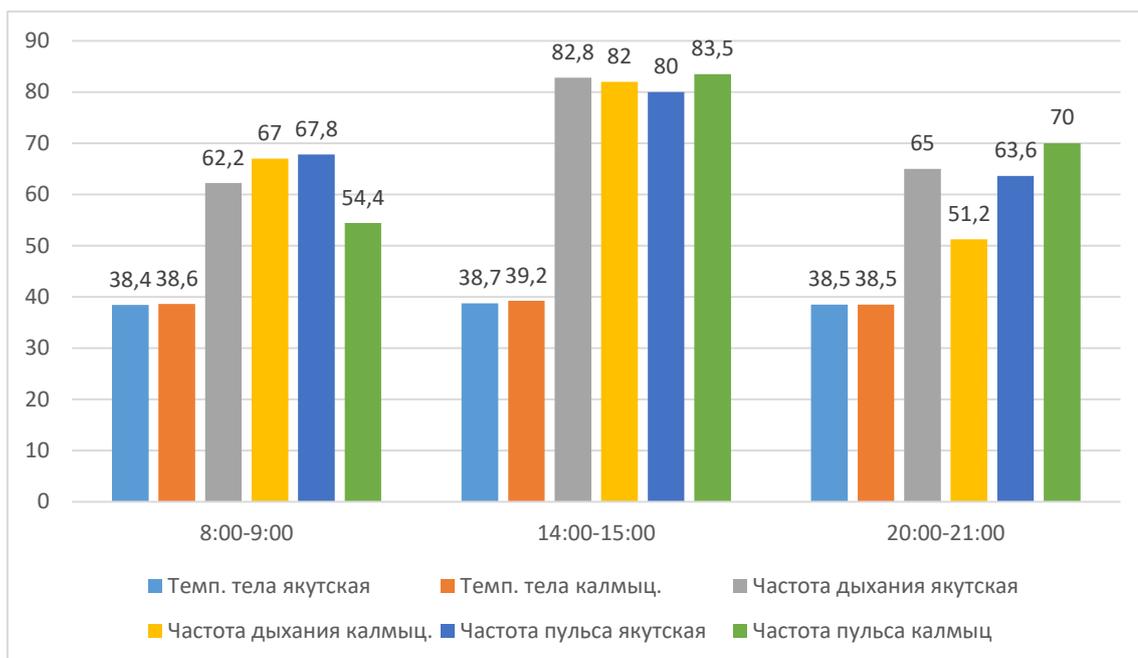


Рисунок 10 – Показатели физиологических тестов коров в летний период (июнь).

Так, в июне в утреннее время у животных калмыцкой породы и аборигенного якутского скота температура тела была примерно на одном уровне и составляла – 38,4 и 38,6 °С соответственно (при температуре окружающей среды 18-19 °С). При этом показатели частота дыхания животных калмыцкой породы составила 67,0 движений в минуту, это выше на 7,2 % чем у аборигенного якутского скота ( $P < 0,05$ ). Частота пульса у коров калмыцкой породы (54,4 удара) была на 13,4 удара ниже, чем у аборигенного скота.

Измерение клинико-физиологических особенностей коров в дневные часы показало разницу между изучаемыми породами. Так, в период активного лёта кровососущих насекомых, при температуре окружающей среды - 31 °С у калмыцкого скота температура тела составляла 39,2 °С, а у аборигенного якутского скота показатель был ниже на 0,5 °С ( $P < 0,01$ ). Частота дыхания у аборигенного скота повысилась на 31,8 %, частота пульса на 18 %, у животных калмыцкой породы частота дыхания увеличилась на 22,3 %, пульса на 53% по сравнению с утром.

В ходе эксперимента мы наблюдали понижение температуры окружающей среды до 20-21 °С, в этот период соответственно фиксировалось снижение исследуемых показателей. У представителей калмыцкой породы температура тела снизилась на 0,7 °С, дыхательные движения на 20,5 % и ударов пульса на 16,0 %; а у местного аборигенного скота на 0,2 °С, дыхание – на 21,5 % и пульс – на 20,5 % соответственно. Частота дыхания у калмыцкого скота была на 21 % ниже, чем у якутского аборигенного скота ( $P < 0,01$ ), а по показателям частоты пульса – выше на 9,9 % ( $P < 0,05$ ). Исследования, проводимые в июле установили разницу по клинико-физиологическим показателям, которые были достоверны ( $P < 0,05$ ).

Так, у животных сравниваемых пород днем наблюдалось повышение показателей и вечером их снижение. При этом не все клинические показатели у коров местного скота более стабильны. Имеет место колебания дневной температуры, как и лет кровососущих насекомых. Как известно, увеличение кровососущих насекомых является дополнительным стресс-фактором для животных, особенно резко на них реагировали коровы калмыцкой породы (Л.М. Баскин, Е.А. Чикурова, 2014).

Наблюдение за динамикой изучаемых показателей в течении июля показало схожую картину у животных обеих групп. При снижении температуры воздуха до 17-18 °С в августе изучаемые клинико-физиологические показатели сохранились на одинаковом уровне. Формирование благоприятных условий содержания животных подопытных групп положительно отражалось на температуре тела, частоте дыхания и пульса (Л.Р. Кузьмина, Н.А. Каниева, 2009).

Высокая температура окружающей среды летом, превышающая 30°С, негативно воздействовала на физиологию коров калмыцкой породы, а аборигенный якутский скот обладал более пластичными показателями.

В то же время различия в этих показателях были незначительны, и фиксировались в пределах физиологических норм, что в свою очередь указывает на высокую адаптационную способность завезенного скота калмыцкой породы.

В зимний период различия в показателях между коровами были менее значительны, что может быть обусловлено меньшей разницей в условиях содержания и существенным сходством оцениваемых генотипов скота.

### **3.2.3. Гематологические показатели завезенных животных калмыцкой породы**

#### **3.2.3.1 Первое исследование (группа сравнения якутская популяция симментальского скота)**

Для оценки адаптационных способностей завезенных животных калмыцкой породы нами проведены исследования гематологических показателей животных в зимний период. В качестве группы сравнения были использованы животные Якутской популяции симментальского скота, полученные путем поглотительного скрещивания маток якутской породы с быками симментальской породы, с последующим разведением в себе (далее по тексту симментальский скот). В данном эксперименте нами проводилось сравнение показателей калмыцких и симментальских телок в возрасте 12 месяцев (таблица 13).

Таблица 13 – Гематологические показатели телок калмыцкой и симментальской пород в холодный период года,  $X \pm Sx$

| Показатель              | Порода         |           |
|-------------------------|----------------|-----------|
|                         | симментальская | калмыцкая |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | 6,31±0,85      | 8,01±0,80 |
| Гемоглобин, г/л         | 92,8±1,16*     | 103,0±2,9 |
| Лейкоциты, $10^9/л$     | 9,14±2,77      | 7,61±2,81 |

Как следует из полученных результатов, количество эритроцитов и гемоглобина в исследуемых образцах отобранных от телок калмыцкой породы было выше по отношению к группе симментальских телок на 26,9 и 10,9 % ( $P < 0,01$ ), соответственно. При сравнении количества лейкоцитов установлено, что

телки симментальской породы превосходили калмыцких сверстниц на 20,1 % ( $9,14 \pm 2,77$  г/л).

Исследованиями Маслюк А.Н и др. (2018) установлено, что при увеличении продуктивности животных, соответственно повышается активность ферментных процессов в пищеварительном тракте, прежде всего АСТ и АЛТ. Собственно, активность ферментов в сыворотке крови животных раскрывает особенности ферментной системы организма (Васильев, Ю.Г. и др., 2015).

Следует отметить, что показатели печеночных ферментов подопытных животных имеют некоторую разницу. Уровень АСТ у телок калмыцкой породы был выше на 20,2 % по сравнению с сверстницами симментальской породы. Это свидетельствует о более интенсивной активности пищеварительной системы ( $P < 0,05$ ). При этом заслуживает внимание тот факт, что активность фермента АЛТ у симментальской породы была выше на 43,1%.

Исследования Ю.Г. Васильева и др. (2015) показали, что липаза, амилаза и щелочная фосфатаза выделяются во внешнюю среду и их активность в сыворотке крови не высока. В опытной группе активность щелочной фосфатазы находилась в пределах от  $64,3 \pm 2,64$  до  $100,9 \pm 4,42$  ед/л. В то время величина этого показателя у калмыцких телок была ниже по сравнению с симментальской породой на 36,3 % ( $P < 0,001$ ).

С целью определения влияния полноценности кормления на физиологическое состояние подопытных животных был изучен биохимический состав сыворотки крови в период зимнего содержания (таблица 14).

Результаты исследований показали, что в сыворотке крови животных симментальской породы, показатели мочевины находились в пределах физиологической нормы, а у представителей калмыцкой породы скота этот показатель был на 3,6 % ниже физиологической нормы. Показатель мочевины в сыворотке крови характеризует баланс протеина и ферментированных углеводов (Маслюк А.Н и др., 2018). Установлено, что у молодняка симментальской породы отмечался более высокий уровень общего белка в крови ( $85,3 \pm 3,41$  г/л), который тесно коррелировал с содержанием мочевины –  $3,45 \pm 0,72$  ммоль/л, а у телок

калмыцкой породы эти показатели оказались относительно более низкими –  $84,17 \pm 3,57$  г/л и  $2,7 \pm 0,5$  ммоль/л, соответственно (таблица 15).

Таблица 14 – Биохимические показатели сыворотки крови молодняка калмыцкой и симментальской пород в холодный период года ( $X \pm Sx$ )

| Показатель               | Порода                 |                 |
|--------------------------|------------------------|-----------------|
|                          | симментальская         | калмыцкая       |
| АЛТ, ед/л                | $19,5 \pm 2,25^*$      | $11,1 \pm 2,24$ |
| АСТ, ед/л                | $69,9 \pm 4,77^*$      | $87,6 \pm 2,84$ |
| Общий белок, г/л         | $85,3 \pm 3,41$        | $84,2 \pm 3,57$ |
| Мочевина, ммоль/л        | $3,5 \pm 0,72$         | $2,7 \pm 0,5$   |
| Щелочная фосфатаза, ед/л | $100,9 \pm 4,42^{***}$ | $64,3 \pm 2,64$ |

При исследовании содержания общего белка в сыворотке крови подопытных животных была выявлена гиперпротеинемия. Интенсивный рост молодняка сопровождается более активным обменом веществ, что отражается на картине крови белковых фракций (Максимов В.И и др., 2019).

Таблица 15 – Показатели электрофореза сыворотки крови телок в холодный период года

| Показатель             | Порода           |                  |
|------------------------|------------------|------------------|
|                        | симментальская   | калмыцкая        |
| Общий белок, г/л       | $85,3 \pm 3,41$  | $84,2 \pm 3,57$  |
| Альбумины, г/л         | $28,1 \pm 6,49$  | $18,6 \pm 3,71$  |
| Глобулины/, г/л        | $57,2 \pm 2,28$  | $65,6 \pm 2,31$  |
| $\alpha_1$ – глобулины | $8,70 \pm 2,24$  | $8,44 \pm 1,98$  |
| $\alpha_2$ – глобулины | $9,90 \pm 1,30$  | $11,06 \pm 2,22$ |
| $\beta$ – глобулины    | $12,25 \pm 1,48$ | $10,85 \pm 2,51$ |
| $\gamma_1$ – глобулины | $11,73 \pm 3,83$ | $15,46 \pm 2,54$ |
| $\gamma_2$ – глобулины | $14,62 \pm 2,59$ | $19,78 \pm 2,29$ |

В организме эритропоэтины выступают регуляторами эритропоэза. Собственно, эритрогенин выступает предшественником эритропоэтинов, и становится активным после реакции с альфа-глобулинами плазмы. В нашем опыте установлены высокие показатели альфа- и гамма-глобулинов у калмыцкого скота. Так, разница составила 4,8 и 33,7 % по сравнению с аналогами других пород. Содержание глобулинов тесно связано с увеличением количества эритроцитов и гемоглобина в крови.

Показатели содержания гамма-глобулинов в сыворотке крови у животных калмыцкой породы были выше на 33,7 %, чем у аналогов симментальской породы. В то же время отмечалось более высокое содержание  $\beta$ -глобулинов, у симменталов, что на 11,4% выше, чем у животных калмыцкой породы.

Ранее Максимовым В.И и др., 2019 установлено, что молодняк с высоким уровнем глобулинов менее восприимчив к различным заболеваниям. Полученные нами данные показали, что почти все физиологические параметры крови крупного рогатого скота калмыцкой породы лежали в пределах нормы, это свидетельствует об их высоких адаптационных качествах к новым природно-климатическим условиям Якутии. Показатели крови, характеризующие физиологическое состояние показали, что симментальская порода превосходила скот калмыцкой породы по содержанию мочевины. Известно, что в зимнее время затрачивается больше энергии на поддержание гомеостаза, поэтому для молодого растущего организма требуется больше энергии и питательных веществ, это отражается на показателях крови животных.

Следует указать, что в СПК "Солоонун" в начале стойлового периода скот содержался на открытых выгульных площадках: относительно теплая зима - температура воздуха в ночные часы не опускалась ниже - 11 С, с повышением в дневное время до 1...2 °С. Возможно поэтому у молодняка калмыцкой породы в сыворотке крови отмечались сравнительно низкие показатели общего белка и его фракций. Так, показатели  $\gamma$ -глобулинов в сыворотке крови у животных калмыцкой породы выше на 33,7 %, чем у симментальской породы. В ООО «Хоробут» скот переводили на стойловое содержание в скотопомещениях.

При этом у животных симментальской породы отмечалось на 11,4 % большее содержание  $\beta$ -глобулинов, чем у калмыцкого скота.

### 3.2.3.2 Второе исследование (группа сравнения якутский скот)

В ходе исследований нами изучались адаптационные изменения в организме животных калмыцкой породы скота с группой сравнения – якутским скотом. Результаты представлены в таблице 16.

Установлено, что по содержанию эритроцитов в крови калмыцкие коровы превосходили местных якутских сверстниц на  $0,44 \cdot 10^{12}/л$  (6,0 %), количеству гемоглобина на 11,48 г/л (9,4 %), ( $P > 0,99$ ), по количеству лейкоцитов на  $4,41 \cdot 10^9/л$  (39,2 %), но уступали по количеству лимфоцитов на 16,0 % по содержанию их в общем числе лейкоцитов.

Таблица 16 – Гематологические показатели коров сравниваемых пород

| Показатель              | Порода             |                   |
|-------------------------|--------------------|-------------------|
|                         | калмыцкая          | якутская          |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | $7,26 \pm 0,56^*$  | $6,82 \pm 0,87$   |
| Гемоглобин, г/л         | $122,07 \pm 2,5^*$ | $110,59 \pm 1,31$ |
| Гематокрит, %           | $41,41 \pm 4,50$   | $30,50 \pm 3,38$  |
| Тромбоциты, $10^9/л$    | $414,1 \pm 1,60$   | $332,0 \pm 2,62$  |
| Лейкоциты, $10^9/л$     | $11,24 \pm 3,44^*$ | $6,83 \pm 2,91$   |
| Гранулоциты, $10^9/л$   | $6,5 \pm 1,50$     | $6,54 \pm 1,87$   |
| Лимфоциты, $10^9/л$     | $3,15 \pm 1,79$    | $3,75 \pm 2,10$   |

Относительно низкий уровень гранулоцитов в крови коров калмыцкой породы на уровне  $6,5 \cdot 10^9/л$ , а также более низкое содержание лимфоцитов в нашем эксперименте, можно рассматривать как проявление адаптационных механизмов к условиям содержания и кормления, тем более что эти показатели напрямую зависели от сезона года.

Физиологическое состояние животных изучали по содержанию общего белка и белковых фракций в сыворотке крови в зимний период (таблица 17).

У коров калмыцкой породы общий белок в сыворотке крови находился на высоком уровне и составлял –  $84,32 \pm 2,35$  г/л, что на 17,6 % выше, по сравнению якутскими сверстницами.

Таблица 17 – Динамика показателей общего белка и белковых фракций в сыворотке крови коров, г/л ( $\bar{x} \pm S_x$ )

| Показатель         | Порода           |                       |
|--------------------|------------------|-----------------------|
|                    | калмыцкая        | якутская              |
| Общий белок        | $84,32 \pm 2,35$ | $71,68 \pm 2,06^{**}$ |
| Альбумины          | $37,15 \pm 1,86$ | $27,98 \pm 1,96^{**}$ |
| $\alpha$ глобулины | $5,32 \pm 0,43$  | $8,23 \pm 0,58^{**}$  |
| $\beta$ глобулины  | $11,99 \pm 0,87$ | $10,13 \pm 1,06$      |
| $\gamma$ глобулины | $29,86 \pm 2,03$ | $25,34 \pm 1,43^*$    |

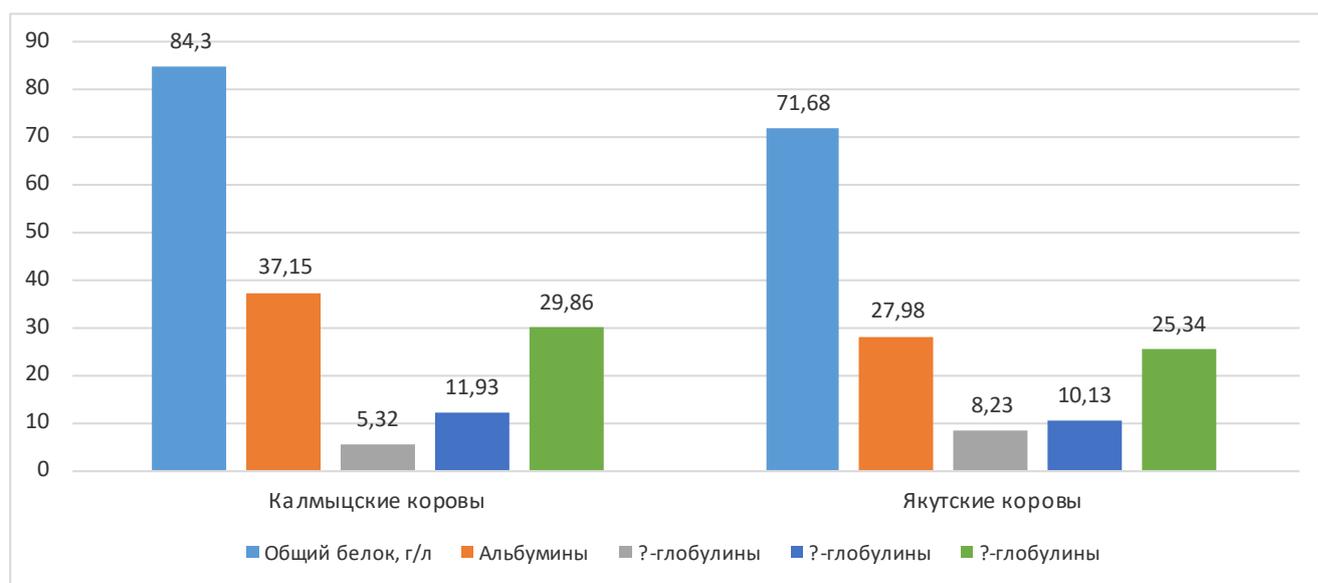


Рисунок 11 – Общий белок в сыворотке крови коров разных пород

Проводя оценку общего белка по фракциям были установлены большие концентрации альбуминов на 32,77 %,  $\beta$ -глобулинов – на 18,36 %,  $\gamma$ -глобулинов – на 13,89 %, при снижении фракции  $\alpha$ -глобулинов – на 35,36 % у коров калмыцкой породы по сравнению с якутскими животными.

Для оценки уровня резистентности завезенного крупного рогатого скота калмыцкой породы в сравнении с якутским, нами была определена

опсонофагоцитарная реакция (ОФР) в осенний период (октябрь). Результаты исследований которой представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Показатели ОФР крупного рогатого скота

| Показатель                 | Порода     |            |
|----------------------------|------------|------------|
|                            | калмыцкая  | якутская   |
| Фагоцитарная активность, % | 85,43±1,21 | 87,11±1,08 |
| Фагоцитарный индекс, м. т. | 5,03±1,06  | 5,62±1,09  |
| Фагоцитарное число, м.т.   | 7,03±1,28  | 8,64±1,34  |

Полученные данные свидетельствуют о соответствии показателей ОФР физиологической норме, кроме показателя фагоцитарной активности (ФА), значения которого превышали физиологические нормативы на 6,3-11,6 %.

Нами установлено, что у животных калмыцкой породы высокий уровень фагоцитарной активности микрофагов подтверждается и более высокими значениями общего количества лейкоцитов в периферической крови ( $11,24 \pm 3,44 \cdot 10^9/\text{л}$ ).

Детальная оценка биохимического статуса калмыцкого скота не выявила отклонений в параметрах крови подопытных животных от физиологической нормы. Исключением являлись только показатели активности креатинкиназы (КК), лактадегидрогеназы (ЛДГ) и концентрации холестерина средние значения которых отличались нормы (таблица 19).

Если проанализировать результаты биохимических исследований в разрезе половозрастных групп, следует отметить, что у нетелей было достоверно выше содержание в сыворотке крови почти всех показателей, кроме уровня АлАТ, ЛДГ, КК и мочевины, показатели которых были выше у бычков. Так, по содержанию АсАТ – на 79,62% ( $P < 0,001$ ), ГГТ – на 9,28% ( $P < 0,001$ ), ЩФ – на 12,60% ( $P < 0,001$ ), холестерина – на 56,73% ( $P < 0,05$ ) и креатинина – на 20,74% ( $P < 0,001$ ) бычки превосходили телок. Разница по содержанию триглицеридов и общего белка составляла 5,0 % и 6,9 %, соответственно в пользу нетелей, но была статистически недостоверной.

Таблица 19 – Биохимические показатели крови молодняка калмыцкой породы

| Показатель                          | Половозрастная группа |            | Норма по<br>В.М Холод, и<br>Г.Ф.<br>Ермолаев,<br>1988) |
|-------------------------------------|-----------------------|------------|--|
|                                     | нетели                | бычки      |  |
| Аспартатаминотрансфераза,<br>нкат/л | 653,5±2,72*           | 133,2±1,05 | 183-2667   |
| Аланинаминотрансфераза, нкат/л      | 384,5±1,56*           | 532,0±1,51 | 112-1000   |
| Гаммаглутамилтрансфераза,<br>нкат/л | 366,7±3,14*           | 332,7±1,12 | 112-383  |
| Лактатдегидрогеназа, ммкат/л        | 18,9±0,23**           | 26,6±2,59  | 5,38-21,4  |
| Креатинкиназа, нкат/л               | 2648±2,47*            | 4501±0,55  | 8-1150   |
| Щелочная фосфатаза, нкат/л          | 2686±1,56*            | 2348±2,52  | 40-2734  |
| Общий белок, г/л                    | 80,1±3,24             | 74,5±1,54  | 60-89  |
| Мочевина, ммоль/л                   | 3,39±0,71             | 4,81±0,07  | 0,83-6,91  |
| Глюкоза, ммоль/л                    | 1,57±0,09             | 1,58±0,92  | 1,32-4,89  |

У бычков в сыворотке крови достоверно отмечалось большее содержание АлАТ, ЛДГ, КК и мочевины, разница составила 27,72% ( $P<0,001$ ), 29,2% ( $P<0,05$ ), 41,14% ( $P<0,001$ ) и 29,52% ( $P\geq 0,05$ ), и меньшее содержание АсАТ ( $133,15\pm 1,05$  нкат/л), что на 27,39% ниже минимальных пределов физиологических нормативов. При этом уровень ЛДГ и КК – превышали максимальные значения нормативов.

Следует отметить, что у животных сравниваемых групп в сыворотке крови превышали максимальные значения физиологических нормативов по содержанию ЛДГ, КК и холестерина. Так, содержанию в сыворотке крови фермента креатинкиназы ( $2648,44\pm 2,47$ ;  $4500,82\pm 0,55$  нкат/л) выше максимальных значений нормативов.

Выявлено, что у нетелей в сыворотке крови отмечался высокий уровень щелочной фосфатазы который составлял  $2686,33 \pm 1,56$  нкат/л, что соответствует верхним границам физиологической нормы. Активность креатинкиназы (КК) у нетелей составила -  $2648,44 \pm 2,47$ , а у бычков –  $4500,82 \pm 0,55$  нкат/л, что превышает нормативы, в среднем, в 3,3 раза. Следует отметить и высокую активность лактадегидрогеназы (ЛДГ), у бычков, что на 24,48 % превышает физиологические нормативы. При этом уровень ЛДГ у нетелей составил  $18,86 \pm 0,23$  нкат/л, что соответствует норме, близкой к её верхним границам.

Креатинкиназа (КК) – это фермент, природный катализатор химических реакций, значительно увеличивающий скорость преобразования креатина и АТФ в высокоэнергетическое соединение креатинфосфат. Активность КК зависит от возраста, пола, мышечной массы и физической активности. Значительное повышение активности КК в сыворотке крови наблюдают в связи с активным развитием мускулатуры и нервной системы (Г.И. Назаренко и др., 2000). По-видимому, высокая активность фермента ЛДГ у исследуемых групп животных обусловлена особенностями физиолого-биохимического состояния организма, в частности их пола и возраста.

Особенности обмена липидов у животных различных половозрастных групп представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Уровень липидного обмена у молодняка калмыцкой породы, ммоль/л

| Показатель       | Половозрастные группы |                 |
|------------------|-----------------------|-----------------|
|                  | нетели (M±m)          | бычки (M±m)     |
| Холестерин общий | $5,57 \pm 1,26^*$     | $2,41 \pm 0,46$ |
| Триглицериды     | $0,20 \pm 0,08$       | $0,19 \pm 0,07$ |

Выявлено, что в сыворотке крови исследуемых групп скота уровень триглицеридов соответствует нормативным значениям. Следует отметить, что у нетелей в сыворотке крови отмечалась высокое содержание холестерина ( $5,57 \pm 1,26$  г/л), что в 1,9 раза превышает максимальные значения нормативов и в

2,3 раза - по сравнению с аналогичными показателями у бычков ( $2,41 \pm 0,46$  г/л). Разница достоверна ( $P < 0,05$ ). Уровень глюкозы в сыворотке крови у животных обеих групп был фактически одинаковым ( $1,57-1,58$  ммоль/л) и соответствовал нижним пределам физиологической нормы.

### 3.2.4. Элементный статус скота калмыцкой породы

Исследования проведены на трех группах животных: телки в возрасте 2 месяцев (I группа), телки в возрасте 12 месяцев (II группа) и взрослые коровы (III группа). При этом взрослые коровы представлены животными, завезенными из Республики Калмыкия. Результаты исследований содержания макроэлементов в шерсти представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Содержание макроэлементов в волосяном покрове исследуемых животных, мкг/г ( $X \pm S_x$ )

| Элемент | Группа         |                  |                  |
|---------|----------------|------------------|------------------|
|         | I              | II               | III              |
| Na      | $3216 \pm 415$ | $2839 \pm 266$   | $1770 \pm 239$   |
| Ca      | $2213 \pm 251$ | $2603 \pm 195$   | $1711 \pm 93$    |
| K       | $3794 \pm 548$ | $5577 \pm 596^*$ | $2752 \pm 278$   |
| Mg      | $1459 \pm 183$ | $1417 \pm 197$   | $1122 \pm 153$   |
| P       | $285 \pm 19,1$ | $252 \pm 28,8$   | $210 \pm 13,9^*$ |

Так, телки I-ой группы превосходили особей из II-ой и III-ей групп по содержанию натрия на 13,3 и 81,7; по фосфору на 13,1 и 36,0 % ( $p < 0,05$ ). По содержанию кальция в волосяном покрове телки I-ой группы превосходили взрослых коров на 22,6 %, но незначительно уступали годовалым телкам II-ой группы, разница не достоверно. Концентрация калия у телок I-ой группы была ниже на 32% ( $p < 0,05$ ), чем, у телок II-ой группы и на 27,5 % выше, чем у взрослых коров III-ей группы, хотя и недостоверно. Следует отметить, что данный показатель у годовалых телок II-ой группы почти в 2 раза превышал аналогичный показатель взрослых коров. Содержание магния в I-ых и II-ых группах находится

практически на одном уровне, и был выше показателя взрослых животных III-ей группы на 23 и 20,8 % соответственно, по содержанию эссенциальных микроэлементов в волосяном покрове у животных нами также выявлены достоверные различия (таблица 22).

Таблица 22 – Содержание эссенциальных микроэлементов в волосяном покрове у животных, мкг/г ( $X \pm S_x$ )

| Элемент | Группа      |             |             |
|---------|-------------|-------------|-------------|
|         | I           | II          | III         |
| Co      | 0,173±0,029 | 0,219±0,04  | 0,269±0,06  |
| Cr      | 1,07±0,15   | 1,29±0,18   | 2,32±0,19*  |
| Cu      | 7,96±0,26   | 7,22±0,35   | 7,38±0,25   |
| Fe      | 474,8±65,2  | 530,4±114,6 | 765,9±99,5* |
| I       | 1,08±0,270  | 1,04±0,114  | 0,59±0,104  |
| Mn      | 12,07±1,50  | 42,02±5,66  | 16,27±2,43  |
| Se      | 0,24±0,031  | 0,34±0,024  | 0,28±0,031  |
| Zn      | 109,6±5,012 | 107,6±5,43  | 86,54±6,33* |

В частности, содержание хрома в шерсти коров калмыцкой породы было в 2,1 раза выше, чем у тёлочек 2-месячного возраста ( $p < 0,05$ ) и в 1,8 раз больше, чем у 12-месячных; железа на 61,3 и 44,4 % ( $p < 0,05$ ). В покрове коров содержалось меньше цинка на 21 % ( $p < 0,05$ ) и 19,6 % соответственно. Следует отметить, что если концентрация кобальта, хрома и железа с возрастом увеличивалась, то концентрация йода и цинка, наоборот, уменьшалась. А содержание меди, марганца и селена увеличивалось или снижалось.

Содержание условно-эссенциальных микроэлементов в шерсти животных представлено в таблице 23.

Таблица 23 – Содержание условно-эссенциальных микроэлементов в волосяном покрове животных, мкг/г ( $\bar{X} \pm S_x$ )

| Элемент | Группа      |             |              |
|---------|-------------|-------------|--------------|
|         | I           | II          | III          |
| B       | 1,25±0,11   | 2,95±0,30   | 1,97±0,215   |
| Li      | 0,396±0,066 | 0,45±0,076  | 0,521±0,083  |
| Ni      | 0,943±0,156 | 1,037±0,13* | 2,74±1,046** |
| Si      | 94,5±28,4   | 144,2±47,9  | 297,8±79,9*  |
| Sr      | 6,07±0,6    | 10,36±0,8   | 9,40±0,8     |
| V       | 0,669±0,119 | 0,787±0,15  | 0,934±0,168  |

Как видно из полученных результатов животные III группы превосходили представителей из I и II групп по концентрации в волосе никеля в 2,9 ( $p < 0,01$ ) и 2,6 раза ( $p < 0,05$ ); кремния – в 3,2 и 2,1 раза, соответственно.

В волосяном покрове животных III группы нами фиксировалась более высокая концентрация алюминия, мышьяка, кадмия, свинца и цинка относительно I и II групп (рисунок 12).

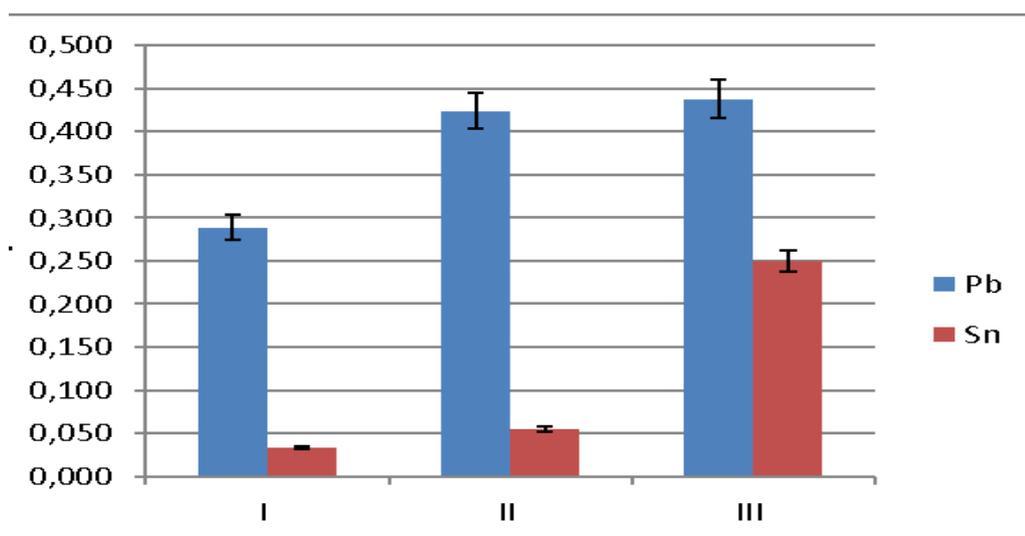


Рисунок 12 – Концентрация токсичных элементов Pb и Sn в зависимости от возраста животных, мкг/г

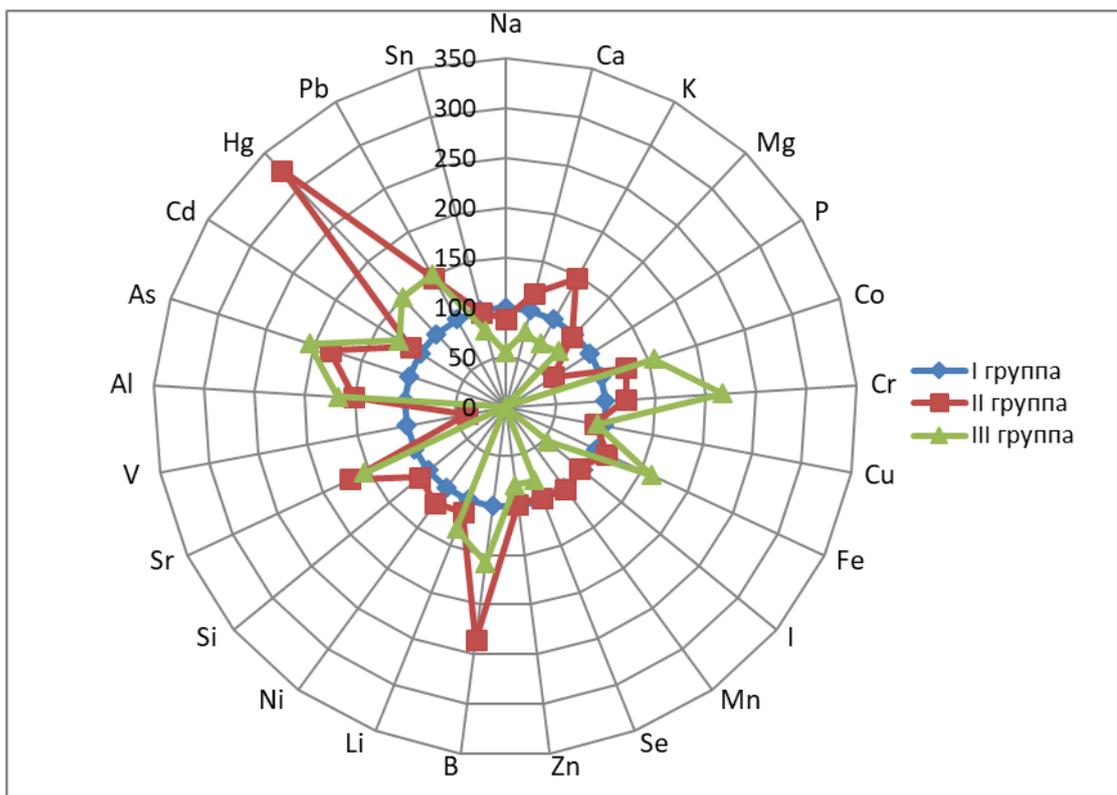


Рисунок 13 – Межгрупповые отклонения концентраций химических элементов у животных обследованных групп, %

Полученные результаты позволили установить существенные различия элементного статуса изученных групп животных (рисунок 13).

Обнаруженное в нашем эксперименте увеличение концентраций токсичных свинца и цинка в шерсти взрослых особей относительно I и II групп могло возникнуть вследствие внешнего воздействия и накопления металлов в волосе. Это, в целом, согласуется с проведенными ранее исследованиями для человека (M.G. Skalnaya et al, 2015) и животных (A. Kicińska et al, 2019).

В шерсти животных III группы содержалось меньше цинка чем в I и II группах, что могло быть связано с уровнем антагониста свинца (M.G. Skalnaya et al, 2015; S.A. Miroshnikov et al, 2018).

### **3.2.5. Физиологические аспекты работы пищеварительной системы животных калмыцкой породы**

#### **3.2.5.1 Особенности физиологии пищеварения животных калмыцкой породы**

Объектом исследований были бычки калмыцкой породы в возрасте от 15 до 18 месяцев в количестве 50 голов. Функции системы SmaXtec: мониторинг температуры рубца; мониторинг уровня рН рубца (в течение 150 дней) и активности животного. Перед началом опыта проводили калибровку рН-зонда в буферном растворе с рН 4 и рН 7. Датчик-боллус вводился в рубец животного металлическим аппликатором, который после глотания попадал во второй отдел желудка жвачных – ретикулум, и оттуда передавал информацию в базовую станцию посредством радиоволн с использованием полосы ISM (433 МГц). Базовая станция находилась в 10 метрах от откормочной площадки. Информация с базовой станции передавалась на сервер посредством установленной спутниковой антенны с интернетом. Информация собиралась и сохранялась во внешней микросхеме памяти. Фиксирование данных из рубца животных проводили регулярно, но не менее 1-2 раз в сутки согласно инструкции. Откормочных бычков взвешивали механическими весами (вт.8908 для взвешивания животных) производства ОАО «Иглинский весовой завод».

По результатам компьютерной обработки полученных данных рН-рубца при еженедельном мониторинге показатели рН-рубца находились в пределах нормативных показателей здорового животного (таблица 24). Следует отметить, что у взрослого рогатого скота рН содержимого рубца должен быть на уровне – 6,5-7,3 Ранее проведенными исследованиями Alzahal O. et al, (2008); Cooper-Prado M.J. et al, (2011) доказано что, если животное не получает нужных питательных веществ достаточной энергии, тогда уровень рН падает.

Показатели внутреннего мониторинга SmaXtec за состоянием здоровья бычков мы сопоставляли с природно-климатическими факторами, зафиксированными в период откорма (таблица 25).

Показатели рН рубца незначительно были снижены при дождливой погоде (17-20.09.2019 и 22.09.2019) и при значительном похолодании атмосферного

воздуха до  $-18,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  днем и  $-15,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ночью в первой декаде ноября на 8 недели откорма. Также мы фиксировали, что показатели рН рубца показывали динамику в сторону увеличения с 5 недели откорма от  $6,72\pm 0,008$  при установлении стабильно минусовых температур в дневное и ночное время суток, и при осадках в виде снега. Измерение температуры позволяет заранее узнать выявление болезни, если температура тела повышается или падает. В нашем случае животные показывали стабильные показатели температуры рубца за все время научно-производственного опыта. Это говорит о том, что животные оставались клинически здоровыми.

Таблица 24 – Еженедельный мониторинг (средние показатели за неделю) состояния здоровья откормочных бычков посредством болюсов-датчиков,  $M\pm m$

| Неделя | рН-рубца        | Температура в рубце | Активность     |
|--------|-----------------|---------------------|----------------|
| 1      | $6,56\pm 0,01$  | $39,13\pm 0,03$     | $6,67\pm 0,17$ |
| 2      | $6,61\pm 0,01$  | $39,07\pm 0,06$     | $6,32\pm 0,13$ |
| 3      | $6,68\pm 0,006$ | $39,01\pm 0,04$     | $6,94\pm 0,15$ |
| 4      | $6,68\pm 0,006$ | $39,07\pm 0,05$     | $7,03\pm 0,12$ |
| 5      | $6,72\pm 0,008$ | $39,09\pm 0,04$     | $6,11\pm 0,10$ |
| 6      | $6,76\pm 0,008$ | $39,04\pm 0,04$     | $6,85\pm 0,13$ |
| 7      | $6,79\pm 0,007$ | $39,06\pm 0,04$     | $6,93\pm 0,15$ |
| 8      | $6,55\pm 0,01$  | $39,11\pm 0,06$     | $6,69\pm 0,14$ |

Активность бычков мы наблюдали на четвертой неделе откорма ( $7,03\pm 0,12$ ) также при устойчивом похолодании атмосферного воздуха при температурах ниже  $0$  градусов. Нами также рассматривались суточные показатели мониторинга бычков при использовании системы SmaXtec (таблица 26).

Таблица 25 – Природно-климатические факторы (средние показатели за неделю) в период откорма бычков с болюсами-датчиками

| Недели | Температура воздуха |       |       |         | Давление<br>мм рт. ст. | Природные факторы                   |
|--------|---------------------|-------|-------|---------|------------------------|-------------------------------------|
|        | ночью               | утром | днём  | вечером |                        |                                     |
| 1      | 1,1                 | 1     | 5     | 4,9     | 746                    | дождь (17-20.09.)<br>дождь (22.09.) |
| 2      | 1,3                 | 1,5   | 6,3   | 5,0     | 748                    | дождь со снегом (28.09.)            |
| 3      | -2,6                | -3,6  | 2,0   | 0,1     | 748                    | без осадков                         |
| 4      | -4,4                | -4,4  | -2,3  | -3,3    | 745                    | снег (9-11.10.)                     |
| 5      | -4                  | -4    | -1    | -2      | 749                    | без осадков                         |
| 6      | -7,7                | -9,6  | -6,1  | -7,6    | 753                    | снег (25-26.10.)                    |
| 7      | -11                 | -13   | -9    | -10     | 748                    | без осадков                         |
| 8      | -15,3               | -17,0 | -18,7 | -19,3   | 753                    | без осадков                         |

Незначительное снижение рН рубца  $6,5 \pm 0,08$  мы наблюдали в период покоя в часовом промежутке 18.00-00.00. Наоборот, заметные снижения температуры в рубце животного отмечались с 12.00 до 18.00, в этот период откормочные бычки были наиболее активны  $8,6 \pm 1,0$ , шли на водопой и употребляли концентрированные корма.

Таблица 26 – Суточные показатели мониторинга бычков (15-18 мес.) калмыцкой породы при использовании системы SmaXtec,  $M \pm m$

| Время       | рН рубца       | Температура в рубце | Активность     |
|-------------|----------------|---------------------|----------------|
| 00.00-06.00 | $6,7 \pm 0,1$  | $39,3 \pm 0,1$      | $4,6 \pm 0,4$  |
| 06.00-12.00 | $6,8 \pm 0,1$  | $39,1 \pm 0,2$      | $6,0 \pm 0,5$  |
| 12.00-18.00 | $6,7 \pm 0,1$  | $38,8 \pm 0,2$      | $8,6 \pm 1,0$  |
| 18.00-00.00 | $6,5 \pm 0,08$ | $39,2 \pm 0,18$     | $7,5 \pm 0,08$ |

В ходе наблюдений мы выявили недостаточное потребление воды подопытными животными, что напрямую влияет на откормочные качества бычков и соответственно на рентабельность ведения откорма мясного стога.

В целом, полученные нами данные мониторинга – уровень рН рубца ( $6,6 \pm 0,003$ ), температура рубца ( $39,1 \pm 0,022$ ), активность животного ( $6,7 \pm 0,061$ ), что соответствует нормативным показателям. Показатели мониторинга за животными через систему SmaXtec подтвердили, что рацион по откорму бычков в опытной и контрольной группе был разработан оптимально и с учетом внешних природных факторов (низкие температуры воздуха, осадки в виде дождя и снега, ветреностью местности, так как животные находились на открытой площадке), влияющих по физиологическое состояние животного.

На рисунке 14 приводится график мониторинга основных указанных показателей болюса. При этом система автоматически выдает сообщения по состоянию здоровья животного, о необходимости корректировки рациона кормления и водопоя. По итогам проведенного научно-производственного опыта мы пришли к заключению, что система внутреннего мониторинга SmaXtec является эффективным средством для дистанционного наблюдения в режиме реального времени за физиологическим состоянием здоровья крупного рогатого скота в природно-климатических и территориальных условиях Якутии.

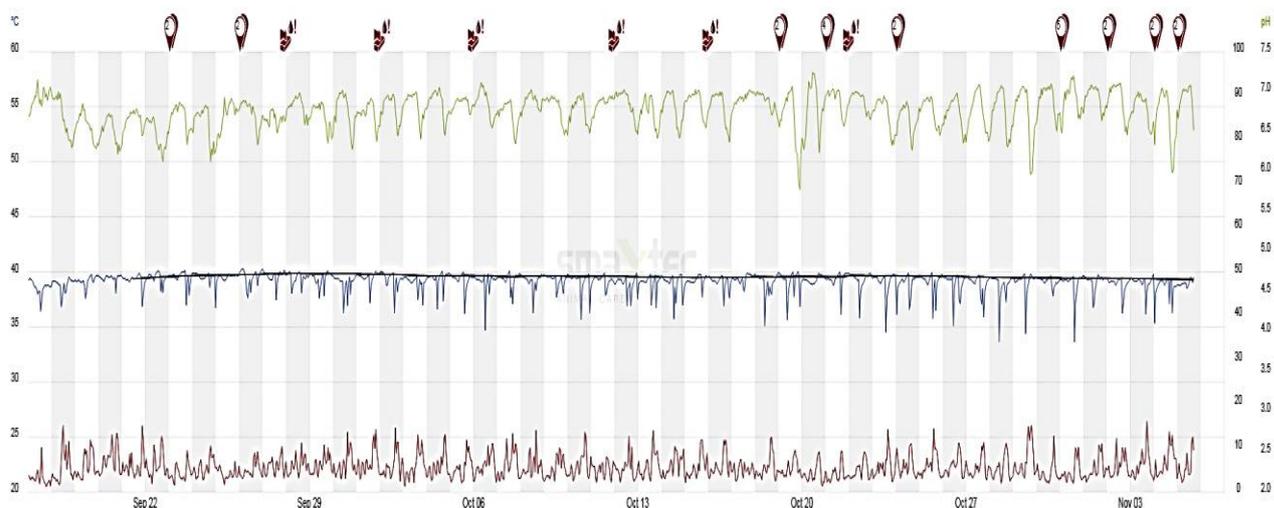


Рисунок 14 – Динамика уровня рН, температуры и активности животного

Инновационная технология может успешно применяться при организации откорма бычков мясного направления продуктивности. Постоянный онлайн мониторинг изменений показателей рубца – рН, температуры и двигательной активности животных позволяет оперативно проводить корректировку рациона и условий содержания. Наши исследования доказали, что использование системы SmaXtec в мясном скотоводстве имеет хорошие перспективы и может использоваться в условиях Республики Саха (Якутия).

### **3.2.5.2 Особенности микробного профиля желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скот калмыцкой и аборигенной якутской пород**

Изучение микробиоты рубца представляет большой интерес для сельскохозяйственной сферы деятельности человека, в том числе для исследований, направленных на повышение эффективности использования корма крупным рогатым скотом. Это связано с тем, что на фоне повышения мирового спроса на потребление высококачественной говядины, как наиболее полноценного пищевого продукта для человека, улучшение в эффективности кормления является одним из перспективных направлений в решении данного вопроса (R. Ramsey et al., 2005; J.L. Capper 2011; D.P. Berry et al., 2013; Ch.I. Matthews et al., 2019).

Данные исследования позволяют проводить оценку эффективности кормления и открывают перспективу манипуляции микробиомом животных с целью повышения продуктивных качеств крупного рогатого скота. Анализ микробного разнообразия рубца и толстого кишечника коров калмыцкой породы показал схожие результаты.

Исследование микробного профиля рубца коров аборигенной якутской породы с использованием в качестве маркера 16s rRNA показало, что из 12 классифицированных филумов доминирующую позицию занимали *Bacteroidetes* (48.9±2.32% от общего числа) и *Firmicutes* (26±1.89% от общего числа) (рисунок 15). Также среди многочисленных были отмечены таксоны *Proteobacteria* (2.36±0.21 %), *Verrucomicrobia* (3.91±0.14 % от общего числа), *Fibrobacteres*

( $2,66 \pm 0,17$  % от общего числа) и *Saccharibacteria* ( $2,37 \pm 0,29$  % от общего числа), остальные составляли не более 2 % каждый от общего числа. Таксономическое разнообразие доминирующих филумов было в основном представлено бактериями классов *Bacteroidia* ( $40,8 \pm 0,59$  % от общего числа), *Negativicutes* ( $40,8 \pm 1,59$  % от общего числа) и *Clostridia* ( $40,8 \pm 1,96$  %) от общего числа). Наиболее многочисленными являлись бактерии семейств *Lachnospiraceae* ( $23,3 \pm 2,52$  % от общего числа), *Prevotellaceae* ( $22,7 \pm 2,06$  % от общего числа), *Porphyromonadaceae* ( $10,5 \pm 1,23$  % от общего числа) и *Ruminococcaceae* ( $8,64 \pm 0,64$  % от общего числа). Следует отметить что в ходе исследования было классифицировано 29 родов среди которых р. *Fibrobacter* ( $2,66 \pm 0,36$  % от общего числа), р. *Ruminococcus* ( $2,23 \pm 0,12$  % от общего числа), р. *Succinimonas* ( $2,19 \pm 0,05$  % от общего числа), р. *Prevotella* ( $14,6 \pm 0,88$  % от общего числа), р. *Paludibacter* ( $6,88 \pm 0,09$  % от общего числа) численно являлись наиболее большими группами бактерий.

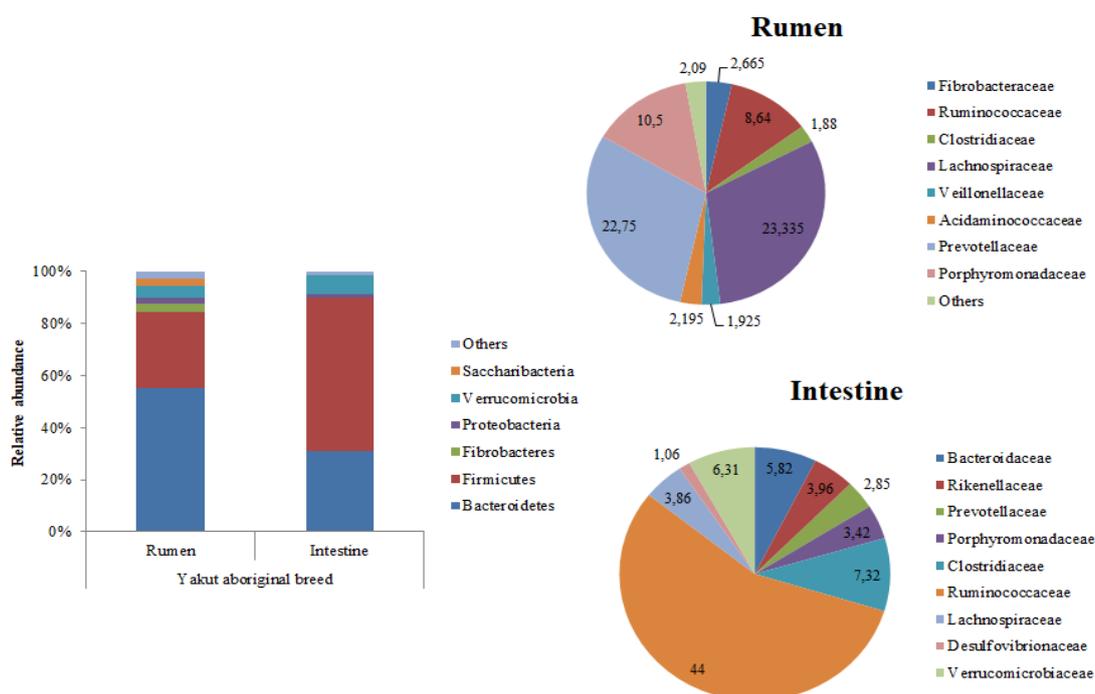


Рисунок 15 – Таксономический состав микробиома рубца и толстого кишечника коров якутской породы

При изучении генетического разнообразия микрофлоры толстого кишечника коров аборигенной якутской породы было классифицировано 11

филумов, где многочисленными являлись таксоны *Bacteroidetes* ( $30.5 \pm 2.96$  % от общего числа), *Firmicutes* ( $58.4 \pm 2.06$  % от общего числа) и *Verrucomicrobia* ( $7.23 \pm 0.27$  % от общего числа). Наиболее многочисленными представителями данных филумов являлись бактерии семейств *Bacteroidaceae* ( $5.82 \pm 0.05$  % от общего числа), *Rikenellaceae* ( $3.96 \pm 0.05$  % от общего числа), *Prevotellaceae* ( $2.85 \pm 0.36$  % от общего числа), *Porphyromonadaceae* ( $3.42 \pm 0.13$  % от общего числа), *Clostridiaceae* ( $7.32 \pm 0.71$  % от общего числа), *Ruminococcaceae* ( $44 \pm 3.01$  % от общего числа), *Lachnospiraceae* ( $3.86 \pm 0.02$  % от общего числа) и *Verrucomicrobiaceae* ( $6.31 \pm 0.05$  % от общего числа). Идентификация на уровне рода и сравнение со справочной базой SILVA позволила классифицировать 42 таксона из которых численно выделялись *Bacteroides* ( $5.8 \pm 0.25$  % от общего числа), *Alistipes* ( $2.9 \pm 0.11$  % от общего числа), *Paludibacter* ( $2.47 \pm 0.07$  % от общего числа), *Clostridium* ( $6.3 \pm 0.19$  % от общего числа), *Oscillibacter* ( $2.78 \pm 0.08$  % от общего числа) и *Akkermansia* ( $6.31 \pm 0.2$  % от общего числа).

Анализ микробного разнообразия рубца и толстого кишечника коров калмыцкой породы показал схожие результаты (рисунок 16). В микробиоте рубца коров наиболее многочисленными являлись 4 филума: *Bacteroidetes* ( $36.2 \pm 2.99$  % от общего числа), *Firmicutes* ( $28.8 \pm 2.89$  % от общего числа) *Verrucomicrobia* ( $5.93 \pm 0.41$  % от общего числа) и *Fibrobacteres* ( $5.64 \pm 0.28$  % от общего числа  $2.75$  % от общего числа), которые были представлены семействами *Clostridiaceae* ( $2.24 \pm 0.15$  % от общего числа), *Ruminococcaceae* ( $12.5 \pm 2.06$  % от общего числа), *Lachnospiraceae* ( $6.91 \pm 0.32$  % от общего числа), *Prevotellaceae* ( $16.7 \pm 2.08$  % от общего числа), *Fibrobacteraceae* ( $5.64 \pm 0.92$  % от общего числа) и *Porphyromonadaceae* ( $7.89 \pm 1.64$  % от общего числа). В рубцовой жидкости коров калмыцкой породы было идентифицировано 52 рода, из которых только четыре являлись значимыми – *Fibrobacter* ( $5.64 \pm 0.78$  % от общего числа), *Succinimonas* ( $2.11 \pm 0.07$  % от общего числа), *Prevotella* ( $11.6 \pm 2.22$  % от общего числа) и *Paludibacter* ( $4.02 \pm 0.34$  % от общего числа).

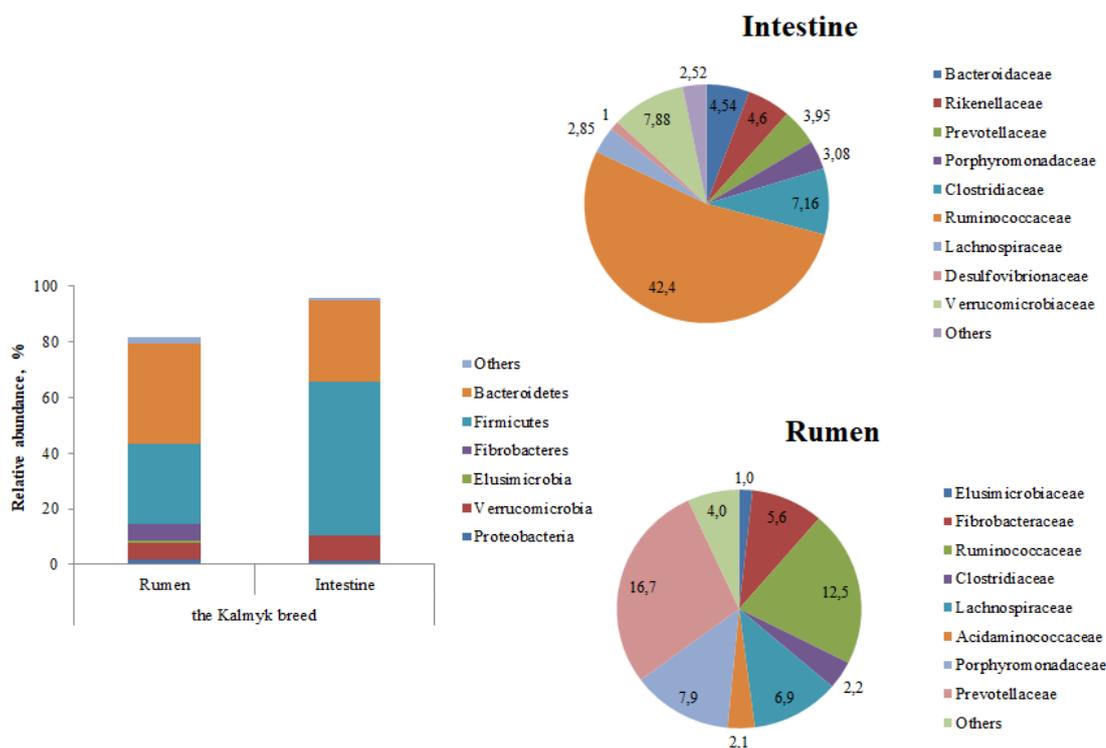


Рисунок 16 – Таксономический состав микробиома рубца и толстого кишечника коров калмыцкой породы

Анализ результатов метагеномного секвенирования по 16S рНК образцов содержимого толстого кишечника позволил классифицировать 11 филумов, из которых выделялись *Bacteroidetes* ( $29.5 \pm 2.55$  % от общего числа), *Firmicutes* ( $55.2 \pm 2.99$  % от общего числа) *Verrucomicrobia* ( $9.01 \pm 0.56$  % от общего числа), представляющие большинство. Среди классифицированных семейств *Ruminococcaceae* ( $42.4 \pm 4.06$  % от общего числа) занимало доминирующую позицию, остальные семейства - *Bacteroidaceae* ( $4.54 \pm 0.61$  % от общего числа), *Rikenellaceae* ( $4.6 \pm 0.92$  % от общего числа), *Prevotellaceae* ( $3.95 \pm 0.2$  % от общего числа), *Porphyromonadaceae* ( $3.08 \pm 0.34$  % от общего числа), *Clostridiaceae* ( $7.16 \pm 0.53$  % от общего числа), *Lachnospiraceae* ( $2.85 \pm 0.33$  % от общего числа) и *Verrucomicrobiaceae* ( $7.88 \pm 0.74$  % от общего числа) - являлись менее многочисленными. Оценка данных секвенирования показала, что наиболее многочисленными таксонами на уровне рода являлись *Bacteroides* ( $4.09 \pm 0.15$  % от общего числа), *Alistipes* ( $3.83 \pm 0.08$  % от общего числа), *Paludibacter* ( $2.43 \pm 0.09$  % от общего числа), *Clostridium* ( $6.24 \pm 0.1$  % от общего числа), *Oscillibacter* ( $4 \pm 0.74$

% от общего числа), *Akkermansia* ( $7.88 \pm 0.37$  % от общего числа) и *Paraprevotella* ( $3.05 \pm 0.66$  % от общего числа)

В результате, анализ метагеномного секвенирования по 16s rRNA показал схожий микробиоценоз рубца коров исследуемых пород. В тоже время, микробиоценоз рубца коров аборигенной якутской породы характеризовался более высоким содержанием бактерий филума *Bacteroidetes* (+ 10 %), в частности, относящихся к семействам *Prevotellaceae* (+ 8 %) и *Porphyromonadaceae* (+ 2.61 %). В рубце коров калмыцкой породы отмечалось более высокое содержание бактерий филума *Firmicutes* (+2.8 %) и *Fibrobacteres* (+ 2.98 %). Следует отметить, что микробиоценоз толстого кишечника анализируемых пород оказался практически идентичным и разница между основными таксонами составляла не более 3 %.

Для оценки биоразнообразия и сложности микрофлоры рубца и толстого кишечника крупного рогатого скота были использованы индексы Симпсона и Шеннона (таблица 27). Расчет индекса Симпсона указывает на доминирование тех или иных видов сообщества. Поскольку при возведении в квадрат малых отношений  $n_i/N$  получаются очень малые величины, индекс Симпсона возрастает по мере доминирования одного или нескольких семейств в составе филума.

Полученные данные по метагеному рубца позволили рассчитать данные показатели только для двух филумов. Значения Индекса Симпсона 0,02 и 0,018 для якутской и калмыцкой пород свидетельствует о равномерности распределения семейств в составе филума *Firmicutes* без преобладания одного из них. При этом следует отметить отсутствие различий по данному показателю среди пород. Что касается филума *Bacteroidetes*, то тут картина изменяется. Данные значения показывают, что имеется преобладание некоторых семейств у калмыцкой породы, что доказывает результаты, описанные выше. Сравнивая данные породы, можно отметить большее разнообразие микрофлоры рубца у животных калмыцкой породы, чем у якутской аборигенной.

Для толстого кишечника характерно большее разнообразие микрофлоры в сравнение с рубцом. Наиболее равномерно распределены филумы *Bacteroidetes*,

Firmicutes и Proteobacteria, состоящими из описанных выше семейств без доминирования конкретного. Наблюдается преобладание филума Verrucomicrobia. Следует отметить, что крупных межпородных различий выявлено не было. Можно уточнить, что есть небольшое различие относительно филума Verrucomicrobia у калмыцкой породы.

Анализ результатов расчета индекса Шеннона рубца показывает сложность структуры филума Firmicutes у обеих пород, при этом значительных различий между этими породами выявлено не было. Для филума Bacteroidetes наблюдается обратная картина. Ввиду ряда условий данный филум достаточно просто устроен. Для толстого кишечника максимальные значения индекса Шеннона говорят о средней сложности структуры микрофлоры, а минимальные значения указывают на простейшее устройство сообществ в составе содержимого толстого кишечника.

Таблица 27 – Расчёт индексов Симпсона и Шеннона для микробиоценоза рубца и толстого кишечника коров калмыцкой и якутской аборигенной пород

| Отдел            | Порода          |                 |                |                 |                 |                |      |
|------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|------|
|                  | якутская        |                 |                | калмыцкая       |                 |                |      |
| Рубец            | филум           | индекс Симпсона | индекс Шеннона | филум           | индекс Симпсона | индекс Шеннона |      |
|                  |                 | Firmicutes      | 0,02           | 2,52            | Firmicutes      | 0,018          | 2,34 |
|                  |                 | Bacteroidetes   | 7,98           | 0,83            | Bacteroidetes   | 2,42           | 0,84 |
| Толстый кишечник | Bacteroidetes   | 0,28            | 1,6            | Bacteroidetes   | 0,22            | 1,75           |      |
|                  | Firmicutes      | 0,13            | 1,67           | Firmicutes      | 0,15            | 1,69           |      |
|                  | Proteobacteria  | 0,01            | 0,6            | Proteobacteria  | 0,005           | 0,73           |      |
|                  | Verrucomicrobia | 16,8            | 0,01           | Verrucomicrobia | 27,1            | 0,02           |      |

Таким образом, проведенное исследование позволило детально оценить микробное разнообразие рубца и толстого кишечника коров аборигенной якутской и калмыцкой пород, отметить их особенности. Как показали результаты,

микробиом рубца коров аборигенной якутской породы имеет аналогичный состав и соотношение бактерий с микробиомом рубца коров калмыцкой породы, и тем не менее отличается более высоким содержанием бактерий филума *Bacteroidetes*. Анализ микробиомов толстого кишечника коров сравниваемых пород показал практически идентичный состав и отсутствие значимых различий между ними. Необходима дальнейшая работа по оценке вклада идентифицированных групп бактерий в изменения параметров ферментации рубца и их связи с энергетической и кормовой эффективностью мясного скота в рамках исследуемых пород, хотя предварительные данные говорят об успешной адаптации коров калмыцкой породы к типу и объему кормовых средств в данной зоне.

### **3.2.6. Антигенный состав групп крови калмыцкого скота**

Изучение аллелофонда групп крови крупного рогатого скота используется в селекционной работе (Н.Я. Кулумаева, 2008; О.Б. Генджиева, 2012, 2013; К.С. Новоселова, 2015; Е.А. Рыскина, 2015; В.В. Додохов, 2017). По данным Калязина Т.В. (2012) у крупного рогатого скота выявлено свыше трехсот антигенов, составляющих 12 систем групп крови: EAA, EAB, EAC, EAF-V, EAJ, EAL, EAM, EASU, EAZ, EAR`-S`, EAT, EAN. Отметим, что наибольшее число антигенов идентифицировано в EAB системе (50 антигенов), EAC (10), EAA, и EAF-V (по 4 антигена) и EASU (6 антигенов). Также EAB система содержит наибольшее количество феногрупп, которые образуют в популяции крупного рогатого скота около 15000 групп крови

Нами обнаружено 36 антигенных фактора. В EAB- системе крови выявили 19 антигена: G2, O1, O2, O3, G'', G', Q', B1, D', E2', E3', Y1, Y2, A1', A2', T1, T2, Y', I2. Наиболее встречаются антигены E3' с частотой 18,8%, Y1 с частотой 13,7% и E2' с частотой 10,2%. Анализ распределения антигенов по половозрастной группе представлен в таблице 28.

Из желательных эритроцитарных антигенов-маркеров высокорослости и мясной продуктивности с высокой частотой встречаемости был антиген E3' (0,743), антигены G2 и R2 встречались единично.

Таблица 28 – Анализ распределения частот встречаемости антигенов группы крови у крупного рогатого скота калмыцкой породы (СХПК «Крестях»)

| Система | Антигены | Всё стадо (70) | Быки производители (2) | Коровы (34) | Потомство (34) |
|---------|----------|----------------|------------------------|-------------|----------------|
| ЕАА     | А1       | 0,386          | 0,750                  | 0,500       | 0,235          |
|         | А2       | 0,057          | 0,250                  | 0,088       |                |
| ЕАВ     | В1       | 0,043          |                        | 0,029       | 0,059          |
|         | G2       | 0,029          | 0,500                  |             | 0,029          |
|         | I2       | 0,043          |                        | 0,029       | 0,059          |
|         | O1       | 0,229          |                        | 0,294       | 0,176          |
|         | O2       | 0,229          | 0,500                  | 0,206       | 0,235          |
|         | O3       | 0,186          | 0,500                  | 0,206       | 0,147          |
|         | Y1       | 0,671          |                        | 0,676       | 0,706          |
|         | Y2       | 0,229          | 0,500                  | 0,324       | 0,118          |
|         | D'       | 0,029          |                        | 0,029       | 0,029          |
|         | E2'      | 0,400          | 1,000                  | 0,353       | 0,412          |
|         | E3'      | 0,743          |                        | 0,765       | 0,765          |
|         | A1'      | 0,514          |                        | 0,441       | 0,618          |
|         | A2'      | 0,243          | 0,500                  | 0,235       | 0,235          |
|         | Y'       | 0,186          | 0,500                  | 0,147       | 0,206          |
|         | Q'       | 0,386          | 0,500                  | 0,353       | 0,412          |
|         | T1       | 0,043          |                        | 0,059       | 0,029          |
|         | T2       | 0,043          |                        | 0,029       | 0,059          |
|         | G'       | 0,014          |                        |             | 0,029          |
|         | G''      | 0,043          |                        | 0,059       | 0,029          |
| ЕАС     | С1       | 0,457          | 0,500                  | 0,559       | 0,353          |
|         | С2       | 0,443          |                        | 0,588       | 0,294          |
|         | L'       | 0,229          | 0,750                  | 0,147       | 0,279          |
|         | X1       | 0,057          |                        | 0,029       | 0,088          |
|         | X2       | 0,043          |                        | 0,029       | 0,059          |
|         | R2       | 0,071          |                        | 0,118       | 0,029          |
| ЕАF     | F        | 0,743          | 0,750                  | 0,705       | 0,515          |
|         | V        | 0,100          |                        | 0,059       | 0,074          |
| ЕАL     | L        | 0,029          |                        | 0,029       | 0,029          |
| ЕАS     | S1       | 0,171          |                        | 0,118       | 0,235          |
|         | S2       | 0,071          |                        | 0,088       | 0,059          |
|         | H        | 0,686          | 1,000                  | 0,765       | 0,588          |
|         | U'       | 0,014          |                        |             | 0,029          |
|         | U''      | 0,143          | 0,500                  | 0,088       | 0,176          |
| ЕАZ     | Z        | 0,507          | 0,500                  | 0,353       | 0,618          |

Среди быков производителей, из желательных эритроцитарных антигенов-маркеров высокорослости и мясной продуктивности только у одного быка был обнаружен один антиген - G2.

Как отмечают отечественные и зарубежные исследователи, определенные антигенны систем групп крови, могут являться маркерами хозяйственно полезных признаков животных.

Например, как отмечает в своих исследованиях О. Б. Генджијева и соавторы (2013), эритроцитарным антигенам-маркерам высокорослости и мясной продуктивности у крупного рогатого скота калмыцкой породы относятся: G2 и E'3 – EAB системы и R2 - EAC системы.

Следует отметить, что анализ частот встречаемости различных антигенов в обследуемом хозяйстве показал неоднородность изучаемой выборки. В исследованном стаде калмыцкой породы скота с высокой частотой встречались антигены EAB системы: E3' с частотой 18,8%, Y1 с частотой 13,7% и E2 ' с частотой 10,2%.

При сравнении потомства 2017 г.р. самой большой живой массой обладали бычок с антигенами EAB системы – E3', среди тёлочек – E2', E3', Y1, A1', Y'. Среди потомства 2018 г.р. самой большой живой массой обладали животные с антигенами EAB системы: среди бычков – E3'Q'A1'A2', а среди телочек – E3', B1, Y1, A1'.

В перспективе исследований нами запланировано изучение иммунного (гуморального) статуса животных, адаптационных механизмов крупного рогатого скота калмыцкой породы при различных способах (технологиях) содержания, а также изучение откормочных способностей молодняка при использовании местных нетрадиционных кормовых добавок.

С целью определения физиологического состояния организма и акклиматизации животных проведен анализ биохимических показателей крови родителей и потомства (таблица 29).

Таблица 29 – Биохимические показатели крови

| Показатель          | Половозрастная группа |            |            |
|---------------------|-----------------------|------------|------------|
|                     | быки<br>производители | коровы     | телки      |
| АЛТ, МЕ             | 30,50±1,5             | 26,76±0,2  | 26,74±0,18 |
| АСТ, МЕ             | 59,50±1,5             | 40,15±0,19 | 41,88±0,21 |
| Глюкоза, ммоль/л    | 2,12±0,65             | 2,40±0,16  | 2,34±0,21  |
| Холестерин, ммоль/л | 4,24±0,89             | 3,65±0,21  | 4,28±0,16  |
| Креатинин, ммоль/л  | 100,50±8,5            | 96,91±0,2  | 95,71±0,25 |
| ЩФ, МЕ              | 37,50±1,5             | 28,03±0,19 | 30,38±0,19 |

Все исследованные биохимического показатели крови у животных находились в норме. Уровень холестерина у отдельных животных варьировал с 0,9 до 11,85 ммоль/л, что объясняется весенним периодом и выходом стада на пастбище.

### 3.2.7. Анализ полиморфизма микросателлитных локусов

#### ДНК у изучаемых пород

При изучении полиморфизма микросателлитных локусов ДНК у изучаемых пород была выявлены 132 аллеля, из них 122 – у калмыцкой породы крупного рогатого скота. У аборигенного якутского скота выявлено 68 аллелей, наибольшим числом аллелей характеризовался TGLA53: 12 у калмыцкой породы и 8 – у аборигенного якутского скота. Значение наблюдаемой гетерозиготности варьировало от 0,333 в локусе BM1824 до 0,767 (ILSTS6) у аборигенного якутского скота. По четырём локусам TGLA227, TGLA122, ETH225, BM2113 значение ожидаемой гетерозиготности было выше наблюдаемой. Следовательно, индекс фиксации по этим четырём локусам – положительный (таблица 30).

Сопоставление наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности у калмыцкой породы показывает, что шесть локусов из пятнадцати имели превышение

значения ожидаемой гетерозиготности над наблюдаемой гетерозиготностью. Индекс фиксации в этих локусах варьировал от 0,042 в локусе CSRM60 до 0,122 (BM2113) и 0,141 (INRA23). Стоит отметить, что в этих локусах число аллелей составило 11 для INRA23 и CSRM60; 9, 8 аллелей – для локусов BM2113 и BM1818 соответственно. Значение наблюдаемой гетерозиготности варьировало от 0,667 (ETH10, BM1824, ETH225) до 0,900 в локусе ILSTS6.

Средние показатели генетической структуры по 15 микросателлитным локусам показаны в таблице 31. У аборигенного якутского скота выявлено в среднем 4,53 аллели на локус, тогда как у калмыцкой породы – 8,13.

В среднем по изученным локусам у исследованного животного дефицита гетерозигот не обнаружено.

Таблица 30 – Характеристика 15 микросателлитных локусов у крупного рогатого скота Якутии

| Локус   | Na              | Ne   | Ho    | He    | F      | Na               | Ne   | Ho    | He    | F      |
|---------|-----------------|------|-------|-------|--------|------------------|------|-------|-------|--------|
|         | Якутская порода |      |       |       |        | Калмыцкая порода |      |       |       |        |
| ETH3    | 5,0             | 2,72 | 0,733 | 0,633 | -0,159 | 9,0              | 4,95 | 0,833 | 0,798 | -0,044 |
| CSSM66  | 4,0             | 3,15 | 0,700 | 0,683 | -0,025 | 8,0              | 6,04 | 0,867 | 0,834 | -0,039 |
| INRA23  | 3,0             | 1,75 | 0,533 | 0,429 | -0,242 | 11,0             | 6,81 | 0,733 | 0,853 | 0,141  |
| BM1818  | 2,0             | 1,98 | 0,567 | 0,495 | -0,145 | 8,0              | 4,44 | 0,700 | 0,775 | 0,097  |
| ILSTS6  | 6,0             | 3,51 | 0,767 | 0,716 | -0,071 | 8,0              | 4,50 | 0,900 | 0,778 | -0,157 |
| TGLA227 | 6,0             | 3,76 | 0,567 | 0,734 | 0,228  | 10,0             | 5,20 | 0,833 | 0,808 | -0,032 |
| TGLA126 | 5,0             | 3,53 | 0,733 | 0,717 | -0,022 | 5,0              | 3,41 | 0,800 | 0,707 | -0,131 |
| TGLA122 | 5,0             | 2,01 | 0,500 | 0,503 | 0,006  | 9,0              | 3,55 | 0,733 | 0,719 | -0,020 |
| SPS115  | 3,0             | 1,50 | 0,400 | 0,335 | -0,194 | 6,0              | 3,26 | 0,833 | 0,694 | -0,201 |
| ETH225  | 5,0             | 3,26 | 0,667 | 0,694 | 0,039  | 6,0              | 3,93 | 0,667 | 0,746 | 0,106  |
| TGLA53  | 8,0             | 2,29 | 0,633 | 0,565 | -0,121 | 12,0             | 7,22 | 0,900 | 0,862 | -0,044 |
| CSRM60  | 4,0             | 2,24 | 0,667 | 0,554 | -0,202 | 11,0             | 6,06 | 0,800 | 0,835 | 0,042  |
| BM2113  | 5,0             | 3,13 | 0,667 | 0,681 | 0,020  | 9,0              | 6,06 | 0,733 | 0,835 | 0,122  |

|        |     |      |       |       |        |     |      |       |       |        |
|--------|-----|------|-------|-------|--------|-----|------|-------|-------|--------|
| BM1824 | 2,0 | 1,38 | 0,333 | 0,278 | -0,200 | 5,0 | 3,57 | 0,667 | 0,720 | 0,074  |
| ETH10  | 5,0 | 2,35 | 0,667 | 0,576 | -0,158 | 5,0 | 2,88 | 0,667 | 0,653 | -0,020 |

Примечание: Na – число аллелей; Ne – число эффективных аллелей; Ho – наблюдаемая гетерозиготность; He – ожидаемая гетерозиготность; F – индекс фиксации. Индекс фиксации аборигенного якутского скота составил - 0,083 доли ед. и -0,007 – калмыцкой породы, т.е. в обеих исследованных группах наблюдается избыток гетерозигот.

Показатели генетической дистанции по Nei и Fst показывают умеренную генетическую дистанцию между исследованными животными. Генетическое расстояние по Nei составило 0,442, по Fst – 0,0088.

Таблица 31 – Показатели генетической структуры по 15 микросателлитным локусам.

| Генотип                   | N  | Na   | Ne   | Ho    | He    | F      | Генетическое расстояние |       |
|---------------------------|----|------|------|-------|-------|--------|-------------------------|-------|
| Якутский аборигенный скот | 30 | 4,53 | 2,57 | 0,609 | 0,573 | -0,083 | Nei                     | Fst   |
| Калмыцкая порода          | 30 | 8,13 | 4,79 | 0,778 | 0,775 | -0,007 | 0,442                   | 0,088 |

В таблице 32 представлены частоты встречаемости аллелей 15 микросателлитных локусов якутского аборигенного скота. Число частных аллелей составило 10 (в таблице выделено полужирным). Частота частных аллелей варьировала от 0,017 в локусе TGLA53 (188) до 0,233 в локусе ETH225 (154). Также стоит отметить, что в локусе ETH225 выявлены две частных аллели. Частота встречаемости аллели 188 составила 0,067.

В локусе INRA23 выявлено три аллеля, чаще всего встречался аллель 206 с частотой 0,717. Выявлено 5 аллелей локуса TGLA122, аллель 151 встречался с частотой встречаемости 0,667. Локус с наибольшим числом аллелей TGLA53 характеризовался частотой встречаемости аллели 160 в 63,3 % случаях. Меньше

всего встречались аллели 180, 182 и 188 с частотой 0,017, в том числе приватная аллель – 188 п. н.

В локусе CSRM60 на первом месте по частоте встречаемости расположился аллель 98 (0,583). Также в этом локусе выявлены две приватные аллели 106 и 108, частота встречаемости которых составила по 0,050. Локус VM1824, показатель наблюдаемой гетерозиготности которого составила 0,333, у оценённых животных содержит 2 аллели 178 и 182. Однако частота встречаемости одного из них, аллеля 182, достигла максимума и составила 0,833.

Таблица 32 – Полиморфизм 15 микросателлитных локусов у якутского аборигенного скота

| Локус   | Аллель | Частота | Локус                         | Аллель | Частота | Локус                        | Аллель | Частота |
|---------|--------|---------|-------------------------------|--------|---------|------------------------------|--------|---------|
| ETH3    | 117    | 0,117   | TGLA227<br>(продол-<br>жение) | 87     | 0,050   | TGLA53<br>(продол-<br>жение) | 162    | 0,083   |
|         | 119    | 0,367   |                               | 93     | 0,017   |                              | 170    | 0,033   |
|         | 121    | 0,033   |                               | 97     | 0,217   |                              | 178    | 0,150   |
|         | 125    | 0,17    | TGLA126                       | 115    | 0,367   |                              | 180    | 0,017   |
|         | 127    | 0,467   |                               | 117    | 0,083   |                              | 182    | 0,017   |
| CSSM66  | 179    | 0,450   | TGLA126                       | 119    | 0,033   | CSRM60                       | 188    | 0,017   |
|         | 183    | 0,100   |                               | 121    | 0,200   |                              | 98     | 0,583   |
|         | 185    | 0,267   |                               | 123    | 0,317   |                              | 102    | 0,317   |
|         | 187    | 0,183   | TGLA122                       | 141    | 0,67    |                              | 106    | 0,050   |
| INRA23  | 206    | 0,717   |                               | 143    | 0,033   | 108                          | 0,050  |         |
|         | 208    | 0,050   | TGLA122                       | 151    | 0,667   | BM2113                       | 125    | 0,050   |
|         | 214    | 0,233   |                               | 161    | 0,217   |                              | 133    | 0,067   |
| BM1818  | 262    | ,0450   | SPS115                        | 175    | 0,017   |                              | BM1824 | 135     |
|         | 266    | 0,550   |                               | 248    | 0,150   | 137                          |        | 0,433   |
| ILSTS6  | 288    | 0,433   | SPS115                        | 256    | 0,800   | BM1824                       | 139    | 0,333   |
|         | 290    | 0,083   |                               | 260    | 0,050   |                              | 178    | 0,167   |
|         | 292    | 0,267   | ETH225                        | 144    | 0,467   |                              | ETH10  | 182     |
|         | 294    | 0,050   |                               | 148    | 0,150   | 215                          |        | 0,033   |
|         | 296    | 0,117   |                               | 150    | 0,083   | 217                          |        | 0,083   |
|         | 298    | 0,050   |                               | 154    | 0,233   | 219                          |        | 0,617   |
| TGLA227 | 77     | 0,067   | TGLA53                        | 188    | 0,067   | 221                          |        | 0,117   |
|         | 81     | 0,333   |                               | 158    | 0,050   | 225                          |        | 0,150   |
|         | 83     | 0,317   |                               | 160    | 0,633   | x                            | x      |         |

### 3.2.8. Реализация репродуктивных качеств коров и телок калмыцкой породы в хозяйствах Республики Саха (Якутия)

Воспроизводительная способность является одной из основных характеристик популяций скота при оценке способности животных к адаптации. В связи с чем в ходе наших исследований нами много внимания уделялось вопросу оценки воспроизводительной способности маточного поголовья калмыцкого скота завезённого в Республику Саха (Якутия).

Одной из площадок, на которой мы проводили исследования по изучению воспроизводительной способности коров являлось хозяйство СХПК «Крестях» (Сунтарский улус). Это предприятие в 2014 году приобрело 300 голов племенного скота калмыцкой породы. Животные содержались беспривязно, выгульно. Коров и телок осеменяли естественной вольной случкой. В хозяйстве возраст стельных коров в среднем составлял 27 месяцев, срок стельности 277 дней. Как следует из полученных данных воспроизводство калмыцкого скота на территории этого предприятия в период исследований оставалось на относительно высоком уровне с выходом телят в среднем 87,54 % (таблица 33).

Таблица 33 –Поголовье и эффективность воспроизводства в СХПК «Крестях»

| Поголовье          | Год  |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                    | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Всего голов:       | 300  | 297  | 390  | 459  | 536  | 539  | 509  | 463  | 370  |
| Коровы             | -    | -    | 233  | 245  | 222  | 292  | 269  | 202  | 182  |
| Быки производители | -    | -    | 17   | 17   | 12   | 8    | 4    | 4    | 4    |
| Нетели             | 280  | 279  | 40   | 9    | 3    | -    | -    | 58   | 30   |
| Бычки 2012 г.р     | 20   | 18   | -    | -    | -    | -    |      |      |      |
| Молодняк до 1 года | -    | -    | 100  | 153  | 222  | 143  | 117  | 135  | 94   |
| Молодняк до 2 года | -    | -    | -    | 35   | 73   | 67   | 101  | 64   | 24   |
| Молодняк до 3 года | -    | -    | -    | -    | 4    | 29   | 18   | -    | 36   |
| Отёл               | -    | -    | 233  | 175  | 225  | 230  |      |      |      |
| Аборты             | -    | -    | 1    | 11   | 1    | -    | 2    | 2    | 1    |
| Мертворождённые    | -    | -    | 2    | 11   | 2    | -    | 2    | 1    | 1    |

СПК «Солоонун» (Мегино-Кангаласский улус) приобрели скот калмыцкой породы в 2014 году в количестве 200 голов. Животные содержались в

специальном скотопомещении (арочное строение), помещение отвечало по всем зоогигиеническим параметрам. Содержание беспривязное, выгульное. В зимнее время скот находился, в основном на выгульно-кормовом дворе. Рацион кормления скота включал в себя в основном грубые корма представленные сеном естественных угодий, небольшого количества концентрированных кормов и минеральной подкормки, в соства которой входила повыренная соль.

Качество сена и воды исследовали в районной ветеринарной лаборатории. Каждый год животные проходили акушерско-гинекологическую и эпизоотологическую диспансеризацию. В этом хозяйстве применяли вольную и ручную случку. Возраст стельных коров в хозяйстве в среднем составлял 29 месяцев, срок стельности 280 дней. Деловой выход телят за все года исследования составлял в среднем 87,72% (таблица 34). Самый высокий показатель из трех хозяйств по сохранности приплода наблюдался у СПК «Солоонун», так как перед отёлом работники переводили глубокостельных коров в родильное помещение, которое представляло из себя специальное сооружение с отдельным загоном, особое внимание уделялось новорожденным телятам.

Таблица 34 –Поголовье и эффективность воспроизводства в СПК «Солоонун»

| Поголовье          | Год  |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                    | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Всего голов:       | 200  | 191  | 304  | 372  | 337  | 241  | 229  | 230  | 169  |
| Коровы             | 18   | 18   | 167  | 171  | 113  | 103  | 101  | 98   | 44   |
| Быки производители | 6    | 6    | 3    | 3    | 1    | 4    | -    | 2    | 2    |
| Нетели             | 176  | 167  | -    | -    | 39   | 40   | 11   |      | 16   |
| Молодняк до 1 года | -    | -    | 129  | 147  | 98   | 78   | 90   | 111  | 60   |
| Молодняк до 2 года | -    | -    | -    | 51   | 74   | 16   | 27   | 6    | 39   |
| Молодняк до 3 года | -    | -    | -    | -    | 12   | -    |      | 13   | 8    |
| Отёл               | -    | -    | 142  | 150  | 107  | 86   | 92   | 114  | 63   |
| Аборты             | -    | -    | 5    | 1    | 1    | 5    | 1    | 2    | 1    |
| Мертворождённые    | -    | -    | 8    | 2    | 1    | 3    | 1    | 1    | 1    |

ООО «Конезавод Берте» (Хангаласский улус) приобрёл 97 голов скота калмыцкой породы в 2017 году из хозяйства СХПК «Сатабыл», который не смог дальше содержать калмыцкий скот. Из них 35 коров, 2 быка-производителя и

молодняк различных возрастов. Все животные были чистопородными, без наследственных заболеваний. Скотопомещения в которых содержали животных отвечали зоогигиеническим требованиям. В зимнее время практиковалось привязное содержание в помещении, а весной животных переводили на свободный естественный выпас. В хозяйстве применялась естественная случка, которую проводили на выгульно-кормовых площадках или в специальном загоне. Возраст стельных коров в хозяйстве в среднем составлял 30 месяцев, срок стельности 274 дня. Массовый отел происходил в основном в ранневесеннее время. Деловой выход телят в стаде калмыцкого скота ООО «Конезавод Берте» за 3 года составил в среднем 93,03%.

Таким образом обобщая данные по всем хозяйствам, установлено, что среднестатистический возраст первого отёла находился в диапазоне от 27 до 30 месяцев, в среднем 28,6. Продолжительность стельности составляла от 274 до 280 суток, в среднем 277. Основной компонент воспроизводства – деловой выход телят от первотелок колебался от 83,4 до 90,6 %, в среднем 87,2 головы.

Эти данные позволяют утверждать об успешной акклиматизации калмыцкого скота к новым условиям их разведения.

Во всех исследованных хозяйствах, в основном использовали вольную (естественную) случку маточного стада. Направленная подготовка животных к случной компании способствовала тому, что все маточное поголовье приносит приплод в зимний и ранневесенний сезон (февраль-март) (сезонные отелы), что соответствует традиционной технологии разведения мясного скота используемой в других регионах страны. Этот технологический элемент позволяет эффективнее использовать естественные пастбища, значительно упростить уход за маточным стадом.

Исследования становления половой функции и воспроизводительной системы телок показали на связь этих биологических признаков с уровнем кормления, системой содержания и различные их по хозяйствам.

Так, возраст начала полового созревания колебался от 201 до 267 суток, в среднем – 238,1 суток. Завершения полового созревания приходило 291-375 суток, в среднем – 308,4 суток.

Неодинаковым был и возраст оплодотворения телок – 420-540 суток, в среднем 437,6 суток с учетом того, что период плодоношения составлял 277 суток, возраст отела первотелок составил 714,6 сутки, с колебаниями от 697 до 841 суток. Хотя период плодоношения является биологическим признаком и обладает породной константой, последний все же имеет не большую изменчивость: от 272 до 281 суток.

Интересно проследить изменения живой массы телок калмыцкой породы по периодам становление половой функции. Масса их в начале полового созревания составляла 190,8 кг с колебанием от 174 до 202 кг. Завершение полового созревания наступало при живой массе тела 238,6 кг (вариация составляла 216-265 кг). Масса первотелок при отеле, в среднем составляла 406,4 кг (348-433 кг).

Следует отметить, что данный анализ проведен на животных, завезённых с территории, где уровень воспроизводства довольно высокий, но становление половой функции животных в новых условиях мало чем отличалось от соответствующих показателей на месте рождения маток (Ф.Г. Каюмов, В.П. Еременко, 2003).

Отел проходил без каких-либо осложнений, получен полноценный приплод, практически без проявления полового диморфизма – живая масса бычков при рождении 20,7 кг, телок – 20,4 кг. Первотелки проявили удовлетворительную молочную продуктивность в среднем 872,6 кг за период подсосного выращивания, что позволяло проявлять высокую интенсивность роста телятам. К 7-месячному возрасту телята достигли живой массы тела 174,8 кг без видимых различий между быками и телками ( $\pm 2$  кг).

Таким образом становление воспроизводительной функции калмыцких телок проходило удовлетворительно, а сам факт воспроизводства протекал без видимых отклонений от нормы для калмыцкого скота. Процесс адаптации проходил хорошо, без видимых последствий отрицательного характера. В данном

анализе мы приводили для каждого признака отклонения от среднего для того, чтобы отличить возможности для селекции этих параметров. Об этом же говорят и статические данные, по многим признакам коэффициент изменчивости более 20 % ( $C_v$ ). В условиях Якутии возраст отела первотелок увеличивался до 26,8 месяца.

Воспроизводительная способность и материнские качества имеют ключевое значение при разведении скота мясного направления продуктивности. Известно, что мясном скотоводстве теленок является единственной продукцией, получаемой от коровы (А.А., Коровушкин, 2004; А.А. Кочетков и др., 2015; Ф.Г. Каюмов и др., 2016).

Распределения отёлов коров калмыцкой породы по месяцам следующие: на ранние отелы приходится (январь-февраль) 11,8 %; отелы в марте – 21,6 %; отелы в апреле – 25,5 %; – в мае 41,1 %. У 35 % поголовья отмечается сдвиг даты отела в более ранние сроки, чем предыдущий отел, что указывает на сравнительно быстрое восстановление организма после родов и короткий сервис-период. У 55 % отел проходит примерно в те же сроки, как и предыдущем году и только у 10 % маточного поголовья сроки, отодвигаются на более поздний срок – если корова в предыдущем году отелилась в апреле, то в следующем отел произошел в мае месяце, то есть отмечается удлинение продолжительности сервис-периода.

Таким образом, воспроизводительные качества коров калмыцкой породы показали удовлетворительные адаптационные качества. Однако необходимо уделять внимание изучению причин прохолостевания коров и снижению продолжительности межотельного цикла.

Нами были рассчитан индекс плодовитости коров и телок в трех исследуемых хозяйствах (по Й. Дохи, 1961), занимающихся разведением калмыцкого скот. Индекс плодовитости характеризует регулярность отелов в хозяйстве. Для этого учитывают межотельных период, число отелов, возраст животного. Метод, предложенный ученым Й. Дохи, позволяет распределить животных по степени плодовитости: ИП=48 и выше плодовитость считается хорошей, ИП=41...47 – средняя, при ИП=40 низкая.

В таблице 35 даны индексы воспроизводительной способности стад мясного скота трех хозяйств. КИВСК по Н.М. Крамаренко (1974) высокий показатель в ООО “Коневод Берте” 108,9 % хороший показатель по индексу плодовитости в СХПК “Крестях” ИП=51,2 и СПК “Солоонун” ИП=51; высокий коэффициент воспроизводительной способности в ООО “Коневод Берте” КВС = 1,09

Таблица 35 – Воспроизводительный индексы коров и телок и хозяйствах калмыцкой породы Республики Саха (Якутия)

| Хозяйство             | КИВСК, метод Н.М. Крамаренко | Коэффициент воспроизводительной способности | Индекс плодовитости по Й. Дохи |
|-----------------------|------------------------------|---|--------------------------------|
| СХПК “Крестях”        | 104,2                        | 1,04  | 51,2                           |
| СПК “Солоонун”        | 103,3                        | 1,03  | 48,8                           |
| ООО “Коневод «Берте»” | 108,9                        | 1,09  | 51,0                           |
| Норма                 | >95                          | >1  | >41                            |

По результатам наших исследований, за последние 3 года коэффициент воспроизводства стада мясного скота составлял более 89,43 % и выше. Необходимо также отметить, что завезенный калмыцкий скот хорошо проходил адаптацию к суровым природно-климатическим условиям Якутии. Полученные данные еще раз подтверждают, что мясное скотоводство в условиях Республики Саха (Якутии) может стать конкурентноспособной отраслью животноводства и иметь устойчивое развитие в будущем и обеспечить высококачественной говядиной как местный рынок так и за пределы региона.

### **3.2.9. Этология животных разного происхождения**

#### **3.2.9.1. Суточное поведение коров и телят калмыцкой и якутской породы**

Особенности поведения сельскохозяйственных животных в литературе освещены во многих исследованиях. При этом условно выделяются такие формы поведения животных как: кормовое, пастбищное, стадное, общее, материнское и половое. В зоотехнической практике при летнем вольном и стойловом содержании животных из названных форм значительный интерес представляют первые четыре. В нашем исследовании мы приводим результаты оценки пастбищного поведения коров и молодняка завезенного калмыцкого и местного якутского скота в летний, пастбищный период в условиях Центральной Якутии. От суточного поведения скота зависит продуктивность (молочность, прирост). Продолжительность каждого элемента поведения (этологии), в свою очередь определяется генотипом животного, погодными условиями, урожайностью и конфигураций пастбища, а также зависит от внешних раздражителей и адаптации к местным природно-климатическим условиям разведения животных.

За два смежных дня наблюдения погода стояла ясная, без осадков. Температура воздуха днем 20-22 °С, ночью – 15-16 °С. Подопытное поголовье содержали в загороженном пастбище на площади 40 га. Работа проводилась, в течение двух смежных суток (48 часов). Из общей численности стада под наблюдением находились пять якутских коров и пять коров калмыцкой породы с телятами.

Животные в течение суток находились на пастбище на надпойменной террасе р. Сола. Она представляет собой естественный луг с преобладанием лугового разнотравья. Как следует из результатов наших исследований средняя урожайностью зеленой массы с этих угодий достигает 18-20 ц/га.

Изучение поведения животных проводилось на основе заполнения заранее подготовленного учётного листа, на котором наблюдатель через каждые 10 мин цифрами регистрировал количество животных в момент пастбищного кормления, передвижения, отдыха стоя, лежа, а также другие элементы поведения. По

окончании было подсчитано общее количество животных, зафиксированных по каждому десятиминутному интервалу времени суток.

Поскольку под наблюдением находилось 24 головы животных, а десятиминутных интервалов за сутки – 144, искомая сумма составила 7200. Ее приняли за 100 % и вычитывали суммы граф 2-14 каждую в процентах от числа 4320. Точно так же перевели соответствующие показатели на абсолютное время суток, принимая за 100 % 24 часа. В таблице 36 отражено суточное поведение коров калмыцкой породы и якутского скота. Оказалось, что значительную часть времени суток коровы обеих пород затрачивали на пастьбу (45,3 % и 39,6 %, соответственно). У калмыцких коров на 5,7 % больше времени затрачено на пастьбу. На продолжительность водопоя у местного якутского скота затрачивалось в 3,8 раза больше суточного времени (0,83 % и 3,13 %).

Скот калмыцкой породы оказался более подвижным, чем местный аборигенный якутский (6,04 % и 2,36 %), что определяется их генетической особенностью. Калмыцкий скот – степная порода, якутский скот – порода, хорошо приспособленная к северным, таежным условиям. В открытой степи калмыцкий скот имеет возможность свободного передвижения в поисках лучшего травостоя на значительные расстояния, а северный якутский скот пасется на ограниченных тайгой полянах.

Таким образом, большая подвижность калмыцкого скота сохранилась и в условиях нового места обитания, несмотря на содержание в огражденных территориях.

Остальную половину суточного времени стадо затрачивало на отдых. При этом, якутские коровы на 7 % отдыхали дольше, чем калмыцкие сверстницы. Как указано выше, скот калмыцкой породы больше передвигался в поисках корма. Отмечено, что завозная порода коров обладала более холерическим типом высшей нервной деятельности, они острее реагировали на внешние раздражения, в том числе и на появление наблюдателя, они более пугливы. Это характерно для всех особей этой группы.

Таблица 36 – Суточное поведение калмыцких и якутских коров за 5 суток эксперимента

| Время суток                                    | Пасётся | Пьёт воду | Отдыхает          |       |        |       |                   |      |        |      | Передвигается |
|--|---------|-----------|-------------------|-------|--------|-------|-------------------|------|--------|------|---------------|
|  |         |           | со жвачкой        |       |        |       | без жвачки        |      |        |      |               |
|  |         |           | на открытом месте |       | в тени |       | на открытом месте |      | в тени |      |               |
|  |         |           | стоя              | лёжа  | стоя   | лёжа  | стоя              | лёжа | стоя   | лёжа |               |
| Коровы калмыцкой породы                        |         |           |                   |       |        |       |                   |      |        |      |               |
| Сумма за сутки, мин.                           | 3260    | 60        | 430               | 570   | 190    | 880   | 300               | 160  | 340    | 575  | 435           |
| %  | 45,28   | 0,83      | 5,97              | 7,92  | 2,64   | 12,22 | 4,17              | 2,22 | 4,72   | 7,99 | 6,04          |
| Кол-во часов затрачиваемое на элемент, в сутки | 10,88   | 0,20      | 1,43              | 1,90  | 0,63   | 2,93  | 1,00              | 0,53 | 1,13   | 1,92 | 1,45          |
| Коровы якутской породы                         |         |           |                   |       |        |       |                   |      |        |      |               |
| Сумма за сутки, мин.                           | 2850    | 225       | 670               | 1415  | 330    | 520   | 235               | 230  | 65     | 490  | 170           |
| %  | 39,58   | 3,13      | 9,31              | 19,65 | 4,58   | 7,22  | 3,26              | 3,19 | 0,90   | 6,81 | 2,36          |
| Кол-во часов затрачиваемое на элемент, в сутки | 9,50    | 0,75      | 2,23              | 4,72  | 1,10   | 1,73  | 0,78              | 0,77 | 0,22   | 1,63 | 0,57          |

Оказалось, что группа якутских коров заметно отличалась продолжительностью жвачного периода отдыха, чем калмыцкая популяция (40,76 % и 28,73 % соответственно). Такая особенность продолжительности жвачки якутских коров может быть определена морфо-функциональными особенностями желудочно-кишечного тракта.

По данным Г.П. Коротова, длина кишечника якутских коров составляет 55,8 м и превышает косую длину туловища в 42 раза, тогда как у местных якутско-симментальских и якутско-холмогорских помесных коров соответственно в 36 и 23 раза. Это заметно отразилось в нашем случае в их суточном поведении. Так, якутские коровы затрачивали на элемент: отдых со жвачкой стоя в 1,5 раза, а лёжа почти в 3 раза больше суточного времени, что, по-видимому, определяется особенностью строения желудочно-кишечного тракта (длина кишечника). Очевидно, чем длиннее желудочно-кишечный тракт, тем дольше времени затрачивалось на продвижение по нему пережёванной массы пищи, что является адаптивной особенностью местного аборигенного скота в эволюции его физиологии и биохимии пищеварения за долгое время разведения в данных условиях.

Установлено, что калмыцкие коровы предпочитали отдых со жвачкой в положении лёжа (в тени 12,22 и на открытом месте 7,92 %), на этот элемент поведения они затрачивали на 5 % больше времени, чем якутские сверстницы. В параметрах времени, затраченного на отдых без жвачки и в тени, на открытом пространстве в лежачем положении существенных породных различий нами не установлено.

Что касается суточного поведения телят (таблица 37), находившихся на подсосе, то разницы по времени пастбы между популяциями не отмечалось (25,56 % и 23,54 %, соответственно). Также одинаковое суточное время телята затрачивали на акт сосания матери (4,93 % и 5,83 %, соответственно). Аналогично, как и коровы, калмыцкие телята больше передвигались по пастбищу, следуя за матерью (6,46 % и 2,64 %, соответственно).

Изучение поведения калмыцкой породы и местного якутского скота в течении двух смежных дней позволило установить следующую породную разницу в суточном поведении:

- почти одинаковую продолжительность суточного времени на потребление пастбищной травы;
- затраты большего времени на передвижение в поисках лучшего травостоя у группы калмыцкого скота;
- относительно выраженный холерический тип поведения калмыцкого скота;
- более продолжительный отдых местного якутского скота со жвачкой в положении лежа. Возможно, это определяется их особенностями в размере длины кишечника, то есть времени передвижения пищевой массы в желудочно-кишечном тракте;
- коровы калмыцкой породы и молодняк предпочитают больше отдых в тени, чем на открытом пространстве.

### **3.2.9.2. Пастбищное поведение животных**

В мясном скотоводстве пастбищное содержание скота имеет важное значение, особенно в выращивании телят по системе «корова-теленки». В связи с этим, в условиях Якутии при разработке технологии отрасли ведения специализированного мясного скотоводства, адаптированной к особенностям природно-климатических условий, где летний пастбищный сезон существенно короче, чем в других регионах, важно рационально использовать травостой естественных угодий, не допуская вытаптывания его скотом. Нармаев М.Б. и др., (1992), Отаров А. (2018) отмечают, что скот калмыцкой породы отличается высокой степенью подвижности на пастбищах и способен пройти до 50 км за сутки в поисках корма. Из практики местных хозяйств, разводящих калмыцкую породу, известны случаи возникновения трудностей во время пастбищного периода, когда скот уходил на дальние расстояния из-за меньшего или полного отсутствия контроля во время пастбы. Отметим, что большая часть естественных угодий из-за достаточно больших площадей не огорожена. Поэтому, в условиях

Центральной Якутии предлагается организация пастбищного выпаса двумя способами: отгонный выпас в огороженных территориях естественных пастбищ и выпас на неогороженных территориях под контролем пастуха.

Таблица 37 – Этологические исследования телят сравнимых пород за 5 суток эксперимента

| Время суток                                    | Пасётся | Сосёт | Пьёт воду | Отдыхает          |       |        |       |             |                   |      |        |       |      | Передвигается | Итого |
|--|---------|-------|-----------|-------------------|-------|--------|-------|-------------|-------------------|------|--------|-------|------|---------------|-------|
|  |         |       |           | со жвачкой        |       |        |       |             | без жвачки        |      |        |       |      |               |       |
|  |         |       |           | на открытом месте |       | в тени |       |             | на открытом месте |      | в тени |       |      |               |       |
|  |         |       |           | стоя              | лёжа  | стоя   | лёжа  | стоя в воде | стоя              | лёжа | стоя   | лёжа  |      |               |       |
| Телята калмыцкой породы                        |         |       |           |                   |       |        |       |             |                   |      |        |       |      |               |       |
| Сумма за сутки, мин.                           | 1770    | 355   | 75        | 215               | 705   | 125    | 1000  | 200         | 305               | 520  | 505    | 960   | 465  | 7200          |       |
| %  | 24,58   | 4,93  | 1,04      | 2,99              | 9,79  | 1,74   | 13,89 | 2,78        | 4,24              | 7,22 | 7,01   | 13,33 | 6,46 | 100           |       |
| Кол-во часов затрачиваемое на элемент, в сутки | 5,9     | 1,2   | 0,2       | 0,7               | 2,4   | 0,4    | 3,3   | 0,7         | 1,0               | 1,7  | 1,7    | 3,2   | 1,6  | 24            |       |
| Телята якутской породы                         |         |       |           |                   |       |        |       |             |                   |      |        |       |      |               |       |
| Сумма за сутки, мин.                           | 1695    | 420   | 135       | 580               | 1525  | 265    | 570   | 30          | 400               | 550  | 120    | 720   | 190  | 7200          |       |
| %  | 23,54   | 5,83  | 1,88      | 8,06              | 21,18 | 3,68   | 7,92  | 0,00        | 5,56              | 7,64 | 1,67   | 10,00 | 2,64 | 100           |       |
| Кол-во часов затрачиваемое на элемент, в сутки | 5,65    | 1,40  | 0,45      | 1,93              | 5,1   | 0,88   | 1,90  | 0,1         | 1,33              | 1,83 | 0,40   | 2,40  | 0,63 | 24            |       |

Исследования выполнены на базе СХПК “Сэргэ” (г.Якутск). Объектом исследований был крупный рогатый скот разного возраста в количестве 43 голов, в том числе: коровы калмыцкой породы с телятами – 5 голов, коровы симментальской породы с телятами – 8 голов, коровы местного аборигенного скота с телятами – 5 голов, молодняк калмыцкой породы 1,5 лет – 7 голов. В период исследований отмечалась ясная погода, без осадков. Температура воздуха в утренние часы первого исследования составляла 15-16 °С, в дневное время 31-32 °С, в вечернее время 20-21 °С, в ночное время 13-15 °С. Во второе наблюдение была ветреная пасмурная погода, без осадков. Температура воздуха в утренние часы составляла 10-12 °С, в дневное время 17-19 °С, в вечернее время 13-14 °С, в ночное время 9-10 °С.

Исследуемые животные содержались на огороженном участке пастбища площадью 40 га в большей степени с открытой метстностью и с небольшими участками закрытого ландшафта.

Большую часть суточного времени скот тратил на пастьбу и отдых – от 44 до 47 % и от 38 до 40 % соответственно (таблица 38). Когда температура воздуха составляла днем 31-32 °С, животные на 3 % меньше времени тратили на пастьбу и на 2 % меньше на отдых. При этом время, затрачиваемое на водопой и передвижения в жаркие дни было на 4 % больше, чем в прохладные дни. При этом на водопой животные приходили 3-4 раза в сутки, тогда как в прохладный день к водопою подходили 2 раза. При отдыхе в жаркий день животные старались выбирать затененные участки пастбища, около леса или отдыхали под навесом, чем можно объяснить увеличение времени на передвижения. Следует отметить, что в жаркие дни коровы дольше отдыхали стоя, чем лежа.

Кроме того, в жаркие дни животных беспокоили кровососущие насекомые, тогда как в прохладный ветреный день животные относительно спокойно паслись, не обращая на них.

При наблюдении за животными выяснилось, что коровы калмыцкой породы активно и часто поедали листву кустарников, тогда как у местных животных такого поведения не зафиксировано. Такое поведение фиксировали во все дни

наблюдений. Очевидно, что так животные калмыцкой породы восполняют недостаток в питательных веществах.

Таблица 38 – Этологические исследования калмыцкого скота на пастбище в зависимости от различных дневных температур

| Наименование поведения | 29-30 июня (температура днем 31-32 °С) |      | 03-04 июля (температура днем 17-19 °С) |      |
|------------------------|--|------|--|------|
|                        | количество времени, мин                | %    | количество времени, мин                | %    |
| Пастьба                | 630,0±15,2                             | 43,7 | 772,5±7,5                              | 46,7 |
| Водопой и передвижения | 207,5±10,5                             | 17,9 | 187,5±6,5                              | 13   |
| Отдых                  | 602,5±7,5                              | 38,4 | 480±7,0                                | 40,3 |
| Всего                  | 1440                                   | 100  | 1440                                   | 100  |



Рисунок 17 – Крупный рогатый скот калмыцкой породы на пастбище.

### **3.3. Оценка хозяйственно - биологических характеристик скота калмыцкой породы, завезённых в Республику Саха (Якутия), в сравнении со скотом якутской и симментальской пород якутской популяции**

В ходе исследования для оценки адаптационной способности калмыцкого скота и сравнительной экспертизы различных генотипов в суровых условиях Республики было проведено две серии экспериментов, соответственно при умеренном и интенсивном уровне питания. В качестве величины рассматривали уровень кормления (УК) определяемый по Н.Г. Григорьеву и др (1989).

#### **3.3.1. Результаты исследования по оценке хозяйственно-биологических параметров бычков якутской, калмыцкой пород и якутской популяции симментальского скота при выращивании на низком уровне кормления**

##### **3.3.1.1 Корма и кормление подопытных животных**

Исследования проведены по традиционной для Республики технологии производства говядины, что на настоящем этапе развития отрасли как правило сопряжено с недокормом, в итоге молодняк полученный от мясного скота как правило отличается недобором живой массы в сравнении со сверстниками из других более тёплых регионов.

За подсосный период на выращивание телёнка затрачивалось кроме молока матери, сена – около 40-60 кг, травы пастбищной – 1100-1500 кг, комбикормов – 80-100 кг, минеральной подкормки – 6-7 кг, Телят к сену и концентратам начинали приучать с 14 суточного возраста, к минеральной подкормке со второго месяца. Следует отметить, что данный набор кормов обеспечивал только часть потребности животных, а с учётом низким температур это пагубно влияло на рост и развитие молодняка.

В последующем после отбивки, при выращивании до 15-месячного возраста, животные дополнительно потребляли до 1500 кг сена, 1000 кг пастбищной травы, 500-600 кг сенажа разнотравного и при благоприятном стечении обстоятельств, в числе которых доступность относительно дешёвых комбикормов, до 800 кг комбикормов или концентратов. На заключительном

этапе, в ходе финального откорма скота, животным скармливали до 800 кг сена, 150-180 кг комбикорма, 600-700 кг сенажа.

Отмеченный уровень хозяйственного кормления животных не обеспечивал потребность их в питательных веществах, что в нашем эксперименте соответствовало  $УК=1,2-1,4$ . Таким образом совокупный размер чистой энергии, откладываемой животными за период эксперимента только на 20-40 % превышал расходы животного на поддержание жизни.

В целом, в Якутии средняя обеспеченность кормами ежегодно меняется в связи с природно-климатическими условиями и колеблется от 65 до 75 %, в лучших хозяйствах она составляет 83-95 %. Несбалансированность рациона по питательным веществам, связана с преобладанием грубого корма, и низкой обеспеченностью концентрированной и минеральной частью.

### 3.3.1.2 Рост и развитие подопытных животных

Первые исследования роста и развития молодняка (бычков) калмыцкой породы в новых условиях проведены в сравнении с животными местной якутской породы и Якутской популяции симментальской породы (таблице 39).

Таблица 39 – Динамика живой массы подопытных бычков, кг ( $X \pm S_x$ )

| Возраст,<br>месяцев | Группа  |           |         |
|---------------------|---------|-----------|---------|
|                     | I       | II        | III     |
| при рождении        | 21±0,8  | 24±1,4    | 24±1,5  |
| 3                   | 62±1,4  | 69±3,1    | 78±2,8  |
| 6                   | 123±2,6 | 131,2±4,8 | 139±3,6 |
| 9                   | 163±3,1 | 171±5,2   | 179±4,2 |
| 12                  | 220±4,6 | 233±6,1   | 252±5,0 |
| 18                  | 265±6,1 | 304,5±8,4 | 315±7,7 |

Оценка динамики живой массы показало, что различия между породами при среднем (хозяйственном) умеренном уровне кормления сравнительно невелики, за исключением аборигенного скота.

Графически живая масса бычков подопытных групп в возрастной динамике с рождения до 18 месяцев представлена на рисунке 18.

В исследовании установлено, что в 9-месячном возрасте превосходство в живой массе симментальского скота над якутским составляло 8 кг (4,68 %).

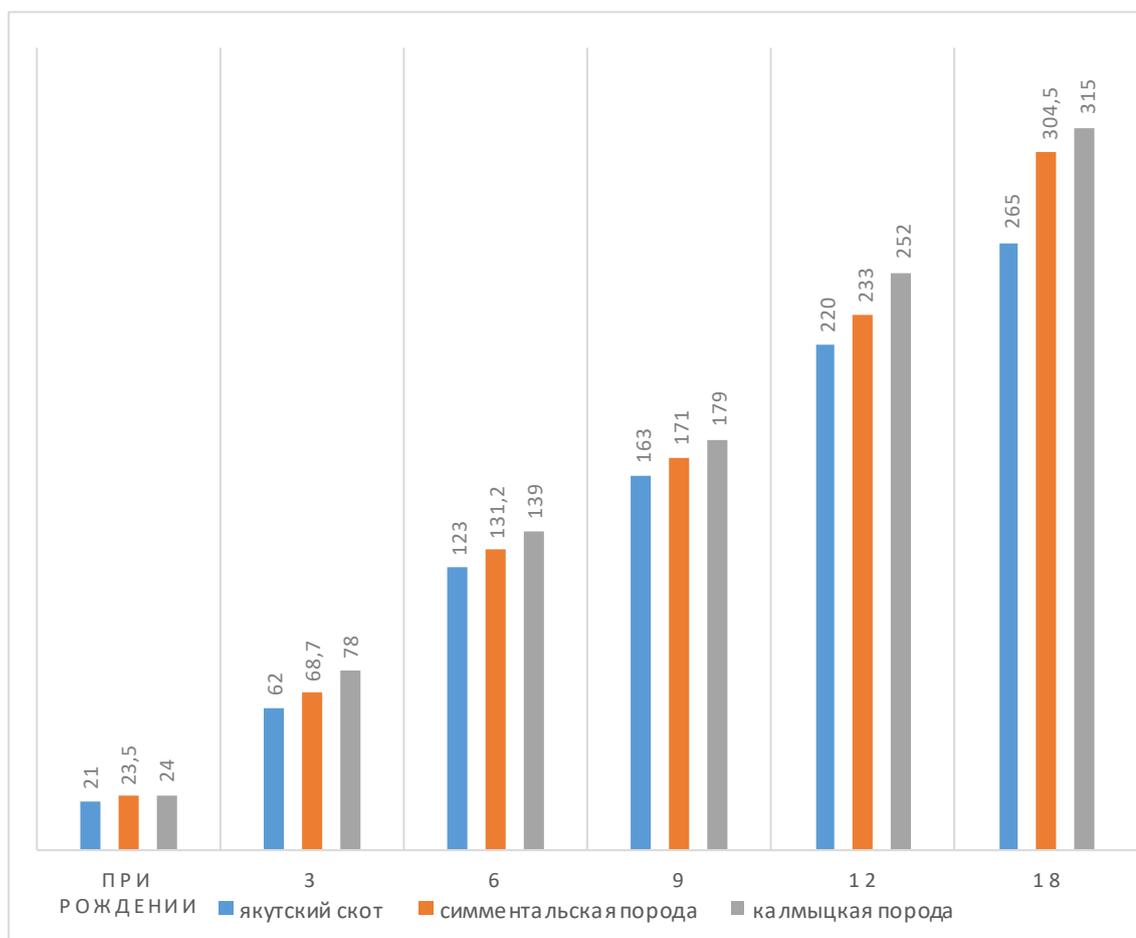


Рисунок 18 – Динамика живой массы подопытных бычков разных породных групп

Калмыцкий скот превосходил якутский в этом возрасте на 16 кг или на 8,94 % ( $P < 0,05$ ). В 12-месячном возрасте разница увеличилась до 13-32 кг (5,58-12,7 %), а в 18 месяцев до 39-50 кг (12,8-15,87 %) соответственно. Разница в живой массе была достоверна ( $P < 0,001$ ) и в первом и втором сравнениях.

В подсосный период с 3 до 6 месяцев жизни животных получен наибольший прирост живой массы 678-694 г (таблица 40, рисунок 19).

Следует отметить, что в период с 12 до 18 месяцев у бычков всех групп наблюдалось резкое снижение среднесуточного прироста, особенно у якутских сверстников. Это объясняется тем, что в этот период они вышли на пастбища, но в связи с тем, что состояние травостоя было неудовлетворительным и оно не компенсировало потребности бычков в питательных веществах и энергии, а подкормка концентратами не проводилась.

Таблица 40 – Среднесуточный прирост подопытных бычков с рождения до 18-месячного возраста, г ( $X \pm Sx$ )

| Период, месяцев | Группа    |           |           |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
|                 | I         | II        | III       |
| 0-3             | 456±0,014 | 502±0,007 | 600±0,006 |
| 4-6             | 678±0,002 | 694±0,005 | 678±0,006 |
| 7-9             | 444±0,005 | 442±0,002 | 444±0,003 |
| 10-12           | 633±0,004 | 689±0,001 | 810±0,005 |
| 13-18           | 250±0,002 | 397±0,004 | 350±0,004 |
| 0-18            | 452±0,003 | 520±0,002 | 539±0,003 |

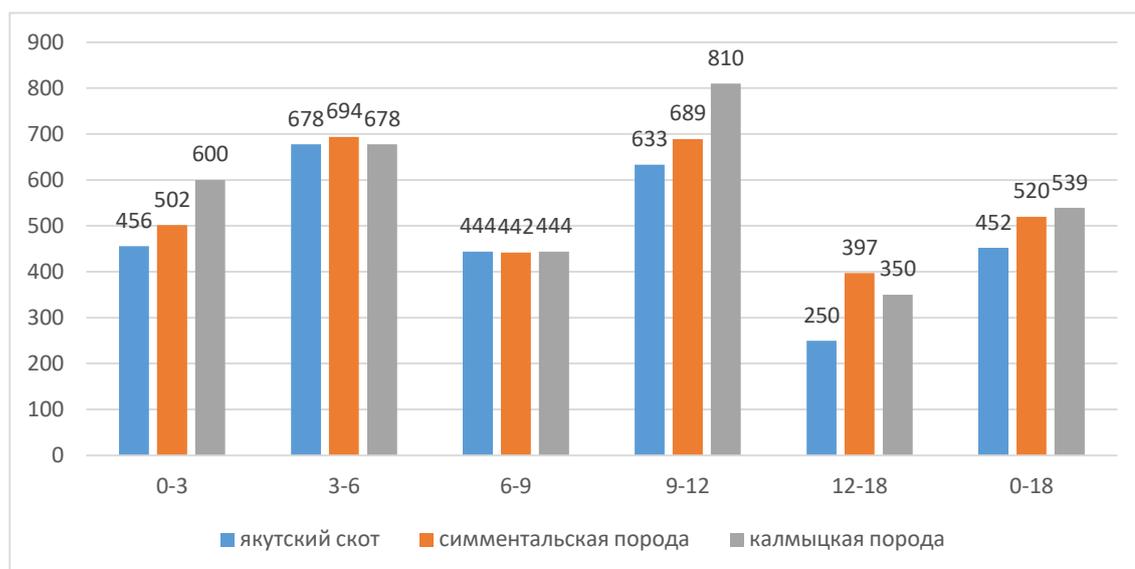


Рисунок 19 – Среднесуточные привесы подопытных бычков с рождения до 18 месячного возраста (г)

За весь период выращивания наибольший прирост был отмечен в группе калмыцких бычков. Анализ параметров экстерьера подопытных животных в целом подтвердил полученные результаты. Следовательно, в достаточно сложных условиях по кормлению калмыцкие бычки значительно превосходили по энергии роста не только якутских сверстников, но и животных Якутской популяции симментальских аналогов.

### **3.3.1.3. Результаты исследований мясной продуктивности подопытных животных**

В исследованных установлено, что за соответствующий период изменились практически все показатели мясной продуктивности бычков, причем, наибольшие изменения были характерны для калмыцкого скота, что явилось следствием более высокой интенсивностью их роста за этот период - 618 грамм в сутки, против 520 г у бычков симментальской и 436 г якутской породы скота.

Как следует из полученных данных наибольшая предбубойная живая масса была зафиксирована в III группе - 316,7, что значительно превышало аналогичный показатель в I и II группах (таблица 41).

Таблица 41 – Показатели убоя молодняка разных генотипов

| Показатель            | Группа    |           |           |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
|                       | I         | II        | III       |
| Предубойная масса, кг | 226,6±3,4 | 275,8±5,6 | 316,7±4,8 |
| Масса парной туши, кг | 111,5±2,6 | 138,0±4,1 | 159,7±4,8 |
| Выход туши, %         | 49,2      | 50,0      | 50,4      |
| Масса жира-сырца, кг  | 6,4±1,1   | 8,4±0,9   | 9,3±1,4   |
| Выход жира-сырца, кг  | 2,8       | 3,0       | 2,9       |
| Убойная масса, кг     | 117,9±2,9 | 146,4±4,2 | 169,0±4,9 |
| Убойный выход, %      | 52,0      | 53,1      | 53,4      |

При этом различия по величине убойного выхода были не столь значительные.

### 3.3.1.4. Органолептическая оценка качества мяса

Органолептическая оценка проводилась по 5-бальной шкале. В том числе для варёного мяса: по внешнему виду, аромату (запаху), вкусу, жёсткости (нежности), сочности; бульону: по цвету и прозрачности, аромату (запаху), вкусу (крепости), наваристость. Обобщенная дегустационная оценка вареного мяса по результатам комиссии приведена в таблице 42.

Таблица 42 – Органолептическая оценка качества вареного мяса от бычков, в баллах

| Группа | Оценка качества мяса, баллы |           |           |           |           |              |
|--------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
|        | внешний вид                 | аромат    | вкус      | жесткость | сочность  | общая оценка |
| I      | 4,21±0,01                   | 4,52±0,05 | 4,40±0,05 | 3,80±0,28 | 4,14±0,13 | 4,21±0,11    |
| II     | 4,20±0,20                   | 4,25±0,06 | 4,39±0,06 | 4,55±0,03 | 4,34±0,12 | 4,35±0,07    |
| III    | 4,41 ±,22                   | 4,42±0,10 | 4,56±0,03 | 4,42±0,10 | 4,36±0,14 | 4,43±0,08    |

Как следует из анализа полученных данных мясо калмыцкой породы превосходило по внешнему виду и вкусу мясо якутского скота на 0,20; 0,16 и симментальского скота на 0,21; 0,17 балла, по аромату вареного мяса якутские бычки превосходили калмыцкую породу на 0,10 и симментальских бычков на 0,27 балла, по жесткости мясо калмыцких бычков было значительно лучше якутских на 0,62 балла, но по сочности на 0,22 балла, различия с симменталами были незначительны. По общей оценке органолептических качеств мясо бычков калмыцкой породы превосходило мясо симментальских бычков на 0,08 и якутских на 0,22 балла.

Бычки калмыцкой породы по всем показателям – цвету, аромату, вкусу, наваристости и общей оценке качества бульона – превосходили якутских бычков (на 0,41; 0,22; 0,06; 0,18 и 0,21 балла), а симментальские бычки, уступали

якутским бычкам (на 0,21; 0,47; 0,32; 0,46 и 0,36 балла) соответственно (таблица 43).

Таблица 43 – Органолептическая оценка качества бульона бычков разных породных групп, в баллах

| Группа | Оценка качества бульона, балл |           |            |              |           |
|--------|-------------------------------|-----------|------------|--------------|-----------|
|        | цвет                          | аромат    | вкус       | наваристость | общая     |
| I      | 4,07±0,22                     | 4,40±0,20 | 4,61 ±0,09 | 4,44±0,19    | 4,38±0,15 |
| II     | 3,86±0,26                     | 3,93±0,10 | 4,29±0,23  | 3,98±0,33    | 4,02±0,25 |
| III    | 4,48±0,08                     | 4,62±0,12 | 4,67±0,03  | 4,62±0,07    | 4,59±0,06 |

Мясной бульон, приготовленный из мяса опытных бычков калмыцкой породы, характеризовалось более высокими органолептическими качествами, чем бульон из мяса якутских и симментальских бычков.

Таким образом, даже при невысоких показателях живой массы бычки калмыцкой породы обладают достаточно высокими показателями мясной продуктивности, и имеют определенные резервы для ее повышения.

### **3.3.2. Результаты сравнительных испытаний при высоком уровне кормления**

#### **3.3.2.1 Корма и кормление подопытного молодняка**

В ходе эксперимента на основе данных по поедаемости кормов нами был определен баланс потребления кормов и питательных веществ бычками за весь период опыта (таблица 44).

Существенные различия отмечались нами после 15-месячного возраста, когда животные якутского генотипа практически прекратили рост. Следует отметить, что корма животным задавались по их потребности. По количеству потребленной пастбищной травы превосходство имели бычки калмыцкой породы.

Так, в сравнении с якутскими разница составила 84 кг (6,9 %), с симментальскими – 236 кг (22,3 %).

За 8-месячный период наибольшее потребление кормов было у калмыцких бычков – 6321 МДж, что на 218-362 МДж больше, чем у сверстников I и III групп, разница составила 3,53-5,73 %.

Калмыцкие бычки отличались большим удельным весом в структуре потреблённых кормов по сене (26,6 %). Концентраты занимали 38,4-41,9 % по питательности и большими они были у симментальских бычков, меньшими – у калмыцких (38,4%).

Таким образом, интенсивное кормление бычков способствовало потреблению достаточного количества энергии в рационах и переваримого протеина, что повлияло на рост и развитие их по всем периодам выращивания, значительно превосходя соответствующие показатели при хозяйственном уровне кормления.

Таблица 44 – Фактическое потребление кормов и питательных веществ бычками за период опыта, кг/гол

| Показатель               | Возрастной период, месяцев |      |      |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
|--------------------------|----------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                          | 0-8                        |      |      | 9-15  |       |       | 16-18 |       |       | 0-18   |        |        |
|                          | группа                     |      |      |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
|                          | I                          | II   | III  | I     | II    | III   | I     | II    | III   | I      | II     | III    |
| Сено                     | 185                        | 199  | 197  | 823,0 | 892,0 | 820,9 | 374,5 | 533,5 | 503,9 | 1392,0 | 1566,5 | 1421,8 |
| Трава пастбищная         | 1211                       | 1295 | 1059 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1211   | 1295   | 1059   |
| Сенаж разнотравный       | -                          | -    | -    | 1360  | 1381  | 1338  | 692   | 710   | 613   | 2051   | 2091   | 1951   |
| Концентраты              | 135                        | 135  | 135  | 710   | 710   | 710   | 434   | 434   | 434   | 1279   | 1279   | 1279   |
| Всего корм. ед.          | 693                        | 735  | 718  | 1353  | 1376  | 1347  | 767   | 799   | 763   | 2813   | 2910   | 2828   |
| Переваримый протеин      | 69,9                       | 74,6 | 72,6 | 136,9 | 139,5 | 136,5 | 77,3  | 80,4  | 77,1  | 284,1  | 294,5  | 286,2  |
| Обменная энергия,<br>МДж | 5959                       | 6321 | 6177 | 15604 | 15928 | 15543 | 8800  | 9165  | 8700  | 30363  | 31414  | 30420  |

### 3.3.2.2 Переваримость питательных веществ и эффективность

#### использования питательных веществ корма подопытными животными

В период выращивания бычков, в возрасте 12 месяцев, мы провели физиологический опыт с целью изучения особенностей переваримости питательных веществ рациона и обмена веществ в организме подопытных животных. Результаты исследований переваримости питательных веществ корма подопытных животных представлены в таблице 45.

Таблица 45 – Переваримость питательных веществ рациона, % (X+Sx)

| Показатель            | Группа     |            |            |
|-----------------------|------------|------------|------------|
|                       | I          | II         | III        |
| Сухое вещество        | 73,77±1,18 | 71,52±1,15 | 72,39±0,50 |
| Органическое вещество | 76,93±1,29 | 74,95±0,98 | 75,72±0,45 |
| Протеин               | 67,99±0,75 | 65,24±1,22 | 66,29±0,48 |
| Жир                   | 74,61±0,31 | 72,43±1,42 | 73,27±0,35 |
| Клетчатка             | 45,76±1,62 | 41,11±1,15 | 42,90±0,73 |
| БЭВ                   | 82,23±1,47 | 80,71±1,41 | 81,29±0,97 |

Примечание - \* P<0,05

Установлено, что по переваримости всех питательных веществ превосходство было на стороне якутских бычков (рисунок 20). Однако, только по переваримости сырой клетчатки различия оказались статистически достоверными. Так, разница между ними по переваримости сухого вещества составила 2,25 %, по переваримости органического вещества 2,0 %, протеина 2,75 %, клетчатки – 4,65 %, жира – 2,2 % и БЭВ – 1,5 %.

Бычки симментальской породы занимали промежуточное положение и вследствие широкого размаха показателей в группе достоверность разницы была ниже.

Следует отметить, что баланс кальция и фосфора был положительный у животных всех групп (таблица 46).

Таблица 46 – Среднесуточный баланс кальция и фосфора у подопытных бычков, г

| Показатель        | Группа     |            |            |
|-------------------|------------|------------|------------|
|                   | I          | II         | III        |
| <b>Кальций</b>    |            |            |            |
| Принято с кормом  | 46,22±0,72 | 46,60±0,89 | 45,20±0,70 |
| Выделено: с калом | 34,30±1,05 | 33,70±0,98 | 32,80±1,10 |
| с мочой           | 0,16±0,21  | 0,17±0,32  | 0,16±0,15  |
| всего             | 34,46±0,80 | 33,87±0,91 | 32,96±0,82 |
| Отложено в теле   | 11,76±0,24 | 12,73±0,38 | 12,24±0,22 |
| % от принятого    | 25,44±0,68 | 27,31±0,81 | 27,08±0,56 |
| <b>Фосфор</b>     |            |            |            |
| Принято с кормом  | 22,50±0,54 | 22,20±0,42 | 19,70±0,52 |
| Выделено: с калом | 12,30±1,19 | 11,60±1,08 | 10,10±1,17 |
| с мочой           | 5,11±0,12  | 5,22±0,18  | 5,60±0,10  |
| всего             | 17,41±0,70 | 16,82±0,88 | 15,70±0,76 |
| Отложено в теле   | 5,09±0,2   | 5,38±0,32  | 4,00±0,17  |
| % от принятого    | 22,62±0,62 | 24,23±0,79 | 20,30±0,58 |

Необходимо отметить, что баланс кальция и фосфора был положительным во всех группах бычков, что свидетельствует об удовлетворительном кормлении животных. В ходе научно-хозяйственного опыта животные сохранили хороший аппетит, имели блестящий шерстный покров, температура тела, частота пульса и дыхание были в пределах физиологических норм. Кормление бычков при интенсивном выращивании проведено нами по специально разработанным рационам с учетом местных условий.

### 3.3.2.3 Особенности роста и развития бычков разных генотипов при интенсивном выращивании

Как следует из полученных данных интенсивность роста калмыцкого скота во втором эксперименте так же оказалась выше аналогов (таблица 47). В частности, если при рождении наибольшая живая масса была у бычков симментальской породы, что являлось характерным признаком этой породы, то к 3-месячному возрасту ситуация изменилась и животные II группы при живой массе 97,1 кг превзошли аналогов. В этот период живая масса бычков I группы составила 93,7 кг, III группы – 94,8 кг.

Таблица 47 – Динамика живой массы молодняка, кг ( $X \pm Sx$ )

| Возраст, месяцев | Группа                     |            |                         |
|------------------|----------------------------|------------|-------------------------|
|                  | I                          | II         | III                     |
| новорожденные    | 21,0±0,31 <sup>Б</sup>     | 22,8±0,44  | 28,5±0,29 <sup>А</sup>  |
| 3                | 93,7±1,14                  | 97,1±1,51  | 94,8±1,11               |
| 8                | 165,5±2,27 <sup>А</sup>    | 198,7±1,43 | 191,3±2,14              |
| 12               | 253,1±3,39 <sup>А</sup>    | 291,4±2,54 | 278,5±4,01 <sup>А</sup> |
| 15               | 304,6±4,23 <sup>А, Б</sup> | 371,9±3,11 | 361,1±5,35 <sup>А</sup> |
| 18               | 364,6±7,35 <sup>А, Б</sup> | 455,2±7,18 | 445,1±7,77              |

Примечание – <sup>А</sup> - \*  $P < 0,05$ , при сравнении со II группой;

<sup>Б</sup> - \*  $P < 0,05$ , при сравнении со III группой

В 18-месячном возрасте бычки II группы превосходили аналогов из I по живой массе на 90,6 кг (24,7%,  $P < 0,001$ ), III группы на 10,2 кг (2,4%).

Оценка интенсивности роста молодняка выявила следующие факты (таблица 48).

Таблица – 48. Среднесуточный прирост бычков по периодам роста, г ( $X \pm S_x$ )

| Возрастной период,<br>месяцев | группа    |           |           |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                               | I         | II        | III       |
| 0-3                           | 808±9,57  | 825±5,98  | 740±12,23 |
| 3-8                           | 479±9,23  | 678±10,38 | 643±18,07 |
| 8-12                          | 730±16,0  | 770±25,01 | 700±19,57 |
| 12-15                         | 572±21,00 | 894±29,09 | 918±29,66 |
| 15-18                         | 667±38,30 | 945±33,12 | 788±34,03 |
| 0-18                          | 636±13,75 | 801±25,77 | 771±13,89 |

У бычков II и III групп за подсосный период, мы отмечали, что среднесуточный прирост составлял 733 и 678 г, что на 127 и 71 г больше, чем, у якутских сверстников I группы (21,2-11,9%), разница статистически достоверна ( $P < 0,001$ ). Существенные различия получены за период выращивания с 3 до 8 месяцев соответственно по группам 199 и 164 г (41,7-34,1 %). В этот период количество молока у якутского скота резко снижалось, это отражалось и на показателях прироста телят.

Следует отметить, что за весь период выращивания от рождения до 18 месяцев наименьшей скоростью роста отличались бычки I группы, а наибольшей – II группы. Сверстники III группы занимали промежуточное положение. Так, от 0 до 18 месяцев среднесуточный прирост по группам составил 636, 801 и 771 г.

Симментальские бычки незначительно уступали калмыцким сверстникам, что можно объяснить направлением селекции данной породы на молочную продуктивность, и потенциал их роста мог быть выше калмыцких сверстников, но при данной технологии он не проявился. Якутские сверстники показали лучшие результаты по живой массе для региона, но они значительно уступали сравниваемым породам.

### 3.3.2.4 Гематологические параметры подопытных животных

В ходе исследований не было выявлено достоверных различий между сравниваемыми группами по отдельным гематологическим параметрам (таблица 49).

Таблица 49 – Гематологические показатели бычков разных породных групп в зимний период ( $M \pm m$ )

| Показатель              | Группа           |                   |                 |
|-------------------------|------------------|-------------------|-----------------|
|                         | I                | II                | III             |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | 7,5 $\pm$ 0,20   | 7,26 $\pm$ 0,56   | 5,12 $\pm$ 0,87 |
| Гемоглобины, г/л        | 120,1 $\pm$ 0,12 | 122,07 $\pm$ 1,31 | 100,0 $\pm$ 2,5 |
| Лейкоциты, $10^9/л$     | 8,4 $\pm$ 1,23   | 11,24 $\pm$ 3,44  | 7,04 $\pm$ 0,71 |
| Лимфоциты, $10^9/л$     | 3,4 $\pm$ 0,09   | 3,15 $\pm$ 1,79   | 1,71 $\pm$ 0,16 |

Повышенная интенсивность роста калмыцкой породы определялась более высоким содержанием общего белка в сыворотке крови (таблица 50).

Таблица 50 – Содержание общего белка и белковых фракций у бычков подопытных групп ( $M \pm m$ )

| Показатель               | Группа          |                  |                  |
|--------------------------|-----------------|------------------|------------------|
|                          | I               | II               | III              |
| Общий белок, г/л         | 68,3 $\pm$ 3,40 | 99,37 $\pm$ 4,51 | 84,30 $\pm$ 2,85 |
| Альбумины, г/л           | 31,0 $\pm$ 3,42 | 38,59 $\pm$ 2,37 | 25,82 $\pm$ 3,41 |
| $\alpha_1$ -глобулины, % | 4,0 $\pm$ 0,21  | 6,58 $\pm$ 0,87  | 8,78 $\pm$ 1,38  |
| $\alpha_2$ -глобулины, % | 5,0 $\pm$ 0,31  | 6,56 $\pm$ 0,97  | 9,76 $\pm$ 1,15  |
| $\beta$ -глобулины, %    | 16,0 $\pm$ 1,51 | 11,53 $\pm$ 1,51 | 10,03 $\pm$ 2,09 |
| $\gamma_1$ -глобулины, % | 29,0 $\pm$ 4,12 | 37,08 $\pm$ 2,13 | 28,75 $\pm$ 2,09 |

В частности, уровень общего белка в сыворотке крови животных калмыцкой породы составлял в период исследований 99,37 г/л, на 45,5 %

превышало значение аналогичного параметра у якутского скота и на 17,9 % у симментальского. При этом мы не выявили достоверных различий между сравниваемыми группами по уровню альбуминов. Достоверным оказалось превосходство калмыцкого скота по содержанию в сыворотке крови  $\gamma_1$ -глобулинов над аналогами из двух других групп.

### 3.3.2.5 Экстерьер и телосложение

В ходе исследований нами проведена оценка экстерьера подопытного скота. Как следует из полученных данных годовалые якутские бычки имели более объемную грудную клетку (глубина, ширина и обхват груди) и длину туловища, чем калмыцкие и симментальские сверстники (таблица 51), что отразилось в индексах сбитости, грудном, тазогрудном и растянутости.

Таблица 51 – Промеры экстерьера бычков разных породных групп в 12 месячном возрасте, см ( $X \pm Sx$ )

| Промер               | Группа     |            |            |
|----------------------|------------|------------|------------|
|                      | I          | II         | III        |
| Высота в холке       | 102,0±2,14 | 103,1±0,48 | 104,3±1,97 |
| Высота в крестце     | 106,4±1,33 | 112,8±6,23 | 113,7±5,75 |
| Глубина груди        | 58,1±1,77  | 53,8±1,55  | 53,7±1,34  |
| Ширина груди         | 35,1±4,13  | 29,8±2,19  | 28,2±0,54  |
| Косая длина туловища | 119,2±6,17 | 121,0±1,54 | 120,0±0,75 |
| Ширина в маклоках    | 36,4±1,09  | 33,9±0,21  | 35,5±0,69  |
| Ширина в сед.буграх  | 19,5±1,35  | 22,1±2,79  | 22,2±1,48  |
| Обхват груди         | 149,0±1,87 | 143,9±1,11 | 141,8±2,73 |
| Обхват пясти         | 16,4±0,29  | 15,5±0,49  | 16,1±0,34  |

В частности, по глубине груди якутский скот в этом возрасте превосходил калмыцкий на 8,0 % и симментальский скот на 8,2 %. По ширине груди аналогичные расхождения составили 17,8 и 24,5 %, соответственно.

Объективно, более выраженная шилозадость является характерным признаком аборигенного скота, длительное время разводимого «в себе», без прилития крови.

Анализ промеров экстерьера телок и бычков калмыцкой породы выявил следующие особенности (таблица 52).

Таблица 52 – Промеры экстерьера телок и бычков калмыцкой породы в возрасте 6 мес., см ( $X \pm Sx$ )

| Промеры статей, см     | Группа     |            |
|------------------------|------------|------------|
|                        | телки      | бычки      |
| Высота в холке         | 91,3±2,88  | 94,1±3,31  |
| Высота в крестце       | 100,1±2,34 | 101,3±2,38 |
| Глубина груди          | 49,1±2,18  | 48,5±0,81  |
| Ширина груди           | 27,1±1,23  | 27,7±1,85  |
| Косая длина туловища   | 101,8±3,23 | 105,1±1,99 |
| Ширина в маклоках      | 29,1±0,67  | 30,1±1,68  |
| Ширина в седал. буграх | 17,1±1,01  | 17,0±1,58  |
| Обхват груди           | 130,1±1,55 | 128,4±3,01 |
| Обхват пясти           | 14,1±0,28  | 14,8±0,59  |

Как следует из полученных данных по большинству оцениваемых промеров телки уступали бычкам, что является результатом полового деморфизма. Однако, по промерам глубина груди и обхват груди телки превосходили сверстников.

Обобщая полученные данные по оценке экстерьера животных следует отметить отсутствие селекционного процесса по совершенствованию высотных и растянутых характеристик животных за последние годы, в отличии от мировой практики. Это заключение основано на анализе параметров промеров экстерьера и типов телосложения молодняка аборигенного якутского скота и низкокровных симментальских бычков в более ранних трудах П.А. Романова (1979), Г.П. Коротова (1983).

### 3.3.2.6. Мясная продуктивность и качество мяса бычков при интенсивном выращивании

Мясная продуктивность является основополагающей при определении приоритетов разведения той или иной породы мясного скота. Поэтому нами особое внимание уделено сравнительной оценке мясной продуктивности. Как следует из полученных данных более высокая интенсивность роста бычков калмыцкой породы сопровождалась относительно более высокой предубойной живой массой, составившей в 15 месячном возрасте – 344,8 кг, в 18-месячном 420,1 кг, что выше аналогичного показателя установленного для якутского скота на 20,7 и 24,2 %, симментальского – на 5,2 и 3,7 %, соответственно (таблица 53).

Таблица 53 – Результаты контрольного убоя бычков ( $X \pm S_x$ )

| Показатель                       | Группа           |                |                |                |                |                |
|----------------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                  | I                |                | II             |                | III            |                |
|                                  | возраст, месяцев |                |                |                |                |                |
|                                  | 15               | 18             | 15             | 18             | 15             | 18             |
| Предубойная живая масса, кг      | 285,7<br>±3,42   | 338,3<br>±4,78 | 344,8<br>±4,11 | 420,1<br>±4,73 | 327,9<br>±3,79 | 405,2<br>±4,43 |
| Масса парной туши, кг            | 149,7<br>±6,68   | 173,0<br>±7,28 | 190,3<br>±5,18 | 235,7<br>±5,57 | 179,4<br>±4,93 | 226,1<br>±6,58 |
| Выход туши %                     | 52,4<br>±1,46    | 52,2<br>±1,18  | 55,2<br>±0,98  | 56,1<br>±1,10  | 54,7<br>±0,97  | 55,8<br>±0,91  |
| Масса внутреннего жира-сырца, кг | 8,3<br>±0,23     | 14,1<br>±0,31  | 10,7<br>±0,41  | 15,9<br>±0,99  | 6,9<br>±0,23   | 13,4<br>±0,44  |
| Выход внутреннего жира-сырца, %  | 2,9<br>±0,06     | 4,2<br>±0,31   | 3,1<br>±0,17   | 3,8<br>±0,21   | 2,1<br>±0,13   | 3,4<br>±0,19   |
| Убойная масса, кг                | 192,4<br>±6,91   | 237,9<br>±7,62 | 201,0<br>±4,91 | 251,6<br>±6,71 | 186,3<br>±4,89 | 239,5<br>±6,81 |
| Убойный выход, %                 | 55,3<br>±1,51    | 56,4<br>±1,22  | 58,2<br>±2,09  | 59,9<br>±1,27  | 56,8<br>±1,37  | 59,1<br>±1,13  |

Калмыцкий скот отличался более высоким выходом туши, составившим в 15-месячном возрасте 55,2 %, в 18 – 56,1 %. Что выше чем у аналогов из I и III

групп на 2,8; 0,5 и 3,0;0,3 %, соответственно. Как и следовало ожидать симментальский скот откладывал меньше внутреннего жира по сравнению с аналогами. Так если при убое последнего в 15 и 18 месячном возрасте мы зафиксировали массу внутреннего жира на уровне 6,9 и 13,4 кг, то у якутского скота масса жира составила 8,3 и 14,1 кг, калмыцкого 10,7 и 15,9 кг, соответственно. По выходу внутреннего жира-сырца преимущество имели бычки местного скота, которые превосходили по этому показателю две другие породы на 0,2-0,3 % и 0,8-0,9 % соответственно. Следует отметить, на не одинаковое накопление жира у бычков разных групп, что обусловлено влиянием породной принадлежности используемых животных.

Таким образом, анализ результатов контрольного убоя подопытных бычков разных пород дает нам основание сделать вывод о том, что по большинству показателей убоя преимущественно было в пользу симментальских бычков.

#### **3.3.2.6.1. Морфологический состав туши и ее отдельных естественно-анатомических частей**

Селекция калмыцкого скота в направлении создания животных с хорошими мясными качествами привела к созданию типов скота с высоким выходом мяса и малой долей костей, при этом были созданы генотипы, отличающиеся непревзойденными качествами мяса.

В ходе наших исследований мы подтвердили это. Так, в ходе обвалки полутуш подопытных животных как в 15, так и в 18 - месячном возрасте наибольшая масса мякоти получена именно от калмыцких бычков 79,0 и 98,9 кг, соответственно. Аналогичный показатель у якутского скота оказался ниже на 18,4 и 19,9; симментальского на 7,2 и 5,4 кг, соответственно.

Таблица 54 – Морфологический состав полутуши бычков

| Показатель                  | возраст, месяцев |               |               |               |                |                |
|-----------------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
|                             | 15               |               |               | 18            |                |                |
|                             | I                | II            | III           | I             | II             | III            |
| Масса полутуш, кг           | 78,9<br>±2,14    | 99,8<br>±2,97 | 92,9<br>±2,43 | 90,5<br>±3,17 | 122,8<br>±3,18 | 117,7<br>±3,57 |
| Мякоть, кг                  | 60,6<br>±1,42    | 79,0<br>±1,19 | 71,8<br>±1,95 | 70,3<br>±2,01 | 98,9<br>±2,03  | 93,5<br>±1,87  |
| Мякоть, %                   | 76,8<br>±0,32    | 79,2<br>±0,47 | 77,1<br>±0,23 | 77,7<br>±0,82 | 80,5<br>±0,81  | 79,5<br>±0,59  |
| Кости, кг                   | 15,8<br>±0,26    | 18,1<br>±0,44 | 18,4<br>±0,41 | 16,4<br>±0,31 | 20,5<br>±0,37  | 20,8<br>±0,48  |
| Кости, %                    | 20,0<br>±0,13    | 18,1<br>±0,21 | 19,8<br>±0,17 | 18,1<br>±0,11 | 16,7<br>±0,10  | 17,4<br>±0,12  |
| Жилки и сухожилия, кг       | 2,5<br>±0,21     | 2,7<br>±0,19  | 2,7<br>±0,24  | 3,1<br>±0,18  | 3,4<br>±0,32   | 3,4<br>±0,22   |
| Жилки и сухожилия, %        | 3,2<br>±0,15     | 2,7<br>±0,07  | 2,9<br>±0,15  | 3,4<br>±0,19  | 2,8<br>±0,23   | 2,9<br>±0,25   |
| Выход мякоти на 1 кг костей | 3,84<br>±0,02    | 4,39<br>±0,19 | 3,90<br>±0,15 | 4,29<br>±0,21 | 4,82<br>±0,13  | 4,50<br>±0,12  |

При этом для калмыцкого скота был характерен относительно легкий костяк, доля которого в туше в 15 месяцев составила 18,1 %, в 18 месяцев 16,7 %, что на 1,9; 1,4 % меньше чем у якутского скота, и на 1,7; 0,7 % меньше чем у симментальского.

Большой выход мякоти и относительно легкий костяк калмыцкого скота определило достоверное превосходство туш этих животных по выходу мякоти на 1 кг костей.

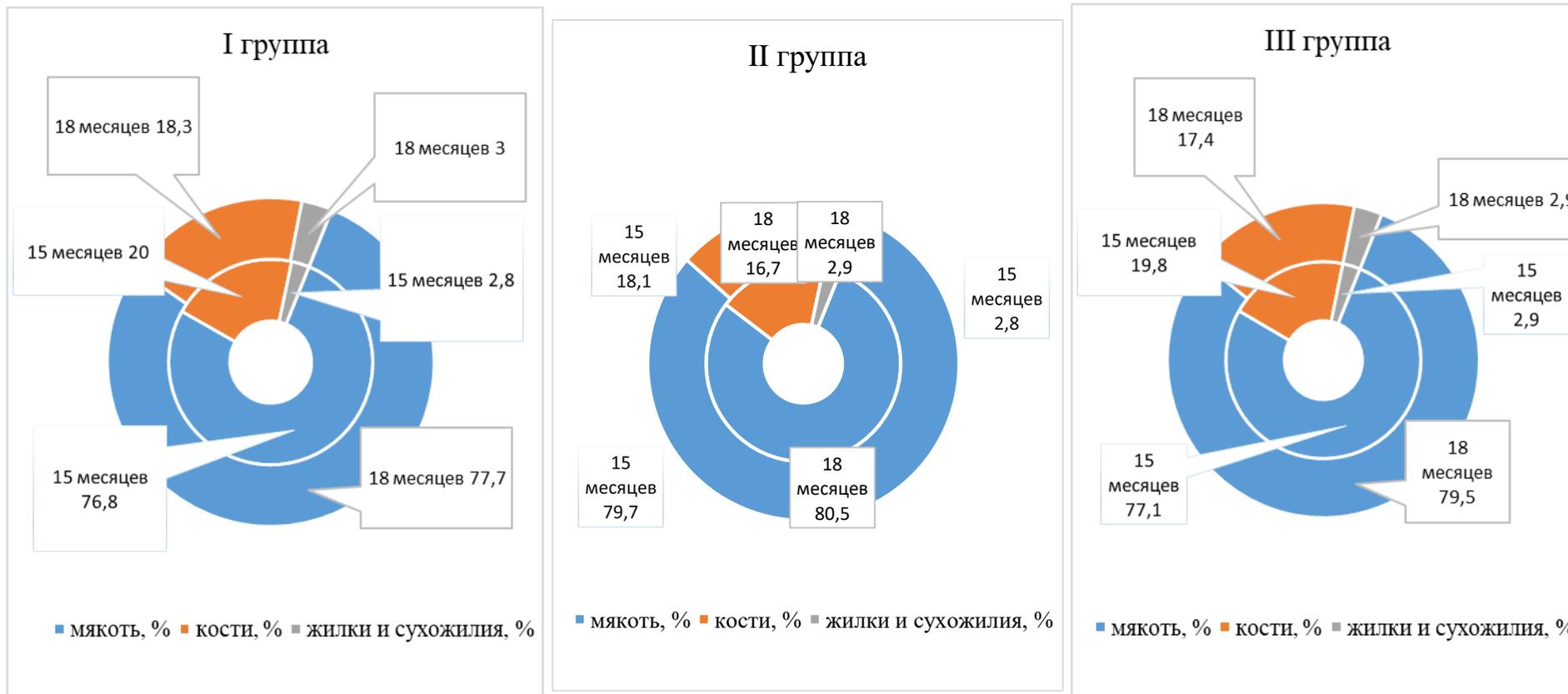


Рисунок 21 – Морфологический состав полутуши бычков, %

### **3.3.2.6.2. Характеристика отдельных естественно-анатомических частей туши**

Исследования соотношения отдельных естественно-анатомических частей туши подопытных животных выявили специфические различия в мясной продуктивности. Эти различия выражались относительно большей удельной долей в тушах якутских бычков шейного отруба в сравнении с аналогами из двух других групп. Так, доля этого отруба в этой группе составляла 11,0-11,1 %. Это больше, чем ранее было описано А.Ф. Абрамовым и др., (2018) для якутского скота, но в целом соответствовало нормам. В тоже время удельный вес шейного отруба у калмыцкого скота составлял только 9,4 % от массы туши в 15-месячном и 8,7 % в 18-месячном возрасте. Для симментальского скота аналогичные показатели составляли – 10,1 и 9,2 %, соответственно (таблица 55). На этом фоне градация групп животных по удельному содержанию в туше животных тазобедренного отруба выглядела иным образом. Предпочтительнее выглядели две другие группы, причём, наибольшая доля в туши этого отруба была характерна для калмыцкого скота – 34,5 % у 15-месячных и 35,1 % у 18 месячных животных, это на 2,3 и 2,7 % превышало аналогичные показатели у якутского и на 1,4 и 0,6% у симментальского скота. Таким образом туши якутского скота характеризовались более высоким содержанием низкокачественных частей, с меньшей добавленной стоимостью.

Следовательно, нами выявлено, что наивысшим относительным выходом наиболее ценных частей туши – тазобедренной и поясничной, характеризовались подопытные животные II группы, наименьшим сверстники I группы. Аналоги III группы занимали промежуточное положение.

Таблица 55 – Соотношение отдельных естественно-анатомических частей в полутушах подопытных бычков

| №   | Возраст,<br>мес | Часть полутуши |                              |               |                              |                |                              |            |                              |               |                              |
|-----|-----------------|----------------|------------------------------|---------------|------------------------------|----------------|------------------------------|------------|------------------------------|---------------|------------------------------|
|     |                 | шейная         |                              | пчелопаточная |                              | спиннореберная |                              | поясничная |                              | тазобедренная |                              |
|     |                 | масса, кг      | % к<br>массе<br>полутуш<br>и | масса, кг     | % к<br>массе<br>полутуш<br>и | масса, кг      | % к<br>массе<br>полутуш<br>и | Масса, кг  | % к<br>массе<br>полутуш<br>и | масса, кг     | % к<br>массе<br>полутуш<br>и |
| I   | 15              | 8,0±0,29       | 11,1                         | 16,3±0,40     | 19,7                         | 22,6±0,81      | 28,6                         | 6,6±0,38   | 8,4                          | 25,4±1,47     | 32,2                         |
|     | 18              | 10,8±0,35      | 11,0                         | 16,8±9,49     | 19,6                         | 23,4±0,67      | 28,7                         | 7,6±0,49   | 8,5                          | 26,8±1,16     | 32,4                         |
| II  | 15              | 9,4±0,33       | 9,4                          | 19,3±0,28     | 19,3                         | 28,1±0,55      | 28,2                         | 8,6±0,41   | 8,6                          | 34,4±1,01     | 34,5                         |
|     | 18              | 10,7±0,41      | 8,7                          | 23,5±0,34     | 19,1                         | 34,9±0,67      | 28,4                         | 10,7±0,45  | 8,7                          | 43,1±0,83     | 35,1                         |
| III | 15              | 9,4±0,29       | 10,1                         | 18,3±0,38     | 19,7                         | 26,8±0,88      | 28,8                         | 7,7±0,34   | 8,3                          | 30,7±1,44     | 33,1                         |
|     | 18              | 10,8±0,28      | 9,2                          | 22,8±0,41     | 19,4                         | 34,3±0,78      | 29,1                         | 9,9±0,57   | 8,4                          | 39,9±1,02     | 33,9                         |

Жиловка полученных отрубов позволила детально изучить содержание и соотношение костей и мякоти в отдельных отрубках подопытных животных. Как следует из полученных данных наибольшее содержание костей в наиболее ценных частях туш бычков имели симментальские особи, в тазобедренном отрубе которого содержалось около 17 % костей в 15 и 16,7 % в 18-месячном возрасте, соответственно. Наименьшим уровнем костей в этом отрубе характеризовались туши калмыцкого скота. Туши якутских бычков занимали промежуточное положение (таблица 56). При этом наиболее высоким соотношением мяса к костям характеризовались тазобедренные отруба калмыцкого скота – 5,0-5,1, против 4,8-5,0 для туш якутского и 4,8 для туш симментальского скота.

Таким образом, соотношение анатомических частей и морфологический состав туши подопытных бычков говорят об определённых межгрупповых различиях. Сравнительно, лучшим морфологическим составом отличались туши бычков калмыцкой породы и симментальских животных. Худшие показатели по этим элементам были в тушах якутских бычков.

#### **3.3.2.6.3. Химический состав мяса и длиннейшей мышцы спины**

Химический состав тела животного определяется генотипом и условиями среды обитания животного. Причём, когда речь о химическом составе мяса животных, то следует отметить, что эти две группы факторов оказывают далеко не однозначное действие на состав. Очевидно, что развитие пород в сугубо специфических и отличных условиях среды отражаются на составе мяса, и как следует из результатов наших исследований мясо якутского скота в наибольшей степени характеризуется влиянием этого развития. Так мы в своих исследованиях выявили факт большего содержания жира в мясе этих животных, что соответствует результатам исследований Н.А. Гончаровой (2010), А.Ф. Абрамова, и др., (2018). В частности, в мясе-фарше бычков якутской породы в 15 –месячном возрасте содержалось 6,9 % жира, в 18-месячном возрасте - 12,6 % жира.

Таблица 56 –Морфологический состав естественно-анатомических частей в полутушах подопытных бычков, %

| Группа | Возраст,<br>мес | Часть полутуши |       |       |               |       |       |                |       |       |            |       |       |               |       |       |
|--------|-----------------|----------------|-------|-------|---------------|-------|-------|----------------|-------|-------|------------|-------|-------|---------------|-------|-------|
|        |                 | шейная         |       |       | пчелопаточная |       |       | спиннореберная |       |       | поясничная |       |       | тазобедренная |       |       |
|        |                 | МЯКОТЬ         | КОСТИ | ЖИЛКИ | МЯКОТЬ        | КОСТИ | ЖИЛКИ | МЯКОТЬ         | КОСТИ | ЖИЛКИ | МЯКОТЬ     | КОСТИ | ЖИЛКИ | МЯКОТЬ        | КОСТИ | ЖИЛКИ |
| I      | 15              | 82,2           | 14,7  | 3,1   | 78,5          | 18,2  | 3,3   | 77,3           | 20,7  | 2,6   | 80,2       | 17,4  | 2,4   | 81,1          | 16,7  | 2,2   |
|        | 18              | 82,6           | 14,4  | 3,0   | 78,8          | 18,0  | 3,2   | 77,9           | 19,7  | 2,4   | 80,9       | 16,7  | 2,4   | 81,5          | 16,5  | 2,1   |
| II     | 15              | 82,4           | 14,5  | 3,1   | 78,8          | 17,8  | 3,4   | 77,0           | 20,5  | 2,5   | 80,5       | 17,2  | 2,3   | 81,7          | 16,3  | 2,1   |
|        | 18              | 83,1           | 14,0  | 2,9   | 79,2          | 17,5  | 3,3   | 78,3           | 19,4  | 2,3   | 82,1       | 15,5  | 2,4   | 81,9          | 16,0  | 2,1   |
| III    | 15              | 81,7           | 15,3  | 3,0   | 78,2          | 18,4  | 3,4   | 76,3           | 21,1  | 2,6   | 79,6       | 18,0  | 2,4   | 80,8          | 17,0  | 2,2   |
|        | 18              | 82,1           | 14,8  | 3,1   | 78,7          | 18,1  | 3,2   | 76,7           | 20,8  | 2,5   | 80,3       | 17,3  | 2,4   | 81,3          | 16,7  | 2,0   |

Таблица 57 – Выход мякоти на 1 кг костей в отдельных естественно-анатомических частях в полутушах подопытных бычков, кг

| Группа | Возраст, мес | Часть полутуши |       |                        |               |       |                        |                |       |                        |            |       |                        |               |       |                        |
|--------|--------------|----------------|-------|------------------------|---------------|-------|------------------------|----------------|-------|------------------------|------------|-------|------------------------|---------------|-------|------------------------|
|        |              | шейная         |       |                        | пчелопаточная |       |                        | спиннореберная |       |                        | поясничная |       |                        | тазобедренная |       |                        |
|        |              | мякоть         | кости | Мякот и на 1 кг костей | мякоть        | кости | Мякот и на 1 кг костей | мякоть         | кости | Мякот и на 1 кг костей | мякоть     | кости | Мякот и на 1 кг костей | мякоть        | кости | Мякот и на 1 кг костей |
| I      | 15           | 6,6            | 1,2   | 5,5                    | 12,8          | 3,0   | 4,3                    | 17,5           | 4,7   | 3,6                    | 5,3        | 1,1   | 4,8                    | 20,3          | 4,2   | 4,8                    |
|        | 18           | 8,9            | 1,6   | 5,6                    | 13,2          | 3,1   | 4,3                    | 18,2           | 4,6   | 4,0                    | 6,1        | 1,3   | 4,7                    | 21,8          | 4,4   | 5,0                    |
| II     | 15           | 7,7            | 1,4   | 5,5                    | 15,2          | 3,4   | 4,5                    | 21,6           | 5,8   | 3,7                    | 6,9        | 1,5   | 4,6                    | 28,1          | 5,6   | 5,0                    |
|        | 18           | 8,9            | 1,5   | 5,9                    | 18,6          | 4,1   | 4,5                    | 27,3           | 6,8   | 4,0                    | 8,4        | 1,7   | 4,9                    | 35,3          | 6,9   | 5,1                    |
| III    | 15           | 7,7            | 1,4   | 5,5                    | 14,3          | 3,4   | 4,2                    | 20,4           | 5,7   | 3,6                    | 6,1        | 1,4   | 4,4                    | 24,8          | 5,2   | 4,8                    |
|        | 18           | 8,9            | 1,6   | 5,6                    | 17,9          | 4,1   | 4,4                    | 26,3           | 7,1   | 3,7                    | 7,9        | 1,7   | 4,7                    | 32,4          | 6,7   | 4,8                    |

Таблица 58 – Химический состав средней пробы мяса-фарша, %

| Показатель     | Группа           |           |           |           |           |           |
|----------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                | I                |           | II        |           | III       |           |
|                | возраст, месяцев |           |           |           |           |           |
|                | 15               | 18        | 15        | 18        | 15        | 18        |
| Сухое вещество | 28,7±1,12        | 32,8±1,51 | 28,1±1,21 | 31,6±1,44 | 27,9±0,91 | 30,9±1,12 |
| Жир            | 6,9±0,55         | 12,6±0,77 | 6,1±0,58  | 10,9±0,73 | 5,1±0,71  | 9,8±0,77  |
| Белок          | 20,9±0,34        | 19,3±0,54 | 21,1±0,24 | 19,8±0,54 | 21,9±0,21 | 20,1±0,32 |
| Зола           | 0,91±0,05        | 0,94±0,12 | 0,90±0,11 | 0,93±0,07 | 0,91±0,07 | 0,95±0,01 |

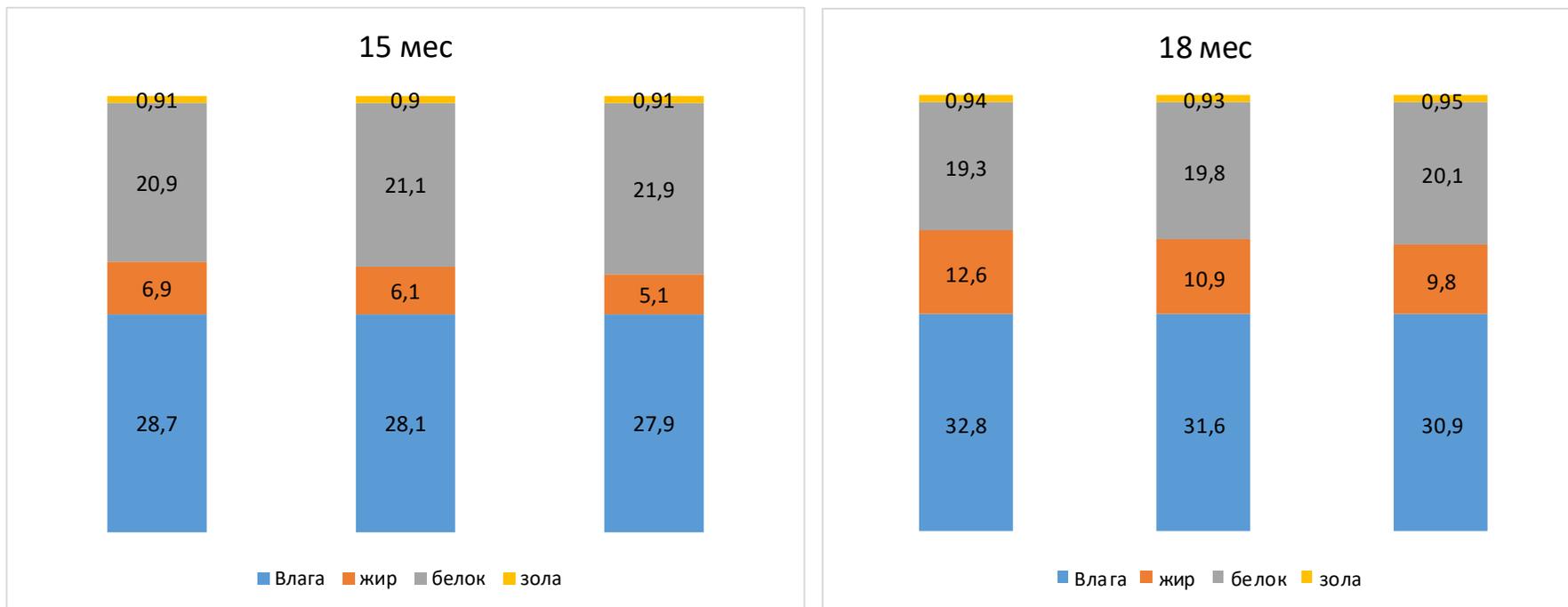


Рисунок 22 – Химический состав средней пробы мяса бычков, %

Эти величины превышали уровень II и III групп на 0,8 и 1,8 % в 15-месячном и на 1,7 и 2,8% в 18-месячном возрасте, соответственно (рисунок 22).

Содержание белка в мясе подопытных бычков находилось в обратно-пропорциональной зависимости с уровнем жира. Так, наибольшее содержание белка было характерно для мяса животных III группы – 21,9 % в 15 –месячном и 20,1 % в 18-месячном возрасте. Аналогичные показатели в I группе оказались ниже – 20,9 и 19,3 %, во II – 21,1 и 19,8 %, соответственно.

Идентичные результаты были получены нами при изучении химического состава длиннейшей мышцы спины (таблица 59).

Таблица 59 – Химический состав длиннейшей мышцы спины бычков, %

| Показатель        | Группа           |               |               |               |               |               |
|-------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                   | I                |               | II            |               | III           |               |
|                   | возраст, месяцев |               |               |               |               |               |
|                   | 15               | 18            | 15            | 18            | 15            | 18            |
| Сухое<br>вещество | 24,5<br>±0,23    | 24,9<br>±0,24 | 24,1<br>±0,31 | 24,7<br>±0,45 | 24,5<br>±0,23 | 24,2<br>±0,37 |
| Жир               | 1,8<br>±0,11     | 2,4<br>±0,19  | 1,3<br>±0,21  | 1,9<br>±0,12  | 1,3<br>±0,17  | 1,7<br>±0,23  |
| Белок             | 21,7<br>±0,13    | 21,5<br>±0,25 | 21,8<br>±0,43 | 21,8<br>±0,32 | 22,2<br>±0,13 | 21,5<br>±0,23 |
| Зола              | 1,0<br>±0,02     | 1,0<br>±0,01  | 1,0<br>±0,01  | 1,0<br>±0,02  | 1,0<br>±0,02  | 1,0<br>±0,01  |

В частности, наибольшее содержание жира было в пробах длиннейшего мускула спины I группы 1,8 % в 15-месячном и 2,4 % в 18-месячном возрасте. Что выше чем у сверстников из II и III групп на 0,5 и 0,5-0,7 % соответственно в 15 и 18 месячном возрасте.

### 3.3.2.7. Конверсия питательных веществ корма в питательные вещества съедобных частей тела при интенсивном выращивании

Как известно любая продукция полученная от сельскохозяйственного животного – молоко, шерсть или мясо есть не что иное как видоизмененный корм. При этом эффективность преобразования корма в тот или иной вид продукции принципиально зависит от генотипа животного, пола и др. Учитывая это мы в своих исследованиях установили основные параметры конверсии корма в съедобную часть тела животного (мясо, субпродукты 1 и 2 категории, кровь). Как следует из полученных результатов наиболее рационально корма использовали животные калмыцкой породы (таблица 60).

Таблица 60 – Конверсия протеина и энергии корма в пищевой белок и энергию съедобной части туши бычков

| Показатель  | Возраст,<br>мес | Группа |      |      |
|---|-----------------|--------|------|------|
|   |                 | I      | II   | III  |
| Расход переваримого протеина корма прироста, г/кг | 15              | 729    | 613  | 629  |
|   | 18              | 827    | 681  | 687  |
| Расход обменной энергии на прирост, МДж/кг        | 15              | 77,2   | 63,7 | 65,3 |
|   | 18              | 88,4   | 72,7 | 73,0 |
| Коэффициент конверсии протеина корма, %           | 15              | 9,9    | 11,1 | 10,4 |
|   | 18              | 7,8    | 9,4  | 8,5  |
| Коэффициент конверсии энергии корма, %            | 15              | 4,5    | 5,3  | 5,1  |
|   | 18              | 4,4    | 5,5  | 5,4  |

При этом, показательной является функция расхода переваримого протеина на получение прироста живой массы. Этот показатель демонстрирует эффективность межоточного обмена веществ.

Животные калмыцкой породы в период первых 15 месяцев жизни расходовали на производство 1 кг прироста живой массы около 613 г переваримого

протеина, 18 месяцев – 681 г, что на 18,9 и 21,4 % меньше, чем у якутского и на 2,6 и 0,8 % меньше, чем у симментальского скота.

В условиях Крайнего Севера важным показателем является эффективное расходование энергии кормов. Как следует из наших результатов и по этому параметру калмыцкий скот превосходил аналогов. Животные II группы на производство 1 кг прироста живой массы расходовали 63,7 МДж обменной энергии в возрасте 15 месяцев и около 72,7 МДж в 18-месячном возрасте. Энергозатраты у якутского скота составляли 77,2 и 88,4 МДж, симментальского – 65,3 и 73,0 МДж, соответственно.

Эти различия принципиально, определили расхождения между группами по величине конверсии корма. Калмыцкий скот более эффективнее чем аналоги расходовал сырой протеин и обменную энергию кормов для получения прироста белка и энергии в съедобную часть тела.

Так, за период выращивания с рождения до достижения 18 месячного возраста у подопытных бычков коэффициент конверсии протеина корма в продукцию составлял 9,4 %, обменной энергии – 5,5 %, что на 1,6 и 1,1 % превосходило уровень, зафиксированный для якутского скота и на 0,9 и 0,1 % для симментальского.

### **3.3.2.8. Экономическая эффективность производства говядины при использовании скота различных пород**

Экономическая оценка эффективности технологий и/или отдельных пород является краеугольным камнем всей организации сельскохозяйственного производства. Именно поэтому изучению этого вопроса мы уделяли особое внимание. Как следует из полученных данных в ходе исследований была установлена высокая себестоимость производства говядины во всех сравниваемых группах – 16-18 тысяч рублей за 1 ц (таблица 61).

Столь значительная себестоимость сложилась из-за необходимости приобретения дорогостоящих кормов (конмбикорм, премикс) и высокой себестоимости собственных кормовых средств. Между тем ввиду высоких цен на

говядину в Республике, а цена на этот вид мяса в Якутии одна из самых больших в стране, в нашем исследовании была получена прибыль.

Таблица 61 – Экономическая эффективность выращивания бычков, рублей

| Показатель                          | Группа  |         |         |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|
|                                     | I       | II      | III     |
| Съемная живая масса, кг             | 364,6   | 455,4   | 435,1   |
| Производственные затраты            | 65792,8 | 75180,2 | 74828,0 |
| Себестоимость 1 ц живой массы       | 18045,2 | 16508,6 | 17198,1 |
| Реализованная стоимость 1 животного | 71826,2 | 89713,8 | 85714,7 |
| Прибыль                             | 6033,4  | 14533,6 | 10885,8 |
| Уровень рентабельности, %           | 8,4     | 16,2    | 12,7    |

Остановившись отдельно на полученных данных следует отметить, что меньшая себестоимость производства прироста живой массы нами отмечалась у калмыцкого скота, в среднем, на 689,5 рублей ниже, чем у симментальского и на 1536,6 рублей меньше чем у якутского скота.

При этом вследствие более высокой живой массы, реализационная стоимость скота во II группе оказалась выше аналогов. В частности, по этому параметру последняя превосходит I и III группы на 17887,6 и 3999,1 рублей за голову, соответственно.

Сопоставление затрат на выращивание и цены реализации позволило нам определить, что наибольшая прибыль была получена от использования калмыцкого скота - 14533,6 рублей, что на 8500,2 рублей больше, чем от использования якутского скота и на 3647,8 рублей больше, чем от использования симментальского скота.

Эти различия определили расхождения в рентабельности, наибольшая рентабельность оказалась во II группе – 16,2 %, что на 7,8 % оказалось выше, чем в I, и на 3,5 % выше чем в III группе.

Таким образом использование калмыцкого скота для производства говядины в условиях Республики Саха (Якутия) оказалась более выгодно чем районированный в Республике якутский скот и якутской популяции симментальского скота.

### **3.4 Влияние акклиматизации на элементный статус и репродуктивные качества быков-производителей**

#### **3.4.1 Исследования взаимосвязей элементного статуса быков-производителей и репродуктивных качеств животных**

На основе анализа собственного опыта, накопленного при акклиматизации крупного рогатого скота и опыта других исследователей, по проблеме, нами было принято решение о детальном изучении влияния перемещения животных из одного биогеохимической провинции в другую на элементный статус и воспроизводительные способности быков-производителей. На первом этапе исследований нами выявлена зависимость между показателями качества спермы и содержанием в семенной жидкости фосфора, селена и цинка. Как следует из результатов наших исследований концентрация сперматозоидов положительно коррелирует с уровнями селена, фосфора и меди (таблица 62). В связи с тем, что достоверная корреляция была установлена только для фосфора, селена, цинка, меди и стронция именно эти элементы были выбраны для дальнейшего анализа. При обработке данных нами был использован метод, предполагающий разделение всей выборки быков производителей на три группы в зависимости от процентильной концентрации элемента в биосубстрате. Соответственно к первой группе относились животные с концентрацией элемента до 25 процентиля, второй от 25 до 75 процентиля, третьей - более 75 процентиля.

*Селен (Se)*

Обработка полученных данных полученных при формировании групп по

концентрации Se позволила получить следующую закономерность (рисунок 23). При этом фактический диапазон варьирования концентраций Se в семенной плазме быков-производителей I группы составлял от 0,411 до 0,875 мкг/г, II от 1,10 до 1,37 мкг/г, III группы от 1,41 до 1,73 мкг/г.

Таблица 62. Корреляционный анализ количественных и качественных характеристик спермы с химическими элементами в семенной жидкости

| Элемент                        | Объём эякулята, мл | Активность сперматозоидов в свежей сперме | Концентрация сперматозоидов в свежей сперме |
|--------------------------------|--------------------|---|---|
| Макроэлементы                  |                    |   |   |
| Ca                             | 0,17               | 0,04                                      | -0,37                                       |
| K                              | -0,01              | 0,23                                      | -0,32                                       |
| Mg                             | 0,00               | 0,12                                      | -0,35                                       |
| Na                             | 0,07               | -0,42                                     | -0,04                                       |
| P                              | 0,28               | 0,71*                                     | 0,80*                                       |
| Эссенциальные элементы         |                    |   |   |
| Co                             | 0,26               | 0,35                                      | 0,04  |
| Cr                             | -0,55              | 0,11                                      | -0,28                                       |
| Cu                             | 0,29               | 0,50*                                     | 0,49*                                       |
| Fe                             | -0,27              | -0,18                                     | -0,20                                       |
| I                              | -0,03              | 0,05                                      | -0,01                                       |
| Se                             | 0,27               | 0,59*                                     | 0,72*                                       |
| Mn                             | 0,14               | 0,35                                      | 0,14  |
| Zn                             | 0,27               | 0,61*                                     | 0,44  |
| Условно-эссенциальные элементы |                    |   |   |
| B                              | 0,10               | 0,06                                      | -0,39                                       |
| Li                             | 0,45               | 0,35                                      | -0,17                                       |
| Ni                             | -0,08              | 0,21                                      | 0,15  |
| V                              | 0,13               | 0,25                                      | -0,01                                       |
| Si                             | -0,16              | 0,02                                      | 0,01  |
| As                             | -0,19              | -0,18                                     | 0,00  |
| Токсичные элементы             |                    |   |   |
| Al                             | 0,00               | 0,05                                      | -0,19                                       |
| Sr                             | -0,02              | 0,18                                      | 0,51*                                       |
| Cd                             | 0,19               | 0,13                                      | 0,10  |
| Hg                             | 0,15               | 0,12                                      | -0,03                                       |
| Pb                             | 0,03               | 0,01                                      | 0,42  |
| Sn                             | -0,32              | -0,18                                     | -0,08                                       |

\* Корреляция значима на уровне  $P \leq 0,05$

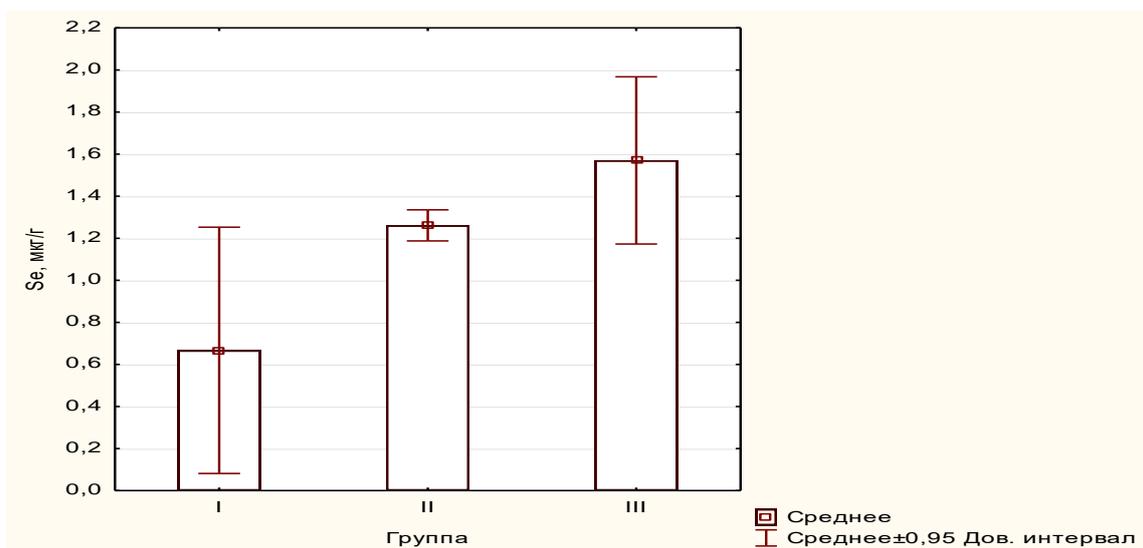


Рисунок 23. Концентрация Se в семенной жидкости быков-производителей в зависимости от выбранного процентильного интервала, мкг/г

Элементный состав шерсти сравниваемых групп, различался по содержанию ряда химических элементов (таблица 63).

В частности, было установлено, что по мере роста содержания Se в семенной плазме животных II и III групп происходило статистически значимое увеличение концентраций Ca на – 55,2-76,6 %, Mg – на 60,7-77,6, P – на 55,3-119,1и Sr – на 73,2-95,3 %. При этом, следует отметить дозозависимость влияния концентраций Se на уровни изучаемых элементов в нашем исследовании. Данный факт проявлялся в виде наличия статистически значимой разницы по этим показателям между животными с низкими и средними концентрациями Se в семенной жидкости (I и II группа), на фоне отсутствия таковой между животными с низкими и высокими (I и III группа).

Известно, что селеновая недостаточность крайне негативно отражается на репродуктивной функции производителей (Agarwal A. and Sekhon L.H., 2011). В связи с этим, выявленные нами изменения в показателях качества спермы на фоне увеличения обеспеченности животных этим элементом являются вполне закономерными (таблица 64). Анализ полученных данных показал, что самые низкие показатели качества спермы, отмечалась у животных с содержанием Se в семенной плазме ниже 25 перцентилля. Увеличение концентраций Se от минимального (I группа) к среднему (II группа) и максимальному (III группа)

сопровождалось повышением показателя активности сперматозоидов на 2,7 (P≤0,05) и 5,3 % (P≤0,05).

Таблица 63. Содержание химических элементов в семенной плазме быков-производителей в зависимости от процентильного интервала концентрации Se, мкг/г (M±STD)

| Элемент                        | Группа (процентильный интервал) |              |                |
|--------------------------------|---------------------------------|--------------|----------------|
|                                | I (<25)                         | II (25-75)   | III (>75)      |
| Макроэлементы                  |                                 |              |                |
| Ca                             | 309,3±173,7                     | 546,4±107,5* | 480,3±145,7    |
| K                              | 1985,6±672,7                    | 3200,8±987,9 | 3042,3±340,5   |
| Na                             | 2294,0±498,0                    | 1749,3±469,5 | 1816,3±219,4   |
| Mg                             | 65,18±27,00                     | 115,8±27,52* | 104,8±31,38    |
| P                              | 716,6±277,7                     | 1113,0±266,7 | 1570,3±125,3** |
| Эссенциальные элементы         |                                 |              |                |
| Co                             | 0,006±0,003                     | 0,013±0,006  | 0,014±0,004*   |
| Cr                             | 0,050±0,019                     | 0,048±0,016  | 0,037±0,010    |
| Cu                             | 0,576±0,132                     | 1,21±0,550   | 1,39±0,682     |
| Fe                             | 57,37±83,18                     | 5,00±5,39    | 3,78±2,17      |
| I                              | 0,199±0,029                     | 0,372±0,296  | 0,330±0,141    |
| Mn                             | 0,234±0,160                     | 0,240±0,176  | 0,477±0,148    |
| Zn                             | 4,70±1,21                       | 12,40±7,96   | 11,47±4,30     |
| Условно-эссенциальные элементы |                                 |              |                |
| B                              | 0,290±0,085                     | 0,456±0,149  | 0,428±0,107    |
| Li                             | 0,058±0,008                     | 0,080±0,016  | 0,072±0,016    |
| Ni                             | 0,085±0,047                     | 0,462±0,396  | 0,316±0,258    |
| Si                             | 0,872±0,722                     | 1,38±0,900   | 1,71±1,02      |
| V                              | 0,002±0,0007                    | 0,003±0,002  | 0,002±0,001    |
| As                             | 0,004±0,001                     | 0,004±0,002  | 0,003±0,001    |
| Токсичные элементы             |                                 |              |                |
| Al                             | 0,181±0,105                     | 0,681±0,968  | 0,476±0,319    |
| Cd                             | 0,000±0,0002                    | 0,001±0,001  | 0,000±0,0003   |
| Hg                             | 0,043±0,036                     | 0,031±0,047  | 0,007±0,006    |
| Pb                             | 0,621±0,995                     | 0,138±0,119  | 0,133±0,125    |
| Sn                             | 0,519±0,875                     | 0,015±0,021  | 0,005±0,008    |
| Sr                             | 0,086±0,030                     | 0,168±0,059* | 0,149±0,041    |

\* P≤0,05; \*\* P≤0,01; \*\*\* P≤0,001 по сравнению с I группой

Таблица 64. Показатели качества спермы быков-производителей в зависимости от процентильного интервала концентраций Se в семенной плазме (M±STD)

| Элемент   | Группа (процентильный интервал) |             |             |
|---|---------------------------------|-------------|-------------|
|   | I (<25)                         | II (25-75)  | III (>75)   |
| Активность сперматозоидов в свежей сперме, балл       | 7,70±0,100                      | 7,91±0,117* | 8,11±0,998* |
| Концентрация сперматозоидов в свежей сперме, млрд/ мл | 0,930±0,147                     | 1,01±0,135  | 1,19±0,155  |

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с I группой

Физиологическое воздействие Se на качественные характеристики спермы осуществляется через реализацию функции антиоксидантной защиты в семенной плазме, тем самым снижая окислительный стресс в клетках. Сперматозоиды чувствительны к окислительному стрессу, по причине нехватки цитоплазматической защиты (Donnelly ET, et al 1999; Saleh RA, Agarwal A. 2002).

#### *Цинк (Zn)*

Сравнительный анализ данных по концентрации Zn в разрезе сформированных групп показал, что в семенной плазме быков-производителей III группы содержалось  $22,93 \pm 5,85$  мкг/г, что соответственно на 82,5 % ( $P \leq 0,01$ ) и в 4,9 раза ( $P \leq 0,01$ ) выше по сравнению с I и II группами (рисунок 24). При этом фактический диапазон варьирования концентраций Zn в семенной жидкости быков-производителей I группы составлял от 3,32 до 5,62 мкг/г, II от 6,47 до 9,35 мкг/г, III группы от 16,44 до 27,81 мкг/г.

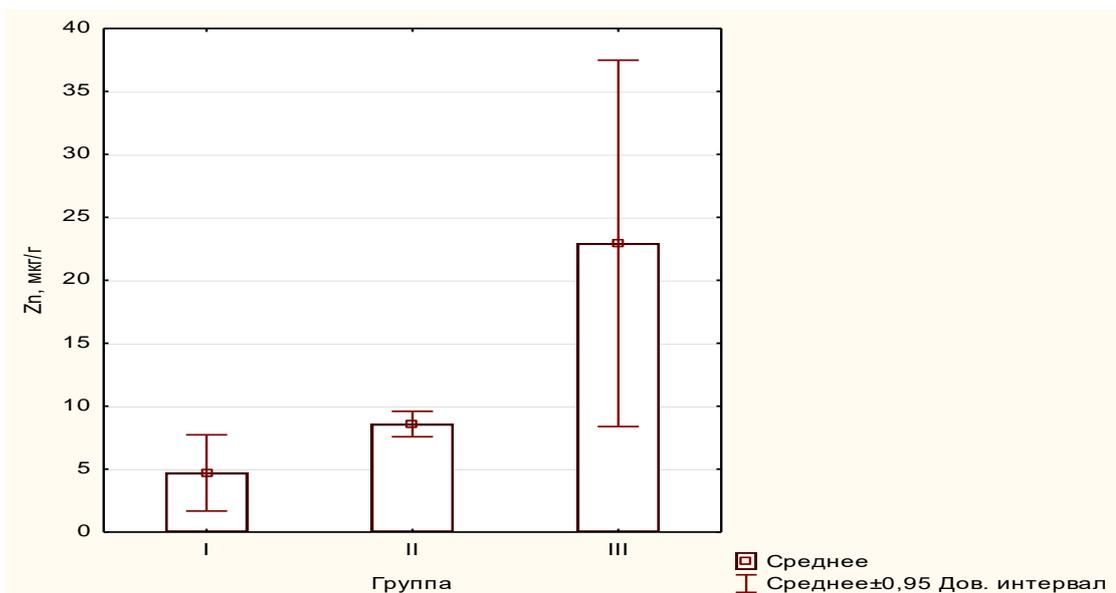


Рисунок 24. Концентрация Zn в семенной жидкости быков-производителей в зависимости от выбранного процентильного интервала, мкг/г

В семенной плазме быков-производителей I группы отмечалось относительно меньшее содержание целого ряда химических элементов: Ca – на 40,3 % ( $P \leq 0,05$ ), Mg – на 42,5 % ( $P \leq 0,05$ ), P – на 39,3 % ( $P \leq 0,05$ ), Co – на 95,0 % ( $P \leq 0,05$ ), Sr – на 40,7 % относительно II группы; K – на 43,1 % ( $P \leq 0,05$ ), Cu – на 67,2 % ( $P \leq 0,05$ ), Ni – на 89,4 % ( $P \leq 0,05$ ), Si – на 68,0 % ( $P \leq 0,05$ ), V – на 60,0 % ( $P \leq 0,05$ ) по сравнению с III группой; Se на 49,9 и 49,8 % относительно II и III групп (таблица 65).

Полученные в нашем исследовании результаты продемонстрировали положительную тенденцию в показателях качества спермы по мере увеличения концентрации Zn в семенной плазме (таблица 66).

Таблица 65. Содержание химических элементов в семенной плазме быков-производителей в зависимости от процентильного интервала концентрации Zn, мкг/г (M±STD)

| Элемент                        | Группа (процентильный интервал) |               |               |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|
|                                | I (<25)                         | II (25-75)    | III (>75)     |
| Макроэлементы                  |                                 |               |               |
| Ca                             | 309,3±173,7                     | 517,6±109,9*  | 566,6±145,9   |
| K                              | 1985,6±672,7                    | 3052,4±925,4  | 3487,6±640,2* |
| Na                             | 2294,0±498,0                    | 1786,3±477,5  | 1705,3±124,6  |
| Mg                             | 65,18±27,00                     | 113,2±25,95*  | 112,4±38,14   |
| P                              | 716,6±277,7                     | 1181,4±284,1* | 1365,0±418,1  |
| Эссенциальные элементы         |                                 |               |               |
| Co                             | 0,006±0,003                     | 0,012±0,003*  | 0,018±0,009   |
| Cr                             | 0,050±0,019                     | 0,041±0,013   | 0,057±0,015   |
| Cu                             | 0,576±0,132                     | 1,09±0,425    | 1,76±0,695*   |
| Fe                             | 57,37±83,18                     | 2,39±1,19     | 11,60±4,67    |
| I                              | 0,199±0,029                     | 0,332±0,286   | 0,450±0,172   |
| Mn                             | 0,234±0,160                     | 0,230±0,162   | 0,509±0,125   |
| Se                             | 0,667±0,235                     | 1,34±0,169*** | 1,33±0,235*   |
| Условно-эссенциальные элементы |                                 |               |               |
| B                              | 0,290±0,085                     | 0,425±0,145   | 0,521±0,084*  |
| Li                             | 0,058±0,008                     | 0,079±0,014*  | 0,075±0,024   |
| Ni                             | 0,085±0,047                     | 0,300±0,267   | 0,800±0,388*  |
| Si                             | 0,872±0,722                     | 1,04±0,522    | 2,73±0,324*   |
| V                              | 0,002±0,0007                    | 0,002±0,0007  | 0,005±0,002*  |
| As                             | 0,004±0,001                     | 0,003±0,002   | 0,005±0,0006  |
| Токсичные элементы             |                                 |               |               |
| Al                             | 0,181±0,105                     | 0,249±0,198   | 1,77±1,06     |
| Cd                             | 0,001±0,0002                    | 0,001±0,002   | 0,001±0,0006  |
| Hg                             | 0,043±0,036                     | 0,029±0,047   | 0,012±0,008   |
| Pb                             | 0,621±0,995                     | 0,097±0,085   | 0,258±0,117   |
| Sn                             | 0,519±0,875                     | 0,006±0,015   | 0,033±0,017   |
| Sr                             | 0,086±0,030                     | 0,145±0,031*  | 0,218±0,077   |

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с I группой

Таблица 66. Показатели качества спермы быков-производителей в зависимости от процентильного интервала концентраций Zn в семенной плазме (M±STD)

| Элемент  | Группа (процентильный интервал) |             |             |
|--|---------------------------------|-------------|-------------|
|  | I (<25)                         | II (25-75)  | III (>75)   |
| Активность сперматозоидов в свежей сперме, балл      | 7,68±0,111                      | 7,89±0,124* | 8,00±0,100* |
| Концентрация сперматозоидов в свежей сперме, млрд/мл | 0,930±0,147                     | 1,04±0,106  | 1,11±0,286  |

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с I группой

Остановившись на отдельных аспектах, следует отметить, что минимальные значения для показателя активности сперматозоидов в свежей сперме (7,68±0,111) фиксировались у животных с содержанием Zn в семенной плазме ниже 25 процентиля (I группа). По мере увеличения содержания Zn в семенной плазме у животных II и III групп отмечалось повышение этого показателя на 2,7 ( $P \leq 0,05$ ) и 4,1 % ( $P \leq 0,05$ ), соответственно.

В целом полученные в нашем эксперименте результаты по влиянию Zn на качественные показатели спермы согласуются с проведёнными ранее исследованиями и объясняются тем, что цинк является важным фактором нормального функционирования предстательной железы и половой системы в целом (Eskenazi B, Kidd SA, Marks AR, Slotter E, Block G and Wyrobek AJ 2005). Физиологическая роль цинка, содержащегося в секрете предстательной железы, заключается в реализации механизмов разъединения головки и хвоста сперматозоидов, а также способности хроматина к деконденсации. Цинк в семенной плазме стабилизирует клеточную мембрану и ядерный хроматин сперматозоидов, играет важную роль в подвижности сперматозоидов и напрямую влияет на их морфологию (Wong W.Y., Flik G., Groenen P.M., et al. 2001).

*Медь (Cu)*

Сравнение данных по концентрациям Cu в рамках сформированных групп показал, что в семенной плазме быков-производителей III группы содержалось  $2.11 \pm 0,085$  мкг/г, что на 78,0 % ( $P \leq 0,05$ ) и 3,8 раза ( $P \leq 0,001$ ) выше в сравнении со I и II группами (рисунок 25). При этом фактический диапазон варьирования концентраций Cu в семенной плазме быков-производителей I группы составлял от 0,498 до 0,658 мкг/г, II от 0,729 до 1,32 мкг/г, III группы от 1,98 до 2,18 мкг/г.

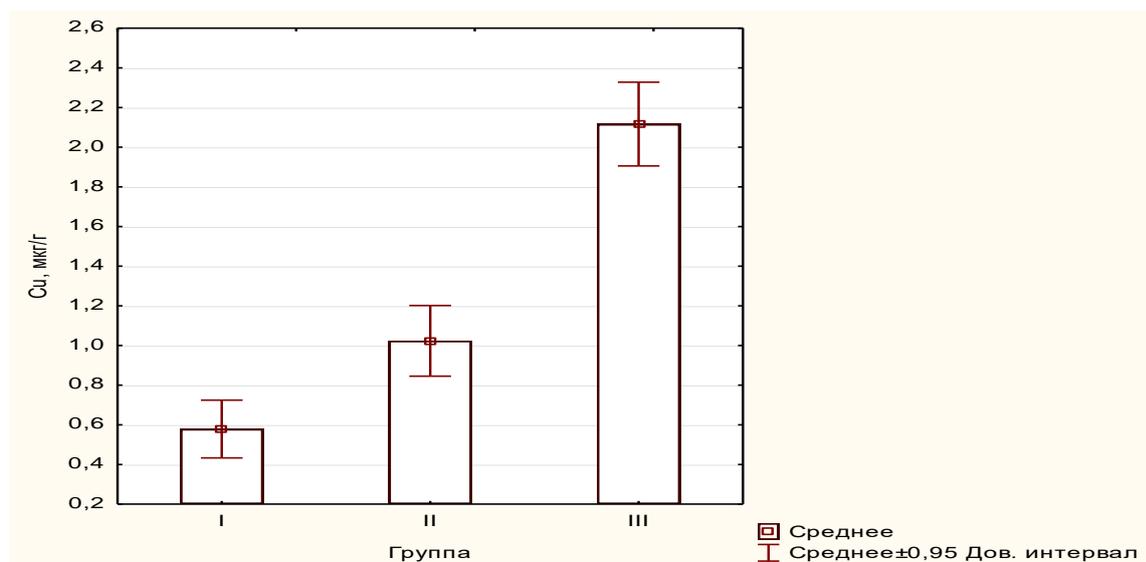


Рисунок 25. Концентрация Cu в семенной жидкости быков-производителей в зависимости от выбранного процентильного интервала, мкг/г

Анализ данных по содержанию основных эссенциальных и токсичных элементов в семенной плазме в зависимости от уровней концентраций Cu, показал отсутствие какого-либо статистически значимого влияния изучаемого фактора на элементный профиль семенной плазмы (таблица 67). Исключение составил только Ni, концентрация которого достоверно повышалась (в 7,6 раз;  $P \leq 0,05$ ) на фоне максимальных концентраций Cu в семенной плазме у животных III группы по отношению к I группе.

Таблица 67. Содержание химических элементов в семенной плазме быков-производителей в зависимости от процентильного интервала концентрации Cu, мкг/г (M±STD)

| Элемент                        | Группа (процентильный интервал) |              |               |
|--------------------------------|---------------------------------|--------------|---------------|
|                                | I (<25)                         | II (25-75)   | III (>75)     |
| Макроэлементы                  |                                 |              |               |
| Ca                             | 451,3±173,3                     | 487,3±174,6  | 515,6±76,1    |
| K                              | 2655,0±1050,0                   | 3177,4±858,4 | 2443,3±1168,5 |
| Na                             | 1808,6±371,2                    | 1847,7±482,8 | 2006,3±641,6  |
| Mg                             | 101,2±40,84                     | 109,5±36,58  | 87,58±7,59    |
| P                              | 973,3±169,2                     | 1094,3±387,3 | 1369,6±410,3  |
| Эссенциальные элементы         |                                 |              |               |
| Co                             | 0,007±0,003                     | 0,013±0,007  | 0,012±0,002   |
| Cr                             | 0,047±0,020                     | 0,047±0,017  | 0,044±0,008   |
| Fe                             | 52,27±87,23                     | 5,65±6,10    | 6,91±6,21     |
| I                              | 0,472±0,501                     | 0,282±0,157  | 0,327±0,124   |
| Mn                             | 0,222±0,174                     | 0,281±0,162  | 0,366±0,296   |
| Se                             | 0,977±0,325                     | 1,21±0,3540  | 1,40±0,142    |
| Zn                             | 7,07±2,92                       | 9,40±5,96    | 18,09±9,00    |
| Условно-эссенциальные элементы |                                 |              |               |
| B                              | 0,318±0,108                     | 0,456±0,149  | 0,400±0,128   |
| Li                             | 0,062±0,000                     | 0,078±0,017  | 0,073±0,021   |
| Ni                             | 0,062±0,054                     | 0,418±0,402  | 0,469±0,208*  |
| Si                             | 0,849±0,682                     | 1,33±0,772   | 1,89±1,30     |
| V                              | 0,002±0,000                     | 0,002±0,002  | 0,003±0,002   |
| As                             | 0,004±0,002                     | 0,003±0,002  | 0,004±0,002   |
| Токсичные элементы             |                                 |              |               |
| Al                             | 0,224±0,174                     | 0,512±0,853  | 0,940±0,906   |
| Cd                             | 0,000±0,000                     | 0,000±0,0005 | 0,003±0,003   |
| Hg                             | 0,044±0,034                     | 0,015±0,019  | 0,053±0,080   |
| Pb                             | 0,614±1,00                      | 0,104±0,085  | 0,243±0,141   |
| Sn                             | 0,532±0,865                     | 0,007±0,016  | 0,016±0,017   |
| Sr                             | 0,120±0,040                     | 0,156±0,069  | 0,152±0,041   |

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с I группой

Показатели качества спермы быков-производителей в зависимости от процентильного интервала концентраций Cu в семенной плазме представлены в

таблице 68.

Таблица 68. Показатели качества спермы быков-производителей в зависимости от процентильного интервала концентраций Cu в семенной плазме ( $M \pm STD$ )

| Элемент  | Группа (процентильный интервал) |            |              |
|--|---------------------------------|------------|--------------|
|  | I (<25)                         | II (25-75) | III (>75)    |
| Активность сперматозоидов в свежей сперме, балл      | 7,77±0,058                      | 7,88±0,148 | 8,03±0,058** |
| Концентрация сперматозоидов в свежей сперме, млрд/мл | 1,01±0,097                      | 0,98±0,147 | 1,21±0,121   |

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с I группой

В результате исследований установлено, что при увеличении содержания Cu в семенной плазме у животных II и III групп относительно I группы происходило повышение активности сперматозоидов на 1,4 и 3,3 % при достоверной разнице ( $P \leq 0,01$ ) по отношению к особям III группы.

Выявленное нами достоверное увеличение активности сперматозоидов при увеличении концентрации меди в семенной жидкости согласуется с ранее проведенными исследованиями, которые продемонстрировали положительное влияние этого элемента на качественные характеристики спермы. Медь (Cu) является, важным компонентом для многих металлоферментов, таких как супероксиддисмутаза, церулоплазмин и лизиноксидаза, которые имеют решающее значение в реализации антиоксидантных процессов в семенной жидкости. Влияет на прогрессирующую подвижность, жизнеспособность, целостность мембран и предотвращает повреждение ДНК после разбавления спермы и криоконсервации.

### *Стронций (Sr)*

Сравнение данных по концентрациям Sr в рамках сформированных групп показал, что в семенной плазме быков-производителей III группы содержалось  $0,227 \pm 0,068$  мкг/г, что на 77,7 ( $P \leq 0,01$ ) и 180,2 % ( $P \leq 0,05$ ) выше по сравнению с I и II группами (рисунок 26). Фактический диапазон варьирования концентраций Sr в семенной плазме быков-производителей I группы составлял от 0,059 до 0,103

мкг/г, II от 0,108 до 0,161 мкг/г, III группы от 0,185 до 0,306 мкг/г.

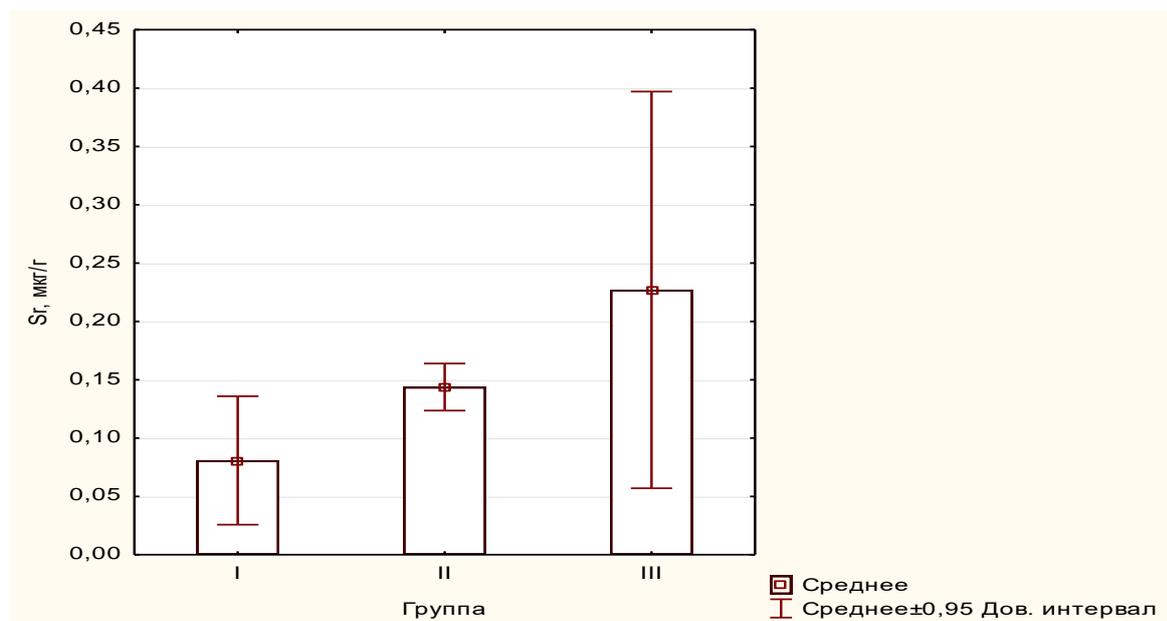


Рисунок 26. Концентрация Sr в семенной жидкости быков-производителей в зависимости от выбранного процентильного интервала, мкг/г

Сравнительная оценка полученных в ходе исследований результатов элементного состава семенной жидкости быков-производителей выявила факт значительных различий концентраций отдельных химических элементов в разрезе сформированных групп (таблица 69).

В частности, в семенной плазме быков-производителей I группы отмечалось относительно меньшее содержание целого ряда химических элементов: Са на 48,3 (P≤0,01) и 58,1 % (P≤0,01) относительно II и III групп; Mg – на 41,6 % (P≤0,05) относительно II группы; В на 43,4 % (P≤0,05) относительно III группы.

Таблица 69. Содержание химических элементов в семенной плазме быков-производителей в зависимости от процентильного интервала концентрации Sr, мкг/г (M±STD)

| Элемент                        | Группа (процентильный интервал) |               |               |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|
|                                | I (<25)                         | II (25-75)    | III (>75)     |
| Макроэлементы                  |                                 |               |               |
| Ca                             | 264,3±100,6                     | 511,3±94,72** | 630,6±83,51** |
| K                              | 2357,0±622,6                    | 2918,1±1046,4 | 3519,3±614,7  |
| Na                             | 2276,0±508,1                    | 1792,4±481,8  | 1705,0±124,8  |
| Mg                             | 64,01±25,29                     | 109,6±27,02*  | 124,3±30,09   |
| P                              | 929,6±548,6                     | 1219,1±302,1  | 1039,0±389,0  |
| Эссенциальные элементы         |                                 |               |               |
| Co                             | 0,006±0,004                     | 0,01±0,003    | 0,019±0,008   |
| Cr                             | 0,038±0,011                     | 0,047±0,015   | 0,051±0,022   |
| Cu                             | 0,742±0,250                     | 1,14±0,605    | 1,44±0,623    |
| Fe                             | 7,19±8,80                       | 19,69±50,01   | 9,88±7,61     |
| I                              | 0,203±0,024                     | 0,362±0,285   | 0,356±0,224   |
| Mn                             | 0,216±0,129                     | 0,300±0,203   | 0,315±0,220   |
| Se                             | 0,899±0,499                     | 1,29±0,284    | 1,24±0,124    |
| Zn                             | 5,89±2,99                       | 9,29±3,06     | 19,6±11,49    |
| Условно-эссенциальные элементы |                                 |               |               |
| B                              | 0,327±0,029                     | 0,393±0,140   | 0,578±0,080** |
| Li                             | 0,060±0,010                     | 0,075±0,016   | 0,084±0,019   |
| Ni                             | 0,185±0,210                     | 0,262±0,264   | 0,814±0,372   |
| Si                             | 1,14±0,578                      | 1,13±0,859    | 2,19±0,857    |
| V                              | 0,002±0,0004                    | 0,002±0,001   | 0,005±0,003   |
| As                             | 0,003±0,001                     | 0,003±0,002   | 0,004±0,002   |
| Токсичные элементы             |                                 |               |               |
| Al                             | 0,156±0,113                     | 0,303±0,229   | 1,63±1,28     |
| Cd                             | 0,000±0,0002                    | 0,001±0,002   | 0,001±0,0008  |
| Hg                             | 0,022±0,036                     | 0,036±0,048   | 0,013±0,008   |
| Pb                             | 0,640±0,978                     | 0,103±0,106   | 0,221±0,127   |
| Sn                             | 0,513±0,881                     | 0,010±0,015   | 0,028±0,025   |

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с I группой

Различные уровни концентраций Sr в семенной плазме оказали значительное влияние на показатели качества спермы (таблица 70).

Таблица 70. Показатели качества спермы быков-производителей в зависимости от процентильного интервала концентраций Sr в семенной плазме

| Элемент  | Группа (процентильный интервал) |            |             |
|--|---------------------------------|------------|-------------|
|  | I (<25)                         | II (25-75) | III (>75)   |
| Активность сперматозоидов в свежей сперме, балл      | 7,90±0,141                      | 7,89±0,173 | 7,87±0,115  |
| Концентрация сперматозоидов в свежей сперме, млрд/мл | 0,950±0,063                     | 1,04±0,198 | 1,12±0,067* |

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с I группой

Так, было установлено, что при увеличении содержания Sr в семенной плазме у животных II и III групп относительно I группы происходило повышение концентрации сперматозоидов на 9,4 и 17,8 % ( $P \leq 0,05$ ).

Необычная, на первый взгляд, закономерность увеличения концентрации и активности сперматозоидов в эякуляте животных выявленная нами в связи с увеличением концентрации в семенной жидкости стронция, может в целом объясняться способностью стронция проявлять свойства по активации сперматозоидов с последующим стимулированием их развития (Paffoni A, et al., 2007).

#### Фосфор(P)

Сравнительный анализ данных по концентрации P в разрезе сформированных групп показал, что в семенной плазме быков-производителей III группы содержалось  $1570 \pm 125,4$  мкг/г, что на 136,9 ( $P \leq 0,01$ ) и 38,8 % ( $P \leq 0,05$ ) выше в сравнении со I и II группами (рисунок 27). При этом фактический диапазон варьирования концентраций P в семенной плазме быков-производителей I группы составлял от 397 до 854 мкг/г, II от 894 до 1478 мкг/г, III группы от 1493 до 1715 мкг/г.

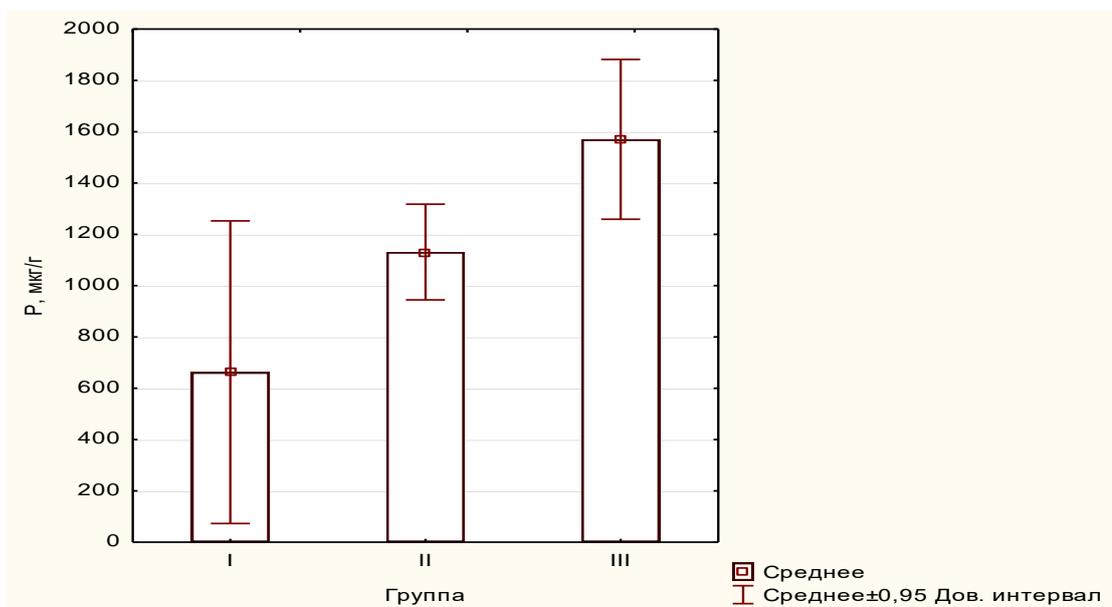


Рисунок 27. Концентрация Р в семенной жидкости быков-производителей в зависимости от выбранного процентильного интервала, мкг/г

Изменение уровня Р в семенной плазме быков-производителей не оказало достоверного влияния на метаболизм остальных химических элементов. Исключение составил только Se концентрация которого увеличилась у животных II и III групп по отношению к I на 50,8 ( $P \leq 0,05$ ) и 95,7 % ( $P \leq 0,05$ ) соответственно (таблица 71).

Таблица 71. Содержание химических элементов в семенной плазме быков-производителей в зависимости от процентильного интервала концентрации Р, мкг/г (M±STD)

| Элемент                               | Группа (процентильный интервал) |              |              |
|---------------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|
|                                       | I (<25)                         | II (25-75)   | III (>75)    |
| <b>Макроэлементы</b>                  |                                 |              |              |
| Ca                                    | 430,0±235,1                     | 506,2±139,5  | 480,3±145,7  |
| K                                     | 2136,6±933,9                    | 3150,5±998,7 | 3042,3±340,5 |
| Na                                    | 2216,6±597,0                    | 1775,1±471,1 | 1816,3±219,4 |
| Mg                                    | 83,52±42,21                     | 109,7±31,97  | 104,8±31,38  |
| <b>Эссенциальные элементы</b>         |                                 |              |              |
| Co                                    | 0,010±0,006                     | 0,012±0,007  | 0,014±0,004  |
| Cr                                    | 0,050±0,019                     | 0,048±0,016  | 0,037±0,010  |
| Cu                                    | 0,820±0,372                     | 1,13±0,600   | 1,39±0,682   |
| Fe                                    | 57,16±83,38                     | 5,07±5,34    | 3,78±2,17    |
| I                                     | 0,198±0,029                     | 0,373±0,295  | 0,330±0,141  |
| Mn                                    | 0,200±0,189                     | 0,252±0,166  | 0,477±0,149  |
| Se                                    | 0,802±0,441                     | 1,21±0,160*  | 1,57±0,160*  |
| Zn                                    | 5,13±1,62                       | 12,26±8,09   | 11,47±4,31   |
| <b>Условно-эссенциальные элементы</b> |                                 |              |              |
| B                                     | 0,379±0,225                     | 0,426±0,136  | 0,428±0,108  |
| Li                                    | 0,065±0,018                     | 0,077±0,017  | 0,072±0,016  |
| Ni                                    | 0,256±0,250                     | 0,405±0,419  | 0,316±0,258  |
| Si                                    | 1,11±0,676                      | 1,30±0,943   | 1,71±1,02    |
| V                                     | 0,002±0,001                     | 0,003±0,002  | 0,002±0,001  |
| As                                    | 0,003±0,002                     | 0,004±0,002  | 0,003±0,002  |
| <b>Токсичные элементы</b>             |                                 |              |              |
| Al                                    | 0,227±0,052                     | 0,666±0,978  | 0,476±0,320  |
| Cd                                    | 0,000±0,0002                    | 0,001±0,002  | 0,000±0,0003 |
| Hg                                    | 0,025±0,032                     | 0,037±0,047  | 0,007±0,005  |
| Pb                                    | 0,085±0,067                     | 0,317±0,557  | 0,133±0,125  |
| Sn                                    | 0,009±0,009                     | 0,185±0,504  | 0,005±0,008  |
| Sr                                    | 0,121±0,063                     | 0,157±0,065  | 0,149±0,042  |

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с I группой

Полученные в нашем исследовании результаты продемонстрировали положительную тенденцию в показателях качества спермы по мере увеличения

концентрации Р в семенной плазме (таблица 72).

Таблица 72. Показатели качества спермы быков-производителей в зависимости от процентильного интервала концентраций Р в семенной плазме (M±STD)

| Элемент  | Группа (процентильный интервал) |              |              |
|--|---------------------------------|--------------|--------------|
|  | I (<25)                         | II (25-75)   | III (>75)    |
| Активность сперматозоидов в свежей сперме, балл      | 7,67±0,058                      | 7,92±0,058** | 8,00±0,100** |
| Концентрация сперматозоидов в свежей сперме, млрд/мл | 0,863±0,055                     | 1,03±0,055   | 1,19±0,155*  |

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с I группой

Самые низкие показатели качества спермы, отмечалась у животных с содержанием Р в семенной плазме ниже 25 процентиля. По мере увеличения содержания Р от минимального к максимальному в процентильных интервалах 25-75 и больше 75 процентиля происходило повышение активности сперматозоидов на 3,2 ( $P \leq 0,01$ ) и 4.3 % ( $P \leq 0,01$ ), концентрация сперматозоидов при этом увеличивалась на 19,3 и 37,8 % ( $P \leq 0,01$ ), соответственно.

Результаты проведённых исследований свидетельствуют, что на качественные характеристики спермы быков-производителей оказывает влияние концентрация фосфора, селена, меди, цинка и стронция в семенной жидкости. Дальнейшая работа в данном направлении предполагает определение справочных интервалов концентраций основных эссенциальных и токсичных элементов в семенной жидкости быков-производителей.

#### **3.4.1.1 Разработка способа оценки репродуктивных качеств быков-производителей по содержанию химических элементов в семенной жидкости**

На основании данных по влиянию отдельных химических элементов на показатели качества спермы быков-производителей нами был предложен способ оценки репродуктивных качеств быков-производителей по содержанию Se и Р в семенной плазме (патент на изобретение 2773861, заявл. 2021129394 от 08.10.2021, опубл. 14.06.2022. Бюл. № 17).

Экспериментальная часть работ проводилась в АО «Невское» Ленинградской области. Исследования выполнялись на быках-производителях голштинской породы в возрасте 3-4 лет (n=55).

На первом этапе у обследованных животных отобраны образцы спермы которые оценивались по концентрации и активности сперматозоидов, а также по содержанию химических элементов в семенной плазме.

В последующем, с целью изучения влияния содержания основных эссенциальных и токсичных элементов в семенной плазме на качественные характеристики спермы был проведён корреляционный анализ Спирмена, который показал, что активность сперматозоидов в свежей сперме положительно ( $P \leq 0,05$ ) коррелирует с содержанием P ( $r=0,71$ ); Se ( $r=0,59$ ); и Zn ( $r=0,61$ ). Концентрация сперматозоидов положительно коррелирует с уровнями Se ( $r=0,72$ ); P ( $r=0,80$ ) и Cu ( $r=0,49$ ).

В связи с тем, активность и концентрация сперматозоидов достоверно коррелировали только с Se и P нами была предложена следующая формула для расчёта коэффициента качества спермы ( $K_{kc}$ ):

$$K_{kc} = P \times Se, \text{ где}$$

$K_{kc}$  – коэффициент качества спермы, условных единиц;

P – концентрация фосфора в семенной жидкости, ммоль/кг;

Se – концентрация селена в семенной жидкости, ммоль/кг.

С целью установления границ интервалов  $K_{kc}$  соответствующих низкому, среднему и высокому уровням качества спермы быков-производителей, нами были рассчитаны значения 25 и 75 перцентилей для оцениваемых животных (Skalnaya M.G., et al., 2003.). Фактические значения 25 и 75 перцентилей  $K_{kc}$  составили 943,4 и 1998,8 условных единиц, соответственно.

При планировании способа предполагалось, что по мере увеличения  $K_{kc}$  от минимального к максимальному, в границах процентильных интервалов должны повышаться концентрация и активность сперматозоидов.

С целью подтверждения достоверности разработанного способа изучаемая выборка животных, на основании полученных данных по величине коэффициента

$K_{kc}$  были разделены на три группы: I - коэффициент  $K_{kc}$  меньше или равен 943,3 условных единиц, II - в диапазоне 943,4 и 1998,8 условных единиц, III – коэффициент  $K_{kc}$  больше или равен 1998,9 условных единиц.

Репродуктивные качества быков-производителей в зависимости от величины коэффициента качества спермы ( $K_{kc}$ ) представлены в таблице 73.

Таблица 73. Показатели качества спермы быков-производителей в зависимости от величины коэффициента качества спермы ( $K_{kc}$ )

| Показатель                           | Меньше или равно 943,3 условных единиц | В диапазоне 943,4–1998,8 условных единиц | Больше или равно 1998,9 условных единиц |
|--------------------------------------|--|--|---|
| Активность сперматозоидов (балл)     | 7,70±0,082                             | 7,94±0,092**                             | 8,00±0,100**                            |
| Концентрацию сперматозоидов (млн/мл) | 0,920±0,122                            | 1,03±0,136                               | 1,19±0,155*                             |

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с I группой

Сравнительный анализ показал, что по показателю активности сперматозоидов быки-производители с минимальными значениями  $K_{kc}$  (I группа) уступали животным со средними (II группа) и максимальными значениями (III группа) на 3,1 ( $P \leq 0,01$ ) и 3,8 % ( $P \leq 0,01$ ), по концентрации сперматозоидов на 10,7 и 22,7 % ( $P \leq 0,05$ ).

На основании имеющихся данных был разработан экспресс-метод оценки репродуктивных качеств быков-производителей на основе мультиэлементного скрининга семенной жидкости. В частности, оценка концентраций фосфора и селена в семенной плазме методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и последующим расчётом коэффициента качества спермы (пат. 2773861 Рос. Федерация, опубликовано: 14.06.2022 г., Бюл. № 17) позволяет отбирать животных превосходящих аналогов по концентрации сперматозоидов на 3,1-3,8 %, активности на 10,7-22,7 %.

Способ включает отбор свежей спермы, объёмом не менее 2 мл, отделение семенной плазмы путём центрифугирования образцов при 400 g в течение 5 минут, определение концентраций P и Se в семенной плазме методами атомно-

эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой с последующим расчётом коэффициента качества спермы ( $K_{кс}$ ) по формуле:

$$K_{кс} = P \times Se, \text{ где}$$

$K_{кс}$  – коэффициент качества спермы, условных единиц;

$P$  – концентрация фосфора в семенной жидкости, мкг/г;

$Se$  – концентрация селена в семенной жидкости, мкг/г

при величине  $K_{кс}$  меньшей или равной 943,3 условных единиц, репродуктивные качества быка-производителя оцениваются, как низкие, в диапазоне 943,4–1998,8 условных единиц, как средние, при значении коэффициента большем или равном 1998,9 условных единиц, как высокие.

#### **3.4.1.2 Влияние уровня концентраций химических элементов в шерсти на количественные и качественные характеристики спермы**

С целью оценки информативности использования шерсти в качестве диагностического биосубстрата для оценки уровней химических элементов в семенной жидкости быков-производителей произведен расчет коэффициентов корреляции по Спирмену (таблица 74).

Установлено, что концентрация элементов в шерсти положительно коррелировала с ее уровнем в семенной жидкости по I ( $r=0.59$ ;  $P \leq 0,05$ ), Cu ( $r=0.45$ ;  $P \leq 0,05$ ), As ( $r=0.58$ ;  $P \leq 0,05$ ), Pb ( $r=0.49$ ;  $P \leq 0,05$ ). Волосы характеризовались многократно большим содержанием 20 химических элементов из 25 изучаемых: Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Si, Hg, Sr, V, Zn по сравнению с семенной жидкостью. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о возможности использования шерсти в качестве диагностического биосубстрата при оценке содержания элементов в семенной жидкости по I, Cu, As, Pb.

Таблица 74 Корреляция химических элементов в семенной жидкости и шерсти (по Спирмену)

|           | Al<br>шерсть | As<br>шерсть | Ca<br>шерсть | Cd<br>шерсть | Co<br>шерсть | Cr<br>шерсть | Cu<br>шерсть | Fe<br>шерсть | Hg<br>шерсть | I<br>шерсть | K<br>шерсть | Mg<br>шерсть | Mn<br>шерсть | Na<br>шерсть | Ni<br>шерсть | P<br>шерсть | Pb<br>шерсть | Se<br>шерсть | Si<br>шерсть | Sn<br>шерсть | Sr<br>шерсть | Zn<br>шерсть |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Al сперма | -0,05        | 0,14         | 0,01         | 0,00         | 0,35         | -0,08        | 0,08         | 0,20         | 0,23         | 0,22        | 0,03        | 0,07         | 0,09         | -0,03        | 0,15         | -0,07       | 0,37         | -0,14        | 0,11         | 0,62         | 0,01         | 0,15         |
| As сперма | -0,28        | 0,58         | 0,27         | 0,23         | 0,20         | -0,03        | 0,23         | -0,05        | -0,59        | 0,09        | 0,43        | 0,22         | 0,00         | 0,22         | 0,06         | -0,06       | 0,09         | 0,12         | -0,31        | 0,12         | 0,23         | 0,19         |
| Ca сперма | 0,19         | -0,05        | -0,12        | -0,08        | 0,10         | -0,08        | -0,20        | 0,06         | 0,18         | -0,08       | -0,30       | -0,24        | -0,05        | -0,38        | -0,07        | -0,20       | 0,39         | -0,26        | 0,34         | 0,38         | -0,24        | 0,10         |
| Cd сперма | -0,21        | -0,05        | 0,38         | 0,08         | 0,31         | -0,31        | -0,17        | -0,03        | -0,03        | 0,37        | 0,31        | 0,35         | 0,31         | 0,08         | 0,06         | 0,17        | 0,18         | 0,15         | -0,11        | 0,37         | 0,31         | -0,22        |
| Co сперма | 0,27         | 0,24         | -0,31        | -0,24        | 0,04         | 0,28         | -0,10        | 0,43         | 0,18         | -0,03       | -0,36       | -0,30        | -0,09        | -0,18        | 0,29         | -0,24       | 0,23         | -0,29        | 0,26         | 0,54         | -0,44        | 0,16         |
| Cr сперма | -0,41        | -0,14        | 0,28         | 0,10         | -0,02        | -0,36        | 0,11         | -0,17        | -0,31        | -0,17       | 0,11        | 0,24         | -0,07        | 0,13         | -0,22        | 0,27        | 0,25         | 0,16         | -0,32        | -0,21        | 0,22         | 0,29         |
| Cu сперма | -0,19        | -0,14        | 0,03         | -0,24        | -0,08        | -0,18        | 0,45         | 0,01         | -0,20        | -0,03       | -0,05       | -0,03        | -0,05        | -0,13        | 0,12         | 0,04        | -0,04        | -0,15        | -0,27        | 0,28         | -0,07        | -0,22        |
| Fe сперма | -0,14        | 0,32         | 0,24         | 0,20         | 0,40         | 0,02         | 0,34         | 0,13         | -0,13        | 0,28        | 0,23        | 0,36         | 0,14         | 0,31         | 0,21         | 0,05        | 0,27         | 0,05         | -0,28        | 0,25         | 0,30         | 0,29         |
| Hg сперма | -0,07        | -0,14        | 0,11         | 0,02         | -0,40        | -0,04        | -0,16        | -0,16        | -0,29        | -0,28       | -0,16       | -0,14        | -0,14        | -0,24        | -0,26        | -0,28       | -0,06        | 0,16         | 0,37         | -0,34        | -0,11        | -0,16        |
| I сперма  | -0,07        | 0,34         | -0,09        | -0,12        | 0,32         | 0,09         | 0,19         | 0,36         | 0,03         | 0,59        | 0,25        | -0,02        | 0,09         | 0,08         | 0,19         | 0,10        | 0,46         | -0,06        | 0,03         | 0,70         | -0,01        | 0,38         |
| K сперма  | 0,43         | 0,14         | -0,03        | 0,22         | 0,38         | 0,28         | -0,01        | 0,28         | 0,30         | 0,04        | 0,12        | -0,03        | 0,16         | 0,10         | 0,27         | -0,20       | 0,53         | -0,32        | 0,23         | 0,26         | -0,02        | 0,36         |
| Mg сперма | 0,25         | 0,07         | -0,10        | -0,01        | 0,23         | 0,07         | -0,15        | 0,14         | 0,17         | -0,08       | -0,12       | -0,15        | 0,02         | -0,16        | 0,04         | -0,14       | 0,60         | -0,35        | 0,17         | 0,38         | -0,13        | 0,31         |
| Mn сперма | 0,20         | 0,59         | 0,28         | 0,21         | 0,41         | 0,46         | 0,08         | 0,45         | -0,12        | 0,33        | 0,30        | 0,33         | 0,28         | 0,40         | 0,54         | -0,19       | 0,45         | 0,05         | 0,04         | 0,38         | 0,26         | 0,38         |
| Na сперма | -0,06        | 0,29         | 0,13         | 0,01         | -0,01        | 0,09         | 0,43         | 0,16         | -0,03        | 0,39        | 0,06        | 0,21         | 0,23         | 0,23         | 0,10         | 0,22        | -0,29        | 0,42         | 0,03         | -0,13        | 0,09         | -0,27        |
| Ni сперма | -0,25        | -0,19        | 0,11         | -0,07        | -0,15        | -0,21        | -0,20        | -0,12        | -0,39        | -0,10       | -0,04       | 0,03         | -0,09        | 0,02         | -0,09        | 0,16        | -0,15        | 0,08         | -0,36        | -0,05        | -0,10        | -0,20        |
| P сперма  | -0,20        | 0,25         | -0,19        | -0,55        | -0,18        | 0,16         | -0,39        | 0,27         | -0,14        | -0,09       | -0,07       | -0,16        | -0,09        | -0,02        | 0,12         | 0,01        | 0,32         | -0,15        | -0,10        | 0,60         | -0,16        | 0,10         |
| Pb сперма | -0,23        | -0,08        | -0,19        | -0,11        | -0,22        | 0,05         | -0,13        | -0,09        | -0,30        | -0,10       | 0,05        | -0,20        | -0,23        | 0,00         | -0,10        | -0,09       | 0,49         | 0,07         | -0,14        | 0,19         | -0,27        | -0,28        |
| Se сперма | -0,08        | 0,03         | -0,13        | -0,37        | -0,12        | 0,07         | -0,65        | 0,13         | 0,01         | -0,08       | -0,14       | -0,12        | -0,03        | -0,09        | 0,09         | 0,09        | 0,29         | -0,19        | -0,09        | 0,48         | -0,09        | -0,10        |
| Si сперма | 0,00         | 0,20         | 0,28         | 0,35         | 0,60         | 0,08         | 0,05         | 0,18         | -0,01        | 0,45        | 0,51        | 0,40         | 0,34         | 0,46         | 0,37         | 0,20        | 0,26         | 0,01         | -0,35        | 0,44         | 0,33         | 0,06         |
| Sn сперма | -0,24        | 0,13         | 0,20         | 0,28         | 0,22         | 0,01         | 0,17         | -0,11        | -0,29        | 0,11        | 0,44        | 0,24         | 0,01         | 0,28         | -0,10        | 0,03        | 0,01         | 0,34         | -0,10        | 0,18         | 0,24         | 0,25         |
| Sr сперма | 0,00         | -0,11        | -0,16        | -0,08        | 0,10         | -0,09        | -0,35        | -0,03        | -0,04        | -0,21       | -0,19       | -0,25        | -0,19        | -0,28        | -0,07        | -0,24       | 0,42         | -0,43        | 0,00         | 0,53         | -0,25        | 0,10         |
| Zn сперма | -0,28        | 0,07         | 0,17         | -0,26        | 0,08         | -0,16        | -0,42        | 0,08         | -0,29        | 0,09        | 0,18        | 0,10         | 0,09         | -0,03        | 0,03         | 0,12        | 0,33         | 0,07         | -0,15        | 0,60         | 0,06         | 0,04         |

Анализ уровня концентраций ряда химических элементов выявил тесную связь с количественными и качественными характеристиками спермы (таблица 75).

Таблица 75. Корреляционный анализ количественных и качественных характеристик спермы с химическими элементами в шерсти

| Элемент                        | Объём нативной спермы, мл | Активность сперматозоидов в свежей сперме, балл | Концентрация сперматозоидов в свежей сперме, млрд | Объём разбавленного семени, мл | Количество замороженных доз, шт |
|--------------------------------|---------------------------|---|---|--------------------------------|---------------------------------|
| Макроэлементы                  |                           |   |   |                                |                                 |
| Ca                             | 0,69*                     | 0,64*   | 0,23  | 0,67*                          | 0,74*                           |
| K                              | 0,22                      | 0,24  | 0,13  | 0,13                           | 0,24                            |
| Mg                             | 0,40                      | 0,35  | 0,05  | 0,32                           | 0,37                            |
| Na                             | 0,26                      | 0,52  | 0,10  | 0,20                           | 0,27                            |
| P                              | -0,18                     | 0,58  | 0,32  | -0,01                          | 0,35                            |
| Эссенциальные элементы         |                           |   |   |                                |                                 |
| Co                             | 0,13                      | -0,04   | -0,32   | -0,05                          | 0,38                            |
| Cr                             | 0,23                      | 0,19  | -0,18   | 0,10                           | 0,31                            |
| Cu                             | -0,10                     | 0,38  | 0,24  | 0,30                           | 0,32                            |
| Fe                             | 0,32                      | 0,16  | -0,24   | 0,20                           | 0,15                            |
| I                              | 0,59                      | 0,13  | -0,15   | 0,44                           | 0,05                            |
| Se                             | 0,16                      | 0,32  | 0,13  | 0,18                           | 0,06                            |
| Mn                             | 0,56                      | 0,21  | -0,16   | 0,43                           | -0,06                           |
| Zn                             | -0,12                     | 0,04  | 0,19  | -0,21                          | 0,15                            |
| Условно-эссенциальные элементы |                           |   |   |                                |                                 |
| B                              | 0,09                      | 0,46  | 0,32  | 0,12                           | -0,21                           |
| Li                             | 0,27                      | -0,06   | -0,11   | 0,16                           | 0,00                            |
| Ni                             | 0,38                      | 0,22  | -0,23   | 0,22                           | 0,21                            |
| V                              | 0,56                      | 0,09  | -0,39   | 0,39                           | 0,16                            |
| Si                             | 0,33                      | -0,44   | -0,33   | 0,12                           | 0,44                            |
| As                             | 0,31                      | 0,16  | -0,13   | 0,18                           | 0,07                            |
| Токсичные элементы             |                           |   |   |                                |                                 |
| Al                             | 0,23                      | -0,67*  | -0,62*  | -0,71*                         | -0,75*                          |
| Sr                             | 0,29                      | 0,30  | 0,12  | 0,23                           | -0,24                           |
| Cd                             | -0,11                     | 0,03  | -0,39   | -0,29                          | -0,41                           |
| Hg                             | 0,27                      | -0,23   | -0,42   | 0,15                           | 0,41                            |
| Pb                             | 0,09                      | 0,08  | -0,11   | 0,01                           | -0,27                           |
| Sn                             | 0,10                      | 0,05  | 0,29  | 0,14                           | -0,10                           |

\* Корреляция значима на уровне  $P \leq 0,05$

## Кальций (Ca)

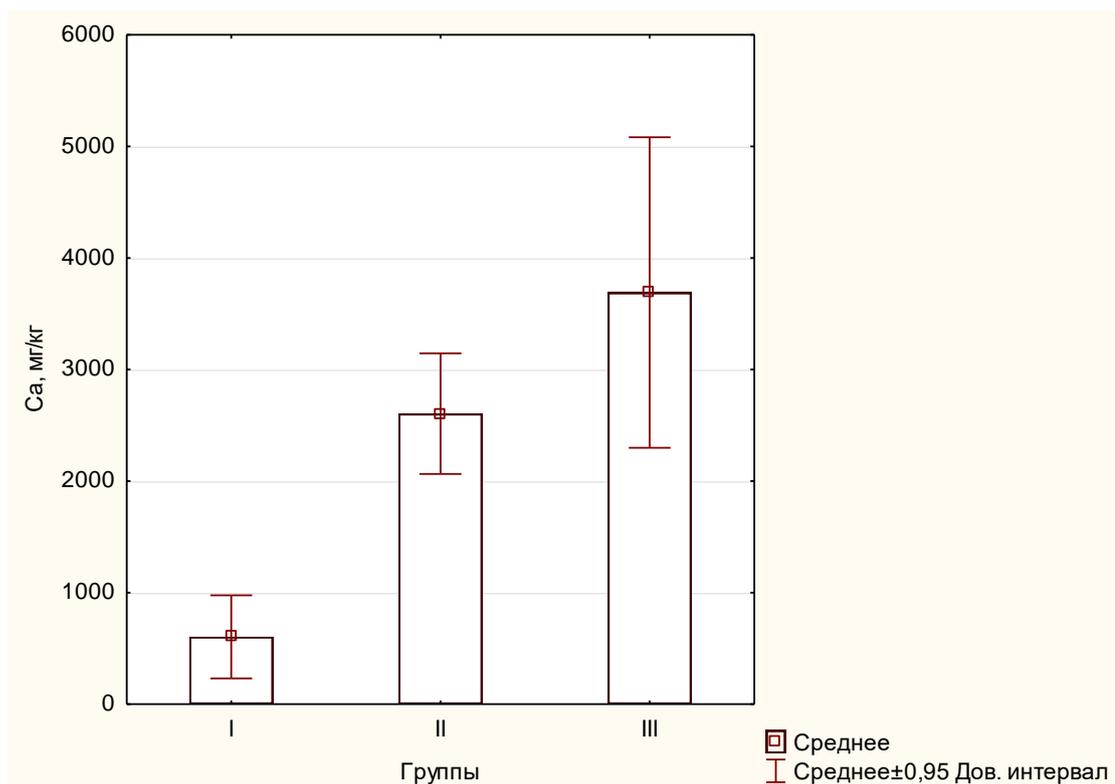


Рисунок 28. Концентрация Ca в шерсти быков-производителей в зависимости от выбранного процентильного интервала, мг/кг

Известно, что Ca необходим для подвижности сперматозоидов и их гиперактивации, емкости сперматозоидов и акросомной реакции, а также для хемотаксиса сперматозоидов, в связи с этим полученные нами данные указывающие на то, что по мере увеличения концентрации кальция в шерсти с  $604 \pm 194,8$  мг/кг в I группе до  $3690 \pm 460,3$  мг/кг в III, увеличивается объем нативной спермы на 55,8 % ( $P \leq 0,01$ ), активность сперматозоидов – на 0,14 баллов ( $P \leq 0,05$ ), выход разбавленного семени – на 95,1 % ( $P \leq 0,01$ ), количество замороженных доз – на 82,6 % ( $P \leq 0,05$ ), вполне объяснимы и согласуются с ранее полученными результатами для человека (Sağlam HS et al., 2015; Mirnamniha M et al., 2019) (таблица 76).

Таблица 76. Количественные и качественные характеристики спермы быков-производителей в зависимости от уровня кальция в шерсти

| Показатель               | Группа (концентрация кальция, мг/кг) |                |                     |
|--------------------------|--------------------------------------|----------------|---------------------|
|                          | I ( $\leq 1088$ )                    | II (1089-3353) | III ( $\geq 3354$ ) |
| Нативная сперма, мл      | 4,3±0,17                             | 4,5±1,14       | 6,7±1,78**          |
| Активность, балл         | 7,83±0,072                           | 7,90±0,150     | 7,97±0,057*         |
| Концентрация, млрд/мл    | 0,96±0,107                           | 1,10±0,152     | 0,95±0,156          |
| Разбавленного семени, мл | 21,51±7,85                           | 31,73±10,90*   | 41,97±9,64**        |
| Замороженных доз, шт     | 833±68,8                             | 1039±72,6*     | 1521±117,6*         |

Примечание: \* – при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* – при  $P \leq 0,001$  (по отношению к I группе)

Элементный состав шерсти сравниваемых групп, различался по концентрациям ряда химических элементов (таблица 77).

Повышение концентрации Ca в шерсти приводит к увеличению концентраций Mg на 391,4 ( $P \leq 0,01$ ) и 625,6 ( $P \leq 0,001$ ) %, Se – на 37,6 и 56,3 ( $P \leq 0,01$ ) %, Mn – на 71,0 и 167,8 % ( $P \leq 0,05$ ) , B – на 448,4 ( $P \leq 0,01$ ) и 498,5 % ( $P \leq 0,001$ ) при снижении концентраций Sr – на 48,0 ( $P \leq 0,05$ ) и 67,7 % ( $P \leq 0,05$ ) у II и III групп по сравнению с I соответственно.

Таблица 77. Содержание химических элементов в семенной плазме быков-производителей в зависимости от процентильного интервала концентрации Са, мкг/г (M±STD)

| Элемент                        | Группа (процентильный интервал) |              |              |
|--------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|
|                                | I (<25)                         | II (25-75)   | III (>75)    |
| Макроэлементы                  |                                 |              |              |
| K                              | 2692±1391                       | 4333±1796    | 5198±1206    |
| Na                             | 132±54                          | 648±269      | 957±111      |
| Mg                             | 1787±262                        | 3607±612**   | 3894±694***  |
| P                              | 206±10                          | 254±88       | 239±40       |
| Эссенциальные элементы         |                                 |              |              |
| Co                             | 0,56±0,12                       | 0,59±0,20    | 1,48±1,37    |
| Cr                             | 0,33±0,02                       | 0,33±0,15    | 0,33±0,13    |
| Cu                             | 13,0±1,8                        | 11,6±2,3     | 12,2±2,2     |
| Fe                             | 552,0±108,9                     | 493,0±52,6   | 590,7±229,1  |
| I                              | 0,92±0,47                       | 1,86±1,07    | 2,98±1,21    |
| Se                             | 0,72±0,03                       | 0,99±0,24    | 1,13±0,10**  |
| Mn                             | 5,50±0,76                       | 9,41±5,49    | 14,74±8,41*  |
| Zn                             | 156,67±28,38                    | 133,89±15,02 | 131,33±15,82 |
| Условно-эссенциальные элементы |                                 |              |              |
| B                              | 1,23±1,07                       | 6,76±2,99**  | 7,38±1,08*** |
| Li                             | 0,75±0,07                       | 0,81±0,23    | 0,86±0,13    |
| Ni                             | 0,32±0,08                       | 0,33±0,18    | 0,44±0,17    |
| V                              | 0,05±0,01                       | 0,06±0,03    | 0,16±0,15    |
| Si                             | 2,75±0,55                       | 2,74±0,82    | 2,95±0,34    |
| As                             | 0,029±0,009                     | 0,034±0,014  | 0,033±0,013  |
| Токсичные элементы             |                                 |              |              |
| Al                             | 6,96±2,53                       | 4,29±0,96    | 3,38±1,67    |
| Sr                             | 2,69±1,90                       | 1,40±1,22*   | 0,87±0,23*   |
| Cd                             | 0,004±0,003                     | 0,006±0,004  | 0,010±0,007  |
| Hg                             | 0,085±0,024                     | 0,085±0,033  | 0,088±0,007  |
| Pb                             | 0,131±0,026                     | 0,168±0,087  | 0,193±0,072  |
| Sn                             | 0,034±0,008                     | 0,040±0,020  | 0,028±0,008  |

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с I группой

#### Алюминий (Al)

Среди 6 токсичных элементов: Al, Cd, Pb, Sn, Hg, Sr самые высокие концентрации в шерсти принадлежат алюминию. При этом, известно, что высокое

поступление в организм алюминия, увеличивает его концентрацию в органах и тканях (включая ткани яичек людей и животных). Доказано, что Al может вызывать мужскую репродуктивную токсичность посредством различных механизмов, таких как индукция окислительного стресса, вмешательство в сперматогенез и стероидогенез, нарушение передачи клеточных сигналов, нарушение гемато-яичкового барьера, снижении активности ацетилхолинэстеразы в яичках, влияние на эндокринную систему и др. (Yousef MI et al., 2007; Pandey G and Jain GC, 2013). Сравнительный анализ данных по концентрации Al в разрезе сформированных групп показал, что в шерсти быков-производителей III группы содержалось  $8,46 \pm 4,09$  мг/кг, что соответственно на 4,5 раза ( $P \leq 0,05$ ) и в 2,3 раза ( $P \leq 0,05$ ) выше по сравнению с I и II группами (рисунок 29). При этом фактический диапазон варьирования концентраций Al в шерсти быков-производителей I группы составлял от 1,66 до 2,20 мкг/г, II от 2,33 до 5,38 мкг/г, III группы от 5,39 до 13,11 мкг/г.

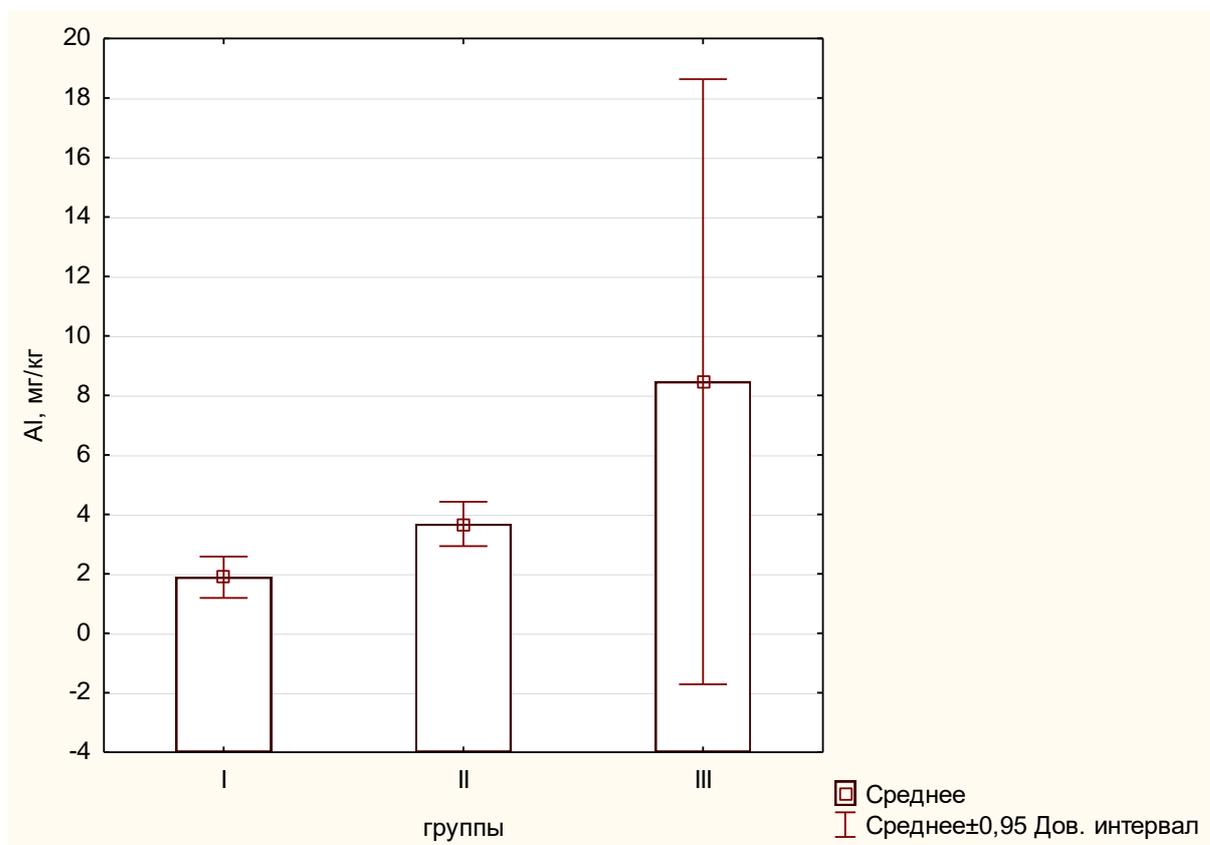


Рисунок 29. Концентрация Al в шерсти быков-производителей в зависимости от выбранного процентильного интервала, мг/кг

Нами обнаружена связь этого элемента с количественными и качественными характеристиками спермы (таблица 78).

Таблица 78. Количественные и качественные характеристики спермы быков-производителей в зависимости от уровня алюминия в шерсти

| Показатель               | Группа (концентрация алюминия, мг/кг) |                |                     |
|--------------------------|---------------------------------------|----------------|---------------------|
|                          | I ( $\leq 2,32$ )                     | II (2,33-5,38) | III ( $\geq 5,39$ ) |
| Нативная сперма, мл      | 4,3±0,84                              | 4,9±1,99       | 5,5±1,18            |
| Активность, балл         | 7,93±0,074                            | 7,90±0,114     | 7,76±0,067*         |
| Концентрация, млрд/мл    | 1,16±0,036                            | 1,03±0,161     | 0,96±0,068*         |
| Разбавленного семени, мл | 38,06±7,75                            | 32,75±8,87*    | 29,77±7,43**        |
| Замороженных доз, шт     | 1472±71,37                            | 1216±88,42*    | 749±94,36**         |

Примечание: \* – при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* – при  $P \leq 0,001$  (по отношению к I группе)

У быков-производителей I группы с концентрацией Al в шерсти  $1,89 \pm 0,29$  мг/кг по сравнению со II и III группами выше была активность сперматозоидов на 0,03 и 0,17 баллов ( $P \leq 0,05$ ), концентрация – на 12,6 и 20,8 ( $P \leq 0,05$ ), выход разбавленного семени – на 16,2 % ( $P \leq 0,05$ ) и 27,8 % ( $P \leq 0,01$ ), количество замороженных доз – на 21,1 % ( $P \leq 0,05$ ) и 96,5 % ( $P \leq 0,01$ ) соответственно.

Элементный состав шерсти сравниваемых групп, различался по содержанию ряда химических элементов (таблица 79).

В частности, было установлено, что по мере роста содержания Al в шерсти животных II и III групп происходило статистически значимое увеличение концентраций Ni на – 131,3-181,3 %, V – на 100,0-433,3, As – на 66,7-81,0 %, при снижении Cr – на 22,7-56,8 %, Fe – на 6,5-59,7 % и Cu – на 4,5-29,5 %.

Таблица 79. Содержание химических элементов в семенной плазме быков-производителей в зависимости от процентильного интервала концентрации Al, мг/кг (M±STD)

| Элемент                        | Группа (процентильный интервал) |              |              |
|--------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|
|                                | I (<25)                         | II (25-75)   | III (>75)    |
| Макроэлементы                  |                                 |              |              |
| Ca                             | 2636±514                        | 2492±422     | 1996±644     |
| K                              | 3973±1102                       | 4286±782     | 4055±1006    |
| Na                             | 2769±745                        | 3629±838     | 2848±1062    |
| Mg                             | 556±287                         | 655±345      | 512±200      |
| P                              | 285±116                         | 249±49       | 177±50       |
| Эссенциальные элементы         |                                 |              |              |
| Co                             | 0,49±0,27                       | 0,62±0,19    | 1,04±1,08    |
| Cr                             | 0,44±0,14                       | 0,34±0,10*   | 0,19±0,03**  |
| Cu                             | 12,86±1,87                      | 12,28±1,15   | 9,06±0,61**  |
| Fe                             | 623,0±252,3                     | 582,6±175,3* | 251,0±56,7** |
| I                              | 1,61±0,48                       | 2,21±1,31    | 1,86±0,86    |
| Se                             | 1,05±0,22                       | 0,93±0,09    | 0,75±0,26    |
| Mn                             | 5,38±3,32                       | 12,64±8,43   | 15,18±12,28  |
| Zn                             | 142,9±23,2                      | 126,7±7,6    | 134,3±9,7    |
| Условно-эссенциальные элементы |                                 |              |              |
| B                              | 6,81±3,58                       | 6,16±3,04    | 3,61±4,27    |
| Li                             | 0,77±0,24                       | 0,79±0,14    | 0,90±0,28    |
| Ni                             | 0,16±0,05                       | 0,37±0,14*   | 0,45±0,15*   |
| V                              | 0,03±0,01                       | 0,06±0,02    | 0,16±0,11*   |
| Si                             | 2,26±0,18                       | 2,82±0,56    | 3,20±1,11    |
| As                             | 0,021±0,003                     | 0,035±0,009  | 0,038±0,021* |
| Токсичные элементы             |                                 |              |              |
| Sr                             | 3,01±1,67                       | 3,30±1,96    | 3,82±4,53    |
| Cd                             | 0,003±0,002                     | 0,006±0,004  | 0,009±0,007  |
| Hg                             | 0,071±0,018                     | 0,082±0,023  | 0,112±0,033  |
| Pb                             | 0,172±0,097                     | 0,153±0,066  | 0,197±0,100  |
| Sn                             | 0,039±0,019                     | 0,033±0,014  | 0,044±0,026  |

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с I группой

Суммарная токсическая нагрузка организма ( $\Sigma_{tox}$ ).

Для оценки влияния суммарной токсической нагрузки организма быков-производителей на количественные и качественные характеристики спермы были рассчитаны значения концентраций  $\Sigma_{tox}$  как суммы ммоль элементов: Al, Cd,

Pb, Sn, Hg, Sr в шерсти с холки (рисунок 30)

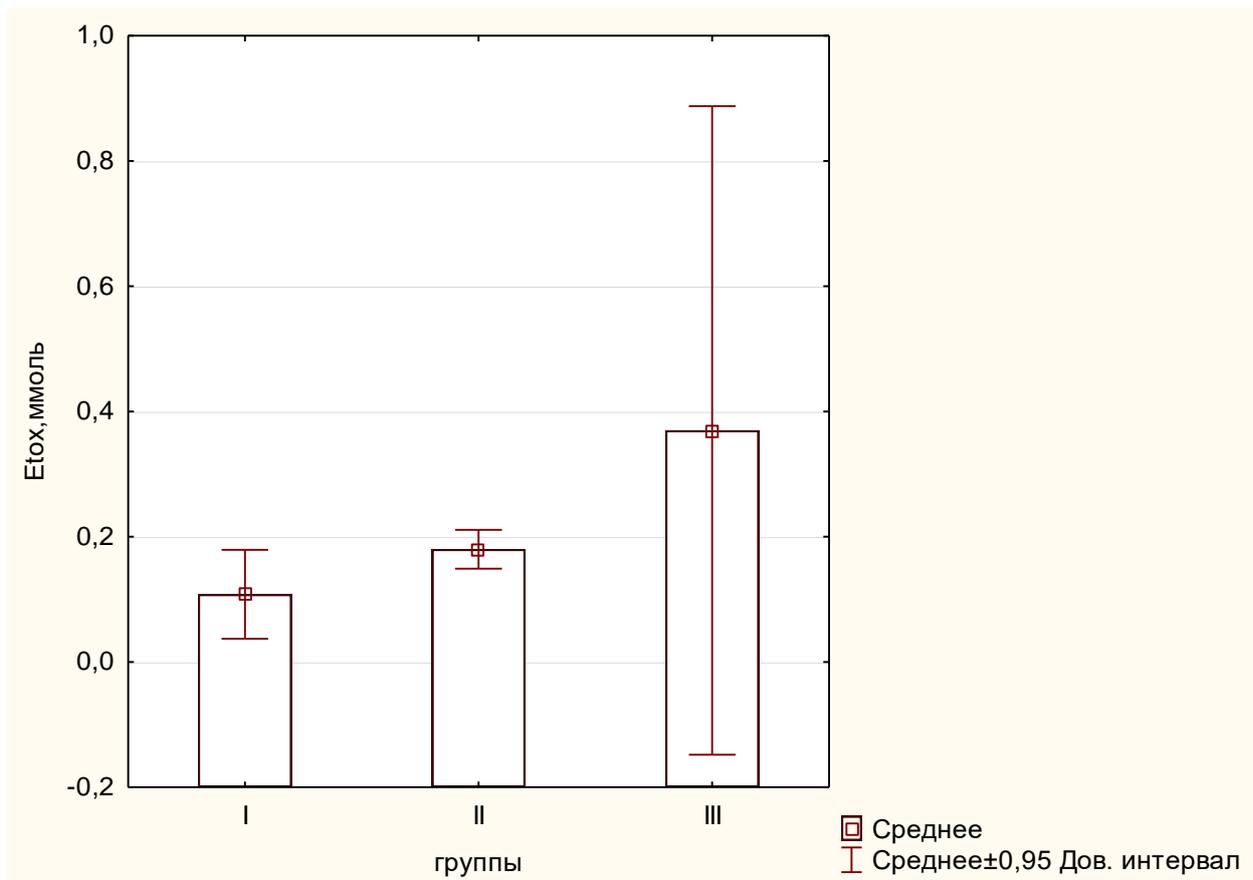


Рисунок 30. Концентрация  $\Sigma$ tox в шерсти быков-производителей в зависимости от выбранного процентильного интервала, ммоль

Результаты показали, что по мере увеличения  $\Sigma$ tox с 0,114 ммоль/кг в I группе до 0,341 ммоль/кг в III снижается объем эякулята на 37,1 % ( $P \leq 0,05$ ), концентрация спермы на 30,0 % ( $P \leq 0,001$ ), активность – на 0,2 балла ( $P \leq 0,05$ ), количество замороженных доз – на 182,4 % ( $P \leq 0,01$ ) (рисунок 31).

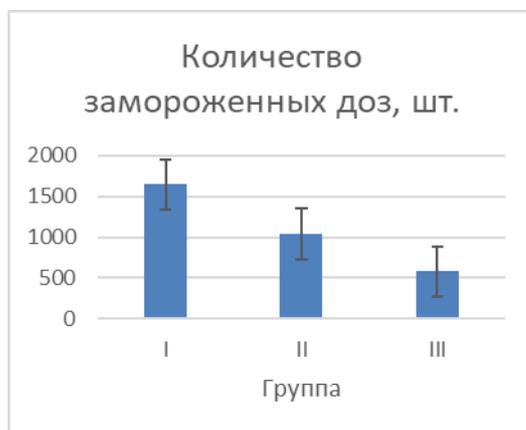
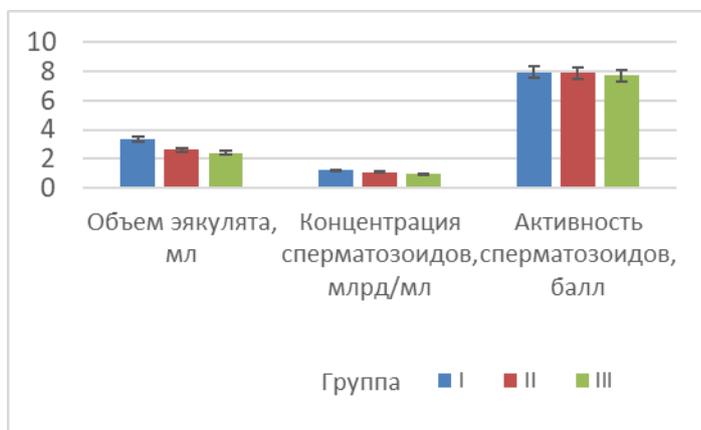


Рисунок 31. Влияние суммы токсичных элементов ( $\Sigma_{tox}$ ) в шерсти быков-производителей на количественные и качественные характеристики спермы

Результаты показали, что по мере увеличения  $\Sigma_{tox}$  с 0,114 ммоль/кг в I группе до 0,341 ммоль/кг в III снижается объем эякулята на 37,1 % ( $P \leq 0,05$ ), концентрация спермы на 30,0 % ( $P \leq 0,001$ ), активность – на 0,2 балла ( $P \leq 0,05$ ), количество замороженных доз – на 182,4 % ( $P \leq 0,01$ ).

Элементный состав шерсти сравниваемых групп, различался по содержанию ряда химических элементов (таблица 80).

В частности, было установлено, что по мере роста содержания  $\Sigma_{tox}$  в шерсти животных II и III групп происходило статистически значимое увеличение концентраций Ni на – 108,8-153,9 %, V – на 123,0-390,3 %, As – на 48,9-77,6 %, Al – на 81,5-285,0 % при снижении Cr – на 21,5-56,8 %, Fe – на 14,6-59,8 % и Cu – на 0,3-21,4 %.

Оценка влияния концентрации сперматозоидов на количественные и качественные характеристики спермы и элементный статус оцененный по уровню концентраций химических элементов в шерсти быков-производителей показала, что по мере увеличения концентрации спермы с 0,86 млрд/мл до 1,22 млрд/мл увеличивается активность – на 0,24 балл ( $P \leq 0,05$ ), количество замороженных доз – на 123,1 % ( $P \leq 0,01$ ), в шерсти повышается концентрация Ca на 14,6 % ( $P \leq 0,05$ ), Na – на 11,9 % ( $P \leq 0,05$ ) при снижении уровня токсичных элементов: Al – на 29,1 % ( $P \leq 0,01$ ), Cd – на 43,1 % ( $P \leq 0,01$ ), Hg – на 19,3 % ( $P \leq 0,05$ ).

Таблица 80. Содержание химических элементов в семенной плазме быков-производителей в зависимости от процентильного интервала  $\Sigma\text{tox}$ , ммоль (M $\pm$ STD)

| Элемент                        | Группа (процентильный интервал) |                   |                    |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|
|                                | I (<25)                         | II (25-75)        | III (>75)          |
| Макроэлементы                  |                                 |                   |                    |
| Ca                             | 2704 $\pm$ 442                  | 2307 $\pm$ 1217   | 2039 $\pm$ 804     |
| K                              | 3796 $\pm$ 752                  | 4291 $\pm$ 974    | 4060 $\pm$ 748     |
| Na                             | 2728 $\pm$ 1293                 | 3604 $\pm$ 752    | 3020 $\pm$ 745     |
| Mg                             | 570 $\pm$ 236                   | 621 $\pm$ 379     | 518 $\pm$ 460      |
| P                              | 272 $\pm$ 98                    | 249 $\pm$ 57      | 198 $\pm$ 58       |
| Эссенциальные элементы         |                                 |                   |                    |
| Co                             | 0,51 $\pm$ 0,22                 | 0,60 $\pm$ 0,17   | 1,02 $\pm$ 1,16    |
| Cr                             | 0,44 $\pm$ 0,03                 | 0,35 $\pm$ 0,10*  | 0,19 $\pm$ 0,11**  |
| Cu                             | 12,73 $\pm$ 1,95                | 12,69 $\pm$ 2,09  | 10,00 $\pm$ 1,30** |
| Fe                             | 679 $\pm$ 64                    | 580 $\pm$ 140     | 273 $\pm$ 234*     |
| I                              | 1,98 $\pm$ 1,43                 | 2,09 $\pm$ 1,09   | 1,06 $\pm$ 0,40    |
| Se                             | 1,03 $\pm$ 0,09                 | 0,96 $\pm$ 0,25   | 0,85 $\pm$ 0,30    |
| Mn                             | 5,28 $\pm$ 2,72                 | 11,24 $\pm$ 5,66  | 15,09 $\pm$ 12,49  |
| Zn                             | 143,1 $\pm$ 12,8                | 132,3 $\pm$ 26,5  | 134,5 $\pm$ 7,9    |
| Условно-эссенциальные элементы |                                 |                   |                    |
| B                              | 6,86 $\pm$ 2,92                 | 5,89 $\pm$ 3,46   | 4,51 $\pm$ 3,92    |
| Li                             | 0,70 $\pm$ 0,24                 | 0,80 $\pm$ 0,07   | 0,93 $\pm$ 0,23    |
| Ni                             | 0,18 $\pm$ 0,06                 | 0,38 $\pm$ 0,15*  | 0,46 $\pm$ 0,12**  |
| V                              | 0,03 $\pm$ 0,01                 | 0,07 $\pm$ 0,02*  | 0,14 $\pm$ 0,13*   |
| Si                             | 2,30 $\pm$ 0,16                 | 2,80 $\pm$ 0,59   | 3,23 $\pm$ 0,91    |
| As                             | 0,023 $\pm$ 0,005               | 0,034 $\pm$ 0,009 | 0,041 $\pm$ 0,018* |
| Токсичные элементы             |                                 |                   |                    |
| Al                             | 2,00 $\pm$ 0,32                 | 3,63 $\pm$ 0,68*  | 7,69 $\pm$ 3,68**  |
| Sr                             | 3,12 $\pm$ 1,38                 | 3,19 $\pm$ 2,24   | 3,86 $\pm$ 3,70    |
| Cd                             | 0,004 $\pm$ 0,002               | 0,006 $\pm$ 0,005 | 0,009 $\pm$ 0,006  |
| Hg                             | 0,065 $\pm$ 0,018               | 0,085 $\pm$ 0,022 | 0,107 $\pm$ 0,029* |
| Pb                             | 0,164 $\pm$ 0,080               | 0,149 $\pm$ 0,058 | 0,215 $\pm$ 0,089  |
| Sn                             | 0,036 $\pm$ 0,016               | 0,033 $\pm$ 0,016 | 0,042 $\pm$ 0,022  |

\*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с I группой

### **3.4.1.3 Разработка референтных интервалов химических элементов в семенной жидкости быков-производителей**

Справочные интервалы химических элементов в семенной жидкости быков-производителей были рассчитаны процентильным методом. Сущность последнего заключается в ранжировании результатов измерения одного признака в восходящей градации в виде упорядоченного ряда. Этот ряд, охватывающий весь диапазон колебаний признака, делят на 100 интервалов. Промежутки между процентильными вероятностями получили название процентильных интервалов.

В первом случае, справочные интервалы рассчитывались в соответствии с рекомендациями Международного союза теоретической и прикладной химии, а также Американского общества ветеринарной клинической патологии которые предполагают использование в качестве физиологической нормы эталонные интервалы, составляющие 95 % здоровой популяции и рассчитываются как значения, лежащие в границах от 2,5 до 97,5 процентиля выборки, после выявления и исключения выбросов, т.е тех значений, которые не относятся к базовому распределению данных. Обязательным условием для реализации этого метода является расчёт 90 % - ных доверительных интервалов для верхней и нижней границ нормы, которые позволяют с известной вероятностью оценить математическое ожидание генеральной совокупности при дальнейшем расширении экспериментальной выборки.

Справочные интервалы концентраций химических элементов семенной жидкости быков производителей представлены в таблице 81.

Однако, как показали знания, накопленные в медицине, диапазон уровней химических элементов также может быть рассчитан как интервал между 25-м и 75-м процентильми, полученных из репрезентативной выборки. Опираясь на рекомендации М.Г. Скальной и др., (2003) и рассматривая концентрации химических элементов в волосах в пределах от 10-го до 25-го процентиля и от 75-го до 90-го процентиля как состояние преддефицита; концентрации менее 10-го и более 90-го процентиля как состояния связанные с клиническим проявлением синдромов и симптомов,

характерных для элементозов нами были рассчитаны справочные интервалы по предложенному методу (таблица 82).

Таблица 81. Справочные интервалы концентраций эссенциальных и токсичных элементов семенной жидкости быков-производителей, мкг/мл

| Элемент | M±m           | Процентиль               |                        |
|---------|---------------|--------------------------|------------------------|
|         |               | 2,5 (90 % ДИ)            | 97,5 (90 % ДИ)         |
| Ca      | 485,8±39,16   | 167,0 (139,4-190,7)      | 719,0 (616,9-838,0)    |
| K       | 2926±242,2    | 1094 (907,3-1253)        | 4227 (3611-4948)       |
| Na      | 1872±120,2    | 1345 (1173-1497,2)       | 2855 (2532-3219)       |
| Mg      | 103,5±8,53    | 37,79 (31,38-43,27)      | 156,0 (133,4-182,5)    |
| P       | 1125±93,90    | 397,0 (328,6-455,4)      | 1715 (1463-2011)       |
| Co      | 0,0117±0,002  | 0,0046 (0,0025-0,0044)   | 0,0287 (0,0219-0,0375) |
| Cr      | 0,0462±0,004  | 0,0313 (0,0253-0,0353)   | 0,0748 (0,0636-0,0880) |
| Cu      | 1,12±0,148    | 0,498 (0,348-0,613)      | 2,18 (1,68-2,84)       |
| Fe      | 15,23±9,94    | 1,04 (0,760-1,42)        | 153,0 (97,70-194,2)    |
| I       | 0,329±0,0621  | 0,113 (0,102-0,151)      | 1,05 (0,701-1,15)      |
| Mn      | 0,286±0,0478  | 0,0554 (0,0474-0,0709)   | 0,645 (0,455-0,732)    |
| Se      | 1,20±0,0854   | 0,411 (0,352-0,462)      | 1,73 (1,51-1,98)       |
| Zn      | 10,68±1,80    | 3,32 (2,47-4,31)         | 27,81 (19,54-34,93)    |
| B       | 0,417±0,0364  | 0,195 (0,160-0,225)      | 0,630 (0,533-0,745)    |
| Li      | 0,0739±0,004  | 0,0483 (0,0428-0,0533)   | 0,103 (0,0924-0,115)   |
| Ni      | 0,357±0,0905  | 0,0212 (0,0178-0,0268)   | 1,24 (0,895-1,43)      |
| Si      | 1,35±0,226    | 0,202 (0,132-0,262)      | 2,95 (2,08-3,97)       |
| V       | 0,0025±0,001  | 0,0011 (0,0006-0,0012)   | 0,0076 (0,0052-0,0100) |
| Al      | 0,540±0,199   | 0,0103 (0,0063-0,0124)   | 2,73 (1,97-3,69)       |
| As      | 0,0035±0,001  | 0,0012 (0,0008-0,0015)   | 0,0081 (0,0060-0,0109) |
| Cd      | 0,0009±0,0004 | 0,0002 (0,00014-0,00039) | 0,0059 (0,0048-0,0079) |
| Hg      | 0,029±0,0103  | 0,0012 (0,00059-0,0011)  | 0,146 (0,109-0,196)    |
| Pb      | 0,233±0,113   | 0,0244 (0,0182-0,0303)   | 1,77 (1,27-2,17)       |
| Sn      | 0,114±0,1012  | 0,0123 (0,0025-0,0513)   | 1,53 (1,05-1,84)       |
| Sr      | 0,148±0,0152  | 0,059 (0,0458-0,0693)    | 0,306 (0,251-0,373)    |

Таблица 82. Справочные интервалы концентраций эссенциальных и токсичных элементов в семенной жидкости быков-производителей, мкг/мл

| Элемент | Процентиль |               |        |
|---------|------------|---------------|--------|
|         | 10         | 25-75         | 90     |
| Ca      | 428,0      | 480,0-559,5   | 572,4  |
| K       | 2670       | 2939-3208     | 3338   |
| Na      | 1600       | 1673-1874     | 2069   |
| Mg      | 85,14      | 90,02-109,4   | 129,0  |
| P       | 899,0      | 909,0-1239    | 1459   |
| Co      | 0,0093     | 0,0097-0,0115 | 0,0127 |
| Cr      | 0,0353     | 0,0389-0,0484 | 0,0512 |
| Cu      | 0,729      | 0,862-1,09    | 1,23   |
| Fe      | 1,91       | 2,26-4,28     | 6,29   |
| I       | 0,188      | 0,211-0,270   | 0,331  |
| Mn      | 0,118      | 0,216-0,381   | 0,417  |
| Se      | 1,12       | 1,25-1,33     | 1,34   |
| Zn      | 7,27       | 7,86-9,27     | 10,03  |
| B       | 0,308      | 0,337-0,473   | 0,505  |
| Li      | 0,0622     | 0,0636-0,0774 | 0,0893 |
| Ni      | 0,0813     | 0,111-0,464   | 0,545  |
| Si      | 0,601      | 1,12-1,51     | 1,65   |
| V       | 0,0014     | 0,0018-0,0024 | 0,0026 |
| Al      | 0,183      | 0,199-0,270   | 0,415  |
| As      | 0,0021     | 0,0024-0,0033 | 0,0049 |
| Cd      | 0,0003     | 0,0003-0,0004 | 0,0008 |
| Hg      | 0,0057     | 0,0081-0,0134 | 0,0217 |
| Pb      | 0,0420     | 0,0749-0,124  | 0,161  |
| Sn      | 0,00076    | 0,0012-0,0110 | 0,0191 |
| Sr      | 0,112      | 0,128-0,159   | 0,161  |

Останавливаясь на отдельных аспектах метода, следует отметить что в качестве состояния «преддефицита», принято рассматривать состояние уже наступившего дефицита при котором отсутствуют внешние признаки заболевания, т.к. организм компенсирует недостаток химических элементов за счет их депо в организме через гомеостатические функции крови, как правило если вовремя не принять необходимых мер по коррекции состояние преддефицита переходит в фазу клинической манифестации, т.е. фазу яркого проявления признаков болезни. Причем на ранних стадиях «преддефицита» возможно повышение уровня недостающих элементов до интервала с 75 по 90

процентиль, за счет резкого вовлечения в обменные процессы микроэлементов из внутренних резервов организма.

Эффективность данного алгоритма расчета справочных интервалов была подтверждена в ранее проведенных исследованиях, в которых была установлена связь уровня спортивных достижений лошадей (Kalashnikov V et al., 2018) и молочной продуктивности коров голштинской породы (Miroshnikov S et al., 2019) с количеством отклонений концентраций отдельных элементов в образцах волос от границ физиологической нормы, установленной в границах 25 и 75 перцентилей.

Наиболее показательными в этой связи являются элементные профили животных с минимальными и максимальными воспроизводительными способностями полученные в нашем эксперименте. Так, для быка-производителя с минимальной продуктивностью было характерным отклонение от физиологических норм (25-75 процентиль) по 8 химическим элементам (рисунок 32).

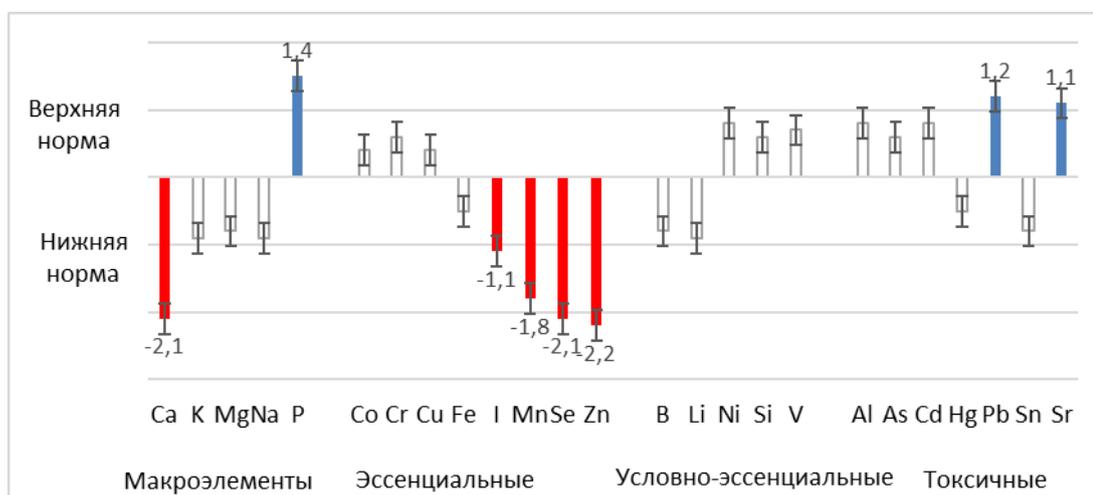


Рисунок 32. Кратность отклонений содержания химических элементов от физиологической нормы, в семенной жидкости быка-производителя с минимальными по стаду показателями качествами свежей спермы (активность сперматозоидов в свежей сперме – 7,1 баллов; концентрация сперматозоидов – 0,8 млрд).

Тогда как в семенной жидкости быка-производителя с максимальными по стаду показателями качествами свежей спермы, напротив, только по Р установлено превышение верхней границы нормы (рисунок 33).

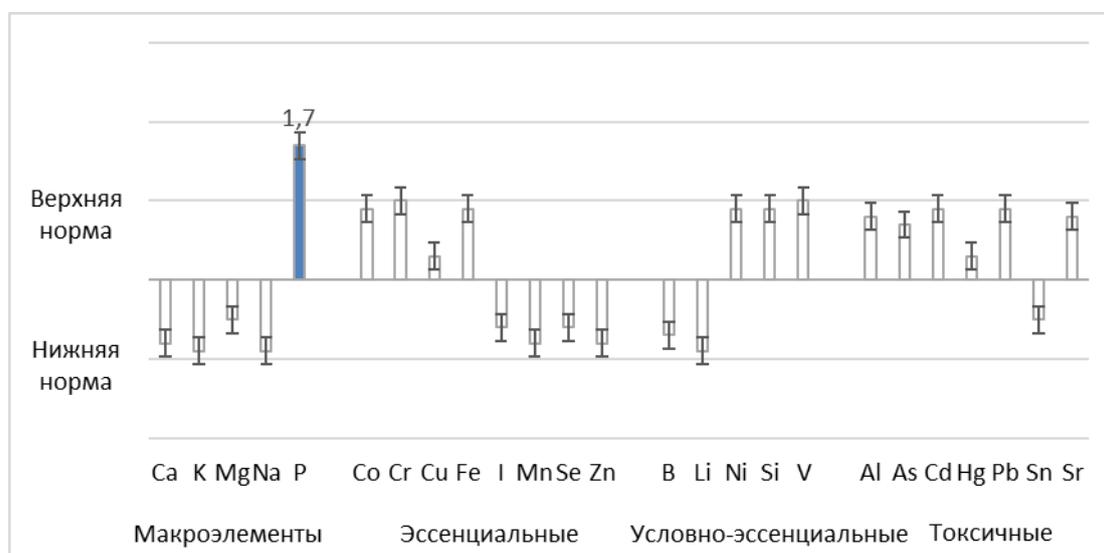


Рисунок 33. Кратность отклонений содержания химических элементов от физиологической нормы, в семенной жидкости быка-производителя с максимальными по стаду показателями качествами свежей спермы (активность сперматозоидов в свежей сперме – 8,3 баллов; концентрация сперматозоидов – 1,61 млрд).

Несмотря на важность химических элементов для репродуктивной функции и фертильности крупного рогатого скота, существует мало информации об уровнях содержания металлов и особенно микроэлементов в семенной жидкости быков-производителей. В таблице 83 представлен обзор исследований по определению металлов в сперме крупного рогатого скота с использованием различных аналитических методов. Сравнительный анализ показал, что данные по содержанию Ca, Cu, Fe, Mg, Zn в семенной жидкости полученные в нашем исследовании были значительно выше по отношению к результатам, полученным для быков, разводимых в центральных районах Бразилии (Aguiar G.F.M. et al., 2012), что наблюдалось на фоне более низких концентраций Pb, Ni, I, As, Co, Mn. Следует отметить, полученные в нашем эксперименте данные практически сопоставимы по уровням Cu, Pb и Ni установленными для животных из экологически благополучных районов Словении (Massanyi, P et al., 2004).

Таблица 83. Результаты исследований по определению химических элементов в образцах семенной жидкости быков-производителей опубликованных в открытых источниках

| Источник                      | Метод исследования | Элемент | Концентрация, мг/л (диапазон) |
|-------------------------------|--------------------|---------|-------------------------------|
| Aguiar GFM et al., 2012       | ИСП-МС             | Ca      | 41,7(10,8-91,9)               |
| Graves CN, Eiler H., 1979     | ААС                |         | 435±103                       |
| Cragle RG, Salisbury GW, 1958 | ФМ                 |         | 225±66                        |
| Aguiar GFM et al., 2012       | ИСП-МС             | Cu      | 58(18,8-153,4)                |
| Massanyi P et al., 2004       | ААС                |         | 1,6±0,2                       |
| Cragle RG, Salisbury GW, 1958 | ФМ                 |         | 6,0±2,10                      |
| Aguiar GFM et al, 2012        | ИСП-МС             | Fe      | 0,5(0,2-0,9)                  |
| Massanyi P et al., 2004       | ААС                |         | 38,0±22,1                     |
| Cragle RG, Salisbury GW, 1958 | ФМ                 |         | 6,1±1,4                       |
| Aguiar GFM et al., 2012       | ИСП-МС             | Mg      | 10,8(5,9-17,7)                |
| Graves CN, Eiler H, 1979      | ААС                |         | 119±8,4                       |
| Cragle RG, Salisbury GW, 1958 | ФМ                 |         | 98,0±19,0                     |
| Aguiar GFM, 2012 et al.       | ИСП-МС             | Zn      | 1,0(0,3-2,5)                  |
| Massanyi P et al., 2004       | ААС                |         | 83,2 ± 61,6                   |
| Aguiar GFM et al., 2012       | ИСП-МС             | Se      | 0,7 (0,1 - 1,1)               |
|                               |                    | Pb      | 2 (0,0 - 32,6)                |
| Massanyi P et al., 2004       | ААС                |         | 0,06 ± 0,04                   |
| Aguiar GFM, 2012              | ИСП-МС             | Ni      | 18 (2,8 - 75,3)               |
| Massanyi P et al., 2004       | ААС                |         | 0,12 ± 0,07                   |
| Aguiar GFM, et al. 2012       | ИСП-МС             | I       | 64 (24,3 - 119)               |
|                               |                    | As      | 9 (5,1 - 17,4)                |
|                               |                    | Co      | 2 (0,7 – 4,2)                 |
|                               |                    | Mn      | 30 (9,5 – 62,4)               |

ИСП-МС – масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой; ААС – атомно-абсорбционная спектрометрия; ФМ – флуориметрический метод

Концентрации Mg и Ca аналогичны с данными, полученными для быков-производителей разводимых на Среднем Западе США (Cragle RG and Salisbury GW., 1958). Наблюдаемая разница в содержании химических элементов в семенной жидкости сравниваемых животных может быть связана с различными условиями биогеохимических провинций разведения и особенностями метаболизма животных (Hui CA., 2002; Naziri I et al., 2019). Кроме того, методология оценки минерального состава биосубстратов может оказать значительное влияние на полученные результаты, что затрудняет работу по сравнительному анализу результатов, полученных в различных исследованиях (Saitoh K et al., 2002; Brown RJ and Milton MJ, 2005; Elzain A.H et al., 2016).

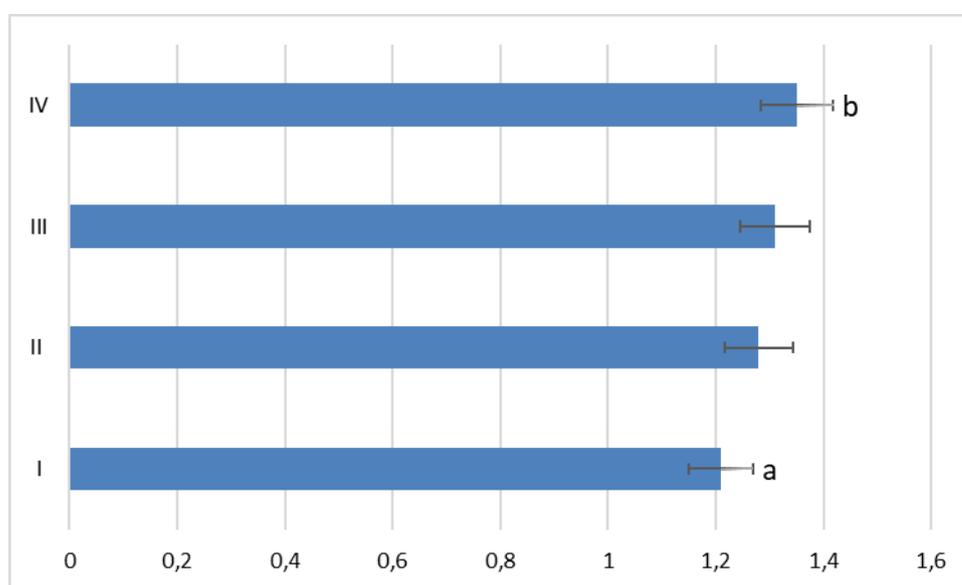
Таким образом, в данном исследовании были установлены справочные интервалы концентраций 25 химических элементов (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Hg, Sr, V, Zn) в семенной жидкости физиологически здоровых быков-производителей. Рассчитанные интервалы предлагается использовать для выявления элементозов быков-производителей, в том числе при разработке индивидуальных схем метаболической коррекции элементного статуса с целью повышения качественных характеристик свежей спермы.

Для оценки влияния концентраций Se в семенной жидкости в границах, определенных референтных интервалов на качественные характеристики спермы и антиоксидантный статус быков-производителей нами в условиях Ленинградской и Вологодской областей проведен научно-хозяйственный эксперимент. Критерием для отбора животных для эксперимента являлось выявленное отклонение от установленных норм по содержанию элементов-маркеров (P, Cu, Se, Zn, Sr) влияющих на качественные характеристики семени установленные в ранее проведенных экспериментах (Завьялов О.А. и др., 2022).

Как показали результаты анализа, 7 из 20 обследованных быков-производителей, разводимых в Ленинградской области, характеризовались пониженными относительно нормы концентрациями Se в семенной жидкости. При этом 5 из 20 быков-производителей, разводимых на территории Вологодской

области напротив, характеризовались повышенными концентрациями Se. На основании полученных данных были сформированы группы для исследования согласно приведенной схеме, в рамках которой предполагалось на территории двух регионов – Ленинградской (I группа n=7; II группа n=13) и Вологодской областей (I группа n=5; II группа n=15) дать оценку комплексу репродуктивных свойств животных с уровнем Se меньше нормы (I группа) и уровень Se в норме (II группа).

Фактические значения концентраций Se в семенной жидкости быков-производителей в разрезе сформированных групп представлен на рисунке 34.



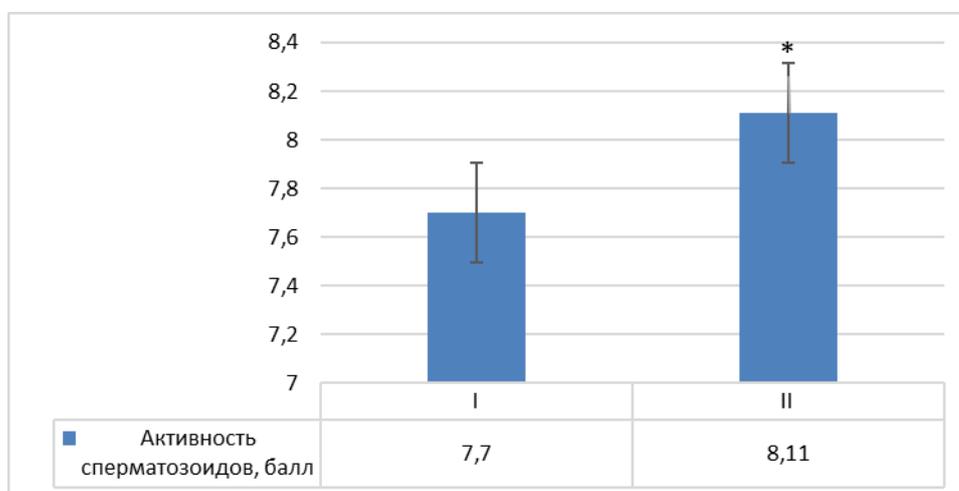
Примечание: a – разница достоверна при  $P \leq 0,01$  (I группа относительно II); b – разница достоверна при  $P \leq 0,01$  (III группа относительно IV)

Рисунок 34. Концентрация Se в семенной жидкости быков-производителей подопытных групп

Установлено, что быки-производители II группы превосходили аналогов из I группы по содержанию Se в семенной жидкости на 5,7 % ( $P \leq 0,05$ ), животные IV группы, в свою очередь, уступали особям из III группы по величине этого показателя на 3,0% ( $P \leq 0,05$ ). Сложно объяснить факт достоверной разницы по содержанию Se в одном и том же биосубстрате у животных, находящихся в одинаковых условиях кормления и содержания (I и II; III и IV группы). Вместе с тем, сходная закономерность была описана в предыдущих экспериментах, при

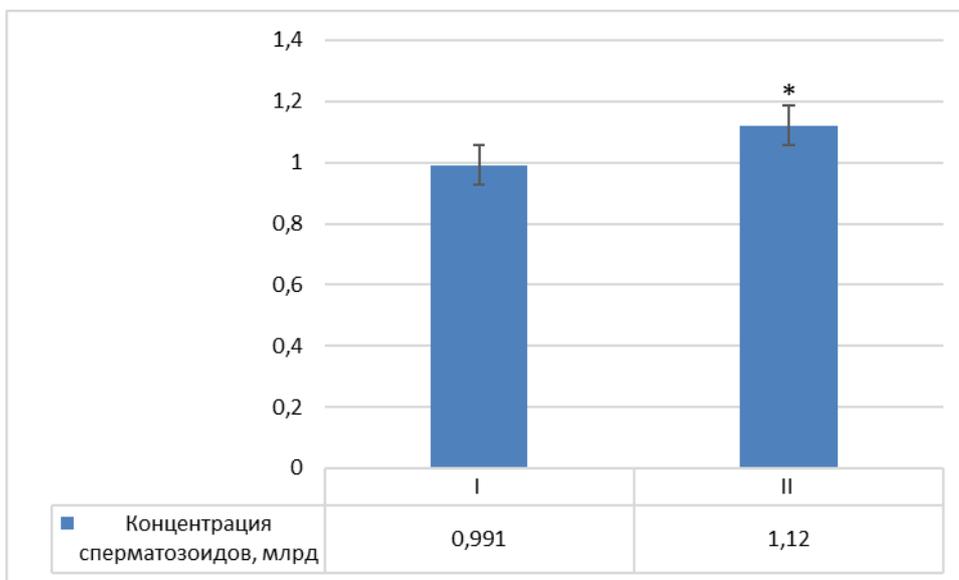
сравнении уровней свинца в шерсти коров голштинской породы (Miroshnikov, S. et al., 2019). В качестве объяснения такой неординарной на первый взгляд закономерности, в статье приводятся данные по оценке индивидуальных особенностей метаболизма металлсвязывающих белков и в частности металлотioneина на фоне одинакового по составу рациона у молочных коров (Wong DL et al., 2017).

Сравнительный анализ качественных характеристик свежей спермы, полученной от быков-производителей из групп, сформированных по концентрации Se в семенной жидкости, выявил значительные различия по величине изучаемых показателей (рисунок 35, 36).



Примечание: \* – разница достоверна при  $P \leq 0,05$

Рисунок 35. Активность сперматозоидов в свежей сперме быков-производителей, разводимых в Ленинградской области в зависимости распределения концентраций Se в границах нормы.



Примечание: \* – разница достоверна при  $P \leq 0,05$

Рисунок 36. Концентрация сперматозоидов в свежей сперме быков-производителей, разводимых в Ленинградской области в зависимости распределения концентраций Se в границах нормы, млрд.

В частности, установлено, что у животных с содержанием Se в семенной жидкости ниже установленной границы (Ленинградская область), отмечалось пониженная относительно группы с содержанием Se в пределах допустимых значений концентрация сперматозоидов – на 11,6 % ( $P \leq 0,05$ ), показатель активности сперматозоидов при этом был ниже на 5,1 % ( $P \leq 0,05$ ). В качестве одной из возможных причин снижения показателей качества спермы в нашем исследовании, может рассматриваться положительное влияние Se на реализацию функции антиоксидантной защиты в семенной жидкости (Wong DL et al., 2017).

Так, в ранее проведенных исследованиях было обнаружено, что присутствие Se в семенной жидкости отрицательно коррелирует с уровнем перекисного окисления липидов в этом биосубстрате (Atig F et al., 2012)

Кроме того, было обнаружено, что Se не только обладает прямыми антиоксидантными свойствами, но также связан с активностью антиоксидантной селенопротеиновой глутатионпероксидазы. Этот фермент участвует в восстановлении глутатиона ( $\gamma$ -L - глутамил - L-цистеинилглицин), который, как и Se, обладает прямыми антиоксидантными свойствами и участвует в активности

ферментных антиоксидантов, таких как супероксиддисмутаза и каталаза (Schnabel R et al., 2008).

Косвенным подтверждением данного утверждения являются результаты по оценке активности ферментов первичной антиоксидантной защиты в семенной жидкости быков-производителей полученные в нашем эксперименте (таблица 84).

Таблица 84. Антиоксидантный статус семенной жидкости быков-производителей в зависимости распределения концентраций Se в границах нормы.

| Показатель                       | Группа       |               |
|----------------------------------|--------------|---------------|
|                                  | I            | II            |
| Супероксиддисмутаза, ед/мг белка | 0,494±0,0312 | 0,586±0,0283* |
| Каталаза, ед/мг белка            | 1,19±0,0557  | 1,38±0,0682*  |
| Малоновый диальдегид, мкМ/л      | 2,89±0,152   | 2,44±0,132*   |

Примечание: \* – разница достоверна при  $P \leq 0,05$

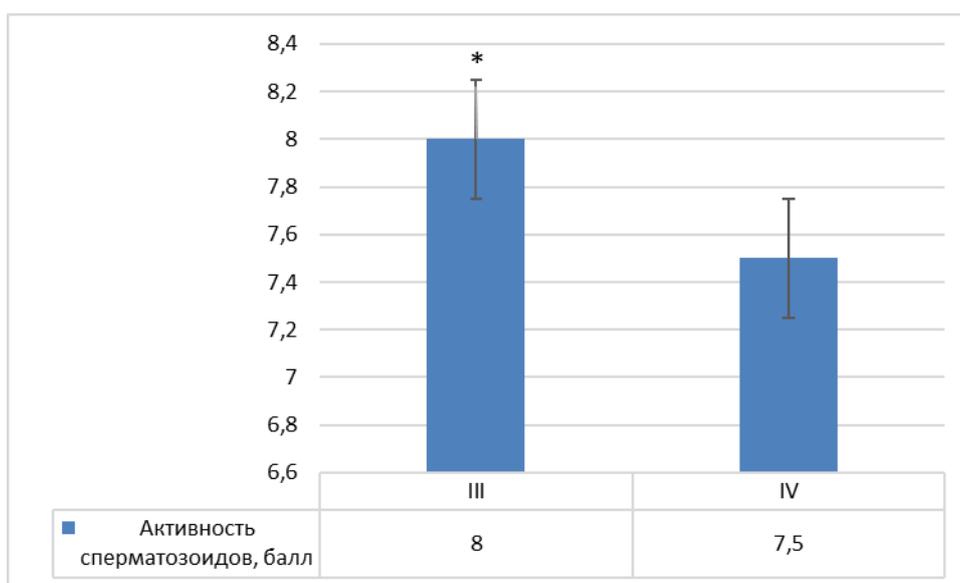
Анализ полученных данных показал, что самая низкая активность ферментов супероксиддисмутазы и каталазы отмечалась в семенной жидкости быков-производителей с уровнем Se в границах нормы (II группа). При этом, в группе с состоянием дефицита Se, которое фиксировалось по его концентрации в семенной жидкости, сопровождалось снижением активности этих ферментов на 15,7 ( $P \leq 0,05$ ) и 13,8 % ( $P \leq 0,05$ ), соответственно. Считается, что основным негативным эффектом окислительного стресса в семенной жидкости, является перекисное окисление липидов (ПОЛ). ПОЛ вызывает угнетение синтеза аденозинтрифосфорной кислоты, что в свою очередь приводит к снижению подвижности сперматозоидов (Rivlin J et al., 2004).

В результате совокупности всех этих повреждений, вызванных окислительным стрессом, часть клеток сперматозоидов подвергается апоптозу и они теряют подвижность. Более того, даже после оплодотворения эмбрионы, полученные от самцов с высоким уровнем окислительного стресса в семенной жидкости имеют более высокую вероятность выкидыша, вероятно, из-за повреждения ДНК и окисления белков (McQueen DB et al., 2019).

Одним из часто используемых и информативных маркеров окислительного стресса в биосубстратах считается малоновый диальдегид, который является одним из конечных продуктов перекисного окисления полиненасыщенных жирных кислот в клетке (Miroshnikov S et al., 2019). Данные полученные в нашем эксперименте свидетельствуют о том, что у особей группы с недостатком Se в семенной жидкости отмечались повышенные на 18,4 % ( $P \leq 0,05$ ) уровни малонового диальдегида, что указывает на увеличения процесса ПОЛ у этих животных.

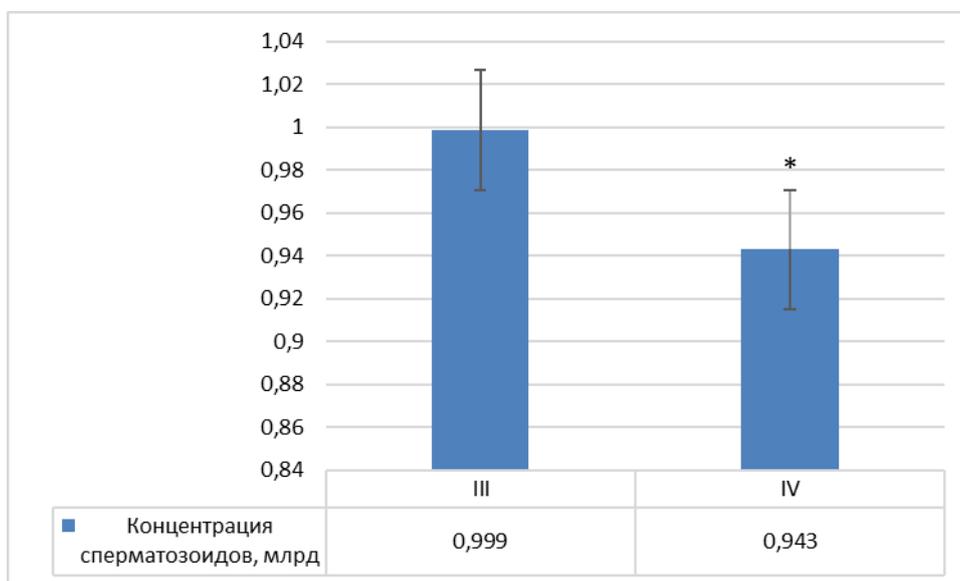
Таким образом можно констатировать, что недостаток Se крайне негативно отражается на воспроизводительной способности быков-производителей (Agarwal A and Sekhon LH., 2011).

Опираясь на эти данные, следовало ожидать повышения качества спермы, на фоне дальнейшего увеличения уровня Se в семенной жидкости. Однако, как показали результаты нашего эксперимента, для животных Вологодской популяции, в семенной жидкости которых был установлен избыток Se (IV группа), фиксировалось снижение показателей качества спермы, что выражалось в достоверном уменьшении активности и количества сперматозоидов на 6,3 ( $P \leq 0,05$ ) и 5,7 % ( $P \leq 0,05$ ), соответственно по отношению к особям с нормальными значениями (рисунок 37, 38).



Примечание: \* – разница достоверна при  $P \leq 0,05$

Рисунок 37. Активность сперматозоидов в свежей сперме быков-производителей, разводимых в Вологодской области в зависимости распределения концентраций Se в границах нормы.



Примечание: \* – разница достоверна при  $P \leq 0,05$

Рисунок 38. Концентрация сперматозоидов в свежей сперме быков-производителей, разводимых в Вологодской области в зависимости распределения концентраций Se в границах нормы, млрд.

Анализ научной литературы по данной проблематике, показал, неоднозначное влияние добавок Se на воспроизводительные качества самцов. В частности, было отмечено, негативное влияние, селенсодержащих добавок на количественные и качественные характеристики спермы (Lovercamp KW et al., 2013). Возможно, что при отсутствии норм содержания Se в биологически активных биосубстратах в организме крупного рогатого скота, указанные добавки вводились на фоне превышения его концентрации в организме. Как сообщается в отдельных источниках, избыток Se, равно как и его недостаток, у млекопитающих, может рассматривается в качестве фактора развития ПОЛ. В частности, было установлено, что селенид водорода, который является распространенным промежуточным звеном метаболизма Se, может активировать апоптоз половых клеток за счет накопления в митохондриях, что в свою очередь может сопровождаться нарушением их структуры и приводить к гибели (Dalia

AM et al., 2017). В целом, наличие факта повышения уровня ПОЛ и снижения уровня антиоксидантной защиты у быков-производителей разводимых на территории Вологодской области на фоне избытка Se в организме согласуется с результатами, полученными в нашем эксперименте (таблица 85).

Таблица 85. Антиоксидантный статус семенной жидкости быков-производителей в зависимости распределения концентраций Se в границах нормы.

| Показатель                       | Группа       |               |
|----------------------------------|--------------|---------------|
|                                  | III          | IV            |
| Супероксиддисмутаза, ед/мг белка | 0,531±0,0135 | 0,492±0,0116* |
| Каталаза, ед/мг белка            | 1,23±0,0691  | 1,18±0,0574   |
| Малоновый диальдегид, мкМ        | 2,72±0,0712  | 2,93±0,0729*  |

Примечание: \* – разница достоверна при  $P \leq 0,05$

Так, было установлено, что в семенной жидкости отобранной от животных из группы с избытком Se, наблюдалась достоверно меньшая активность фермента супероксиддисмутаза на 7,4 % ( $P \leq 0,05$ ), а также увеличение уровня малонового диальдегида в семенной жидкости на 7,2 % ( $P \leq 0,05$ ).

Таким образом, можно констатировать, что избыток или недостаток уровня Se в семенной жидкости быков-производителей, относительно установленной нормы, сопровождается достоверным снижением качественных характеристик спермы и приводит к снижению активности ферментов антиоксидантной защиты, которое фиксируется на фоне повышения уровня малонового диальдегида в семенной жидкости.

#### **3.4.1.4. Разработка референтных интервалов химических элементов в шерсти быков-производителей**

Следующим этапом наших исследований явился расчет референтных интервалов концентраций химических элементов в биологически неактивном биосубстрате: шерсти, в тех же границах референтных интервалов что и для семенной жидкости.

Справочные интервалы концентраций химических элементов в шерсти быков производителей рассчитанные по рекомендациям Международного союза теоретической и прикладной химии, а также Американского общества ветеринарной клинической патологии в границах от 2,5 до 97,5 процентиля представлены в таблице 86.

Референтные интервалы по рекомендации Скальной М.Г. в границах 10, 25-75 и 90 процентиля представлены в таблице 87. Положительной стороной данного метода является то, что он позволяет выявлять начальные стадии элементозов, не доводя до тяжелых форм их проявления. Эффективность данного подхода подтверждается и более чем 1 млн. обращений граждан только в АНО "Центр биотической медицины" г. Москва.

Таблица 86. Референтные интервалы концентраций химических элементов в шерсти быков-производителей, мг/кг

| Элемент                             | Процентиль          |                     |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------|
|                                     | 2,5 (90 % ДИ)       | 97,5 (90 % ДИ)      |
| Макроэлементы                       |                     |                     |
| K                                   | 1273 (1224-1322)    | 6418 (6374-6462)    |
| Ca                                  | 479 (444-514)       | 3368 (3337-3399)    |
| Mg                                  | 129 (119-139)       | 954 (945-963)       |
| Na                                  | 1221 (1175-1267)    | 5367 (5326-5408)    |
| P                                   | 161 (159-163)       | 307 (306-308)       |
| Эссенциальные микроэлементы         |                     |                     |
| Fe                                  | 250 (243,4-256,6)   | 870 (864,2-875,8)   |
| Zn                                  | 118 (117,4-118,6)   | 172 (171,5-172,5)   |
| Co                                  | 0,31 (0,31-0,32)    | 1,04 (1,034-1,046)  |
| Cr                                  | 0,173 (0,17-0,18)   | 0,498 (0,49-0,50)   |
| Cu                                  | 8,35 (8,28-8,42)    | 15,52 (15,46-15,58) |
| I                                   | 0,57 (0,54-0,60)    | 3,36 (3,33-3,39)    |
| Mn                                  | 3,57 (3,38-3,76)    | 20,07 (19,90-20,24) |
| Se                                  | 0,598 (0,59-0,60)   | 1,22 (1,21-1,23)    |
| Условно-эссенциальные микроэлементы |                     |                     |
| B                                   | 1,01 (0,91-1,11)    | 10,03 (9,94-10,12)  |
| Si                                  | 2,13 (2,11-2,15)    | 3,48 (3,47-3,49)    |
| Li                                  | 0,51 (0,508-0,518)  | 1,05 (1,046-1,054)  |
| Ni                                  | 0,135 (0,131-0,139) | 0,535 (0,53-0,54)   |
| V                                   | 0,025 (0,025-0,026) | 0,103 (0,103-0,104) |

|                         |                        |                        |
|-------------------------|------------------------|------------------------|
| As                      | 0,0177 (0,017-0,018)   | 0,0621 (0,0617-0,0625) |
| Токсичные микроэлементы |                        |                        |
| Al                      | 1,66 (1,605-1,715)     | 7,11(7,061-7,159)      |
| Sr                      | 0,801 (0,753-0,849)    | 4,93 (4,89-4,97)       |
| Pb                      | 0,0814 (0,0791-0,0837) | 0,282 (0,280-0,284)    |
| Sn                      | 0,0179 (0,0174-0,0184) | 0,074 (0,0735-0,0745)  |
| Cd                      | 0,0013 (0,0012-0,0014) | 0,0155 (0,0154-0,0156) |
| Hg                      | 0,0478 (0,0471-0,0485) | 0,115 (0,114-0,116)    |

Таблица 87. Концентрация и референтные интервалы химических элементов в шерсти быков-производителей, мг/кг

| Элемент                             | Процентиль |        |        |       | m (90 % ДИ)         | Минимум<br>м | Максимум |
|-------------------------------------|------------|--------|--------|-------|---------------------|--------------|----------|
|                                     | 10         | 25     | 75     | 90    |                     |              |          |
| Макроэлементы                       |            |        |        |       |                     |              |          |
| K                                   | 486        | 676    | 3093   | 4366  | 2167 (2004-2330)    | 196          | 9353     |
| Ca                                  | 1160       | 1597   | 2926   | 3510  | 2278 (2185-2370)    | 237          | 5718     |
| Mg                                  | 290        | 425    | 893    | 1115  | 677 (645-708)       | 102          | 1965     |
| Na                                  | 195        | 314    | 1468   | 2019  | 976 (901-1050)      | 94           | 3263     |
| P                                   | 139        | 180    | 269    | 335   | 230 (222-237)       | 96           | 609      |
| Эссенциальные микроэлементы         |            |        |        |       |                     |              |          |
| Fe                                  | 1,8        | 2,6    | 485,0  | 738,5 | 269,8 (157,4-382,2) | 1,04         | 910      |
| Zn                                  | 6,0        | 8,8    | 132,0  | 155,5 | 74,3 (49,6-99,1)    | 3,32         | 182      |
| Co                                  | 0,008      | 0,011  | 0,619  | 0,822 | 0,387 (0,165-0,609) | 0,0036       | 3,04     |
| Cr                                  | 0,03       | 0,04   | 0,33   | 0,43  | 0,19 (0,12-0,25)    | 0,0307       | 0,598    |
| Cu                                  | 0,66       | 1,00   | 12,79  | 13,88 | 6,55 (4,41-8,69)    | 0,498        | 15,52    |
| I                                   | 0,18       | 0,24   | 2,04   | 2,51  | 1,11(0,68-1,54)     | 0,113        | 4,36     |
| Mn                                  | 0,08       | 0,27   | 7,64   | 17,88 | 5,99 (2,86-9,12)    | 0,0548       | 30,07    |
| Se                                  | 0,70       | 0,88   | 1,31   | 1,42  | 1,08 (0,97-1,20)    | 0,411        | 1,73     |
| Условно-эссенциальные микроэлементы |            |        |        |       |                     |              |          |
| B                                   | 0,29       | 0,36   | 6,99   | 8,85  | 3,10 (1,76-4,43)    | 0,195        | 10,03    |
| Si                                  | 0,48       | 1,26   | 2,64   | 3,35  | 2,06 (1,67-2,46)    | 0,202        | 4,48     |
| Li                                  | 0,060      | 0,070  | 0,781  | 0,947 | 0,441 (0,293-0,588) | 0,0483       | 1,22     |
| Ni                                  | 0,050      | 0,125  | 0,503  | 0,662 | 0,352 (0,252-0,452) | 0,021        | 1,24     |
| V                                   | 0,001      | 0,002  | 0,068  | 0,087 | 0,040 (0,016-0,064) | 0,00093      | 0,332    |
| As                                  | 0,002      | 0,003  | 0,029  | 0,044 | 0,018 (0,012-0,025) | 0,0012       | 0,0621   |
| Токсичные микроэлементы             |            |        |        |       |                     |              |          |
| Al                                  | 0,123      | 0,228  | 3,710  | 5,385 | 2,41 (1,363-3,453)  | 0,0097       | 13,11    |
| Sr                                  | 0,106      | 0,154  | 3,440  | 4,455 | 1,75 (0,885-2,613)  | 0,0587       | 9,03     |
| Pb                                  | 0,034      | 0,084  | 0,257  | 0,296 | 0,20 (0,084-0,316)  | 0,0236       | 1,77     |
| Sn                                  | 0,0003     | 0,0058 | 0,0426 | 0,058 | 0,075 (0,003-0,178) | 0,0001       | 1,53     |
| Cd                                  | 0,0001     | 0,0003 | 0,0048 | 0,01  | 0,004 (0,002-0,005) | 0,00012      | 0,0175   |
| Hg                                  | 0,0035     | 0,0109 | 0,0920 | 0,109 | 0,057 (0,041-0,074) | 0,0009       | 0,15     |

Пример использования референтных интервалов для индивидуальной оценки элементного статуса и последующей целенаправленной коррекции приведен на быках-производителях Фаворита 886 как худшего в исследуемой группе и Освальда 2842 как лучшего (рисунок 39, 40).

От быка-производителя 1886 Фаворита за месяц предшествовавшего отбору шерсти был произведен отбор 14 эякулятов, 8 из которых были забракованы по причине низкой концентрации в 1 мл сперматозоидов на уровне 0,7 млрд. и низкой их активности, 408 доз было заморожено.

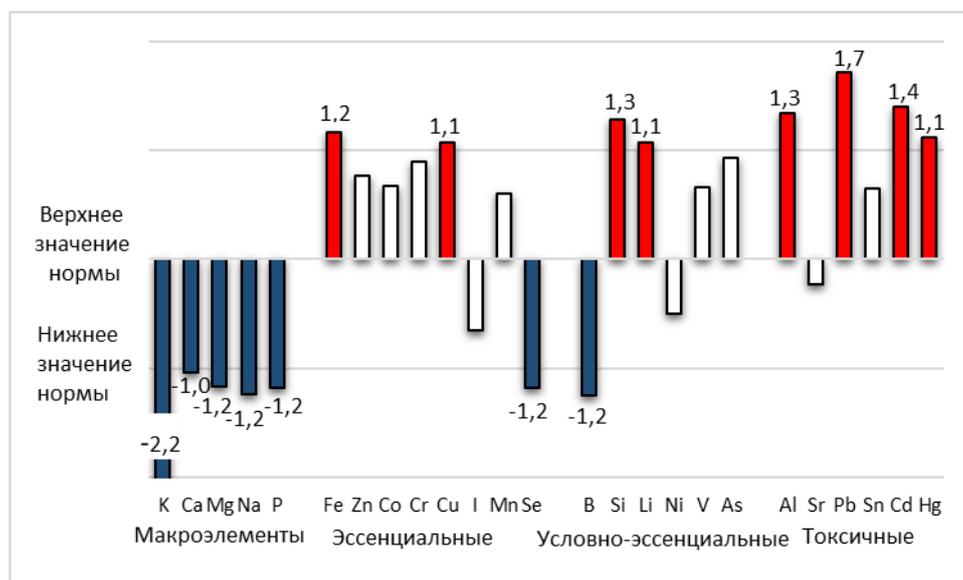


Рисунок 39. Кратность отклонений концентраций химических элементов в шерсти быка-производителя Фаворита 1886, 24.09.2017 года рождения.

Как видно из полученных данных у данного быка наблюдался дефицит всего макроэлементного звена и микроэлементов Se и B при избытке токсичных микроэлементов: Al, Pb, Cd, Hg. В рамках корректирующих мероприятий необходимо увеличить дозы вводимых макроэлементов и микроэлемента Se, последний кроме доказанного влияния на фертильность (Kehr S et al., 2009), обладает и антагонистическими свойствами к ряду токсичных элементов (Kotyzová D et al., 2010; Bjerregaard P et al., 2011; Skalnaya MG et al., 2018).

Совсем иная картина получена на быке-производителе Освальд 2842 за месяц предшествовавшего отбору шерсти от которого было взято 14 эякулятов с активностью. 8 баллов, концентрацией сперматозоидов 1,1-1,7 млрд в мл и заморожено 1875 доз.

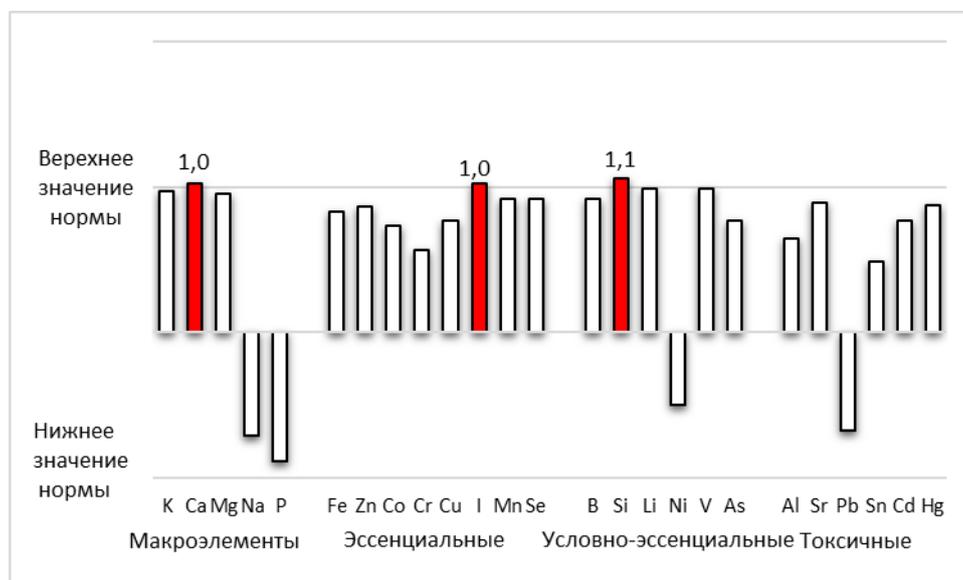


Рисунок 40. Кратность отклонений концентраций химических элементов в шерсти быка-производителя Освальда 2842, 19.01.2017 года рождения.

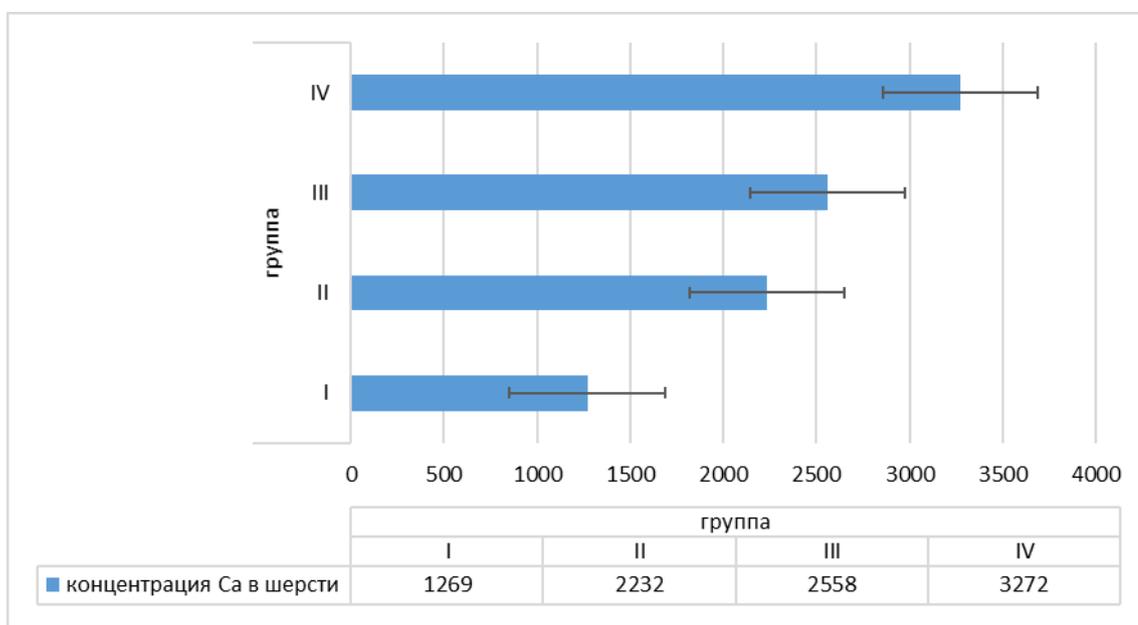
Высокое качество получаемой спермопродукции от данного быка согласуется и с его элементным статусом

Таким образом, в рамках данного исследования были определены референтные интервалы концентраций 25 химических элементов (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Hg, Sr, V, Zn) в шерсти быков-производителей. Использование предлагаемых референтных интервалов позволит выявлять как на групповом, так и индивидуальном уровне элементозы по отдельным элементам и своевременно проводить их коррекцию для повышения количественных и качественных характеристик спермы.

Оценка влияния концентраций Ca в шерсти в границах, определенных референтных интервалов на качественные характеристики спермы быков-производителей голштинской породы проведена в условиях Ленинградской и Вологодской областей. Критерием для отбора животных являлось ранее

выявленное отклонение от установленных норм по содержанию элементов-маркеров в шерсти (Ca и Al), влияющих на качественные характеристики семени (Фролов А.Н. и др., 2022).

Схемой исследований предполагалось разделение животных на группы в зависимости от уровня кальция в шерсти. В I и II группы были включены животные разводимые в Вологодской области, соответственно с уровнем кальция меньше нормы и в норме. В III и IV группы были включены животные разводимые в Ленинградской области, соответственно с уровнем кальция выше нормы и в норме. Фактические значения концентраций Ca в шерсти быков-производителей в разрезе сформированных групп представлены на рисунке 41.



Примечание: а – разница достоверна при  $P \leq 0,01$  (I группа относительно II); b – разница достоверна при  $P \leq 0,01$  (III группа относительно IV)

Рисунок 41. Концентрация Ca в шерсти быков-производителей подопытных групп

В шерсти быков-производителей II группы концентрация Ca была выше на 75,9 % ( $P \leq 0,01$ ) по сравнению с I, в свою очередь особи IV группы превосходили III – на 27,9 % ( $P \leq 0,01$ ).

Известно, что Ca входит в число шести важных химических элементов необходимых для репродуктивного здоровья. В связи с этим необходим постоянный контроль его уровня. Установлено его влияние на подвижность

сперматозоидов и их гиперактивацию, капацитацию сперматозоидов и акросомную реакцию, а также хемотаксис сперматозоидов (Mirnamniha M et al., 2019).

Анализ качественных характеристик спермы в разрезе сформированных групп выявил значительные различия по некоторым из них (рисунок 42, 43).

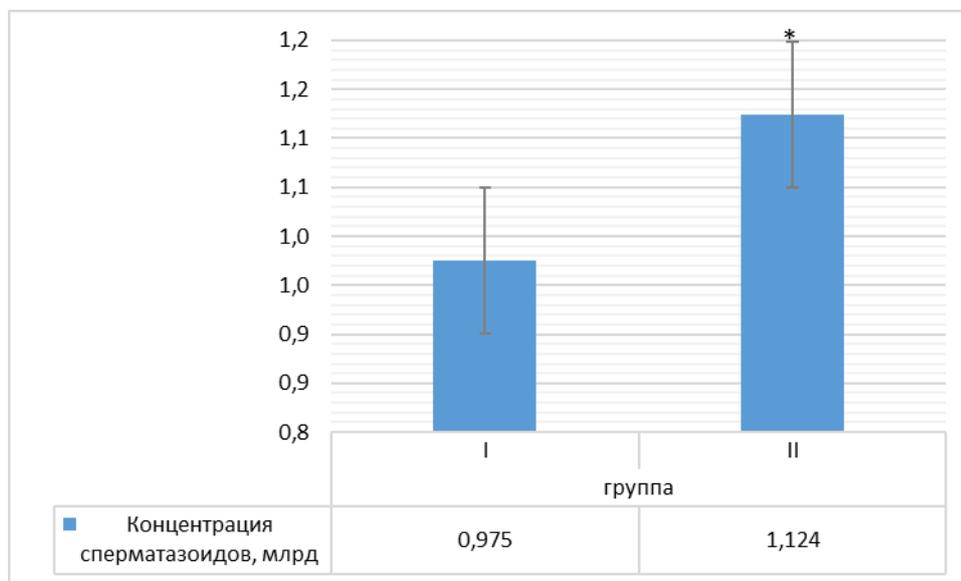


Рисунок 42. Концентрация сперматозоидов в свежей сперме быков-производителей, разводимых в Вологодской области в зависимости уровня Са в шерсти.

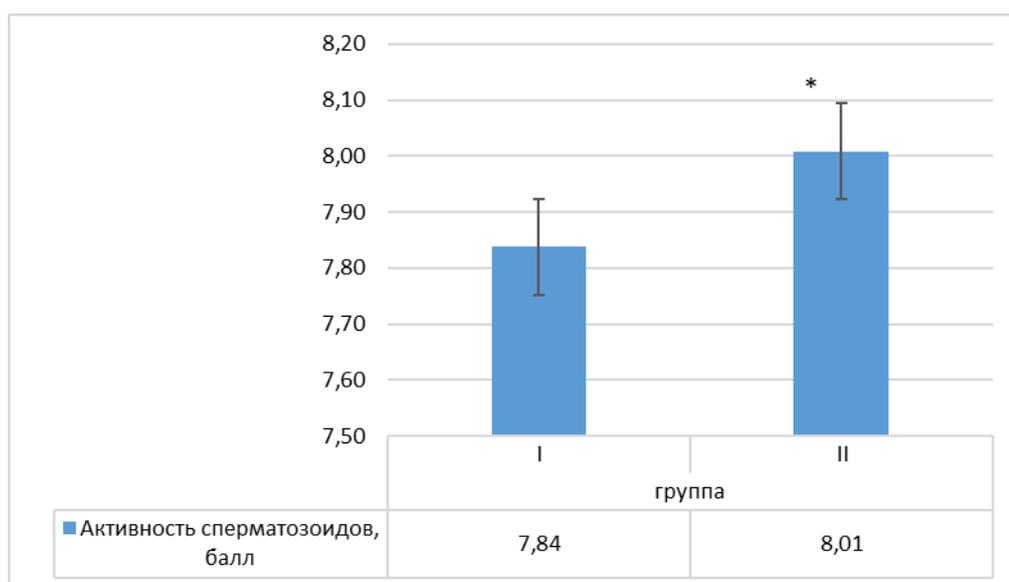


Рисунок 43. Активность сперматозоидов в свежей сперме быков-производителей, разводимых в Вологодской области в зависимости уровня Са в шерсти.

Так, в группе быков-производителей с уровнем Са в границах предложенных референтных интервалов была выше концентрация на 15,3 % ( $P \leq 0,001$ ) и активность – на 0,17 балл ( $P \leq 0,05$ ) сперматозоидов в свежей сперме по сравнению с группой со сниженным его уровнем (ниже 25 перцентиля).

Таким образом, низкие концентрации Са в шерсти быков-производителей ассоциируются со сниженной активностью и концентраций сперматозоидов в свежей сперме. В дальнейшем нами изучено влияние высоких концентраций Са (рисунок 44).

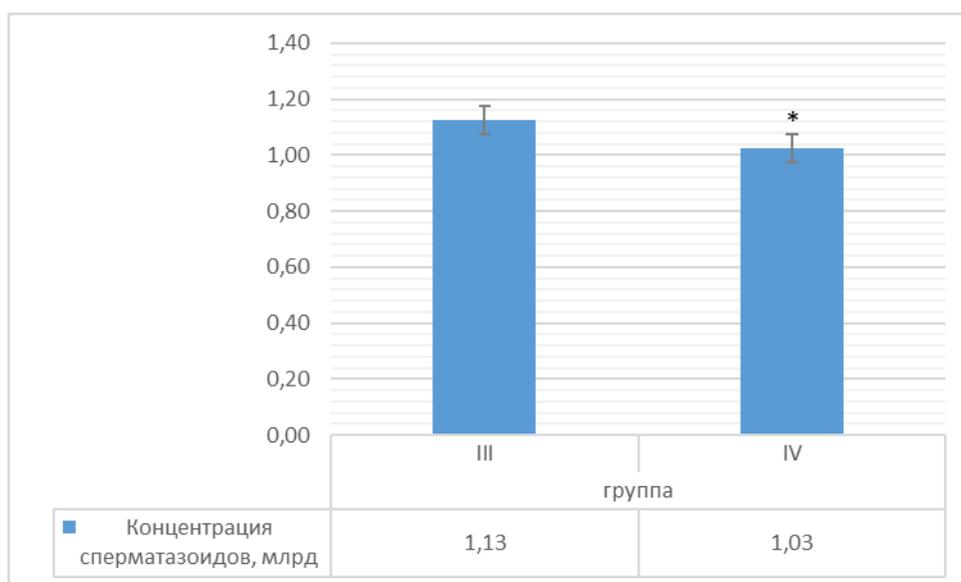


Рисунок 44. Концентрация сперматозоидов в свежей сперме быков-производителей, разводимых в Ленинградской области в зависимости уровня Са в шерсти.

В нашем исследовании единственным показателем, на который повлияло высокое содержание Са, явилась концентрация сперматозоидов, которая снизилась в IV группе на 8,98 % ( $P \leq 0,05$ ). Подтверждением нами полученных данных может являться исследование на родительском поголовье бройлеров, которое показало негативное влияние повышенных концентраций Са в кормление

петушков приводящее к сокращению периода оплодотворения и снижению концентрации сперматозоидов и функции яичек (Tyler NC et al., 2021).

### **3.4.2. Влияние коррекции концентраций селена и цинка в семенной жидкости на элементный состав, антиоксидантный статус и качественные характеристики спермы быков-производителей**

Известно, что элементы играют важную роль в здоровье и воспроизводстве крупного рогатого скота (Khalil WA et al., 2019).. Дисбаланс микроэлементов влияет на репродуктивную функцию быков-производителей, а их дефицит может привести к дегенеративным изменениям в сперматогенезе (Aguilar GF et al., 2012),, тем самым напрямую воздействуя на производительные качества. При этом наиболее значимыми для репродуктивной функции быков-производителей являются цинк и селен Massanyi P et al., 2003; Mirnamniha M et al., 2019).

Селен (Se) является важным микроэлементом для животноводства, который действует как структурный компонент по крайней мере в 25 селенопротеинах, участвует в синтезе гормонов щитовидной железы, играет ключевую роль в системе антиоксидантной защиты и оказывает значительное влияние воспроизводительные качества сельскохозяйственных животных и человека (Yuhui Zheng, et al., 2021). Имеющиеся данные показывают, что концентрация селена в семенной жидкости отрицательно коррелирует с уровнем перекисного окисления липидов в этом биосубстрате и повышает уровень активности ферментов первичной антиоксидантной защиты, что способствует повышению качественных показателей спермы быков-производителей (Mehdi Y., Dufrasne I. 2016). Дефицит селена может вызвать снижение синтеза половых гормонов и служить причиной нарушения сперматогенеза и часто связан со снижением подвижности сперматозоидов. В тоже время, включение дополнительных источников селена в рационы крупного рогатого скота рекомендовано, как метод увеличения воспроизводительных качеств крупного рогатого скота (Hall J.A., et al. 2014). В частности, установлено, что увеличение уровня селена с 70 до 230 мкг/кг рациона оказывало благоприятное влияние на устойчивость

сперматозоидов быков-производителей голштинской породы (Singh A.K., 2018). Аналогичным образом, введение селенита натрия в ежедневный рацион быков-производителей приводило к увеличению количества сперматозоидов с высокой прогрессивной подвижностью у герефордских быков (Marai I.F.M., El-Darawany A.A., Ismail E.A., Abdel-Hafez M.A.M., 2009). Показано, что обогащение разбавителя спермы наночастицами селена в концентрации 1,0 мкг/мл улучшало качество спермы быков после оттаивания и повышало уровень фертильности *in vivo* за счет снижения апоптоза и перекисного окисления липидов в семенной жидкости вызванного криоконсервацией (Khalil W.A., et al 2019).

Цинк (Zn) является важным элементом с широким спектром биологических функций. Более 200 Zn-металлоферментов регулируются Zn. Он играет важную роль в реализации репродуктивных качеств самцов крупного рогатого скота (Zakošek Pipan M., et al 2021). Цинк содержится в сперматозоидах и в семенной жидкости, где его концентрация выше, чем во всех других жидкостях организма. В сперме млекопитающих Zn секретируется в основном предстательной железой (Kerns K., Zigo M., Sutovsky P., 2018). Ионы Zn содержащиеся в семенной жидкости напрямую связаны с фундаментальными процессами связанными с приобретением сперматозоидами способности к подвижности и оплодотворению (Khalil W.A., El-Harairy M.A., Zeidan A.E.B., Hassan M.A.E., 2019). В отдельных исследованиях отмечается, что дополнительное введение источников Zn в рационы быков-производителей увеличивает количество сперматозоидов, повышает их подвижность, а также сопровождается увеличением выработки тестостерона, что приводит к улучшению структуры семенников у быков-производителей (Singh A.K., Rajak S.K., Kumar P., Kerketta S., Yogi R.K., 2018).

В связи с этим нами были проведены масштабные исследования по разработке и апробации технологии оценки элементного статуса быков-производителей. Новая технология включает в себя методику высокоточного исследования элементного состава семенной жидкости с использованием современных аналитических методов, а также показатели физиологических норм

концентраций 25 химических элементов в семенной жидкости быков-производителей (Завьялов О.А., 2022; Завьялов О.А., и др., 2022).

Первичная оценка элементного состава семенной жидкости быков-производителей выявила, пониженные, относительно физиологической нормы, концентрации К, Cr, Zn и Se, избыток был установлен для Al, Cd, Hg, Pb и As (таблица 88).

Таблица 88. Содержание химических элементов в семенной жидкости быков-производителей симментальской породы при скармливании органических форм селена и цинка, мкг/г

| Элемент                        | Группа        |                        |                             | Норма         |
|--------------------------------|---------------|------------------------|-----------------------------|---------------|
|                                | фон           | контрольная            | опытная                     |               |
| Макроэлементы                  |               |                        |                             |               |
| Na                             | 1618±581      | 1638±527               | 1664±569                    | 1673-1874     |
| Mg                             | 94,66±23,66   | 98,75±28,25            | 93,47±23,37                 | 90,02-109,4   |
| K                              | 2256±512      | 2225±529               | 2310±594                    | 2939-3208     |
| Ca                             | 483,8±121,6   | 476,6±114,8            | 497,4±120,5                 | 480,0-559,5   |
| Эссенциальные элементы         |               |                        |                             |               |
| Mn                             | 0,438±0,097   | 0,426±0,098            | 0,412±0,053                 | 0,216-0,381   |
| Co                             | 0,011±0,004   | 0,011±0,005            | 0,012±0,003                 | 0,0097-0,0115 |
| Cu                             | 1,023±0,154   | 1,069±0,176            | 0,894±0,191 <sup>bc</sup>   | 0,862-1,09    |
| Fe                             | 7,18±1,65     | 7,34±1,13              | 7,11±1,09                   | 2,26-4,28     |
| Cr                             | 0,023±0,004   | 0,025±0,005            | 0,023±0,006                 | 0,0389-0,0484 |
| Zn                             | 4,22±0,51     | 3,98±0,56              | 7,92±0,695 <sup>bc</sup>    | 7,86-9,27     |
| Se                             | 0,708±0,111   | 0,704±0,122            | 1,33±0,145 <sup>bc</sup>    | 1,25-1,33     |
| Условно-эссенциальные элементы |               |                        |                             |               |
| Ga                             | 0,079±0,014   | 0,083±0,014            | 0,084±0,015                 | нет данных    |
| Ag                             | 0,006±0,001   | 0,005±0,002            | 0,007±0,002 <sup>c</sup>    | нет данных    |
| In                             | 0,045±0,003   | 0,046±0,002            | 0,045±0,004                 | нет данных    |
| Ba                             | 0,176±0,056   | 0,196±0,075            | 0,218±0,095                 | нет данных    |
| Tl                             | 0,0007±0,0001 | 0,0007±0,0002          | 0,0007±0,0001               | нет данных    |
| Bi                             | 0,007±0,001   | 0,008±0,002            | 0,006±0,002                 | нет данных    |
| B                              | 0,806±0,239   | 0,925±0,332            | 0,999±0,378                 | 0,337-0,473   |
| Ni                             | 0,136±0,027   | 0,138±0,028            | 0,138±0,021                 | 0,111-0,464   |
| As                             | 0,058±0,016   | 0,063±0,023            | 0,045±0,019                 | 0,0024-0,0033 |
| Токсичные элементы             |               |                        |                             |               |
| Sr                             | 0,147±0,026   | 0,136±0,033            | 0,154±0,032                 | 0,128-0,159   |
| Cd                             | 0,0192±0,0063 | 0,0195±0,0062          | 0,0101±0,0039 <sup>bc</sup> | 0,0003-0,0004 |
| Hg                             | 0,252±0,099   | 0,232±0,011            | 0,212±0,096                 | 0,0081-0,0134 |
| Pb                             | 0,173±0,052   | 0,182±0,046            | 0,081±0,028 <sup>bc</sup>   | 0,0749-0,124  |
| Al                             | 3,82±0,691    | 4,93±1,49 <sup>a</sup> | 2,82±0,875 <sup>bc</sup>    | 0,199-0,270   |

<sup>a</sup> Разница достоверна по отношению к фоновым значениям; <sup>b</sup> Разница достоверна по отношению к фоновым значениям; <sup>c</sup> Разница достоверна по отношению к контрольной группе

Анализ результатов химического состава семенной жидкости на 90 сутки эксперимента показал, что скармливание испытуемого комплекса способствовало нормализации селена и цинка в семенной жидкости. В целом средние значения концентрации цинка повысились по отношению к фоновым значениям и аналогичным показателям контрольной группы на 87,7 ( $P \leq 0,05$ ) и 99,0 % ( $P \leq 0,05$ ), Se – на 87,8 ( $P \leq 0,05$ ) и 88,9 % ( $P \leq 0,05$ ) соответственно. Данный факт подтверждает гипотезу о том, что элементный состав семенной жидкости является в первую очередь отражением уровня минерального кормления животного. Ранее сообщалось об увеличении содержания селена в биологических жидкостях крупного рогатого скота при добавлении обогащенных селеном злаков (Żarczyńska K et al., 2013), минерального (селенита) и органического селена (дрожжей) (Juniper D.T et al., 2008). В этой связи, заслуживает внимания факт достоверного снижения уровней Al, Cd и Pb на фоне потребления одинакового по содержанию этих элементов рационов. Принимая во внимание, что ни один элемент в организме не действует изолированно и степень его влияния на обменные процессы в организме, помимо других факторов, определяется интенсивностью межэлементных взаимодействий, то выявленное в нашем исследовании пониженные концентрации свинца в семенной жидкости животных опытной группы относительно контрольных и фоновых значений может являться следствием повышенного поступления селена и цинка в организм опытных животных в составе испытуемого минерального комплекса и проявлением эффекта антагонизма (Мирошников С.А., Завьялов О.А., 2020).

Оценка содержания химических элементов в семенной жидкости быков-производителей контрольной группы после 90 суток эксперимента, достоверных различий по величине оцениваемых показателей не выявила. Исключением являлся алюминий, концентрация которого у животных базового варианта увеличилась на 29,05 % ( $P \leq 0,05$ ) по отношению к фоновым значениям. Последующая интерпретация полученных данных к интервалам физиологических норм позволила констатировать у животных контрольной группы недостаток Cr, Zn и Se на фоне избытка Al, Cd, Hg, Pb и As.

Дисбаланс микроэлементов в семенной жидкости животных контрольной группы негативно повлиял на их репродуктивную функцию, о чём свидетельствуют результаты оценки качественных показателей спермы (таблица 89).

Таблица 89. Качественные характеристики спермы быков-производителей симментальской породы при скармливании органических форм селена и цинка.

| Показатель   | Группа      |             |             |
|--|-------------|-------------|-------------|
|  | фон         | контрольная | опытная     |
| Средний объём эякулята, мл                             | 4,64±0,769  | 4,78±0,853  | 4,69±0,565  |
| Концентрация сперматозоидов, млрд/мл                   | 0,963±0,111 | 0,959±0,118 | 1,09±0,107* |
| Активность сперматозоидов, балл                        | 7,86±1,09   | 7,75±1,26   | 8,95±0,956* |
| Активность сперматозоидов после криоконсервации, балл  | 4,21±0,521  | 4,19±0,483  | 4,71±0,425* |
| Активность после криоконсервации (через 5 часов), балл | 2,86±0,591  | 2,75±0,525  | 3,05±0,321  |

<sup>a</sup> Разница достоверна по отношению к фоновым значениям; <sup>b</sup> Разница достоверна по отношению к контрольной группе

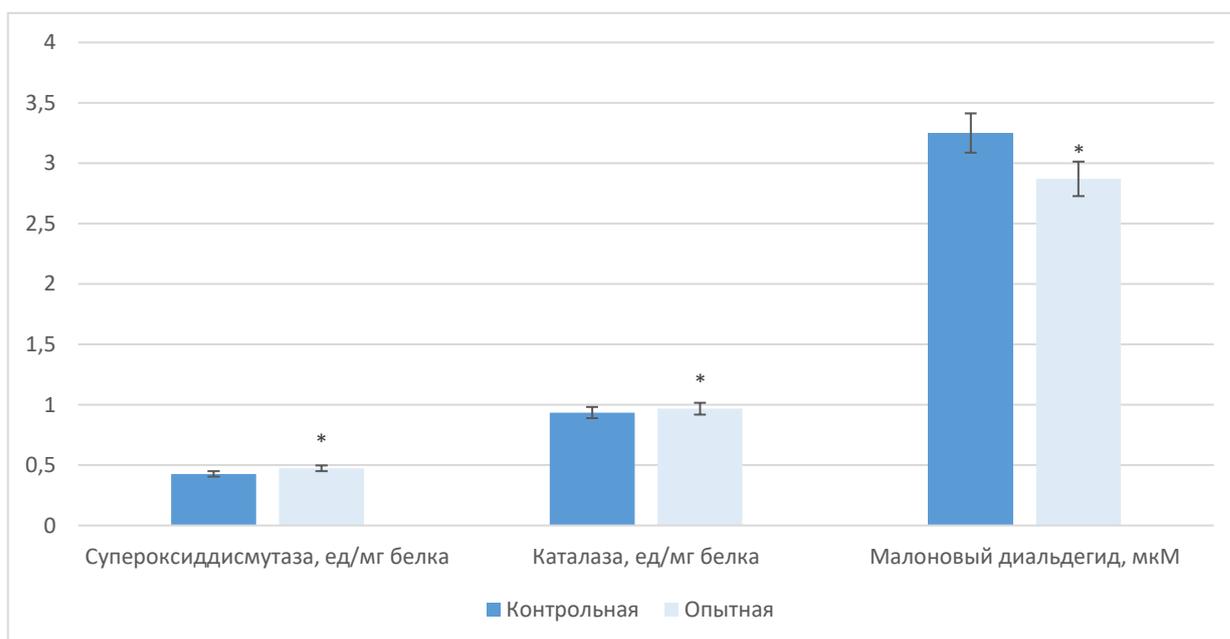
Полученные результаты продемонстрировали положительную тенденцию в показателях количества спермы в конце эксперимента по отношению к началу у животных опытной группы. Так, было установлено, что введение в рацион комплекса эссенциальных элементов сопровождалось увеличением концентрации сперматозоидов в свежей сперме на 13,2 % ( $P \leq 0,05$ ), активности на 13,9 % ( $P \leq 0,05$ ), активности сперматозоидов после криоконсервации на 11,9 % ( $P \leq 0,05$ ). Аналогичная разница между животными контрольной и опытной групп в конце эксперимента составила 13,7 % ( $P \leq 0,05$ ); 15,5 % ( $P \leq 0,05$ ); 12,4 % ( $P \leq 0,05$ ), соответственно. В целом полученные в нашем эксперименте результаты по влиянию добавок цинка и селена на качественные показатели спермы согласуются с проведёнными ранее исследованиями (Wong WY et al., 2001; Kawakami E et al., 2007) и объясняются тем, что цинк является важным фактором

нормального функционирования предстательной железы и половой системы в целом (Eskenazi B et al., 2005). Физиологическая роль цинка, содержащегося в секрете предстательной железы, заключается в реализации механизмов разъединения головки и хвоста сперматозоидов, а также способности хроматина к деконденсации. Кроме того, цинк в семенной плазме стабилизирует клеточную мембрану и ядерный хроматин сперматозоидов (Kvist U., 1980). Селен в свою очередь обладает прямыми антиоксидантными свойствами и связан с активностью таких ферментов как супероксиддисмутаза и каталаза (Schnabel R et al., 2008).

Селен в свою очередь обладает прямыми антиоксидантными свойствами и связан с активностью таких ферментов как супероксиддисмутаза и каталаза. Антиоксидантная защита играет ключевую роль в поддержании целостности мембран сперматозоидов и их оплодотворяющей способности. В свою очередь селен, участвующий в антиоксидантной защите организма, существенно модулирует качество мужского эякулята. Также, в семенниках были локализованы некоторые селенопротеины, такие как селенофосфатсинтаза и селенопротеин митохондриальной капсулы (Davis C.D et al., 2012). Окислительный стресс является важным фактором, который негативно влияет на потенциал фертильности сперматозоидов за счет перекисного окисления липидов (Badade ZG et al., 2011). Плазматическая мембрана сперматозоидов чрезвычайно восприимчива к перекисному окислению липидов из-за наличия высокой концентрации полиненасыщенных жирных кислот (Brouwers JF et al., 2003). Эти кислоты придают мембране высокий уровень текучести и эластичности, необходимые для подвижности сперматозоидов и их слияния с ооцитами (Cerolini S et al., 2000). Помимо этого, активные формы кислорода могут повреждать ДНК сперматозоидов, что приводит к передаче дефектной отцовской ДНК плоду (Youssef HAA et al., 2014) атакуя ДНК путем модификации азотистых оснований, разрывов цепей ДНК, перекрестных связей ДНК и хромосомных перестроек (Kemal Duru N et al., 2000).

В нашем эксперименте повышение уровня селена и цинка в семенной жидкости сопровождалось изменениями показателей антиоксидантного статуса и

перекисного окисления липидов в семенной жидкости животных опытной группы (рисунок 45).



Примечание: \* – разница достоверна при  $P \leq 0,05$

Рисунок 45. Показатели антиоксидантного статуса и перекисного окисления липидов семенной жидкости быков-производителей симментальской породы при скармливании органических форм селена и цинка.

В частности, было отмечено, что введение дополнительных источников селена и цинка в рацион быков-производителей опытной группы сопровождалось повышением концентраций ферментов первичной антиоксидантной защиты – супероксиддисмутаза на 16,8 % ( $P \leq 0,05$ ), каталазы – на 6,1 % ( $P \leq 0,05$ ) по сравнению с фоновыми показателями.

Одним из информативных и наиболее часто используемых показателей окислительного стресса в биологических жидкостях является малоновый диальдегид, который считается одним из финальных продуктов перекисного окисления полиненасыщенных жирных кислот в клетке (Miroshnikov S et al., 2019). Анализ полученных данных свидетельствует о том, что у животных опытной группы к концу эксперимента отмечалось значительное уменьшение этого показателя по сравнению с началом, что указывает на снижение процесса перекисного окисления липидов у этих животных. В качестве одной из возможных причин повышения уровня антиоксидантной защиты и как следствие

снижения интенсивности перекисного окисления липидов в нашем эксперименте, по мимо повышения концентраций селена и цинка, можно также рассматривать снижение уровня свинца в семенной жидкости. Свинец влияет на количество глутатиона и функцию антиоксидантных ферментов, таких как каталаза, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа, глутатионпероксидаза, супероксиддисмутаза и глутатион-S-трансфераза у крупного рогатого скота (Sharma P et al., 2022).

Механизм реализации токсического воздействия Pb на указанные ферменты может быть сложным, учитывая, что Pb может конкурентно препятствовать поглощению эссенциальных элементов и в частности, селена и цинка, а также связываться с SH-группой белков (Wang SL et al., 2013).

Таким образом, семенная жидкость является информативным биоматериалом для оценки уровня химических элементов маркеров качественных характеристик спермы быков-производителей. Применение органических форм селена и цинка на фоне недостатка последних в семенной жидкости может рассматривается в качестве эффективного инструмента для повышения качественных характеристик спермы быков-производителей.

### **3.4.3. Влияние коррекции элементного статуса быков-производителей оцененного по концентрации химических элементов в волосе на качественные характеристики спермопродукции**

На первом этапе эксперимента нами произведена оценка концентраций химических элементов в шерсти быков-производителей симментальской породы с ранее разработанными референтными интервалами которые, согласно рекомендациям международного союза теоретической и прикладной химии, могут быть использованы в качестве физиологической нормы (Poulsen OM et al., 1997). Результаты этой оценки показали, что по большинству оцениваемых элементов фоновые значения группы опытных быков-производителей находились в границах физиологической нормы. Исключением являлись низкие концентрации Ca и Se, и высокие Cr, Al, Pb, Cd, Hg (таблица 90).

Таблица 90. Концентрация химических элементов в шерсти быков-производителей симментальской породы, мг/кг

| Элемент                                    | Физиологическая норма |        | Группа      |             |                 |
|--|-----------------------|--------|-------------|-------------|-----------------|
|  | 2,5                   | 97,5   | фон         | контрольная | опытная         |
| <b>Макроэлементы</b>                       |                       |        |             |             |                 |
| K  | 1273                  | 6418   | 4325±684    | 4158±790    | 4492±762        |
| Ca   | 479                   | 3368   | 434±192     | 459±195     | 1318±287***     |
| Mg   | 129                   | 954    | 425±218     | 403±228     | 446±233         |
| Na   | 1221                  | 5367   | 1510±685    | 1578±813    | 1442±619        |
| P  | 161                   | 307    | 216±48      | 239±56      | 287±74          |
| <b>Эссенциальные микроэлементы</b>         |                       |        |             |             |                 |
| Fe   | 250                   | 870    | 405,4±102,0 | 375,8±84,6  | 434,9±118,6     |
| Zn   | 108                   | 172    | 117,4±6,6   | 117,3±6,7   | 127,5±7,2       |
| Co   | 0,31                  | 1,04   | 0,44±0,14   | 0,43±0,114  | 0,46±0,168      |
| Cr   | 0,173                 | 0,498  | 0,67±0,38   | 0,65±0,36   | 0,66±0,48       |
| Cu   | 8,35                  | 15,52  | 8,72±1,73   | 8,99±1,65   | 8,95±1,97       |
| Mn   | 3,57                  | 20,07  | 18,9±1,5    | 17,86±1,73  | 18,87±5,96      |
| Se   | 0,598                 | 1,22   | 0,44±0,11   | 0,42±0,04   | 0,96±0,16***    |
| <b>Условно-эссенциальные микроэлементы</b> |                       |        |             |             |                 |
| B  | 1,01                  | 10,03  | 4,19±1,92   | 3,52±1,11   | 4,85±2,44       |
| Ni   | 0,135                 | 0,535  | 0,51±0,15   | 0,44±0,09   | 0,69±0,18       |
| As   | 0,0177                | 0,0621 | 1,14±0,18   | 1,05±0,17   | 1,24±0,15       |
| <b>Токсичные микроэлементы</b>             |                       |        |             |             |                 |
| Al   | 1,66                  | 7,11   | 15,27±3,39  | 15,28±4,03  | 6,87±2,09**     |
| Sr   | 0,801                 | 4,93   | 4,83±1,71   | 4,81±1,89   | 4,04±1,74       |
| Pb   | 0,0814                | 0,282  | 0,93±1,31   | 1,08±0,56   | 0,53±0,17*      |
| Cd   | 0,0013                | 0,0155 | 0,050±0,009 | 0,042±0,008 | 0,0146±0,001*** |
| Hg   | 0,0478                | 0,115  | 0,72±0,41   | 0,59±0,14   | 0,105±0,08*     |

Примечание: \*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ , \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с контрольной группой

На втором этапе по выявленным дефицитным минеральным веществам нами проведена 90 суточная их коррекция. Результаты которой показали повышение концентраций Ca на 187,1 % ( $P \leq 0,001$ ), Se – на 128,6 % ( $P \leq 0,001$ ), при снижении Al – на 55,0 % ( $P \leq 0,01$ ), Pb – на 50,9 % ( $P \leq 0,05$ ), Cd – на 65,2 % ( $P \leq 0,001$ ) и Hg – на 82,2 % ( $P \leq 0,01$ ). Как видно из полученных данных, повышение концентраций Ca и Se которые вошли в границы ранее разработанной физиологической нормы, сопровождалось достоверным снижением уровня токсичных микроэлементов: Al, Pb, Cd, Hg. Это объясняется антагонистическим действием Se (Qu KC et al., 2020; Zwolak I, 2020), Ca (Christensen K., 2022) и их комплексом на токсичные элементы (Srivastava D et al., 2010; Obaijah J., 2019).

Изучение биохимических показателей крови на фоне введения минеральной добавки для оценки состояния здоровья и репродуктивных качеств являлось важным аспектом наших исследований (таблица 91).

Таблица 91. Биохимические показатели крови быков-производителей на 90 сутки эксперимента

| Показатель                 | Группа       |               |
|----------------------------|--------------|---------------|
|                            | контрольная  | опытная       |
| Глюкоза, ммоль/л           | 1,07±0,19    | 1,41±0,21*    |
| Общий белок, г/л           | 67,89±3,06   | 73,14±2,97*   |
| Альбумин, г/л              | 31,42±15,78  | 41,80±1,30    |
| АЛТ, Ед/л                  | 22,70±18,06  | 32,60±28,83   |
| АСТ, Ед/л                  | 76,20±14,81  | 73,66±10,21   |
| Билирубин общий., мкмоль/л | 2,65±0,21    | 2,57±0,52     |
| Холестерин, мкмоль/л       | 3,61±0,98    | 3,67±0,19     |
| Триглицериды, ммоль/л      | 0,27±0,02    | 0,25±0,03     |
| Мочевина, ммоль/л          | 2,08±1,85    | 2,28±2,58     |
| Креатинин, мкмоль/л        | 158,12±17,94 | 163,10±16,98  |
| Мочевая кислота, ммоль/л   | 29,86±6,98   | 28,44±2,94    |
| Железо, ммоль/л            | 27,28±7,63   | 27,36±4,64    |
| Кальций, ммоль/л           | 2,31±0,14    | 2,68±0,08***  |
| Фосфор, ммоль/л            | 1,24±0,23    | 1,85±0,61     |
| Каталаза, мкМ              | 15,16±1,26   | 20,15±1,13*** |

Примечание: \*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ , \*\*\*  $P \leq 0,001$  по сравнению с контрольной группой

Как видно из полученных данных, на 90 сутки эксперимента в крови быков-производителей опытной группы больше содержалось глюкозы на 31,5 % ( $P \leq 0,05$ ), общего белка – на 7,7 % ( $P \leq 0,05$ ), кальция – на 16,2 % ( $P \leq 0,001$ ) и каталазы – на 32,9 % ( $P \leq 0,001$ ). Повышение данных показателей говорит о положительном влиянии минеральной добавки на обменные процессы в организме. Повышение каталазы в опытной группе, которая является одним из важнейших антиоксидантных ферментов, свидетельствует о снижении окислительного стресса в данной группе и большем разрушении клеточной перекиси водорода с образованием воды и кислорода (Nandi A et al., 2019).

Коррекция элементного статуса быков-производителей по выявленным дефицитными химическим веществам позволила повысить их количественные и качественные характеристики спермы (таблица 92).

Таблица 92. Количественные и качественные характеристики спермы быков-производителей симментальской породы на 90 сутки эксперимента.

| Показатель   | Группа     |             |             |
|--|------------|-------------|-------------|
|  | фон        | контрольная | опытная     |
| Средний объём эякулята, мл                             | 4,68±0,894 | 4,60±0,31   | 5,24±0,36*  |
| Активность сперматозоидов, балл                        | 7,1±0,68   | 7,00±0,61   | 8,06±0,71*  |
| Концентрация, млрд/мл                                  | 0,94±0,08  | 0,92±0,06   | 1,12±0,07** |
| Активность сперматозоидов после криоконсервации, балл  | 4,45±0,51  | 4,40±0,55   | 4,80±0,45   |
| Активность после криоконсервации (через 5 часов), балл | 2,70±0,36  | 2,60±0,42   | 3,20±0,27*  |

Примечание: \*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$  по сравнению с контрольной группой

Так, у быков-производителей опытной группы выявлено повышение объёма эякулята на 13,91 % ( $P \leq 0,05$ ), активность сперматозоидов – на 15,14 % ( $P \leq 0,05$ ), концентрация – на 21,74 % ( $P \leq 0,05$ ), активность сперматозоидов после криоконсервации – на 9,09 % ( $P \geq 0,05$ ), активность после криоконсервации (через 5 часов) – на 23,08 % ( $P \leq 0,05$ ). Это исследование показывает важность коррекции концентраций эссенциальных химических элементов которые ассоциированы с улучшением качественных характеристик спермы. А также антагонистическим действием к токсичным микроэлементам. Пагубное действие последних заключается в избыточной продукции активных форм кислорода (АФК), которые считаются серьезной угрозой для сперматозоидов приводящим к неблагоприятным изменениям морфологии и физиологии сперматозоидов (Pintus E and Ros-Santaella JL. 2021). АФК играют решающую роль в подвижности, капацитации, гиперактивации и акросомной реакции (Du Plessis SS et al., 2015).

Таким образом, шерсть является информативным биоматериалом для оценки и коррекции концентраций химических элементов в организме быков-производителей, в частности Ca и Se; выявление дисбаланса минеральных веществ необходимо проводить по установленным референтным интервалам; коррекция дефицитных эссенциальных элементов позволяет повысить количественные и

качественные характеристики спермы быков-производителей.

### **3.5. Результаты исследований по оценке хозяйственно-биологических особенностей скота калмыцкой породы в условиях Республики Саха (Якутия) при использовании местных природных минеральных кормовых добавок**

Исследования по оценке адаптационных изменений в организме калмыцкого скота выявили целый ряд изменений в метаболизме животных, в том числе в характеристиках элементного статуса. Понимание того, что в условиях новой для себя биогеохимической провинции калмыцкий скот в Якутии оказался не способен сохранять свой элементный статус побудило нас к проведению исследования с дополнительным введением в рацион минеральных комплексов с последующей оценкой параметров биоконверсии кормов животными калмыцкой породы в условиях Якутии. В качестве минеральной добавки нами использованы цеолит и кемпендяйскую соль, производимые на территории Республики.

#### **3.5.1 Характеристика минеральных кормовых добавок**

Изысканию способов повышения качества кормов в условиях Якутии посвящено много работ. Нужно отметить, что известны способы для улучшения качества кормов за счёт использования различных консервантов и кормовые добавки (Бойко И.И., 1980; Барта Я., Бергнер Г., Бучко Я. и др., 1984; Баканов В.Н., Менькин В.К., 1989; Макарцев Н.Г., 2012).

В целях улучшения качества кормов и восполнения дефицита по минеральным веществам в организме сельскохозяйственных животных в условиях Якутии наиболее интересным и перспективным является использование природных минеральных кормовых добавок: цеолиты, сапропели и минеральные соли.

Цеолиты Хонгуринского месторождения обнаружены на территории Сунтарского улуса Республики Саха (Якутия). Запасы цеолитизированных туфов оцениваются примерно в 11,4 млн. тонн (К. Е. Колодезников, и др., 2004; А.Д.

Егорова, В.Н. Рожин, К.Е. Филиппова, 2012). Химический состав цеолитов данного месторождения представлен (%):  $\text{SiO}_2$  – 65,79;  $\text{Al}_2\text{O}_2$  - 12,20;  $\text{CaO}$  – 0,32;  $\text{MgO}$  – 1,15;  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,11;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 3,73;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 1,04;  $\text{TiO}_2$  - 0,19.

В Якутии имеется цеолитоносный район Кемпендяйский в Сунтарском улусе. Известны всего четыре месторождения: Хонгуруу, Сорос, Улахан-Уоттаах и Чучуба (К.Е. Колодезников и др., 1984, 1992, 2003, А.М. Шадрин, 1998).

Химический состав цеолитов представлен минеральными веществами с уникальными адсорбционными и катионо обменными свойствами, которые открывают новые возможности к их применению в сельскохозяйственном производстве.

Многие важные процессы, происходящие в организме животных, например, переваримость питательных веществ, основаны на явлениях адсорбции и ионного обмена. Для оптимизации этих процессов применяются природные и синтетические адсорбенты и ионообменники. На современном этапе развития животноводства все большую роль играют индустриальные методы производства продукции. При этом возникает ряд трудностей с заменой традиционных кормов на высококонцентрированные брикетированные и гранулированные. Специалисты выделяют более 30 заболеваний, связанных с избытком или недостатком минеральных веществ в рационах животных.

Положительное влияние природных цеолитов на усвояемость кормов объясняется следующими процессами:

- 1) поддержанием в пищеварительной системе минерального баланса и оптимальной кислотности (за счет связывания ионов водорода);
- 2) выделением из организма продуктов метаболизма или ядовитых веществ, попавших с кормом;
- 3) адсорбцией или стабилизацией органических соединений;
- 4) влиянием на симбиотическую микрофлору.

Проведённые нами опыты указывают на то, что введение цеолита в рацион молодняка крупного рогатого скота положительно влияет на продуктивность животных. Нами проведены ряд научно-хозяйственных опытов по использованию

цеолита в рационе молодняка крупного рогатого скота и дойных коров разных пород: холмогорский, симментальский, красной степной и калмыцкой.

Молодняку крупного рогатого скота разных пород добавление цеолита в количестве 0,5-0,7 г/кг живой массы и 15-20 г на 1 голову кемпендяйской соли в хозяйственном рационе увеличивает рост и развитие. В частности, у холмогорской породы – на 9,2-11,2 %, симментальской – на 13,5-15,3%, красной степной – на 13,9-15,2 %, калмыцкой породы – на 17,5- 21,3 %.

Как видно из полученных данных наибольшими показателями характеризующими рост и развитие животного характеризовался молодняк калмыцкой породы. Это объясняется тем, что бычки этой породы при включении в рацион минеральных кормовых добавок лучше используют питательные вещества корма. Известно, что цеолиты являются природными сорбентами, которые способствуют помимо улучшения минерального питания, очищению организма от вредных веществ. Это доказывают представленные результаты исследований. К аналогичным выводам приходят Черноградская Н.М. и др. (2018).

### **3.5.2. Корма и кормление подопытных животных**

Экспериментальные исследования проведены осенью 2019 г. (в течение 60 суток) на базе СПК «Солоонун» Мегино-Кангаласского улуса (района) Республики Саха (Якутия). Хозяйство территориально находится в Заречной части Якутии. В ходе исследований из числа клинически здоровых бычков калмыцкой породы методом пар-аналогов были сформированы контрольная и опытная группы по 25 голов в каждой. Рацион и график кормления животных сравниваемых групп был следующим: утром в 08:00 часов бычкам задавали по 8 кг сена, в 12:00 часов – 1,6 кг комбикорма (опытные животные дополнительно получали цеолит 0,200 кг и соль 0,045 кг), в 17:00 часов животным задавали по 6 кг сенажа.

Анализ поедаемости кормов за период исследований позволил установить, что за период эксперимента бычки контрольной групп потребили с кормами

около 388 кг сухого вещества. В опытной группе этот показатель оказался на 2,7% выше.

### 3.5.3. Гематологические показатели подопытных животных

Использование дополнительной подкормки минеральными добавками привело к повышению целого ряда гематологических параметров подопытных животных (таблица 93).

Таблица 93. Морфологические показатели крови бычков опытной и контрольной групп

| Показатель   | Группа       |             | Норма     |
|--|--------------|-------------|-----------|
|  | опытная      | контрольная |           |
| Эритроциты, $10^{12}/л$                            | 6,98±0,23    | 7,14±0,31   | 5,5-8,0   |
| Гемоглобин, г/л                                    | 107,1±3,72*  | 97,2±6,36   | 85-135,0  |
| Лейкоциты, $10^9/л$                                | 8,79±0,56    | 11,33±1,04  | 4,5-12,0  |
| Гематокрит, ед/л                                   | 39,00±1,40   | 39,39±0,95  | 28-32     |
| Средний объем эритроцита, фл                       | 57,55±1,16   | 53,16±1,17  | 83,0-96,0 |
| Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг    | 15,74±0,31   | 13,87±0,29  | 30,0-35,0 |
| Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/л | 274,64±3,73  | 261,94±1,67 | 318-342   |
| Ширина распределения эритроцитов, %                | 18,29±1,35   | 17,03±0,25  | 11,9-14,4 |
| Тромбоциты, $10^9/л$                               | 150,93±13,82 | 144,69±9,58 | 180-400   |
| Средний объем тромбоцита, фл                       | 6,83±0,15    | 6,13±0,11   | 7,0-10,5  |
| Ширина распределения тромбоцитов по объему, %      | 15,17±0,15   | 14,98±0,09  | 11-18     |
| Тромбокрит, %                                      | 0,10±0,01    | 0,08± 0,01  | 0,15-0,50 |

Примечание - \*P<0,01.

Причём достоверными оказались изменения по содержанию гемоглобина в крови опытных животных, уровень которого вырос до  $107,14 \pm 3,72$  г/л против  $97,19 \pm 6,36$  г/л в контроле.

В ходе научно-производственного опыта мы провели также биохимический анализ сыворотки крови у животных опытной и контрольной группы (таблица 94)

Таблица 94. Биохимические показатели сыворотки крови бычков опытной и контрольной групп

| Показатель        | Группа             |                 | Норма   |
|-------------------|--------------------|-----------------|---------|
|                   | опытная            | контрольная     |         |
| АЛТ, ед/л         | $15,57 \pm 2,32^*$ | $13,2 \pm 2,21$ | 8-37    |
| АСТ, ед/л         | $45,93 \pm 2,66^*$ | $87,7 \pm 2,66$ | 34-106  |
| Общий белок, г/л  | $81,89 \pm 1,04$   | $72,9 \pm 1,57$ | 60-80   |
| Мочевина, ммоль/л | $2,54 \pm 0,14$    | $2,7 \pm 0,12$  | 2,8-8,8 |

Примечание - \*P < 0,05; \*\*P < 0,001.

Заметим, что сравнительный анализ биохимических показателей в сыворотке крови бычков опытной группы подтвердил существенные отличия печёночных ферментов (АЛТ и АСТ) у животных.

#### 3.5.4. Рост и мясная продуктивность подопытных животных

В течение эксперимента проводили ежемесячное взвешивание животных и рассчитывали среднесуточный прирост живой массы бычков. Бычков взвешивали на механических весах (вт. 8908 для взвешивания животных) производства ОАО «Иглинский весовой завод».

Анализ динамики живой массы опытной группы откормочных бычков на 30 и 60 сутки эксперимента и среднесуточного прироста за период откорма показал, что при откорме за 30 календарных дней животные в среднем увеличили живую массу на 25,7 кг и в конце откорма - 54,30 кг

Живая масса бычков контрольной группы на начало эксперимента составила  $272,7 \pm 6,2$  кг, в опытной группе  $275,0 \pm 5,17$  кг. Данный показатель к окончанию исследований составил 312,9 и 323,8 кг, соответственно. Таким образом молодняк опытной группы превосходил аналогов по живой массе на момент окончания эксперимента на 3,5%. При этом различия по приросту живой массы за опыт оказались достоверными – 8,5 кг или 21,1%. При этом среднесуточный прирост молодняка контрольной группы составил  $677 \pm 2,5$  г, опытной группы  $813 \pm 1,3$  г.

Использование в кормлении бычков минеральных добавок сопровождалось повышением показателей мясной продуктивности, что, в частности, выражалось в повышении убойного выхода животных опытной группы до 53,3% или на 1,9 % ( $P < 0,05$ ) в сравнении с контролем. При этом убойная масса выросла на 7,7% ( $P < 0,01$ ), масса мякоти туши увеличилась на 11,0 кг или на 6,9% ( $P < 0,05$ ), что имело место на фоне снижения удельной массы костей в туши с 16,3% в контроле до 15,9% в опытной группе. На фоне относительно невысокого уровня кормления масса внутреннего жира в опытной группе выросла на 0,7 кг или 16,7 % ( $P < 0,001$ ).

Известно, что качество мяса включает совокупность свойств, характеризующих пищевую и биологическую ценность, органолептические, структурно-механические, функционально-технологические, санитарно-гигиенические признаки, а также степень их выраженности. Пищевая ценность мяса определяется его химическим составом.

Для оценки пищевой ценности опытных образцов исследовали химический состав мяса, полученного от бычков опытной и контрольной группы (таблица 95).

Анализ данных таблицы свидетельствует о различиях химического состава средней пробы мяса бычков. Изменение объясняется тем, что процесс накопления питательных веществ в организме животных с различиями в рационе кормления, происходил неодинаково. Количество сухого вещества в мясе бычков изменялось от 27,1 до 31,0 %. При этом наибольшим содержанием сухого вещества характеризовалась мякоть туш бычков опытной группы, которая превосходила по этому показателю животных контрольной группы на 4,25 %.

Таблица 95 – Химический состав средней пробы мясного фарша подопытных животных, %

| Показатель     | Группа      |            |
|----------------|-------------|------------|
|                | контрольная | опытная    |
| Сухое вещество | 25,77±0,38  | 31,02±0,26 |
| Протеин        | 15,26±0,20  | 18,11±0,13 |
| Жир            | 9,52±0,08   | 11,22±0,29 |
| Зола           | 0,87±0,010  | 0,96±0,015 |

Данные таблицы показывают, что в средних пробах мяса опытной группы содержание белка было больше на 2,97%, а жира на 2,18%.

Различное содержание белка и жира в мякоти туш бычков разных групп отразилось и на её энергетической ценности. Более высокой энергетической ценностью характеризовалась средняя проба бычков опытной группы.

Имелись определённые различия по содержанию витаминов в мясе бычков разных групп (таблица 96).

Таблица 96 – Содержание витаминов в средней пробе мясного фарша подопытных животных, мг/100г

| Показатель               | Группа      |             |
|--------------------------|-------------|-------------|
|                          | контрольная | опытная     |
| Витамин В <sub>1</sub> , | 0,029±0,003 | 0,033±0,003 |
| Витамин В <sub>2</sub> , | 0,17±0,006  | 0,18±0,006  |
| Витамин Е,               | 0,37±0,009  | 0,39±0,003  |
| Витамин РР,              | 2,43±0,022  | 2,55±0,050  |

По содержанию витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Е, РР наблюдались различия в сторону их количественного увеличения в средней пробе мяса у животных опытной группы.

Так, содержание витамина В<sub>1</sub> было больше на 26,8 %; витамина В<sub>2</sub> – на 5,9 %; витамина Е – на 2,6 %; витамина РР – на 8,2 %.

Нами исследован макроэлементный состав средней пробы мяса-фарша бычков калмыцкой породы при включении в рацион местных природных минеральных кормовых добавок (таблица 97).

Таблица 97 – Содержание макроэлементов в средней пробе мяса-фарша бычков калмыцкой породы, мг/100г

| Показатель | Группа      |            |
|------------|-------------|------------|
|            | контрольная | опытная    |
| Са         | 5,79±0,07   | 7,15±0,42  |
| К          | 287,5±0,35  | 296,7±4,71 |
| Mg         | 17,69±0,08  | 19,06±0,31 |
| Na         | 48,92±0,10  | 51,72±1,42 |
| Р          | 177,5±0,34  | 184,4±3,63 |

Как следует из полученных данных от животных, получавших природные кормовые добавки, получено более полноценное по элементному составу мясо в сравнение с контролем, в том числе по содержанию Са на 1,36 мг/100г, К на 9,18 мг/100 г, Mg на 1,37 мг/100г, Na на 2,8 мг/100 г, Р на 6,91 мг/100 г, Fe – 0,21 мг/100 г., J – 1,62 мкг/100 г., Со – 1,14 мкг/100 г., Си – 16,8 мкг/100 г., Мо – 1,11 мкг/100 г., Zn – 0,1 мг/100 г (таблица 98).

Использование дополнительного включения минеральных добавок в рацион животных позволило улучшить органолептические характеристики мяса и мясных продуктов (таблица 99). В частности, в ходе «слепой» дигустации конкурсная комиссия отдала предпочтение бульону из мяса опытных животных по внешнему виду +0,7 балла, по запаху (аромату) +0,6 балла, по вкусу +0,6 балла, по наваристости + 0,9 балла.

Таблица 98 – Содержание микроэлементов в средней пробе мяса-фарша бычков калмыцкой породы

| Показатель    | Группа      |            |
|---------------|-------------|------------|
|               | контрольная | опытная    |
| Fe, мг/100 г  | 1,9±0,01    | 2,1±0,12   |
| J, мкг/100 г  | 4,6±0,05    | 6,2±0,32   |
| Co, мкг/100 г | 2,8±0,23    | 3,9±0,78   |
| Mn, мг/100 г  | 0,03±0,0012 | 0,03±0,001 |
| Cu, мкг/100 г | 153,5±0,41  | 170,3±5,14 |
| Mo, мкг/100 г | 8,3±0,05    | 9,4±0,33   |
| F, мкг/100 г  | 56,4±0,26   | 60,0±0,59  |
| Zn, мг/100 г  | 2,8±0,012   | 2,9±0,04   |

Таким образом общая оценка качества бульона из мяса опытных животных составила 8,0 баллов, что на 0,7 баллов превысило аналогичный показатель в контрольной группе.

Таблица 99 – Органолептические показатели качества бульона полученного при варке мяса подопытных животных, балл

| Группа      | Показатель качества по 9-ти бальной шкале |                |          |              | Общая оценка качества |
|-------------|---|----------------|----------|--------------|-----------------------|
|             | внешний вид                               | запах (аромат) | вкус     | наваристость |                       |
| Контрольная | 7,4±0,22                                  | 7,2±0,23       | 7,3±0,22 | 7,1±0,18     | 7,3±0,14              |
| Опытная     | 8,1±0,13                                  | 7,8±0,21       | 7,9±0,25 | 8,0±0,16     | 8,0±0,11              |

Сопоставление показателей позволяет сделать заключение, что образцы бульона полученного при варке мяса бычков контрольной группы получили общую оценку качества между «хорошо» и «очень хорошо», а опытной группы – ближе к «очень хорошо».

В ходе органолептической оценки стейков полученных из мяса подопытных животных получены следующие результаты (таблица 100)

Таблица 100 – Результаты органолептической оценки качества стейков, балл

| Группа      | Показатели качества по 9-ти бальной шкале |                 |                |         |                                    |          |                       |
|-------------|---|-----------------|----------------|---------|------------------------------------|----------|-----------------------|
|             | внешний вид                               | цвет на разрезе | запах (аромат) | вкус    | консистенция (нежность, жёсткость) | сочность | Общая оценка качества |
| Контрольная | 7,6±0,24                                  | 7,6±0,32        | 7,6±0,32       | 7,4±0,2 | 7,2±0,26                           | 6,8±0,29 | 7,3±0,24              |
| Опытная     | 8,4±0,18                                  | 8,1±0,19        | 8,1±0,18       | 8,2±0,2 | 7,9±0,22                           | 7,8±0,25 | 8,1±0,18              |

Сопоставление показателей позволяет сделать заключение, что образцы стейка получили оценку между «хорошо» и «очень хорошо» – контрольная группа и очень хорошее – опытная группа.

При обработке дегустационных листов образцы получили следующие оценки в баллах: контрольная 7,5 балла, опытная группа – 7,7 балла, т.е. оценка в обеих группах между «хорошее и очень хорошее».

Таким образом, откорм калмыцкого скота на традиционных для Якутии кормах с использованием местных природных нетрадиционных минеральных кормовых добавках позволяет получить мясо высокого качества.

### **3.5.5. Оценка биоконверсии питательных веществ и энергии корма в мясную продукцию при откорме молодняка калмыцкой породы**

Эффективность мясного скота определяется способностью животных к преобразованию питательных веществ и энергии кормов в пищевой белок. Поэтому при оценке эффективности мясного скотоводства как отрасли наряду с оценкой оплаты корма приростом, экономических показателей производства, проводят определение конверсии питательных веществ и энергии корма в

пищевую продукцию при выращивании скота. В свою очередь показатель конверсии показывает величину получения мясной продукции, следовательно, и эффективность производства продукции животноводства (Х.Х. Тагиров, 2003).

По итогам наших исследований получены следующие результаты при оценке биоконверсии протеина корма в пищевой белок при откорме молодняка калмыцкой породы.

Таблица 101 - Расчёт биоконверсии протеина корма в пищевой белок

| Показатель   | Группа      |         |
|--|-------------|---------|
|  | контрольная | опытная |
| Получено мяса за период эксперимента, кг             | 20,5        | 26,0    |
| в том числе мякоти, кг                               | 16,4        | 20,8    |
| Произведено белка за период опыта, кг                | 3,5         | 4,5     |
| Выход пищевого белка, г/кг прироста                  | 88,2        | 92,8    |
| Расход протеина корма в период опыта, кг/кг прироста | 1,1         | 0,9     |
| Коэффициент конверсии протеина в пищевой белок, %    | 7,9         | 10,2    |

При постановке на опыт живая масса бычков была практически одинакова и составляла 272,9-275,0 кг. При снятии с откорма живая масса в контрольной группе бычков в среднем составила 312,9 кг, что меньше по сравнению с опытной группой животных на 3,4 %. В опытной группе было получено валового прироста больше на 8,8 кг или на 22,0 % по сравнению с аналогами контрольной группы. Убойный выход в опытной группе бычков был выше на 1,1 %.

Животные опытной группы характеризовались интенсивным ростом и развитием, что отразилось на их показателях мясной продуктивности и биоконверсии питательных веществ корма в продукцию. В контрольной группе получено мяса меньше на 5,53 кг или 27,0 %, чем в опытной группе. По показателю мякоти они уступали опытной группе на 26,9 %.

Всего белка за период опыта было отложено в контрольной группе 3,53 кг, в опытной группе 4,53 кг. По показателю выхода пищевого белка на кг живой массы опытная группа превосходила контрольную группу на 13,6% (таблица 102).

Коэффициент биоконверсии протеина в пищевой белок составил в контрольной группе 7,94%, что меньше чем в опытной группе на 2,26%.

Таблица 102 – Эффективность превращения энергии корма в энергию продукции

| Показатель                              | Группа      |         |
|---|-------------|---------|
|   | контрольная | опытная |
| Выход пищевого, г/кг прироста:<br>белка | 88,2        | 92,8    |
| жира                                    | 72,6        | 89,8    |
| Коэффициент конверсии, %                | 4,4         | 5,5     |

При определении конверсии энергии корма в энергию пищевых продуктов оценивали показатели выхода пищевого белка и жира, а также затраты энергии в кормах. В контрольной группе выход пищевого белка на 1 кг прироста составил 88,2 г, что меньше чем в опытной группе на 5,2 %. Оценка выхода пищевого жира также показала тенденцию к большему отложению в опытной группе на 12,3%.

Данные изменения повлияли на показатели конверсии энергии, в контрольной группе она составила 4,4 %, в опытной группе 5,5 %. Опытная группа характеризовалась более высокой конверсией обменной энергии (на 1,1%).

Расчеты показали, что использование минеральных добавок позволило повысить эффективность межклеточного обмена веществ в организме подопытных животных (таблица 103).

Таблица 103 – Показатели биоконверсии корма подопытными бычками на этапе промежуточного обмена

| Показатель   | Группа      |         |
|--|-------------|---------|
|  | контрольная | опытная |
| Расход переваримого протеина корма, кг/кг прироста                   | 1,6         | 1,3     |
| Расход переваримого протеина корма, кг/кг пищевого белка             | 20,1        | 16,2    |
| Коэффициент конверсии переваримого протеина корма в пищевой белок, % | 5,0         | 6,2     |
| Коэффициент использования ЭКЕ для биоконверсии пищевого белка, %     | 5,6         | 6,8     |

Исходя из анализа данных расчёта по биоконверсии установлено, что бычки опытных групп обладали высокими показателями мясной продуктивности и способностью лучшей трансформации питательных веществ и энергии кормов в мясную продукцию. Следовательно, подкормка животных минеральными добавками способствовала не только повышению энергии роста, но и увеличению степени использования корма.

### **3.5.6. Экономическая эффективность откорма молодняка калмыцкой породы**

Обработка полученных данных позволила установить экономическую эффективность производства говядины (таблица 104). Как и следовало ожидать фактические затраты на откорм скота в период эксперимента оказались наибольшими в опытной группе – 192,9 тысяч рублей. Это на 21,4 тысячи рублей превышало аналогичный показатель в контроле. Между тем ввиду более высокого прироста живой массы в опытной группе себестоимость 1 ц прироста живой массы в опытной группе оказалась минимальной и составила только 15,8 тыс. рублей против 17,1 тыс. в контрольной.

Таблица 104 – Экономическая эффективность откорма подопытного молодняка,  
тыс. рублей

| Показатель                     | группа      |         |
|--------------------------------|-------------|---------|
|                                | контрольная | опытная |
| Затраты на откорм              | 171,5       | 192,9   |
| в т.ч. расходы на корм         | 125,2       | 138,7   |
| Себестоимость 1 ц прироста     | 17,1        | 15,8    |
| Прирост, кг живой массы        | 1005        | 1220    |
| говядины                       | 516,6       | 650,3   |
| Выручка от реализации прироста | 180,8       | 227,6   |
| Прибыль тыс. руб.              | 9,3         | 34,7    |
| Рентабельность откорма         | 5,4         | 17,9    |

Расчет произведенной продукции с учетом величины убойного выхода по группам позволил установить, что в опытной группе за период опыта получено дополнительно 650,3 кг мяса, в контроле – 516,6 кг. Эти различия определили повышение выручки от реализации прироста в опытной группе на 46,8 тысяч рублей, прибыли на 25,4 тысячи рублей в сравнении с контролем.

Рентабельность производства в контрольной группе составила только 5,4%, в опытной данный показатель оказался выше на 12,5%.

### **3.6. Адаптивная технология содержания мясного скота в условиях Якутии**

В животноводстве Республики Саха (Якутия) традиционно применяется стойлово-пастбищная система содержания. При разведении скота в Якутии самым сложным является содержание и кормление скота в зимний стойловый период с продолжительностью 250-270 дней. Необходимо обеспечить скот оптимальными условиями содержания и кормления, чтобы сохранить продуктивные и

воспроизводительные качества животных в течение всего зимне-стойлового периода. В Якутии в зимнее время, когда температура наружного воздуха опускается до  $-50\dots-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , крупный рогатый скот содержится в капитальных, максимально утепленных скотоводческих помещениях. Оптимальная температура в зимнее время в помещениях, где содержится скот, составляет  $10-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Кормление, поение и доение осуществляются в стойлах. По данным А.В. Чугунова (1981) ранее содержание скота в основном было привязным. Однако в последнее время в хозяйствах активно внедряется беспривязное содержание скота, в том числе и мясного направления.

Достаточно напряженно стоит вопрос обеспечения кормами, особенно в зимнее время. Спецификой кормления крупного рогатого скота в Якутии был и остается кормовой рацион, практически полностью состоящий из грубых кормов – сена естественных трав, силоса из зеленой массы зерновых культур. П.А. Романов (1978), В.В. Панкратов (2010), отмечают, что основными источниками покрытия потребностей скотоводства в кормах являются естественные кормовые угодья. При отсутствии крупных перерабатывающих предприятий пищевого производства зерновые и комбинированные корма завозятся из других регионов России, что ощутимо сказывается на себестоимости конечной продукции скотоводства.

В летнее время применяется лагерно-пастбищный способ, когда животных перегоняют на отдаленные участки с естественными пастбищными угодьями. Сроки перегона зависят от природно-климатических факторов отдельно взятого года, в тесной взаимосвязи с которыми находится появление всходов растений на пастбищах. В основном перегон скота осуществляется в Республике после 20–22 мая. Зелёная трава является наиболее полноценным подножным кормом и самым выгодным для откорма скота (Н.С. Пермяков, 1995).

Следовательно, в течение продолжительного времени в животноводстве Якутии применялась экстенсивная технология в скотоводстве, которая сейчас представляется устаревшей и нуждается в модернизации. Это определяется целым рядом причин, в том числе недостатком людских резервов и нежеланием

животноводов выполнять столь тяжёлую работу. При этом экстенсивная технология как таковая не позволяет повысить производительность труда до желаемого уровня.

Поэтому возникает необходимость разработки технологии специализированного мясного скотоводства с учётом местных специфических условий региона. При этом надо учесть тот факт, что калмыцкая порода не привыкла к содержанию в скотопомещениях, без которых не обойтись в Якутии в зимнее время, когда температура воздуха в течение продолжительного стойлового периода опускается ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ . При беспривязном содержании во время длительного стойлового периода наличие рогов и большая концентрация поголовья на ограниченной территории повышают риск травматизма как среди молодняка, так и среди взрослого поголовья (до 15–20%). При этом нередки у взрослых коров случаи выкидышей, особенно при больших сроках стельности.

Одним из характерных особенностей мясного скотоводства является максимальное использование пастбищных угодий по технологии «корова-телёнок». Учитывая высокую двигательную активность калмыцкого скота при выпасе, в целях рационального использования пастбищ с естественным травостоем и во избежание вытаптывания травостоя необходимо применение регулируемого выпаса мясного скота – пастбищеоборота, для чего требуется вести строительство системы изгородей и загонов, а также теневого навеса в летний период. Кроме того, особое внимание следует уделить организации туровых отелов в феврале–апреле, чтобы телята окрепли к началу пастбищного сезона, который сопровождается обилием кровососущих насекомых. Кроме того, в связи с коротким пастбищным периодом для применения системы «корова-теленки» в хозяйствах следует организовать подкормку коров и телят, чтобы к отъёму телята имели более высокие показатели живой массы.

Наблюдаемая в настоящее время тенденция к углублению специализации в скотоводстве и наращиванию численности поголовья мясного скота находится в тесной связи с разработкой и применением ресурсосберегающих технологий. Поэтому вполне актуальной является проблема разработки и внедрения научно

обоснованных технологий, учитывающих не только уникальные биологические особенности мясных пород, но и природно-климатические условия Якутии.

### **3.6.1. Результаты исследований по оценке эффективности организации пастбищного содержания телят по технологии «корова-телёнок»**

Технология специализированного мясного скотоводства включает в себя основные производственные процессы: содержание телят на подсосе до 6-8 месячного возраста по системе «корова-теленки», доращивание и откорм молодняка, организация воспроизводства с получением туровых отелов.

Разнообразие природно-климатических условий нашей страны вносит значительные отличия в организацию мясного скотоводства в каждом регионе. При этом характерными отличиями в технологиях разведения мясного скота могут быть размеры хозяйств, форма собственности и их специализация, структура производства и организация труда, продолжительность зимнего и летнего (пастбищного) периодов содержания в технологическом цикле, сроки и продолжительность отелов, способы содержания животных различных половозрастных групп. Собственно, мясное скотоводство характеризуется тем, что животные максимально используют пастбища и грубые корма, в связи с этим содержание животных может быть как пастбищное, пастбищно-стойловое и стойловым.

Производственный процесс производства говядины разделяют на следующие виды: технологии с полным циклом производства, включающие воспроизводство и подсосное выращивание телят до отъема, доращивание и откорм молодняка и выращивание ремонтного молодняка; технологии по отдельным циклам производства, могут применяться как на основе внутрихозяйственной специализации, так и в межхозяйственных рамках объединений и производственных систем.

В регионах с продолжительной зимой применяется стойлово-пастбищная технология с концентрацией животных на зимне-стойловый период на крупных

животноводческих предприятиях, у которых имеются необходимые производственные помещения, построенные по типовым проектам. В них как правило имеют родильные отделения и помещения для содержания коров с телятами до наступления пастбищного периода.

Одним из основных моментов технологии мясного скотоводства является выращивание телят под матерями на подсосе при максимальном использовании дешевых пастбищных кормов. Природно-климатические условия Якутии отличаются от условий других регионов продолжительностью пастбищного периода и ботаническим составом травостоя. Отметим, что в хозяйствах Якутии в основном применяется бессистемная пастьба на естественных пастбищах. Для более рационального использования естественных пастбищ в мясном скотоводстве практикуется применение отгонной системы пастьбы на огороженных территориях с поочередной сменой пастбищ. При этом учитывается урожайность пастбища, выгорание или снижение урожайности пастбищного травостоя, которые влияют на снижение приростов молодняка и на восстановление коров после отела и на течение половой охоты.

Организация летнего содержания по методу «корова-теленки» является одним из ответственных моментов при выращивании телят мясного направления. Рост телят в пастбищное время играет важную роль в дальнейшем развитии молодняка, эффективности нагула и откорма в последующие периоды. При этом, коров матерей-кормилиц нужно обеспечить необходимым уровнем кормления на пастбище, чтобы увеличить продуцирование молока. Следует отметить, что при организации содержания молодняка по системе «корова-теленки», необходимо учитывать возраст телят и выровненность по росту и развитию.

С целью изучения отдельных аспектов технологии «корова-теленки» в условиях Якутии нами проведен научно-хозяйственный опыт на модели калмыцких коров с телятами (I группа) в сравнении с поместными аналогами, в качестве которых выступили коровы симментальской породы с телятами кросса «симментал-галловей» (II группа). С этой целью было отобраны коровы, с телятами, которые к началу пастбищного периода, к концу мая месяца были

переведены на пастбища. В этот период телята были в возрасте 2,0-2,5 месяцев, разница в дате рождения составляла 2 недели.

Подготовка телят к пастьбе включала постепенное увеличение нахождения животных на пастбище с обязательной подкормкой матерей-кормилиц сеном. В первые дни выхода скота на пастбище ограничивали пастьбу 1-2 часами, через несколько дней 3-4 часа, при этом осуществлялось наблюдение за состоянием телят.

Переходный период при таком подходе проходил без осложнений. Пастбищный период начинался с 25 мая и заканчивался 15-20 сентября. Все это время телята находились на пастбище вместе с матерями. Во всех пастбищных угодьях территория была огорожена, имелся свободный доступ к водопою. Применялся отгонный выпас скота на огороженных территориях с контролируемым пастбищеоборотом: 1 – с 25 мая до 29 июня 2019 года животные находились на пастбище в «Хара талах» с площадью 40 га; 2 – с 30 июня по 25 июля 2019 года на пастбище в «Кипрейный» с площадью 30 га; 3 – с 26 июля по 15 сентября 2019 года на пастбище в «Сунтар алааһа» с площадью 30 га.

#### **3.6.1.1. Рост и развитие подопытных телят**

Оценка особенностей роста и развития молодняка показала, что условия пастбища благоприятно отразились на внешнем виде и развитии телят. Это хорошо видно на представленных ниже фотографиях (рисунок 46).

При этом, вполне ожидаемо, что помеси росли и развивались лучше своих чистопородных аналогов в первые два месяца стойлого содержания. Так в 2-месячном возрасте превосходство поместных телят составило 21,7 кг ( $P < 0,01$ ).



Рисунок 46 – Группа подсосных телят на пастбище

С выходом на пастбище телята калмыцкой породы заметно быстрее набирали вес, продемонстрировав за пастбищный период интенсивность роста в 898 г в сутки, что на 3,5 % превышало аналогичный параметр помесного молодняка (таблица 105).

При этом следует отметить, что летний сезон 2019 года выдался жарким, два пастбища, находившиеся сравнительно на высокой местности, выгорели практически полностью к концу июля (рисунок 47 и 48).

Отгонная система выпаса скота позволяет при таких ситуациях производить своевременную смену пастбищ, не снижая темпов роста молодняка и продуцирования молока коровами-кормилицами.

Таблица 105 – Динамика живой массы телят до 6 месяцев, кг

| Возраст, мес                                   | Группа    |           |
|--|-----------|-----------|
|  | I         | II        |
| при рождении                                   | 28±1,0    | 37±1,7    |
| 2  | 57,7±1,1  | 79,4±4,3  |
| 4  | 111,2±1,3 | 131,0±4,5 |
| 5  | 137,6±1,7 | 158,6±4,7 |
| 6  | 165,4±2,6 | 183,6±5,1 |
| Среднесуточный прирост за пастбищный период, г | 898       | 868       |
| Среднесуточный прирост за весь период, г       | 763       | 814       |



Рисунок 47 – Участок пастбища в «Хара талах» 15 июля 2019 г.



Рисунок 48 – Тот же участок пастбища в «Хара талах»  
через 2 недели 31 июля 2019 г.

Как следует из анализа полученных данных в следствии более высокой живой массы поместных телят при рождении и более высокой интенсивности роста этих телят в первые два месяца жизни в целом за анализируемый 6-месячный период выращивания наибольший прирост живой массы зафиксирован во II группе – 146,6 кг при среднесуточном приросте – 814 г. Аналогичные показатели в I группе составили 137,4 кг и 763 г, соответственно.

Фактический эффект состоял в 100 % сохранности всего поголовья скота за летний период несмотря на сложные погодные условия.

Таким образом, в условиях Якутии для более рационального использования пастбищных угодий целесообразно применять отгонную систему пастьбы на огороженных территориях естественных пастбищ.

### **3.6.1.2. Экономическая эффективность производства**

#### **МОЛОДНЯКА В МЯСНОМ СКОТОВОДСТВЕ**

При определении эффективности мясного скотоводства, особенность которого состоит в распределении затрат содержания коровы на прирост молодняка, выращивание подсосным методом, мы учитывали все затраты при разных способах кормления и содержания (ручном и подсосном) под коровой-кормилицей. Как видно из представленных данных, выращивание телят-сосунов до 6-месячного возраста под коровами-кормилицами оказалось менее затратным, чем уход, кормление и содержание телят ручным методом.

Как известно при технологии «корова-теленочек» единственной продукцией коровы является теленок которого получают от коровы и выращивают на подсосе.

Как следует из полученных данных основные расходы на содержание животного ложатся на обеспечение кормами. По нашим оценкам на эти цели в 2018-2019 годах в Республике хозяйствующие субъекты затрачивали примерно 3300-3500 рублей на производство (приобретение) сена, 7200-8000 рублей на силос, около 1500-2000 рублей/голову на концентрированные корма. С учетом оплаты заработной платы прочих затрат годовая себестоимость содержания одной мясной коровы в Республике составляла 42-44 тысячи рублей.

Использование этих данных позволило нам произвести расчет расходов на производство теленка на подсосе к 6-месячному возрасту. Как следует из расчетов общие затраты на выращивание молодняка, в.т.ч. затраты на содержание коров в первой группе составляли 52680 рублей за теленка, во второй группе 56460 рублей. С учетом того, что прирост живой массы телят за период исследований составил 137,5 кг в первой и 146,0 кг во второй группе, себестоимость прироста живой массы телят на подсосе, с учетом расходов на содержание коров составили в I группе - 383,1 рублей/кг, во II- 387,6 рублей/кг.

### 3.6.2. Основные элементы адаптивной технологии

На основе проведенных нами исследований предлагаем следующие технологические элементы разведения мясного скота в условиях Якутии.

Интенсивное производства говядины с применением рациональной технологии кормления молодняка мясного скота. В первую очередь, это максимальная продолжительность использования материнского молока в ранний постнатальный период развития телят. Подсосный период в условиях Республики включает в себя пастбищный период. Эта технология основывается на биологических закономерностях роста и развития телят, когда в начальный период основным кормом для телят являлось молоко матери. Подсосный метод выращивания — это прием, взятый у самой природы, в основе которого лежит материнский инстинкт. Следует отметить, что выращивание телят в мясном скотоводстве является одним из самых ответственных периодов, так как теленок и есть единственный вид продукции от мясной коровы, и от показателя делового выхода молодняка во многом зависит рентабельность всего производства.

В летний период рост и развитие телят находится в прямой зависимости от генетической потенции и молочной продуктивности коров-матерей. При высокой урожайности пастбищных угодий у коров мясных пород отмечается обильная молочная продуктивность, которая обуславливает высокую интенсивность роста телят в подсосный период и в большей степени предопределяет формирование мясных качеств молодняка.

В возрасте 7-8 месяцев необходимо проводить отъем молодняка от матерей. При этом масса телят может достигать 250 кг при среднесуточных приростах 900 г и выше. При таких показателях рентабельность производства говядины будет высокой. Однако при низкой урожайности естественных угодий средняя живая масса телят к отъему может составлять менее 200 кг, а среднесуточные приросты не превышают 500-600 г. В таком случае эти показатели не окупят затраты на годовое содержание коров мясных пород. Повышение интенсивности воспроизводства стада – один из основных путей роста поголовья мясного скота, увеличения производства говядины, снижения ее себестоимости. Главная задача

при воспроизводстве стада – ежегодное получение от каждой телки случного возраста и коровы мясного скота жизнеспособного теленка.

Организация воспроизводства стада включает сезонное (ранневесеннее и весеннее) получение телят. Такой подход позволяет получать телят одного возраста с выровненной живой массой, которые к началу пастбищного сезона окрепнут и при постепенном переводе их на естественные пастбища, максимально будут потреблять пастбищную траву и быстро набирать вес. К отъёму и последующему дорастиванию и интенсивному откорму такой молодняк также подходит с примерно одним уровнем живой массы.

Организация отелов в ранние весенние месяцы позволяет иметь зимой в маточных гуртах тяжеловесный молодняк, выращенный на дешевом подножном корме в пастбищный период. Организация сезонных (весенних) отелов способствует в мясном скотоводстве снижению затрат в стойловый период.

Еще одной особенностью технологии мясного скотоводства при организации отелов в зимне-весеннем периоде является специализация хозяйств с инфраструктурой, в которой включаются следующие цеха: растела коров и формирования производственных групп, выращивания и оценки племенного молодняка, выращивания ремонтных телок, откорма молодняка и выбракованных коров.

Технологический цикл начинают с отбора глубоко стельных коров и нетелей, размещения их в родильном отделении. Из растелившихся коров и их телят в течение первых 1-2 месяцев формируют однородные группы, это позволяет правильно организовать однотипное кормление, как коров, так и их телят, осуществлять контроль за состоянием у коров органов воспроизводства и своевременно проводить их осеменение, а затем одновременный отъем всех телят, и формирование однородных по живой массе и возрасту групп бычков и телок, организовать туровое осеменение телок и своевременный ввод нетелей в основное стадо, упорядочить выращивание, оценку и продажу племенных бычков.

Технология мясного скотоводства ориентирована на реализацию молодняка в возрасте 16-18 месяцев с живой массой 450-500 кг при уровне производства говядины на животное не менее 240 кг.

Для достижения этой задачи необходимо строго соблюдать следующие организационные, зоотехнические и ветеринарные мероприятия: организовать полноценное кормление животных, содержать животных в благоприятных зоогигиенических условиях; строго соблюдать племенную работу в части воспроизводства; вовремя проводить профилактику и лечение гинекологических заболеваний коров, а также выбраковывать яловых коров, не поддающихся лечению; применять методы стимуляции половой функции: естественные гормональные и и другие препараты.

Как правило с выходом на пастбища коровы, обеспечиваются биологически полноценным кормлением, пользуются неограниченным моционом, и сравнительно быстро повышают свою упитанность, активно приходят в охоту, дают высокий процент оплодотворяемости, что создаёт возможность получения ежегодно стабильных зимне-весенних отелов.

Считается лучшим сроком случки для коров – май, июнь и июль месяцы. В эти периоды их воспроизводительная способность наиболее высокая. Через 2 месяца после последнего осеменения или случки коров и телок проверяют ректальным методом на стельность. Яловых коров выбраковывают на мясо, а имеющих гинекологические заболевания выделяют и проводят соответствующее ветеринарные мероприятия.

Как правило коров, не приходящих в охоту, тщательно обследуют и устраняют причины нарушения полового цикла, при этом используют стимулирующие гормональные препараты, улучшающие воспроизводительную функцию. Яловость коров вызывается основными причинами: неудовлетворительного кормления и содержания животных, несвоевременного осеменения коров, нарушения технологии искусственного осеменения, неправильное использование быков-производителей, различных заболеваний половых органов и др. При отсутствии лечебного эффекта коров выбраковывают.

Искусственное осеменение в мясном скотоводстве, как и в других отраслях животноводства, является высокоэффективным методом воспроизводства стада. В связи с особенностями технологии этой отрасли для искусственного осеменения необходимо сооружать на пастбищах пункты, представляющие собой помещения для временного содержания, расколы для отбивки коров и телок, находящихся в охоте, и оборудования для фиксации при осеменении. В хозяйствах, где применяется вольная случка, нагрузка на быка-производителя за случной сезон не должна превышать 30-35 коров и телок.

Дорашивание и откорм молодняка после отъема должен проводиться до 15-18 месячного возраста, и достижения съемной живой массы до 450-470 кг. При отъеме телята из-за перенесенного стресса в первую неделю теряют в живой массе и активно восстанавливают ее в течении 2-3 недель. Необходимо отметить, что, если же их в этот период переводят в другое хозяйство, восстановление живой массы может затянуться. Так же потери живой массы телят после отъема зависят от многих факторов. Телята высокомолочных коров отличаются хорошей упитанностью, но их живая масса после отъема снижается в большей степени, чем живая масса телят худшей упитанности. Одним из элементов снижения негативного действия отъема на молодняк может являться повышенный уровень кормления с использованием комбикормов в течении нескольких недель, этот элемент положительно влияет на тьемный молодняк.

В условиях Якутии, нарушение режима кормления молодняка оказывает большее отрицательное действие, чем климатический стресс. То же самое и касается перевозки телят на большие расстояния без остановок для поения и кормления. Поэтому транспортировка – как одна из важнейших промежуточных операций, от которой во многом зависит и сохранность скота. Неправильное обращение с телятами непосредственно перед их отправкой и во время перевозки может привести к значительным потерям живой массы, травмам и падежу.

В суровых условиях Республики крайне важным является организация стойлового содержания скота. При подготовке к зимовке необходимо особое внимание уделить заготовке кормов, достаточное количество кормов хорошего

качества является основным фактором успешной зимовки. Если для содержания скота в стойловый период используются помещения, то при подготовке к зимовке необходимо особое внимание уделить вентиляции. Последняя должна обеспечивать сохранение внутри помещения оптимального микроклимата с минимальным содержанием влаги.

Ранее нами были проведены ряд научно-хозяйственных опытов по выращиванию и откорму молодняка калмыцкого скота в разных хозяйствах Республики Саха (Якутия). На основе полученных нами данных сформированы предложения по организации труда, которые выражаются в следующем:

- максимальное использование животными пастбищного сезона;
- организация откорма бычков на специализированных площадках;
- выращивание молодняка до 6-8 месячного возраста под коровой-кормилицей;
- организация туровых отелов;
- в зимнее время кормление животных необходимо организовать на выгульных площадках с конца февраля месяца;
- в течение летнего периода на 1 голову необходимо 2,5-3,0 га пастбища;
- для достижения живой массы после нагула до 370 кг можно организовать откорм в течение 2-х месяцев. В конечном периоде откорма можно планировать получение живой массы откормочного молодняка до 420-430 кг.

#### 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Отечественное мясное скотоводство является одной из наиболее быстро растущих отраслей сельскохозяйственного производства страны. За период с принятия первой программы развития мясного скотоводства России в 2008 году валовое производство говядины в этой отрасли увеличилось более чем в 7 раз и достигло 450 тысяч тонн.

При этом ареал разведения мясного скота расширился до 79 субъектов РФ, а совокупное поголовье мясного скота в России выросло в 7 раз до 3007 тысяч голов. В ближайшие десять лет ожидается, что общее поголовье мясного скота в стране увеличится до 10 млн. голов.

При этом отечественному мясному скотоводству отводится решающая роль в организации рабочих мест на селе. В соответствии с действующей «Концепцией устойчивого развития мясного скотоводства России на период до 2030 года» разработанной Национальным союзом производителей говядины совместно с сотрудниками Всероссийского НИИ мясного скотоводства ожидается, что в России в ближайшем десятилетии будет создано до 1 млн. рабочих мест в мясном скотоводстве. Сходную программу с 2018 года реализует Республика Казахстан, с прогнозом создания в отрасли 500 тысяч рабочих мест.

Все вышесказанное позволяет по-иному взглянуть на проблему мясного скотоводства в Республике Саха (Якутия). В настоящее время Республика обеспечивает себя мясом только – на 26,5% (2019 год), в то время как исторически уклад сельского населения региона — это животноводство. Следует указать на крайне высокую стоимость живого скота и говядины в Якутии. По оценкам Федеральной таможенной службы в последние десять лет в Республике сохранились цены на живой скот почти в два раза, на говядину на 45-70 %, превышавшие средние показатели по стране. При этом регион располагает одной из самых больших территорий среди всех субъектов РФ – 3,1 млн. км<sup>2</sup>, с площадью сельскохозяйственных угодий около 1,6 млн. га, из которых только 105,2 тыс. га приходится на пашню, остальная площадь — это сенокосы - 719,4

тыс. га и пастбища –795,4 тыс. га (без учёта оленеводческих и коневодческих пастбищ).

Таким образом в Республике имеются все необходимые предпосылки для развития мясного скотоводства – наличие спроса на товар, которым в данном случае является говядина, наличие ресурсов (земля и трудовые ресурсы), необходимые для организации производства.

Важным обстоятельством, предполагающим будущие перспективы мясного скотоводства в Республике, является глобальное потепление климата и смещение зоны степей все дальше на север. Это наглядно показано в работах ученых Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН в том числе: А.Н. Fedorov и др., (2014); Ю.Б. Скачкова (2012, 2017); А.Н. Горохова, А.Н. Федорова (2018), А.Н. Федоров (2020) и других установивших, что последние 50 лет характеризуются непрерывным и нарастающим повышением температуры воздуха в Якутии. Причем если в 1988-2006 годах это выражалось сдвигом температуры флуктуации средних годовых температур воздуха вдоль тренда 0,6 °С, в период с 2007 по 2016 год вдоль по тренду 1,4 °С, то в последние три года уровень отклонений составляет уже 2,0-2,5 °С (Федоров А.Н., 2020).

Целесообразность развития мясного скотоводства в регионе определяется мировыми тенденциями. В условиях беспрецедентного нарастания потребления говядины в мире глобальные резервы производства этого вида мяса в основном исчерпаны, и только две страны - Россия и Казахстан способные ещё существенно нарастить производство этого вида мяса. Как показывает анализ австралийских и американских экспертных агентств в остальных странах земельный потенциал к развитию отрасли исчерпан. Между тем на основании анализа «Прогноза развития сельского хозяйства ОЭСР и Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН на 2017-2026 гг.» следует, что к 2026 году в мире сложится совокупный дефицит говядины на уровне 4 млн. тонн, при этом наибольшая потребность в импорте этого вида мяса будет во Вьетнаме – 1209 тысяч тонн и Китае – 834 тысяч тонн в год. Потребность Японии в дополнительном импорте говядины достигнет 744 тыс. тонн, Южной Кореи – 480

и др. Таким образом Якутия, находящаяся в непосредственной близости от наиболее быстро растущих рынков говядины на Дальнем Востоке, с годовой потребностью в 3267 тысяч тонн, не может и не должна находиться в стороне.

В этой связи одной из основных задач, решаемых нашим исследованием, являлась детальная оценка возможных решений по научной организации развития мясного скотоводства в Республике. На начальном этапе исследований нами была проанализирована литература по проблеме, дана оценка состоянию скотоводства в Якутии. Анализ показал, что на территории Республики до 1917 года поголовье крупного рогатого скота достигало почти 500 тысяч голов, в 1991 году - 409,2 тысяч голов. Однако, в последние три десятилетия поголовья скота снизилось более чем в 2 раза до 183,4 тысяч голов на 1 января 2020 года. При этом поголовье коров снизилось до 70,6 тысяч голов.

Простые расчеты показывают, что при деловом выходе телят в Республике на уровне 85 %, при условии сохранения всего маточного поголовья в стаде и сохранении существующих цифр выбраковки Якутии понадобится около 20 лет для наращивания поголовья мясного скота до дореволюционного уровня. Очевидно, что этого поголовья явно недостаточно для полномасштабного развития мясного скотоводства. На основании чего было сделано заключение о том, что одним из путей развития мясного скотоводства в Республике Саха (Якутия), как отрасли способной достичь самообеспечения населения Республики по мясу, является завоз в регион крупного рогатого скота из других регионов. В связи с чем возникает закономерный вопрос, скот какой породы следует завозить в регион, скот какой породы будет способен акклиматизироваться к столь непростым природно-климатическим условиям Якутии.

Анализ истории вопроса показал, что до революции на территории современной Якутии разводился только Якутский аборигенный скот. В советское время — это поголовье в значительной части было преобразовано путем скрещивания с другими породами, в первую очередь с симментальской и холмогорской. Современные популяции Якутских типов этих пород хорошо адаптированы к суровым условиям Севера и несут в себе генетический отпечаток

материнского якутского скота. При этом в Республике есть негативный опыт неудачной акклиматизации отдельных пород крупного рогатого скота, что требует особого внимания к подбору поголовья для интродукции.

Проанализировав существующие данные, мы пришли к выводу, что одной из наиболее перспективных пород для ввоза в Республику является калмыцкая порода крупного рогатого скота. При этом мы исходили из данных исследований, указывающих на тесное родство калмыцкого скота с аборигенным якутским в рамках единой Турано-монгольской породной группы. В связи с чем даже предварительный анализ проблемы в 2010-2012 годах, позволил понять, что общее происхождение этих двух пород в совокупности с рядом уникальных черт калмыцкой породы позволяет надеяться на успешность мероприятий по интродукции калмыцкого скота в Якутию.

В последующем наши выводы были подтверждены результатами фундаментальных исследований наших коллег из Института цитологии и генетики СО РАН. Анализ результатов этих исследований показал, что среди всех российских пород якутская порода оказалась ближе всего к калмыцкой генетически. При этом калмыцкая порода имеет очень сложную генетическую структуру, перспективную для ведения углубленной селекционной работы при самом значительном среди российских пород участии Якутского геномного компонента.

Эти факты демонстрируют перспективность успешной акклиматизации калмыцкого скота к суровым условиям Якутии. Подтверждением этого являются результаты исследований А. А. Yurchenko et al., (2018) демонстрирующих присутствие у калмыцкого скота, других Турано-монгольских пород, генов, связанных с устойчивостью к холоду, что делает этих животных более пригодными для будущей адаптации к экстремально холодным условиям Северной России, чем другой скот.

Понимание того, что территория перспективного разведения животных калмыцкой породы в Якутии находится на расстоянии более 5 тысяч км от места его происхождения в Калмыкии побудило нас провести детальный анализ

природно-климатических условий этих двух республик на предмет перспективности интродукции калмыцкого скота в Якутии и возможных перспектив его акклиматизации. Как следует из полученных данных природно-климатические условия Якутии характеризуются резкой континентальностью со сравнительно длинным зимним периодом с крайне низкими температурами и с коротким летом. Среднегодовая температура составляет  $-9,8^{\circ}\text{C}$ ; в течение зимних месяцев (с ноября по март месяцы)  $-20^{\circ}\text{C}$ , в самые холодные месяцы (декабрь-январь)  $-39-42^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность зимнего стойлового содержания для скота в Якутии составляет 220-240 суток, а в отдельные годы 250-270 дней.

Сопоставление условий двух Республик показывает, что если в Калмыкии период наиболее благоприятный для вегетации кормовых растений продолжается в период с начала апреля до конца октября или 205-210 дней, то в Якутии этот период начинается с третьей декады мая и продолжается до первой декады сентября с продолжительностью 110-115 дней, что в 1,8 раза короче данного показателя Калмыкии. Это сказывается на сроках пастбищного периода, который заметно короче в Якутии. Кроме этого, сравнительно короткая вегетация кормовых растений, суровые условия зимнего периода, наличие вечной мерзлоты, недостаток воды в отдельные годы, ранние и поздние заморозки существенно сказываются на росте и развитии кормовых растений и отражаются на сроках заготовки кормов, которые начинаются в Якутии только с 12 июля и продолжаются до конца сентября.

Несмотря на эти факторы в условиях Якутии основной отраслью, наряду с оленеводством и табунным коневодством, является скотоводство. Это очевидно благодаря якутской породе скота. Уникальные качества животных этой породы были переданы Якутским популяциям современного симментальского и холмогорского скота который сегодня успешно разводится в Республике.

Сравнительная оценка кормовой базы двух территорий показала, что в травостое естественных пастбищ Калмыкии доминировали злаковые, Якутии - осоковые. При сравнении биохимического состава кормовых трав Якутии и Калмыкии выявлены некоторые отличия в содержании питательных веществ. В

частности, содержание сырого протеина в кормовых травах одного вида, произрастающих на территории Калмыкии на 2,5-4,0 % уступало аналогичному уровню якутских образцов. По содержанию сырой клетчатки, напротив, образцы с территории Якутии уступали на 1,4-3,1 % уровню Калмыкии. Таким образом различия по природно-климатическим и прочим условиям между территориями происхождения и современного размещения калмыцкого скота были, и наша задача состояла в изучении способности калмыцкого скота успешно акклиматизироваться к ним.

Наши исследования базируются на сравнительной оценке животных калмыцкой породы, завезенных в Якутию в 2013-2014 годах в сравнении со скотом местных популяций, якутской породой и Якутской популяцией симментальского скота. В Республику в этот период было завезено 1106 голов калмыцкой породы, которые были размещены в 6 хозяйствах. На начальном этапе в 4 хозяйствах из-за организационных просчетов (скот был завезён поздней осенью), или в связи с технологическими ошибками, поголовье не сохранили, остатки этого поголовья перешли в ныне действующие хозяйства.

Между тем в базовых предприятиях, где и проводились наши исследования поголовье было сохранено и в настоящее время поддерживается на стабильном уровне. В частности, в СПК «Солоонун» в 2014 году было завезено 200 животных, на 1 января 2020 года в этом предприятии находилось 388 голов, в СХПК «Крестях» завезено 300 голов, в 2020 году разводилось 448 голов; в ООО «Конезавод «Берте» эти цифры составили 97 голов в 2017 и 125 голов в 2020 году. Следует отметить, что в условиях сурового климата Якутии в каждом из предприятий Республики характеризуемых положительной динамикой роста поголовья используют свою технологию содержания скота. Так в ООО «Конезавод «Берте» Центральной Якутии это привязное содержание животных в зимнее время; в СПК «Солоонун» Заречье Якутии и СХПК «Крестях» Западной зоны Якутии это беспривязное содержание животных в зимнее время.

Анализ факторов, приведших к падежу скота при завозе в Якутию показывает, что одной из основных причин этого являются организационные

ошибки - поставка скота в конце октября, неподготовленность животноводческих помещений. Как правило, падеж допускали в хозяйствах от незнания технологии содержания мясного скота в зимнее время в условиях Якутии, недостатка кормов, технологии кормления, поения, разведения и др., что стало следствием отсутствия специалистов-зоотехников, подготовленных работать с крупным рогатым скотом мясного направления продуктивности. К числу косвенных причин падежа можно отнести отсутствие мер государственной поддержки по субсидированию поголовья мясного скота и дефицит финансовых средств у хозяйств (кассовые разрывы).

Генетические исследования завезенного скота в сравнении с группой сравнения – якутским скотом выявили 132 аллеля, из них 122 у калмыцкого скота. У якутского скота выявлено 68 аллелей, наибольшим числом аллелей характеризовался TGLA53: 12 у калмыцкого и 8 у якутского скота. Значение наблюдаемой гетерозиготности варьировало от 0,333 в локусе BM1824 до 0,767 (ILSTS6) у якутского скота. Индекс фиксации в локусах варьировал от 0,042 в локусе CSRM60 до 0,122 (BM2113) и 0,141 (INRA23). Значение гетерозиготности варьировало от 0,667 (ETH10, BM1824, ETH225) до 0,900 в локусе ILSTS6. У якутского скота выявлено в среднем 4,53 аллели на локус, тогда как у калмыцкой породы – 8,13. Индекс фиксации якутского скота составил - 0,083 доли ед. и - 0,007 – калмыцкой породы, т. е. в обеих группах наблюдается избыток гетерозигот. Генетическое расстояние по Nei составило 0,442, по Fst – 0,0088.

Следует отметить, что на фоне акклиматизации удалось несколько стабилизировать репродукцию животных на достаточно высоком уровне. Так если в 2017 деловой выход телят в стадах калмыцкого скота составил в среднем 64 %, то в 2019 году этот показатель у калмыцких коров достиг 73,2% и в последующем только увеличивался. В трех опытных хозяйствах возраст начала полового созревания телок в среднем составлял 238,1 суток, завершение в среднем – 308,4 суток. Живая масса телок калмыцкой породы в начале полового созревания от 174 до 202 кг, завершение полового созревания наступило при массе тела 238,6 кг (216-265 крайние варианты). В условиях Якутии возраст отёла первотёлок

увеличивался до 26,8 месяца. Продолжительность стельности составляла от 274 до 280 суток. Масса первотёлок при отеле в среднем 406,4 кг (348-433 кг). Живая масса новорожденных бычков при рождении составила 20,7 кг, телок – 20,4 кг. При этом основной компонент воспроизводства - деловой выход телят мясного стада в среднем за последние 3 года составил в СХПК «Крестях» 87,54%, СПК «Солоонун» 87,72%, ООО «Конезавод Берте» 93,03%.

На фоне незначительных различий в структуре шерстного покрова сравниваемых пород животных мы отмечали несколько более выраженные различия в температуре животных. В дневное время, когда температура воздуха поднималась выше 31 градуса Цельсия у коров калмыцкой породы температура тела поднялась до 39,2 градуса, что на 0,5 °C выше, чем у якутских коров ( $P < 0,01$ ). При этом у коров калмыцкой породы учащалось дыхание на 22,3% или на 15 движений в минуту, частота пульса – на 53% или на 29,1 удара в минуту соответственно.

В вечернее время температура воздуха опускалась до 20-21 градуса, и клинико-физиологические показатели коров также снижались. У коров калмыцкой породы температура тела опустилась на 0,7 градуса, частота дыхания на 20,5% и частота пульса на 16%. При этом между группами достоверная разница выявлена в показателе частоты дыхания – у калмыцкого скота на 21% была ниже, чем у якутского скота ( $P < 0,01$ ), а частота пульса была выше на 9,9% ( $P < 0,05$ ).

В зимний период различия в оцениваемых показателях между коровами менее значительны, что определяет меньшей разницей внешних условий содержания и существенным сходством генотипов скота.

Между тем породная принадлежность отразилась на поведении животных. В частности, якутский скот на водопой затрачивал в 3,8 раза больше времени чем это мы отмечали у калмыцкого. В то же время калмыцкий скот более подвижный, чем якутский скот (6,04% против 2,36%). Якутские коровы на 7% отдыхают дольше, чем калмыцкие сверстницы. Якутские коровы заметно отличалась продолжительностью жвачного периода отдыха, чем калмыцкие аналоги (40,76%

и 28,73% соответственно). Калмыцкие коровы предпочитают отдых со жвачкой в положении лежа (12,22 и 7,22%), на 5% больше времени, чем якутские сверстницы. При оценке особенностей пастбищного содержания установлено, что коровы калмыцкой породы активно и часто поедают листву кустарников, тогда как у аборигенных животных такого поведения не зафиксировано. Суточного поведения телят, находившихся на подсосе, различалось тем что калмыцкие телята больше передвигаются по пастбищу, следуя за матерью (6,46% против 2,64%, соответственно).

Оценка физиологических процессов, происходящих в организме показала, что животные калмыцкой породы отличались более высокой интенсивностью метаболизма, что в частности выражалось в большем содержании гемоглобина в крови калмыцких животных в сравнении с животными якутской породы и якутской популяции симментальского скота на 10,3-10,9%, соответственно. При этом уровень лейкоцитов, напротив, был выше у местных популяций скота в среднем на 20,1-64,5%! Достоверные отличия были зафиксированы по количеству гранулоцитов и лимфоцитов. Это указывает на большую уязвимость ввезенных животных в сравнении с аборигенным скотом. Это подтверждается и оценкой фагоцитарной активности клеток, значения которой у калмыцкого скота оказалась недостоверно, но ниже чем у якутского на 5 %. Различия по фагоцитарному индексу составили 0,76 м. т., фагоцитарномц числу 3,53 м.т., в пользу аборигенного скота.

В ходе адаптации к условиям Якутии у скота калмыцкой породы произошли изменения в метаболизме, что в том числе можно показать с использованием оценки элементного статуса животных (С.М. Cope et al, 2009; К. Gorski, L. Saba, 2015; Х.-J. Zhao et al, 2015). Высокая информативность элементного статуса при оценки адаптационных изменений определяется повсеместным участием химических элементов в работе различных систем организма (А.В. Скальный и др., 2014; Е.А. Луговая и др., 2015; В.В. Калашников и др., 2017). При этом как избыточное, так и недостаточное количество макро- и микроэлементов приводит к определенным изменениям статуса минеральных веществ в различных органах

и тканях организма животных, в результате влияя на уровень течения тех или иных обменных процессов, и в целом на здоровье животных (D. Sygan-Szczegielniak et al, 2012, 2014; М.Н. Долгая и др., 2014; С.А. Мирошников и др., 2014; E. Szigeti, et al, 2015).

Понимание этого предопределило необходимость оценки элементного статуса у подопытных животных в нашем исследовании. Для этих целей нами были использованы методики, основанные на оценке элементного состава шерсти животных. Безусловно для оценки элементного статуса животных используют различные биосубстраты в том числе кровь, молоко (H. Wang et al, 2014), копыта (X.-J. Zhao et al, 2015), мочу и кал (A. Herold et al, 2018). Однако, именно шерсть является субстратом наиболее информативным при исследованиях элементного статуса (T.L. Sheshnitsan, S.S. Sheshnitsan, M.V. Kapitalchuk, 2018; А. Мельников, 2019), в том числе по причине значительных концентраций макро- и микроэлементов в шерсти, на один, два порядка превышающих их концентрацию в крови и моче (В.А. Зайцев и др., 2014).

В связи с чем волосы (шерсть) были предложены в качестве биосубстрата для изучения и оценки микроэлементного статуса в животноводстве, была разработана и апробирована принципиально новая методика взятия образцов шерсти крупного рогатого скота (S. Miroshnikov et al, 2015, 2017).

Как следует из полученных нами результатов животных рожденные от калмыцкого скота в Якутии отличались от маточного поголовья, завезенного из Калмыкии большим обменным пулом фосфора на 13,1-36,0% и цинка на 19,6-21,0%. В то же время животные калмыцкого происхождения отличались большим обменным пулом хрома в 1,8 - 2,1 раза; железа на 44,4-61,3% никеля в 2,6-2,9 раза; кремния – в 2,1-3,2 раза, соответственно.

Критический анализ полученных данных показывает, что снижение уровня цинка на фоне адаптации является скорее всего результатов воздействия холодного климата Якутии. Это следует из того, что цинк принимает активное участие в работе дыхательных систем и тесно связан с иммунитетом к простудным и легочным заболеваниям (Olechnowicz J., Suliburska J., Tinkov A.,

Skalny A. 2018; Кудрин А.В., Скальный А.В., Жаворонков А.А., Скальная М.Г., Громова О.А., 2000).

В связи с чем нагрузка обмена цинка есть не что иное как результат взаимодействия в системе «организм-внешняя среда». В тоже время, повышенный обменный пул хрома у животных калмыцкого происхождения обусловлен более высокой интенсивностью обмена веществ у последних (Шейда Е.В., Лебедев С.В., Гавриш И.А., Губайдуллина Э.З., 2018). Это в последствие было подтверждено нами в ходе исследований, по оценке гематологических показателей. Уже на начальном этапе исследований нами показан относительно большой биологический потенциал к росту у калмыцкого скота в сравнении с якутским. Это в частности было показано по уровню общего белка в крови.

Для более детального изучения влияния элементного статуса на воспроизводительные особенности быков-производителей нами проведена серия исследований, в ходе которой показана зависимость качества спермы быков от концентрации фосфора, селена, цинка, меди и стронция. Детальный анализ связи качества спермы быков и элементного состава шерсти позволил определить величины физиологической нормы содержания химических элементов в шерсти животных, что имеет большое практическое и теоретическое значение для повышения репродуктивных качеств животных.

Успешная адаптация животных к меняющимся условиям внешней среды во многом успешна в случае перестройки всех систем, в том числе пищеварения. Как следует из анализа материалов, полученных при экспертизе работы рубца с использованием системы SmaXtec животные калмыцкого скота, характеризовались стабильными показателями температуры рубца ( $39,1 \pm 0,022$ ), за все время научно-производственного опыта. При этом уровень рН рубца составил ( $6,6 \pm 0,003$ ), активность животного  $6,7 \pm 0,06$ , что в целом соответствует нормативным показателям.

Любопытные данные были получены нами при оценке микробиома рубца с использованием методов метагеномного секвенирования по 16s rRNA. Как следует из полученных данных микробиоценоз рубца коров сравниваемых пород

оказался схожим. В тоже время, микробиоценоз рубца коров аборигенной якутской породы характеризовался более высоким содержанием бактерий филума Bacteroidetes (+10%), в частности, относящихся к семействам Prevotellaceae (+8%) и Porphyromonadaceae (+2.61%). В рубце коров калмыцкой породы отмечалось более высокое содержание бактерий филума Firmicutes (+2.8%) и Fibrobacteres (+2.98%). Следует отметить, что микробиоценоз толстого кишечника анализируемых пород оказался практически идентичным и разница между основными таксонами составляла не более 3 %.

Оценка значений Индекса Симпсона 0,02 и 0,018 для якутской и калмыцкой пород свидетельствует о равномерности распределения семейств в составе филума Firmicutes без преобладания одного из них. При этом следует отметить отсутствие различий по данному показателю среди пород. Что касается филума Bacteroidetes, то тут картина изменяется. Данные значения показывают, что имеется преобладание некоторых семейств у калмыцкой породы. Сравнивая данные породы, можно отметить большее разнообразие микрофлоры рубца у животных калмыцкой породы, чем у якутской аборигенной. Это косвенно может показывать, что скот калмыцкой породы более «пластичен» в приспособлении к внешним условиям, чем якутский. Возможно это связано с различными резервами организма калмыцкого и якутского скота на фоне относительно низких температур и недостатка кормов столь характерных для зимнего периода содержания.

Между тем установлено, что местный якутский скот лучше адаптирован к перевариванию большого количества объёмистых кормов с высоким содержанием клетчатки, чем калмыцкий!

Закономерным продолжением исследований по проблеме стали эксперименты по изучению хозяйственно-биологических особенностей завозимого калмыцкого скота в новых для него условиях в сравнении с аборигенной породой крупного рогатого скота Республики – якутской и животными Якутской популяции симментальского скота. При планировании этих работ мы исходили из предположения о неравнозначных условиях кормления и

содержания скота на территории столь большого края как Республика Саха (Якутия). В связи с чем нами были предприняты сразу несколько серий исследований, соответственно при низком уровне кормления при УК=1,2-1,3 и высоком при УК=1,6-1,7.

Как следует из результатов исследований с умеренным уровнем кормления молодняк калмыцкого скота превзошел аналогов по интенсивности роста. Так калмыцкий скот в 9-месячном возрасте превосходил якутский по величине живой массы на 16 кг или на 8,94% ( $P<0,05$ ). В 12-месячном возрасте разница увеличилась до 13-32 кг (5,58-12,7 %), а в 18 месяцев до 39-50 кг (12,8-15,87%) соответственно. Имелись определенные различия и в типе телосложения животных. Бычки якутского скота менее рослые, но более сбитые, обладают меньшей перерослостью, более выраженной шилозадостью. По этим признакам культурные породы отличаются от местного скота, особенно калмыцкие животные, у которых в большей степени развиты экстерьерные признаки, определяющие мясную продуктивность.

Следует отметить, что на фоне крайне низкого уровня кормления симментальская порода уступала калмыцкой породе в живой массе в 18 месячном возрасте на 10,5 кг.

Контрольный убой молодняка, выращенного при скудном кормлении, показал, что наибольший убойный выход получен от калмыцких бычков (49,0%), что выше, чем у якутских и симментальских аналогов на 2,29 и 3,92%.

Таким образом калмыцкий скот оказался наиболее высокопродуктивным в сравнении с аналогами при относительно низком уровне кормления. Такие же результаты мы получили в ходе исследований с повышенным уровнем кормления. Так в подсосный период с рождения до 3 месяцев наибольшей энергией роста отличались калмыцкие бычки, которые превосходили по живой массе якутских бычков на 2,9 кг, симментальских на 4,7 кг. В 8-месячном возрасте калмыцкие бычки превосходили сверстников на 33,9 кг ( $P<0,001$ ), на 10,1 кг ( $P<0,01$ ) соответственно. К 15 месяцам на 77,3 кг и 17,6 кг ( $P<0,05$ ). В 18-месячном возрасте различия в живой массе калмыцких бычков по сравнению якутскими

составили 90,8 кг ( $P < 0,001$ ), а с симментальскими 10,3 кг ( $P < 0,05$ ). У калмыцких и симментальских бычков за подсосный период среднесуточный прирост составил 726 и 670 г, что на 127 и 71 г больше, чем, у якутских сверстников (21,2-11,9%) ( $P < 0,001$ ). За период от 3 до 8 месяцев соответственно 192 и 157 г (41,7-34,1%). В период от 12 до 15 месяцев у калмыцких бычков наблюдается наивысший прирост – 1007 г. За весь период выращивания от рождения до 18 месяцев наименьшей скоростью роста отличались якутские бычки, а наибольшей калмыцкие. От 0 до 18 месяцев прирост по группам составил 635-790-755 г.

Задаваясь вопросом почему, мы получили такие результаты при сравнении калмыцкого скота с симментальскими аналогами следует отметить, что принципиальные различия в пользу калмыцкого скота по интенсивности роста и мясной продуктивности во много обусловлены предшествующим периодом селекции и разведения симментальского скота в условиях Республики. А именно влияния близкого родства Якутской популяции симментальского скота с материнской якутской породой и негативным влиянием на продуктивный потенциал этих животных в последние 30 лет селекции «в себе» без прилития крови чистопородных симменталов. И если при сравнении калмыцкого скота с симменталами по хозяйственно-биологическим признакам в европейской части страны при удовлетворительном кормлении параметры, фиксируемые для симментальского скота в подавляющем числе исследований, были выше, то в нашем случае, напротив, калмыцкий скот превосходил своих симментальских аналогов.

Промежуточное положение животных Якутской популяции симменталов между якутским и калмыцким скотом красноречиво демонстрируют данные о морфологическом составе туши подопытных животных. Так, если у калмыцкого скота выход мяса составил 80%, то у симментальского – 75,6%, якутского 73%. Удельный уровень костей составил 12,6; 16,0 и 19,2%, соответственно. Таким образом симментальская порода в данном случае заняла промежуточное положение.

Причем даже не зная результатов исследований по оценке особенностей роста и развития животных сравниваемых пород, но ориентируясь только на биохимические и другие параметры скота можно сделать заключение о превосходстве калмыцкого скота над аналогами по потенциалу к росту. Это было показано нами выше.

В исследованиях установлена зависимость морфологического состава крови у бычков разных генотипов, от сезона года, возраста и физиологического состояния. Так количество эритроцитов колебалось в пределах  $4,09-5,34 \times 10^{12}/л$ , гемоглобина 105,33-114,00 г/л, лейкоцитов  $5,20-6,88 \times 10$  г/л. Содержание общего белка в сыворотке крови в зимний период по сравнению с осенним периодом повысилось на 0,34-1,26 г/л. Весенний период с повышением в летний период на 0,47-0,67 г/л. Существенных различий по содержанию кальция и фосфора в сыворотке крови между подопытными бычками разных групп не установлено.

Рассматривая комплекс хозяйственно-ценных признаков сравниваемых пород следует отметить хорошие мясные качества калмыцкого скота. Так в эксперименте с повышенным уровнем кормления наиболее тяжелые туши были получены от калмыцких бычков в оба возрастные периода.

По данному показателю в возрасте 15 месяцев они превосходили своих якутских сверстников на 41,3 (27,6%), симментальских на 11,1 кг, (6,2%), в 18 месяце на 58,1 кг (33,6%) и 11,9 кг (5,4%). С достижением возраста 18 месяцев наивысшей абсолютной массой мякоти обладали животные калмыцкой породы, наименьшей – животные якутского скота. Во все периоды убоя коэффициент мясности у калмыцких бычков был наивысшим и достиг от 4,0 до 4,82 кг в 18 месяцев.

С 15 до 18 месяцев доля сухого вещества в мясе-фарше якутских бычков повысилась на 4,01%, калмыцких на 4,14%, и симментальских на 3,85%. В 15, так и в 18-месячном возрасте наименьшим содержанием жира в мясе характеризовались калмыцкие бычки. Этот факт мы связываем с индивидуальными особенностями животных, которые еще могут наращивать мышечную ткань в туше. Соотношение валового количества пищевого белка к

жиру было равно у якутских бычков 1:0,53, у калмыцких 1:0,49 и у симменталов 1:0,57. По абсолютному выходу протеина бычки калмыцкой породы в оба периода отличались более высоким выходом протеина. Так, в возрасте 15 месяцев они превосходили своих сверстников по содержанию протеина на 2,00-0,74 кг (16,0-5,4%), в 18 месяцев на 6,02-2,44 кг (48,7-15,3%). Туши калмыцких бычков в 18-месячном возрасте характеризовались самым оптимальным содержанием жира в мякоти туши.

За период от рождения до 18 месяцев бычки калмыцкой породы произвели по 42,3 кг пищевого белка и 18,4 кг жира, сверстники симментальской породы 36,9 кг пищевого белка при 18,9 кг жира, а животные якутского породы лишь 32,5 кг белка и 14,2 кг жира. Это еще раз подтверждает вывод о превосходстве животных калмыцкой породы к преобразованию корма в продукцию в сравнение с аналогами.

Крайне важными на наш взгляд являются прекрасные органолептические качества мяса калмыцкого скота. В наших исследованиях независимая экспертиза показала, что по всем параметрам органолептические свойства мяса калмыцкого скота, в том числе по качеству бульона (цвет, аромат, вкус, наваристость), по качеству мяса (внешний вид, вкус, сочность) превосходили ценность мяса двух других пород. Исключением стали только аромат и жесткость мяса, превосходство по которым оказалось за якутской породой.

Обобщая все вышеописанные результаты нами дана оценка экономической эффективности производства говядины при использовании животных трех сравниваемых пород. Как следует из полученных результатов расход кормов за основные периоды выращивания оказался наибольшим у калмыцкого скота, что имело место при лучшей оплате корма приростом. Так, за период выращивания от рождения до 15 месяцев их преимущество над сверстками других групп по оплате корма составляло 1,46-0,26 корм. ед., а от рождения до 18 месяцев – 3,34-0,70 корм. ед. соответственно в I и II группах.

Уровень рентабельности производства говядины при использовании калмыцкого скота оказался наибольшим, превосходя аналогичный параметр

якутского и симментальского скота на 8,2 и 3,5% в 15-месячном возрасте, и на 11,7 и 3,4% в 18 месяцев, соответственно.

Исследования по оценке адаптационных изменений в организме калмыцкого скота выявили целый ряд изменений в элементном статусе животных, что стало основанием к проведению эксперимента с целью оценки параметров биоконверсии кормов животными калмыцкой породы в условиях Якутии на фоне дополнительного введения минеральных веществ. В качестве минеральной добавки использован комплекс содержащий цеолит и кемпендяйскую соль. С этой целью в условиях СПК «Солоонун» (МР «Мегино-Кангаласский улус», Республика Саха (Якутия). Проведённый нами анализ по химическому составу мяса бычков выявил отличия между животными двух групп, соответственно, не получавших и получавших минеральную подкормку. В частности, в контрольной группе в 1 кг мякоти содержится – 192,7 г белка, а в опытной группе этот показатель равнялся 199,5 г. Соответственно всего белка за период опыта было отложено у бычков контрольной группы 24,4 кг, в опытной группе 25,7 кг, отложено жира 12,6 и 17,1 соответственно. При этом коэффициент биоконверсии переваримого протеина в пищевой белок составил в контрольной группе 5,0%, что меньше опытной группы на 1,2%.

По итогам проведения научно-производственного опыта по откорму бычков калмыцкой породы расчёт биоконверсии показал, что животные опытных групп, потреблявшие дополнительно хонгуринский цеолит и кемпендяйскую соль, обладали более высокой способностью превращать питательные вещества и энергию корма в мясные продукты способностью трансформации питательных веществ и энергии кормов в мясную продукцию. Применение местных природных кормовых добавок является перспективным и эффективным средством для повышения мясной продуктивности крупного рогатого скота.

На основании проведенных исследований и с учетом опыта передовых предприятий Якутии, занимающихся разведением калмыцкого скота, нами сформированы предложения по организации труда в мясном скотоводстве

Республики для достижения экономической эффективности отрасли, которые выражаются в следующем:

- обеспечить максимальное использование животными пастбищ в короткий сезон;

- целесообразно проводить обезроживание животных, что снижает риск травматизма животных в стойловый период на 15-20% и будет способствовать повышению воспроизводства в стаде;

- организовывать откорм бычков на специализированных площадках;

- организации туровых отелов в феврале–апреле, чтобы телята окрепли к началу пастбищного сезона, который сопровождается обилием кровососущих насекомых;

- в зимнее время кормление животных необходимо организовать на выгульных площадках с конца февраля месяца;

- в течение летнего периода на 1 условную голову необходимо 2,5-3,0 га пастбища.

Обобщение полученных фактов позволило нам сформулировать следующие выводы.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Калмыцкая порода крупного рогатого скота хорошо акклиматизируется в условиях зоны разведения мясного скота Республики Саха (Якутия) и представляется перспективной для развития мясного скотоводства в крае. Это подтверждается данными по высокой воспроизводительной способности животных, способности калмыцкого скота адаптироваться к низким температурам с перестройкой обмена веществ и сохранением высокой продуктивности.

2. Природно-климатические условия Республики Саха (Якутия) характеризуются резкой континентальностью со сравнительно длинным зимним периодом с крайне низкими температурами и с коротким пастбищным периодом, что значительно влияет на технологию мясного скотоводства. При этом применяемая технология специализированного мясного скотоводства должна быть ориентирована на рациональное использование местных природных ресурсов (труднодоступных, отдаленных, заброшенных сельскохозяйственных земель и пастбищ), а также генетического потенциала мясного скота с полным его проявлением при разведении в специфических условиях Якутии.

3. Животные калмыцкой и якутской пород характеризуются сходной суточной динамикой температуры тела, частотой пульса и дыхательных движений в августе и в зимнее время в условиях Якутии. В то же время, в июле, на фоне активного лета кровососущих насекомых днем, при температуре воздуха более 31 °С температура тела коров калмыцкой породы превышает уровень якутских аналогов на 0,5 °С и более. При этом частота дыхательных движений у якутского скота повышается на 31,8 % или на 20,6 движения в минуту, пульс на 18 % или на 12,2 удара в минуту. У коров калмыцкой породы соответственно на 22,3 % или на 15 движений, частота пульса – на 53 % или на 29,1 удара в минуту. В вечернее время на фоне снижения температура воздуха до 20-21 °С частота дыхания у калмыцкого скота снижается на 21 %, чем у якутского скота, а частота пульса, напротив, повышается на 9,9 %.

4. Этология калмыцкого и якутского скота имеет различия. Коровы и телята калмыцкой породы более подвижны, затрачивают на передвижения от 2 до 3 раз больше времени, чем якутский скот. В свою очередь коровы якутской породы дольше отдыхают, на 12-15 % больше времени затрачивая на жвачку, в 3,8 раза больше времени тратя на водопой, чем калмыцкие аналоги. При оценке особенностей пастбищного содержания установлено, что коровы калмыцкой породы активно и часто поедают листву кустарников, тогда как у аборигенных животных такого поведения не зафиксировано.

5. Микробиом рубца и толстого отдела кишечника калмыцкого и якутского скота во многом сходен. Однако, микробиоценоз рубца коров якутской породы характеризуется более высоким содержанием бактерий филума *Bacteroidetes* (+10%), в частности, относящихся к семействам *Prevotellaceae* (+8%) и *Porphyromonadaceae* (+2.61%). В рубце коров калмыцкой породы отмечалось более высокое содержание бактерий филума *Firmicutes* (+2.8%) и *Fibrobacteres* (+2.98%). Следует отметить, что микробиоценоз толстого кишечника этих пород практически идентичен с разницей между основными таксонами не более 3 %.

6. Исследования химических элементов в почве и поверхностных водах территорий разведения калмыцкого скота в Якутии не выявили существенных дисэлементозов, экологическая обстановка является благоприятной. Вместе с тем интродукция калмыцкого скота в Республику сопряжена с изменениями элементного статуса животных, что выражается увеличением обменного пула фосфора на 13,1-36,0% и цинка на 19,6-21,0 %. При этом потомки калмыцкого скота, завезенного из Калмыкии отличаются меньшим уровнем хрома в 1,8 - 2,1 раза; железа на 44,4-61,3% никеля в 2,6-2,9 раза и кремния – в 2,1-3,2 раза.

7. Изменения в элементном статусе животных калмыцкой породы можно компенсировать дополнительным введением в рацион скота на откорме природных минеральных кормовых добавок (хонгуриинский цеолит и кемпендайская соль). Это сопровождается повышением содержания гемоглобина в крови на 10,2 %, общего белка в сыворотке крови на 12,3 %, что имеет место на фоне повышения интенсивности роста молодняка на 7-20 %, и увеличения

убойного выхода на 2,1 %. Использование минеральных добавок в кормлении бычков калмыцкой породы позволяет повысить эффективность конверсии корма в продукцию по протеину на 2,3 %, энергии на 1,1 %. Рентабельность производства говядины при использовании комплекса хонгуринаского цеолита и кемпендйской соли на откорме увеличивается на 12-13 %.

8. Высокий генетический потенциал калмыцкой породы в сравнении с якутским скотом и животными якутской популяции симментальского скота в условиях Якутии подтверждается исследованиями, в которых установлен факт более высокой интенсивностью роста бычков в период выращивания до 18 месячного возраста при различных уровнях кормления. Так превосходство бычков калмыцкой породы по величине среднесуточного прироста при уровне кормления 1,2-1,4 составляет 3,7 % в сравнении с симментальским скотом и 19,2 % при сравнении с якутским. Аналогичные расхождения при уровне кормления 1,5-1,7 составляют 4,6 и 24,4 %, соответственно.

9. Использование калмыцкого скота в условиях зоны мясного скотоводства Республики Саха (Якутия) позволяет увеличить рентабельность производства говядины по сравнению с практикой использования для этих целей скота якутской породы и животных якутской популяции симментальского скота. Так при уровне кормления 1,5-1,7 уровень рентабельности выращивания бычков калмыцкой породы на мясо к 18 месячному возрасту превышает аналогичный показатель других местных районированных генотипов на 3,5 – 7,8 %. При этом совокупная прибыль от реализации 18-месячного бычка калмыцкой породы превышает уровень якутского аналога на 8,5 тысяч рублей/голову, симментальского на 3,7 тысяч рублей за голову.

10. Видовой состав кормовых трав территории происхождения - Республика Калмыкия и интродукции калмыцкого скота – Республика Саха (Якутия) в зоне разведения мясного скота имеют существенные различия. Различия в видовом составе и природно-климатических условиях двух территорий определяют различную питательность пастбищного корма. При этом как правило кормовые травы пастбищ Якутии отличаются большим содержанием

сырого протеина на 1,5-4,0 %, но меньшим уровнем сырого жира на 0,8-1,3 % и сырой клетчатки на 1,4-3,4 % в сравнении с Калмыкией.

11. В результате изучения данных по линейному росту подопытных животных, следует отметить некоторые различия в показателях отдельных промеров у бычков сравниваемых групп. Калмыцкие бычки превосходили сверстников, но косою длинными туловища на 0,9-1,3 см (1,2-1,8 %), ширине груди на 0,3-0,8 см (1,9-5,3 %), ширине в тазобедренных сочленениях на 0,4-0,8 см (2,1-4,2%), обхвату груди на 0,6-1,3 см (0,7-1,6 %). Симментальская порода более высокорослая, якутский скот с большим развитием передней части туловища, калмыцкие бычки обладали более пропорциональным туловищем, свойственным мясному скоту.

12. При изучении полиморфизма микросателлитных локусов ДНК у изучаемых пород были выявлены 132 аллеля, из них 122 – у калмыцкой породы крупного рогатого скота. У аборигенного якутского скота выявлено 68 аллелей, наибольшим числом аллелей характеризовался TGLA53: 12 у калмыцкой породы и 8 – у аборигенного якутского скота. Результаты исследования показали, что аборигенный якутский скот и калмыцкая порода крупного рогатого скота являются источниками уникального аллелофонда.

13. За годы исследований по разведению калмыцкого скота в Якутии установлены объективные показатели воспроизводства, которые выражаются в следующем: возраст на который проходится первый отёл от 27 до 30 месяцев, в среднем 28,6. Продолжительность стельности составляет от 274 до 280 суток, в среднем 277. При этом деловой выход телят от первотелок калмыцкой породы изменялся от 83,4 до 90,6 %, в среднем 87,2 головы. В целом по стаду калмыцкого скота в Республике коэффициент воспроизводства мясного скота составлял 82 % и выше. Относительно высокие воспроизводительные качества коров калмыцкой породы определяются высокими адаптационными свойствами скота этой породы.

14. Исследования морфологического и биохимического составов крови свидетельствует о том, что все изменения в составе крови, наблюдаемые у подопытных животных разных групп, не выходили за пределы физиологических

норм, имеющие отклонения у калмыцкого скота связаны с адаптацией, особенно заметной в экстремальные периоды года. При этом в период первых лет интродукции коровы калмыцкой породы отличались от аналогов более высоким содержанием эритроцитов в крови, превосходя животных якутской и симментальской пород на 16,0 и 6,1% по количеству гемоглобина на 9,4 и 10,9%, соответственно. При этом по количеству лейкоцитов и лимфоцитов в крови животные калмыцкой породы уступали аналогам двух других пород.

15. Оценка быков-производителей по уровню концентраций химических элементов в семенной жидкости (P, Sr, Cu, Se, Zn) и шерсти (Ca, Al,  $\Sigma$ tox) позволяет выявлять особей с высокими количественными и качественными характеристиками семени. Применение коэффициента качества спермы для оценки репродуктивных качеств быков-производителей позволяет выявлять животных с большей активностью на 0,8-4,0 % и концентрацией на 15,5-29,3 % сперматозоидов в свежей сперме по сравнению с аналогами.

16. Установлены референтные интервалы концентраций 25 химических элементов (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Hg, Sr, V, Zn) в шерсти и семенной жидкости физиологически здоровых быков-производителей. Применение указанных интервалов позволяет выявлять элементозы у животных по элементам-маркерам, определяющим количественные и качественные характеристики спермы и проводить их своевременную коррекцию с целью повышения воспроизводительных качеств. Апробация референтных интервалов в племенных хозяйствах позволила выявить животных с отклонениями от рекомендуемых норм, что было сопряжено с достоверным снижением с концентрации и активности сперматозоидов.

17. Разработана и апробирована в условиях Республики Саха (Якутия) технология повышения воспроизводительной способности быков-производителей на основе новых подходов к индивидуальной оценке и коррекции элементного статуса по 25 химическим элементам, позволяющая увеличить концентрацию сперматозоидов в сперме на 13,7 %, активность на 15,5 %, активность после криоконсервации на 12,4 %, снизить брак семени на 14,3 %.

18. Калмыцкий скот при различных уровнях кормления в диапазоне от 1,2 до 1,7 в условиях Якутии превосходит аналогов якутского скота и животных Якутской популяции симментальского скота по мясной продуктивности, что для уровня кормления 1,5-1,7 в возрасте 18 месяцев выражается превышением массы туши на 4,7 и 21,8 %; выходу туши 3,9 и 0,4 %, соответственно. При экспертизе мяса и бульона, приготовленного из него - по внешнему виду, аромату, вкусу и другим параметрам, только по аромату мяса образец, полученный от калмыцкого скота уступал аналогу от якутского, во всех других случаях органолептические свойства продукции калмыцкого скота оказались непревзойдёнными, с общим баллом 4,43-4,59, против 4,02-4,38 у пород сравнения. Причем органолептические свойства мяса калмыцкого скота можно повысить при использовании в кормлении животных минеральных добавок, в частности хонгуринского цеолита и кемпендяйской соли.

19. Телята калмыцкой породы на подсосе в пастбищный период в условиях зоны разведения мясного скота Якутии превосходно используют подножный корм, обеспечивая наращивание живой массы даже на скудных пастбищах в условиях засухи. Так за 4-месячный пастбищный период интенсивность роста телят калмыцкой породы составляла 898 г в сутки, что на 3,5 % превышает аналогичный параметр помесей «симментал-галловей».

## 6. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для расширенного воспроизводства скота и наращивания производства высококачественной говядины в зоне мясного скотоводства Якутии целесообразно использовать калмыцкий скот. Животные этой породы хорошо приспособляются к суровым условиям зоны мясного скотоводства Крайнего Севера и превосходят якутский скот и животных якутской популяции симментальского скота по продуктивности. Интродукция калмыцкого скота позволяет увеличить интенсивность роста молодняка в мясном скотоводстве края на 3,7 - 19,2 % при умеренном уровне кормления и на 4,6 - 24,4 % при интенсивном выращивании. Использование маточного поголовья калмыцкого скота обеспечивает получение 82-85 телят на 100 маток. При этом следует ожидать увеличение рентабельности производства говядины на 3-12 %.

2. Для повышения продуктивности и экономической эффективности откорма мясного скота в условиях Якутии целесообразно использовать минеральные добавки, произведенные в крае, в частности хонгуринский цеолит и кемпендайскую соль. Применение этих добавок при умеренном уровне кормления сопровождается повышением интенсивности роста скота на величину не менее 7%, при росте рентабельности производства говядины на 12-13 %.

3. Для повышения эффективности мясного скотоводства в Якутии следует широко использовать пастбища, что позволяет даже за короткий летний период реализовать продуктивные качества скота. Так за четырехмесячный пастбищный период телята калмыцкой породы способны набирать дополнительно по 110-150 кг живой массы и обеспечивать экономически выгодное производство.

4. Развитие мясного скотоводства в Якутии должно базироваться на эффективном использовании пастбищ и малозатратном зимнем содержании скота в облегченных скотопомещениях с достижением суточного прироста молодняка при стойловом содержании не менее 650-700 г, летнем пастбищном – не менее 800-900 г, что при организации заключительного осеннего откорма обеспечит достижение рентабельности отрасли.

5. Применение технологии определения и коррекции элементного статуса по концентрации 25 химических элементов в семенной жидкости и шерсти в практическом животноводстве позволяет организовать индивидуальную работу с высокоценными быками-производителями, обеспечивая повышение репродуктивных качеств.

## **7. ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

1. Закономерным продолжением исследований по теме диссертационной работы станет создание на основе калмыцкого скота в Республике Саха (Якутия) нового типа мясного скота хорошо адаптированного к условиям Крайнего Севера, с последующим тиражированием. Создание нового типа будет реализовано на основании положений дорожной картой утверждённой приказом Министерства сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия) №464 от 07.06.2017 года одобренной Ученым советом ФГБУ «Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий РАН» (г. Оренбург) от 14.04.2020 года (протокол 04) и Ученым советом ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия» от 16.04.2020 года (протокол №41/4).

2. Дальнейшим продолжением работ по проблеме станет разработка новых пробиотических комплексов, включающих виды бактерий, впервые выявленных в составе микробиома якутского скота. Создание и применение этих препаратов позволит повысить адаптационные способности животных и будет способствовать повышению продуктивности животных.

3. Важным аспектом продолжения работ по проблеме должны стать исследования по оценке элементного статуса крупного рогатого скота разводимого на территории Республики Саха (Якутия) с разработкой детальных рекомендаций по оптимизации питания и повышения продуктивности сельскохозяйственных животных этого края.

## 8. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, А.Ф. Пищевая и биологическая ценность мяса, субпродуктов якутского скота [Текст]: монография / А.Ф. Абрамов, Р.Г. Попов, К.М. Степанов, И.А. Гаврильев, С.И. Заровняев – Новосибирск, 2018. – 114 с.
2. Аджаев, В.И. Калмыцкая порода мясного скота / В.И. Аджаев // Вестник мясного скотоводства. – 2010. – Т. 3. – № 63. – С. 24-34.
3. Азаров, Г.С. Высокоинтенсивная технология ведения мясного скотоводства / Г.С. Азаров // Молочное и мясное скотоводство. – 1977. – № 4. – С. 20.
4. Азаров, Г.С. Откорм и нагул скота мясных пород / Г.С. Азаров. – М.: Колос, 1971. – С. 40-48.
5. Азаров, Г.С. Первые заводские линии в калмыцкой породе скота / Г.С. Азаров, Л. М. Половинко, Н.И. Бочко // Молочное и мясное скотоводство. – 1982. – № 3. – С. 28-30.
6. Акопян, К.А. Казахский белоголовый скот на Юго-Востоке СССР / К.А. Акопян. – Чкалов: кн. изд-во, 1956. – 26 с.
7. Алексеева, Е.И. Оценка продуктивности молодняка мясного крупного рогатого скота разной породной принадлежности / Е.И. Алексеева // Вестник Курганской ГСХА. – 2018 г. – № 2. – С. 9-14.
8. Алексеева, П.Е. Пути сохранения генофонда якутского скота при чистопородном развитии с использованием инбридинга [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Алексеева Пелагея Егоровна. – М., 1991. – 16 с.
9. Амерханов, Х.А. Интенсификация выращивания и откорма молодняка важнейший резерв увеличения производства говядины / Х.А. Амерханов // Молочное и мясное скотоводство. – 1999. – № 6. – С. 2-4.
10. Амерханов, Х.А. Калмыцкая порода скота в племенных хозяйствах российской федерации / Х.А. Амерханов, С.А. Мирошников, Ф.Г. Каюмов, Т.М. Сидихов, Н.А. Калашников [и др.]: сб. ФГБНУ ВНИИМС. – Вестник РАСХН, 2016. – С. 41.
11. Амерханов, Х.А. Мясное скотоводство: учеб. пособие / Х.А. Амерханов, Ф.Г. Каюмов. – М., 2016. – 315 с.

12.Амерханов, Х.А. Проект концепции устойчивого развития мясного скотоводства в Российской Федерации до 2030 года / Х.А. Амерханов, С.А. Мирошников Р.В. Костюк и [др.] // Вестник мясного скотоводства. – 2017.–№1(97). – С. 7-11.

13.Амерханов, Х.А. Современное состояние и перспективы развития мясного скотоводства в России / Х.А. Амерханов, Ф.Г.Каюмов // Вестник мясного скотоводства.– 2008.– Вып.61.(1).– С.3-9.

14.Амерханов, Х.А.Технология производство говядины: учеб. пособие / Х.А.Амерханов, А.Баймуканов, Ю.А.Юлдашбаев [и др.] .– Алматы,2016.– 424 с.

15.Атлас сельского хозяйства Якутской АССР / Государственный агропромышленный комитет Якутской АССР, Государственный комитет РСФСР по народному образованию, Якутский государственный университет; редакционная коллегия: И. А. Матвеев (председатель) [и др.]. –1:50 000 000. –М., ГУГК, 1989. –1 атл. (115 с.). –URL: <https://e.nlrs.ru/online/10640> (дата обращения: 16.04.2020).

16.Багрий, Б. А. Мясное скотоводство Поволжья / Б.А.Багрий. – Приволж.книжн.изд-во,1974.–448 с.

17.Багрий, Б.А. Селекционная работа в мясном скотоводстве / Б.А. Багрий, Э.Н. Доротюк.– М.:Колос,1979.– С.26-45.

18.Баканов, В.Н. Кормление сельскохозяйственных животных: учебник. / В.Н. Баканов, В.К. Менькин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 511 с.

19.Барашкова, Н. В. Биохимические особенности естественного разнотравно-злакового фитоценоза при разных уровнях питания в условиях центральной Якутии / Н. В. Барашкова, В. В. Устинова. – Текст: непосредственный // Наука и образование. – 2016. – № 2 (82). – С. 107- 114.

20.Баринов, В.Э. Повышение племенных качеств калмыцкого скота на основе эффективного использования выдающихся быков-производителей в естественной случке / В.Э. Баринов, Н.В. Манджиев, Ф.Г.Каюмов [и др.] // Вестник мясного скотоводства. –2017.–№4(100). – С.48-56.

21.Басангов, А.П. Калмыцкий скот /А.П. Басангов, В.Э. Баринов. – Элиста: ММП «Ботхн», 1992. – 113 с.

22.Басангов, А.П. Совершенствование скота калмыцкой породы /А.П. Басангов // Зоотехния.–1994. – №12.– С. 5-8.

23.Баскин, Л.М. Поведение коров крупного рогатого скота / Л.М. Баскин, Е.А. Чикурова – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 251с.

24.Бахарев, А.А Адаптация и хозяйственно-биологические особенности лимузинского и салерского скота в сравнении с герефордами сибирского типа в условиях лесостепи Северного Зауралья [Текст]: дис. ... канд. с.-х. наук: 06. 02.04 / Бахарев Алексей Александрович. – Тюмень, 2005. – 156 с.

25.Бахарев, В.А. Хозяйственно-биологические особенности скота породы шаролеи обрак в зоне Северного Зауралья на начальном этапе их акклиматизации [Текст] : дис... канд. с.-х. наук: 06.02.04,06.02.01 / Бахарев Владимир Александрович.– Новосибирск, 2005.– 151 с.

26.Белоусов, А.М. Абердин-ангусский скот России / А.М. Белоусов, Х.Х.Тагиров, Р.С. Юсупов : монография. – Уфа. – 2002.– С. 148.

27.Белоусов, А. М. Русская комолая порода мясного скота [Текст] : монография / А. М. Белоусов, В. М. Габидулин; М-во сел.хоз-ва РФ, ФГБОУ ВО ОГАУ, ФГБНУ ВНИИМС. – Оренбург: Издат. центр ОГАУ, 2018. – 275 с.

28.Белоусов, А.А. Особенности роста чистопородных и помесных (лимузин-черно-пестрых) бычков / А.А. Белоусов // Актуальные проблемы развития животноводства и кормопроизводства. – Курган, 2002. – С. 28.

29.Белоусов, А.М. Интродукция абердин-ангусского скота в Россию и пути его совершенствования [Текст]: автореф.дис. ... д-ра с.-х.наук.– Краснодар, 1994.–50 с.

30.Белоусов, А.М. Мясная продуктивность абердин- ангусского скота и его помесей / А.М.Белоусов // Животноводство.– 1982.–№9.–С.44-50.

31.Белоусов, А.М. Мясная продуктивность чистопородных абердин-ангусских бычков и абердин – ангусских калмыцких помесей / А.М. Белоусов // Проблемы мясного скотоводства // Тр. ВНИИМС. – Оренбург. – 1975. – С. 70-74.

32.Бельков, Г.И. Технологические особенности промышленного откорма скота // Научные основы создания специализированного мясного скотоводства.– Минск, 1979.– С.100-104.

33.Богушевский, А. А. Мелиорации в зоне многолетней мерз- лоты / А. А. Богушевский.–М: Колос, 1974. –253 с.

34.Бойко, И.Н. Эффективность различных способов содержания бычков / И.Н.Бойко // Животноводство.–1980.–№8.– С.46-47.

35.Болаев, Б.К.Разработка методов совершенствования и рационального использования генетического потенциала скота калмыцкой породы при производстве конкурентоспособной говядины [Текст]: автореф.дисс. ... д-ра с.-х. наук / Б.К. Болаев.– Волгоград, 2019.– 54 с.

36.Бородин, П.М. Стресс и генетическая изменчивость / П.М. Бородин. // Генетика.–1987.–Т. 23.– С. 1003-1010.

37.Бурка, В.С. Высокопродуктивные типы мясного скота / В.С. Бурка, Г.А. Бурка, Л.М.Половинко, В. Тюриков // Молочное и мясное скотоводство.– 2005.– № 6. – С.7-9.

38.Венедиктова, Т.Н. Методические рекомендации по применению хронометрирования для изучения поведения крупного рогатого скота /Т.Н. Венедиктова // Дубровицы. – 1982. – С. 24-25.

39.Гаврилова, М. К. Климат Центральной Якутии / М. К. Гаврилова.– Якутск: Якут. кн.изд-во, 1973. –120 с.

40.Гальперин, А.И. Крупный рогатый скот калмыцкой области / А.И.Гальперин // Госиздат сельскохозяйственной и колхозно -кооперативной литературы.– М.;Л.,1932.–158 с.

41.Гамарник, Н.Г. Герефордовский скот сибирской селекции: создание, репродукция, использование / Н.Г. Гамарник, П.Т. Золотарёв // Вестник мясного скотоводства.– Вып. 56. – 2003. – С. 38-43.

42.Гамарник, Н.Г. Мясное скотоводство Северного Зауралья: состояние и перспективы развития / Н.Г. Гамарник, В.А.Солошенко, О.М.Шевелева , В.Н.Тулупова. – Новосибирск, 2004. – 247 с.

43.Гармаев, Д.Ц. Селекционно-племенная работа со скотом калмыцкой породы: монография / Д.Ц. Гармаев, С.М. Дашинимаев, Д.Д. Дугданов. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2016. – 192 с.

44.Гартованная, О.В. Мясная продуктивность бычков зимовнико скототипа калмыцкой породы [Текст]: автореф. дис. ...канд.с.-х. наук / Гартованная Оксана Владимировна.– п. Персионовский, 2008.– 23с.

45.Генджиева, О.Б. Анализ генетических исследований крупного рогатого скота калмыцкой породы / О.Б. Генджиева, Л.Г.Моисейкина // Вестник калмыцкого университета.– 2012.–№1(13).–С.10-14.

46.Генджиева, О.Б. Генетические аспекты селекции калмыцкого скота / О.Б.Генджиева, В.И. Аджаев, Л.Г. Моисейкина. – Элиста: Изд-во Калмыцкого университета, 2012. – 178 с.

47.Генджиева, О.Б. Эпизоотология лейкоза крупного рогатого скота в скотоводстве Республики Калмыкия: монография /О.Б. Генджиева, М.И. Гулюкин, А.Я. Генджиев.– Элиста, 2013.–163 с.

48.Гизатуллин, Р.С. Акклиматизация быков герефордской породы зарубежной селекции в условиях степной и лесостепной зон Южного Урала России / Р.С. Гизатуллин, Т.А. Седых, В.И. Косилов, Т.А.Иргашев.–Кишовар,2017.– №1.– С.20-25.

49.Глембоцкий, Я.Л. Очерк современного состояния и перспективы развития скотоводства в Ленском и Олекминском районах Якутской АССР / Я.Л. Глембоцкий, С.Н. Попов // Тр. Якут. филиала АН СССР. – М., 1956. – С. 148-171.

50.Голиков, А.Н. Адаптация сельскохозяйственных животных/ А.Н.Голиков.– М.: Агропромиздат, 1985.–215 с.

51.Гончарова, Н.А. Физико-химические показатели жира-сырца / Гончарова Н.А, Кибкало Л.И, Ткачева Н.И // Вестник КГСХА. – 2010. –Т.6 – С. 58-59.

52.Горлов, И.Ф. Идентификация SNP- профилей и оценка племенной ценности скота калмыцкой породы с использованием биочипов / И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин, М.И. Сложенкина, А.К. Натыров, Б.К. Болаев [и др.] // Зоотехния.– 2019.– №4.– С.9-11.

53. Горлов, И.Ф. Теоретические и практические основы адаптивных ресурсосберегающих технологий содержания крупного рогатого скота в условиях Нижнего Поволжья [Текст]: автореф. дис... д-ра с.-х. наук. – Оренбург, 1996. – 53 с.

54. Горохов, А.Н. Современные тенденции изменения климата в Якутии / А.Н. Горохов, А.Н. Федоров // География и природные ресурсы . – 2018. – № 2. – С. 111–119.

55. Горохов, Н.И. Долголетие и пожизненная продуктивность симментальских коров в Центральной Якутии / Н.И. Горохов, Р.П. Свинобоева // Племенная работа в молочном скотоводстве Якутии. Якутск: Кн. изд-во. – 1985. – С. 24-27.

56. Горохов, Н.И. За создание якутского типа симменталов // Научные основы производства мяса и молока в Якутской АССР. – Якутск, 1977. – С. 30-36.

57. Горохов, Н.И. Итоги и направления исследований по скотоводству в Якутии / И.Н. Горохов, Р.Г. Попов, Н.С. Пермяков, В.В. Романов // Достижения науки и техник АПК. – 2006. – №5. – С. 5-7.

58. Горохов, Н.И. Улучшение молочного скота в условиях Республики Саха (Якутия) / Н.И. Горохов. – Новосибирск, 2001. – 156 с.

59. Горохов, Н.И. Результаты скрещивания симментализированного скота с производителями калмыцкой породы в условиях Якутии [Текст] : автореф. дис... канд. с.-х. наук / Горохов Николай Иннокентьевич. – Новосибирск, 1971. – 20 с.

60. Горохова, В.И. К оценке акклиматизационных способностей скота герфордской породы в условиях Оренбуржья / В.И. Горохова, Л.И. Доровских // Сб. науч. тр. ВНИИММС. – Оренбург, 1968. – Вып. 13. – С. 70-72.

61. Государственная программа Республики Саха (Якутия) «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2012–2021 годы». – <https://minsel.sakha.gov.ru/Gosudarstvennie-i-tselevie-programmi/gosudarstvennaja-programma> (дата обращения: 04.12.2018).

62. Григорьев, Н.Г. Биологическая полноценность кормов / Н.Г. Григорьев, Н.П. Волков, Е.С. Воробьев [и др.] – М.: Агропромиздат, 1989 – 287 с.

63. Гуткин, С.С. Мясная продуктивность молодняка крупного рогатого скота при интенсивном выращивании / С.С. Гуткин // Животноводство.–1984.–№ 1.– С.46-48.

64. Гуткин, С.С. Прогнозирование оптимального срока убоя и предубойной живой массы молодняка крупного рогатого скота. // Зоотехния.–2002.– № 9.– С. 25-32.

65. Гуткин, С.С. Современная оценка мясных пород скота и требования к качеству говядины / С.С. Гуткин // Вестник Российской академии с.-х. наук. – 1995. – № 1. – С. 60-63.

66. Данилова, Н.С. Декоративные растения Якутии: атлас-определитель / Н.С. Данилова, С.З. Борисова, Н.С. Иванова – М.: ЗАО «Фитон+», 2012.–248 с.

67. Даянова, Г.И. Оценка возможностей развития сельского хозяйства Республики Саха (Якутия) на основе ретроспективного анализа / Г.И. Даянова, И.К. Егорова, М.С. Колесова, А.Ф. Баишева // Экономика и предпринимательство. –2017.– № 9-4 (86).–С. 1195-1200.

68. Даянова, Г.И. Трудовые ресурсы и производительность труда в сельском хозяйстве Республики Саха (Якутия) / Г.И. Даянова, Н.Н. Никитина, А.Н. Крылова // Вектор экономики.–2018.–№N 6. – С.73.

69. Дедов, М.Д. Племенная работа в скотоводстве в современных условиях / М.Д. Дедов, Н.В. Сивкин // Зоотехния.– 2002 –. № 11.– С. 2-4.

70. Денисенко, Н.Т. Использование импортного крупного рогатого скота мясных пород / Н.Т. Денисенко // Научные тр. УСХА, 1974.–Вып. 134.– Т. VI.– С. 70-73.

71. Джуламанов, К.М. Формирование мясной продуктивности у молодняка герефордской породы разного типа телосложения / К.М. Джуламанов, Н.П. Герасимов, А.Н. Ивонин // Вестник мясного скотоводства. –2009. –Т. 1.–№ 62.– С. 90-97.

72. Дмитриев, М.Т. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде / М.Т. Дмитриев, Н.И. Казнина, И.А. Пинигина. – М.: Химия, 1989.–368 с.

73.Дмитриев, Н.Г. Породы скота по странам мира / Н.Г. Дмитриев.–Л.: Колос, 1978.–351 с.

74.Додохов, В.В. Оценка биоразнообразия лошадей якутской породы с использованием ДНК маркеров [Текст] : дис. ... канд. биол. наук : 06.02.07 / Додохов Владимир Владимирович. – Лесные Поляны, 2017. – 113 с.

75.Долгая, М. Н. Физиология, потребление, ретенция и экскреция эссенциальных микроэлементов в живых организмах / М.Н.Долгая, С.О.Шаповало, Н.Ф.Канахович // Микроэлементы в медицине, ветеринарии, питании: перспективы сотрудничества и развития: сб.тез. докл. междунар. науч.-практ.конф. – Одесса, 2014.– С.71-77.

76.Доротюк, Э.Н. Калмыцкий скот и пути его совершенствования / Э.Н. Доротюк. – М.: Россельхозиздат, 1981. – С. 34-35.

77.Доротюк, Э.Н. Мясная продуктивность бычков и телок калмыцкой породы при интенсивном выращивании и откорме / Э.Н.Доротюк, Я.З.Жолондзь, А.Н.Проскуряков // Докл. ВАСХНИЛ. –1975. – № 2.– С. 24-26.

78.Доротюк, Э.Н. Мясная продуктивность молодняка разных типов калмыцкой породы // Тр. Оренбургской НИИММС.– Вып. 13.– 1968.–С 48-56.

79.Доротюк, Э.Н. Роль калмыцкого скота в развитии мясного скотоводства / Э.Н. Доротюк // Животноводство.–1976. – № 2.– С. 18-20.

80.Доротюк, Э.Н. Хозяйственные и биологические особенности крупного рогатого скота калмыцкой породы[Текст ]: автореф. дис....д-рас.-х. наук: 06.02.04 / Доротюк Эдуард Николаевич.– Одесса, 1972. – 45 с.

81.Доротюк, Э.Н.Мясная продуктивность бычков-кастратов от промышленного скрещивания калмыцкого скота с абердин-ангусским / Э.Н.Доротюк // Тр.ВНИИМС. – Оренбург,1970.– Вып.14.– С.84-93.

82.Дохи, Й. Простой метод выражения плодовитости / Й. Дохи; Вестник с.-х. науки.– 1961.– № 3.–С.27-29.

83.Дудин, С. Я. Интенсивное выращивание и откорм молодняка калмыцкой породы / С.Я. Дудин, Г.Л. Рындин // Животноводство. –1964.–№ 4.–С. 17-23.

84.Дудин, С.Я. 9-летнее исследование выращивания молодняка калмыцкой породы / С.Я.Дудин, Г.С. Азаров, Г.Л.Рындин // Тр. ВИЖа.– 1970.– Т.32. – С.15-18.

85.Дудин, С.Я. Всемирно развивать мясное скотоводство / С.Я.Дудин // Молочное и мясное скотоводство.– 1966.– №5.– С.2-6.

86.Дудин, С.Я. Мясная продуктивность Абердино-ангусского скота и его помесей / С.Я.Дудин, И.П.Кожуховский // Животноводство. – 1976.– № 2.–С. 31-33.

87.Дудин, С.Я. Мясное скотоводство / С.Я. Дудин.–Алма-Ата: Кайнар, 1967.–250 с.

88.Дудин, С.Я. Разработка эффективных методов и технология интенсивного выращивания, нагула и откорма молодняка крупного рогатого скота / С.Я.Дудин, Д.Л. Левантин // Сб. науч. тр. ВИЖ.-Дубровицы, 1971.–Вып.23.–С.23-26.

89.Дунин, И. М. Ускоренное развитие мясного скотоводства – решение проблемы говядины в России / И.М.Дунин, В.Шаркаев, А. Кочетков // Молочное и мясное скотоводство.– 2009.– №5.–С.2-4.

90.Дунин, И.М. Мясное скотоводство – одно из стратегических направлений производства говядины в России / И.М. Дунин, В. Шаркаев, А. Кочетков // Зоотехния. – 2006.–№2. – С. 2-4.

91.Дунин, И.М. Состояние мясного скотоводства в РФ / И.М.Дунин , Х.А.Амерханов , Г.И.Шичкин [и др.] // Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах РФ.– М., 2018.– 440 с.

92.Егоров, О.В. Дикие копытные Якутии.– М.: Наука, 1965.– 258 с.

93.Егорова, А.Д. Влияние добавки цеолита-хонгурина на свойства камня на основе минеральных вяжущих веществ / Егорова, А.Д. Рожин В.Н. Филиппова К.Е // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9 – С. 62-63.

94.Еловская, Л. Г. Мерзлотные засоленные почвы Центральной Якутии / Л.Г. Еловская , А.К. Коноровский , Д.Д. Саввинов. –М.: Наука, 1966.– 274 с.

95.Еловская, Л.Г. Почвы земледельческих районов Якутии и пути повышения их плодородия / Л.Г. Еловская. –Якутск, 1964.– 30 с.

96.Еловская, Л.Г. Районирование и мелиорация мерзлотных почв Якутии / Л.Г. Еловская, А.К. Коновровский. – Новосибирск: Наука, 1978. – 174 с.

97.Емельянова, А.Г. Особенности почвенно-климатических условий Центральной Якутии и адаптивные к ним сорта многолетних трав / А.Г.Емельянова // Достижения науки и техники АПК. – № 2.–2013.– С.35-36.

98.Еременко, В. К. Калмыцкий скот и методы его совершенствования [Текст]: монография / В. К. Еременко, Ф. Г. Каюмов. – М.: Вестник РАСХН, 2005.– 385 с.

99.Еременко, В. К. Система устойчивого ведения сельского хозяйства Оренбургской области [Текст]: рассмотрена на научно-техническом совете при департаменте агропром. комплекса адм. обл. 28 декабря 1998 г. / В.К. Еременко, А.Г. Крючков, В.Е. Тихонов [и др.]; отв. ред. Г.И. Бельков / Департамент сельского хозяйства администрации Оренб. обл.; Оренб. научно-исслед. ин-т сельского хозяйства Россельхозакадемии. – Оренбург: Оренбургское кн.изд-во, 1999.– 336 с.

100. Еременко, В.К. Совершенствование калмыцкой породы скота на Южном Урале и создание ее нового заводского типа[Текст] :дис. ...д-рас-х. наук : 06.02.01 / Еременко Василий Константинович – Оренбург, ВНИИМС, 2006 – 445 с.

101. Жабатов, К.М. Мясная продуктивность и некоторые биологические особенности кастратов калмыцкой, казахской белоголовой и симментальской пород в условиях сухостепной зоны Южного Урала[Текст]: автореф.дис. ...канд. с.- х. наук: 06.02.04/ Жабатов Канатбай Манатбаевич. –. Оренбург, 2000.–21 с.

102. Житенко, П.В. Оценка качества продуктов животноводства / П.В. Житенко.–М.:Россельхозиздат.–1987. – 208 с.

103. Заверюха, А.Х. Интенсивная технология производства говядины в мясном скотоводстве / А.Х. Заверюха // Зоотехния.–1994.– №11.– С. 21-24.

104. Заверюха, А.Х. Повышение эффективности производства говядины / А.Х. Заверюха, Г.И. Бельков.– М.: Колос, 1995.– 287 с.
105. Заверюха, А.Х. Состояние и перспективы мясного скотоводства в России / А.Х. Заверюха // Вестник РАСХН.– 1997.–№2. –С. 6-7.
106. Завьялов О.А. Влияние различных концентраций Se в семенной жидкости на качественные характеристики спермы и антиоксидантный статус быков-производителей голштинской породы // Пермский аграрный вестник. 2022; №4 (40). С. 89-97.
107. Завьялов О.А., Фролов А.Н., Харламов А.В., Курилкина М.Я. Влияние различных уровней эссенциальных и токсичных элементов в семенной жидкости на качественные характеристики спермы быков-производителей голштинской породы // Пермский аграрный вестник. 2022. № 2 (38). С. 118-128.
108. Завьялов О.А., Фролов А.Н., Харламов А.В., Курилкина М.Я. Справочные интервалы концентраций химических элементов в семенной жидкости быков-производителей голштинской породы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 94. С. 187-194.
109. Заднепрянский, И.П. Рациональное использование отечественных и некоторых импортных пород скота для производства говядины[Текст]: автореф. дисс....д-ра с.-х. наук: 06.02.04 /Заднепрянский Иван Петрович.– Новосибирск, 1993.– 51 с.
110. Заднепрянский, И.П. Использование лимузинского скота в скрещивании на Белгородчине / И.П. Заднепрянский, В. Гудыменко, А.И. Рязанов // Молочное и мясное скотоводство.– 2003.– №7.– С. 10-13.
111. Заднепрянский, И.П. Методические рекомендации по созданию внутривидового типа комолого скота казахской белоголовой породы / И.П. Заднепрянский, В.Ю. Хайнацкий, Ш.А. Макаев. – Оренбург, 1988.–13 с.
112. Заднепрянский, И.П. Роль чистопородного разведения, скрещивания и гибридизации при создании высокопродуктивных мясных стад / И.П. Заднепрянский // Повышение эффективности селекции в мясном скотоводстве: сб. науч. тр. ВНИИМС.– Оренбург, 1990.– С. 9-16.

113. Заднепрянский, И.П. Эффективность разведения скота калмыцкой породы в различных зонах страны / И.П. Заднепрянский // Тр. ВНИИМС. – Оренбург, 1985. – С. 28-31.

114. Зайцев, В.А. Изучение макро- и микроэлементного состава волос у школьников г. Минска / В.А.Зайцев, А.А.Плешкова, З.Т. Бутько [ и др.] // Микроэлементы в медицине, ветеринарии, питании: перспективы сотрудничества и развития: сб. тез. докл. междунар.науч.-практ.конф.– Одесса, 2014. – С.99-103.

115. Заркевич, А.В. Крупный рогатый скот астраханской породы, его дальнейшее совершенствование / А.В.Заркевич // Тр. Чкаловского научн.-исслед. ин-та молочно-мясного скотоводства . – 1952. – Вып. 9. – С. 17-23.

116. Заркевич, А.В. Результаты и перспективы использования лучшего мирового генофонда в мясном скотоводстве / А.В. Заркевич // Проблемы мясного скотоводства: сб. науч. тр.– Оренбург, 1961.–С. 17-25.

117. Заркевич, А.В. Показатели крови астраханского скота и факторы, действующие на их изменения / А.В.Захаркевич // Журнал общей биологии.–1954.–Т.15.–Вып.3.– С.192-202.

118. Захаров, В.М. Эффективность использования различных систем крови в селекции молочного скота[Текст]: дис. ... д-ра биол. наук: 06.02.01 / Захаров Василий Михайлович. –Лесные поляны, 1999.–308 с.

119. Зеленков, П.И. Концепция решения производственных и наудотехнических проблем мясного скотоводства // Вестник мясного скотоводства: материалы междунар. науч.-практ. конф./ Россельхозакадемия: ВНИИМС. –М.: Издательство «Вестник РАСХН», 2003. – Вып. 56. – С.81-90.

120. Зеленков, П.И. Перспективные методы совершенствования калмыцкого скота / П.И. Зеленков // Мясное скотоводство и перспективы его развития: Тр. ВНИИМС.– Оренбург, 2000.–Вып.53.– С. 126-138.

121. Зеленков, П.И. Совершенствование калмыцкого скота / П.И. Зеленков // Зоотехния. –1988. – № 8.– С. 20-22.

122. Зелепухин, А.Г. Освоение деградированных пахотных земель под сенокосы и пастбища/ А.Г.Зелепухин, В.Ф. Шерстнев // Проблемы мясного

скотоводства / Сб. науч. тр. ВНИИ мясного скотоводства.– Оренбург, 1999.– Вып.52.– С.118-120.

123. Ильин, В.Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В.Б.Ильин, А.И.Сысо.–Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001.– 229 с.

124. Ильина, Е. Н. Рост, развитие и молочная продуктивность холмогорских и холмогоро-якутских помесных коров в условиях Республики Саха (Якутия) [Текст] : автореф. дис.... канд. с.-х. наук :06.02.10 / Ильина Елена Николаевна.– Якутск, 2010. –18 с.

125. Иоганзен, Б.Г. Научные основы акклиматизации животных / Б.Г. Иоганзен // Акклиматизация животных в СССР: матер. конф. по акклиматизации животных в СССР / Академия наук Казахской ССР. — Алма-Ата, 1963. – С. 9-13.

126. Ионов, В.М. К вопросу о скотоводстве у якутов Якутского Округа / В.М. Ионов // Памятная книжка Якутской области на 1896 г.– Вып.1. – Якутск, 1896. – С.3-60.

127. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года по Республике Саха (Якутия) / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия). [http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/sakha/resources/9b5c890043cbd5bbba17e1e317/PDF252.PDF](http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sakha/resources/9b5c890043cbd5bbba17e1e317/PDF252.PDF) (дата обращения 29.08.2018).

128. Кадышева, М.Д. Воспроизводительная способность симментальских телок разных генотипов / М.Д. Кадышева, С.Д. Тюлебаев, М.Ш.Туржанов // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. –Т.101.–№2. – С.58-65.

129. Кадышева, М.Д. Оценка симментальских бычков брединского мясного типа по собственной продуктивности / М.Д. Кадышева, С.Д. Тюлебаев, С.М. Канатпаев, А.В. Пуцаева, А.В. // Вестник мясного скотоводства. – 2016. – № 1 (93). – С. 22-27.

130. Калашников, А.П. Биологические основы повышения продуктивности молочного скота / А.П. Калашников // Матер.21 международного конгресса. – М., 1985. – С.37-48.

131. Калашников, А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие.–3-е изд.перераб. и доп. / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – М.: Россельхозакадемия. – 2003. – 456 с.

132. Калашников, В.В. Мясное скотоводство: состояние, проблемы и перспективы развития / В.В. Калашников, Х.А. Амерханов, В.И. Левахин // Вестник мясного скотоводства. –2009. – Вып. 62 (1).– С. 3-8.

133. Калязина, Т.В. Использование генной технологии для характеристики аллелофонда черно-пестрого скота[Текст] : дис. ... канд. биол. наук: 06.02.07 / Калязина Татьяна Владимировна.– М., 2012. – 101с.

134. Каракулов, А.Б. Акклиматизация калмыцкого скота в высокогорной зоне Таджикистана / А.Б. Каракулов, И.П. Заднепрятский // Сельское хозяйство Таджикистана. –1981.– № 4.– С. 19-24.

135. Карпов, А.С. Калмыцкий скот / А.С. Карпов, В.И. Федоров. – М.: Сельхозгиз, 1937. – 54 с.

136. Карпова, Е.П. Влияние различных технологий выращивания на мясную продуктивность бычков калмыцкой породы / Е.П. Карпова, Д.Ц. Гармаев, М.Н. Дмитриева, Ж.О. Батуев // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2011. – №3(24). – С. 45-50.

137. Кацы, Д.Г. Адаптациоморфоз крупного рогатого скота при акклиматизации / Д.Г. Кацы // Проблемы интенсификации с.-х. производства : тез. докл. науч.-теоретич. конф. по итогам НИР за 1986-1990 гг. – Рассвет, 1991. – Ч. I. – С. 39.

138. Каюмов Ф.Г. Состояние и пути совершенствования скота калмыцкой породы в зонах сухих степей и полупустынь[Текст]: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: –Оренбург, 1997 – 50 с.

139. Каюмов, Ф. Г. Влияние молочности калмыцких коров на развитие телят / Ф.Г. Каюмов, В. Продгорбунский // Молочное и мясное скотоводство. – 1997.– № 6.– С.12-14.
140. Каюмов, Ф.Г. Гематологические показатели молодняка калмыцкой, казахской белоголовой и симментальской пород / Ф.Г.Каюмов, В.К.Еременко // Вестник мясного скотоводства.– 2003.– №56.– С. 263-267.
141. Каюмов, Ф.Г. Интенсификация селекционного и технологического процессов в мясном скотоводстве / Ф.Г. Каюмов, К.М. Джуламанов, В.Ю. Хайнацкий [и др.]; под ред.проф. Ф.Г. Каюмова и К.М. Джуламанова. – М.: Вестник РАСХН, 2015. – 231 с.
142. Каюмов, Ф.Г. Калмыцкая порода скота в условиях Южного Урала и Западного Казахстана: науч. изд. / Ф.Г. Каюмов, В.К. Еременко. - Оренбург: ИПК «Газпромпечатъ», 2001. – 384 с.
143. Каюмов, Ф.Г. Калмыцкий скот и пути его совершенствования: науч. изд. / Ф.Г. Каюмов, В.Э. Баринов, Н.В. Манджиев. – Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2014. – 157с.
144. Каюмов, Ф.Г. Мясная продуктивность и качество мяса кастратов калмыцкой породы и её помесей с симменталами / Ф.Г. Каюмов, В.К. Еременко, П.А. Филиппов // Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения К.А. Акопяна. – Оренбург, 2001. – С. 38-43.
145. Каюмов, Ф.Г. Мясные гурта Оренбуржья / Ф. Каюмов, В. Хайнайский, А. Кочетков // Животноводство России. – 2009. – № 6. – С. 49-51.
146. Каюмов, Ф.Г. Повышение мясной продуктивности и качества мяса калмыцкой породы методом вводного скрещивания / Ф.Г. Каюмов, А.В. Кудашева, Н.А. Калашников, Т.М. Сидихов // Вестник мясного скотоводства. – 2015. – № 1(89). – С. 38-44.
147. Каюмов, Ф.Г. Репродуктор калмыцкого скота / Ф.Г.Каюмов , В.Н. Черномырдин , Ю.Н.Никитин // Уральские нивы. – 1981.– №9. – С.58-60.
148. Каюмов, Ф.Г. Совершенствование калмыцкого скота на Южном Урале / Ф.Г.Каюмов // Зоотехния.– 1996.–№8.– С.5-8.

149. Каюмов, Ф.Г. Современное состояние и перспективы развития мясного скотоводства на Южном Урале / Ф.Г.Каюмов, В.К.Еременко // Молочное и мясное скотоводство. – 2000. – №5. – С.7-10.

150. Каюмов, Ф.Г. Сравнительная оценка бычков калмыцкой породы новосозданных заводских типов / Ф.Г. Каюмов, Е.Д. Куш, Л.М. Половинко, Н.П. Герасимов // Вестник мясного скотоводства. – 2017. – № 1 (97). – С. 21-28.

151. Киселев, Ю.А. Приспособленность якутского скота к холоду в сравнении с другими породами / Ю.А.Киселев // О физиолого-биохимических и генетических проблемах Севера. – Якутск, 1971. – С. 71-74.

152. Клейменов, Н.И. Системы выращивания крупного рогатого скота / Н.И.Клейменов, В.Н. Клейменов, А.Н.Клейменов.– Росагропромиздат, 1989.–320 с.

153. Климатическая характеристика Целинного района Республики Калмыкия [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.webcitation.org/6EjWGNqHa>); (Ежегодники метеоклиматических данных метеостанций РС(Я). – Якутск: УГМС РС(Я), 2010-2018.)

154. Коваленко, В.П. Влияние технологии содержания на естественную резистентность организма бычков / В.П.Коваленко, Е.А.Ажмулдинов, К.С.Кутбангалиев // Вестник мясного скотоводства .– 2003. – №56. – С.284-288.

155. Ковальчикова, М. Адаптация и стресс при содержании и разведении сельскохозяйственных животных / М. Ковальчикова, К. Ковальчик.– М.: Колос, 1978.–212 с.

156. Козырь, В.С. Адаптация мясного скота в степной зоне Украины / В.С. Козырь // Зоотехния. 2005. – №5. – С. 22-26.

157. Колодезников, К.Е. Кемпендяйские цеолиты - новый вид минерального сырья в Якутии / К. Е. Колодезников. – Якутск : ЯФ СО АН СССР, 1984. – 56 с.

158. Колодезников, К.Е. Кемпендяйский цеолитоносный район / К.Е. Колодезников, П.Г. Новгородов, Т.В. Матросова [и др].– Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1992.– 68 с.

159. Колодезников, К.Е. Полезные ископаемые Сунтарского района и перспективы их промышленного освоения // К.Е. Колодезников, [и др.]; отв. ред.: А.Ф. Сафронов, К.Е. Колодезников, В.Ф. Уаров.– Якутск: Ин-т проблем нефти и газа СО РАН, 2004. – 143 с.

160. Колодезников, К.Е. Цеолитоносные провинции востока Сибирской платформы / К. Е. Колодезников; отв. ред. А. Ф. Сафронов; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние. Ин-т проблем нефти и газа.–Якутск : ЯФ Изд-ва СО РАН, 2003.–221 с.

161. Копейко, П.И. Крупный рогатый скот Якутской АССР и пути его улучшения / П.И.Копейко.– Якутск, 1955.–119 с.

162. Коржов, В.Г. Особенности микроструктуры кожи швицкого скота и зубра / В.Г. Коржов, П.П. Бугаев // Тр. Кубанский СХИ, 1982.– Вып. 200.–С. 73-77.

163. Коровушкин, А.А. Связь плодовитости коров с рядом болезней // Рязанская ГСХА. Зоотехния. – 2004.–№ 6.–С. 25-27.

164. Королькова, А.П. Инструменты и механизмы государственной поддержки развития мясного скотоводства.– М., 2016.– 136 с.

165. Коротов, Г.П. Якутский скот / Г.П.Коротов.– Якутск, Якут.кн. изд-во, 1966. – 168 с.

166. Коротов, Г. П. Крупный рогатый скот Якутской АССР и методы его улучшения / Г.П. Коротов. – Якутск: Якут.кн.изд-во, 1979. – 152 с.

167. Коротов, Г.П. Крупный рогатый скот Якутской АССР и методы его улучшения (продуктивные и биологические особенности скота в условиях Крайнего Севера). Якутск: Якут. кн. изд-во, 1983. –152 с.

168. Косилов, В.И. Мясная продуктивность кастратов казахской белоголовой породы и её помесей с симменталами и шароле / В.И. Косилов, Х.Х. Тагиров, Р.С. Юсупов, А.А.Салихов // Зоотехния.– 1999.– № 1.–С. 25-28.

169. Костин, А.П. Адаптация телят к экстремальным факторам / А.П. Костин, Э.Ф. Астанкова, Л.К. Бусловская, Н.Т. Давыденко // Экол.-физиол. адаптации с.-х. животных. – 1985. – С. 84-90.

170. Кравцова, Л.Д. Толерантность растущего молодняка крупного

рогатого скота к высоким температурам / Л.Д. Кравцова, Г.Г. Яковенко // Физиологические основы породного районирования сельскохозяйственных животных.– Л.: Наука, 1968.– С. 42-46.

171. Крамаренко, Н.М. Организация воспроизводства стада и племенной работы в условиях промышленной технологии производства молока / Н.М. Крамаренко.–М.: Колос, 1974.–209 с.

172. Крыканова, Л.Н. Размещение скота симментальской породы в странах Европы // Достижения с.-х. науки и практики.– 1979.– № 3.– С. 10-19.

173. Кудрин, А.В. Иммунофармакология микроэлементов / А.В.Кудрин, А.В.Скальный, А.А.Жаворонков, М.Г.Скальная, О.А.Громова . – М, 2000.– 585 с.

174. Кузьмина, Л.Р. Особенности обмена веществ в организме сельскохозяйственных животных в отдельные этапы их жизненного цикла / Л.Р. Кузьмина, Н.А. Каниева // Естественные науки. – Астрахань. –Астраханский государственный университет. – 2009.–№4 (29). – С. 100-105.

175. Кулешов, П. Н. Крупный рогатый скот. — М.: Изд-во "Новая деревня", 1926.–259 с.

176. Кулешов, П.Н. Отношение убойного веса к живому весу, как средство оценки мясного скотоводства / П.Н. Кулешов // Избранные работы. М.: Сельхозгиз, 1949.– 184 с.

177. Кулешов, П.Н. Выбор по экстерьеру лошадей, скота, овец и свиней.–3–е изд.–М.,1937.–180 с.

178. Кулешов, П.Н. Калмыцкая порода крупного рогатого скота / П.Н.Кулешов // Вестник сельского хозяйства. – М.,1901.–№ 102.– С.14.

179. Кулешов, П.Н. Калмыцкая порода: крупный рогатый скот / П.Н.Кулешов.– М.,Л.:Госиздат.1931.–С. 7-12.

180. Кутбангалиев, К.С. Продуктивность бычков симментальской породы в зависимости от их количества в производственной группе при содержании в откормочном комплексе [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Калимулла Сагангалеевич. Кутбангалиев. – Оренбург, 2003. – 21 с.

181. Кушнер, Х.Ф. Генетическая природа гетерозиса / Х.Ф.Кушнер // Животноводство.–1969.–№2.– С.70-75.
182. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
183. Лебедев, С.В. Способность тёлочек калмыцкой породы к воспроизводству в зависимости от уровня кормления / С.В. Лебедев // Региональная науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов: сб. матер.– Оренбург: ОГУ, 2002.– С. 139.
184. Левантин, Д.Л. Факторы, влияющие на формирование мясной продуктивности / Д.Л. Левантин, Ф.Фишер, Г.Баудиш // Промышленное производство говядины.– М.:Колос, 1979. – С.43-61.
185. Левантин, Д.Л. Краткая аналитическая информация о развитии скотоводства и производства молока и говядины в мире за период с 1990 по 1998 гг.// Молочное и мясное скотоводство.–2000.– № 3. –20 с.
186. Левантин, Д.Л. Племенная работа в мясном скотоводстве / Д.Л. Левантин // Племенное дело в скотоводстве.– М., 1966. – С. 54-58.
187. Левантин, Д.Л. Эффективность дорастивания и откорма как единого технологического процесса / Д.Л.Левантин // Сельское хозяйство России.– 1978.– №6.–49-60.
188. Левахин, В.И.Основные аспекты повышения эффективности производства говядины и улучшения ее качества: монография / В.И.Левахин, Ф.Х.Сиразетдинов, В.В.Калашников, И.Ф.Горлов.– М.: Россельхозакадемия, 2008.– 388 с.
189. Левахин, В.И. Достижения по применению биологически активных веществ при откорме молодняка крупного рогатого скота / Технология содержания и кормления в мясном скотоводстве // Сб. науч. тр. – Оренбург,1982.– С.95-101.
190. Левахин, В.И. Коррекция методики расчета конверсии энергии корма /В.И.Левахин , Г.И.Левахин, С.А.Мирошников // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук.– 1999.– № 1.– С. 65.

191. Левахин, В.И. Технология производства говядины на откормочных предприятиях / В.И. Левахин, С.А.Чибилев, Е.С. Беломытцев // Оренбург, 2003.– 117с.
192. Легошин, Г.П. Откорм молодняка крупного рогатого скота -ведущее звено в технологии производства говядины / Г.П. Легошин, Н.Ф. Дзюба, О.Н. Могиленец, Е.С. Афанасьева // Достижения науки и техники АПК. –2009.– №8. – С. 51-53.
193. Легошин, Г.П. Тенденции в развитии мясного скотоводства в различных странах мира / Г.П.Легошин // Мясное скотоводство и перспективы его развития:юбил. выпуск науч. Тр. ВНИИМС.–Оренбург, 2000.– Вып.53.– С.73-80.
194. Лискун, Е.Ф. Результаты опытов по обильному кормлению молодняка крупного рогатого скота / Е.Ф. Лискун // Проблемы животноводства.–1932.– №2.– С. 2-27.
195. Лискун, Е. Ф. Отечественные породы крупного рогатого скота/ Е.Ф.Лискун.– М.: Госиздат, 1949.–174 с.
196. Лискун, Е.Ф. Выращивание молодняка крупного рогатого скота / Е.Ф.Лискун.– М.,Л.: Сельхозгиз.1934.– 176 с.
197. Лискун, Е.Ф. Избранные труды / Е.Ф. Лискун ;под ред. Е.А. Арзуманяна. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 534 с.
198. Луговая, Е.А. Подходы к оценке элементного статуса организма человека / Е.А.Луговая, Е.М.Степанова, А.Л.Горбачев // Микроэлементы в медицине.– 2015.– № 16(2). –С.10-17.
199. Мазуровский, Л.З. Использование симментальского скота для производства говядины / Л.З. Мазуровский, В.И.Косилов, Р.Ф.Мангутов.– Оренбург: ВНИИМС, 1993.- 56 с.
200. Макаев, Ш.А. Казахский белоголовый скот и его совершенствование: науч.изд. / Ш.А.Макаев, Ф.Г. Каюмов, Е.Г. Насамбаев. – М.: Вестник РАСХН,2005.– 336 с.

201. Макаев, Ш.А. Племенная ценность быков –производителей казахской белоголовой породы / Ш.А.Макаев, В.Н.Фомин, Р.П.Герасимов, Н.П.Герасимов // Зоотехния.– 2012.–№6.–С.5-6.
202. Мартынов, А.А. Содержание тяжелых металлов в мясе жеребят якутской породы по природно-климатическим зонам Республики Саха (Якутия) : дис...канд. биол. наук : 03.00.16 /Андрей Андреевич Мартынов.– Якутск, 2005.– 152 с.
203. Маслюк, А.Н.Эффективность оптимизации протеинового и углеводного питания высокопродуктивных коров / А.Н.Маслюк, М. А., Токарева // Животноводство и кормопроизводство.–2018.–Т. 101.–№4.–С. 164-171.
204. Матвеев, И.А. Сельское хозяйство Республики Саха (Якутия) (Экономика, опыт, рынок) / И.А.Матвеев.– Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. отд-ние.– Новосибирск : СО РАСХН, 1993 – 249 с.
205. Меркурьева, Е. К. Генетика с основами биометрии [Текст] : учеб. пособ. для студентов вузов / Е.К. Меркурьева, Г.Н. Шангин -Березовский.– М. : Колос, 1983. – 400 с.
206. Меркурьева, Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных.– М.: Колос, 1970.–431 с.
207. Миддендорф, А.Ф. Исследование современного состояния скотоводства в России [Текст]. – Вып.1. Рогатый скот / М-во гос. имуществ, департамент земледелия и сельской промышленности. – М.,1884. –144 с.
208. Мизюк, Б.В. Животноводство Якутской АССР и его кормовая база / Б.В. Мизюк, А.Я. Тарабукин // Социальное строительство.– Якутск,1940.– № 10.– С. 83-106.
209. Мирошников С.А., Завьялов О.А. Апробация технологии выявления и коррекции элементозов молочных коров по элементному составу шерсти // Аграрный вестник Урала. 2020. № 5 (196). С. 38-50.
210. Мирошников С.А. Современное состояние и перспективы развития производства говядины в России / С.А.Мирошников,А.А.Тихонов // Вестник

Орловского государственного аграрного университета.– 2011.– № 6 (33).– С. 10-12.

211. Мирошников, С.А. Оценка сбалансированности кормления по коэффициенту соответствия / С.А. Мирошников // Зоотехния. – 2001.– №6. – С. 18-20.

212. Мирошников, С. А. Программный подход к созданию отрасли / С.А.Мирошников // Животноводство России.– 2013.– № 12.– С.59-60.

213. Мирошников, С.А. Влияние рационов с различной концентрацией обменной энергии на использование питательных веществ и мясную продуктивность бычков симментальской породы[Текст]: автореф. дис....канд.с – х. наук:06.02.02 / Мирошников Сергей Александрович. – Оренбург, 1994. – 21с.

214. Мирошников, С.А. Закономерности формирования элементного состава биосубстратов человека и животных как основа технологии оценки и коррекции элементозов / С.А.Мирошников, И.П. Болодурина, О.С.Арапова // Бюл. Оренбургского научного центра УрО РАН.– 2014.–№ 4 .– С. 1-110. URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2014-4>

215. Мирошников, С.А. и др. Способ диагностики элементозов молодняка крупного рогатого скота по элементному составу шерсти: пат. № 2622719, Российская Федерация,2015.

216. Мирошников, С.А. Новые достижения в мясном скотоводстве в различных природно-климатических условиях /С.А. Мирошников, Ф.Г. Каюмов // Оценка земельных ресурсов и создание адаптивных биоценозов в целях рационального природопользования: история и современность: материалы междунар. научн.- практ.конф. – Оренбург: Изд.центр ОГАУ, 2008. – С. 44-49.

217. Мирошников, С.А. Особенности формирования элементного статуса крупного рогатого скота в связи с продуктивностью и принадлежностью к половозрастной группе С.А. Мирошников [и др.] // Вестник мясного скотоводства.– 2015. –Т. 4. – № 92.– С. 94-99.

218. Мирошников, С.А. Отечественное мясное скотоводство: проблемы и решения / С.А.Мирошников // Вестник мясного скотоводства.– 2011.–Т. 3.– № 64.–С. 7-12.
219. Мирошников, С.А. Анализ современного состояния и перспектив отечественного производства говядины / С.А. Мирошников, М.В. Тарасов // Вестник мясного скотоводства. –2013. – № 2 (80).– С. 7-10.
220. Мозолевская, А.К. Агроклиматические ресурсы Якутской АССР / А.К. Мозолевская. – Л.: Гидрометеиздат, 1973.–109 с.
221. Мохов, П.Б. Адаптационные особенности коров разных пород / П.Б. Мохов // Зоотехния. – 2003. – № 3. – С. 22-24.
222. Мункоев, К.Т. Рост, развитие и мясная продуктивность молодняка симментализированного и калмыцкого скота в горных районах Бурятской АССР / К.Т. Мункоев, Ц.М. Эрдынеев // Вопросы развития скотоводства в Бурятской АССР Бурятское кн.из-во:Улан-Удэ,1975.– С.35-42.
223. Мусин, Б.М. Оценка мясных быков по потомству / Б.М. Мусин, А.Г. Яковлев // Молочное и мясное скотоводство. – 1966. – №4. – С.14-16.
224. Нармаев, М.Б. Калмыцкий скот / М.Б. Нармаев, А.П. Басангов, В.Э. Баринов, И.Э. Бугдаев . – Элиста: ММП «БОТХН», 1992. – 256 с.
225. Нармаев, М.Б. Калмыцкий скот/ М.Б. Нармаев.– Элиста 1969.– С. 68-82.
226. Нармаев, М.Б. Мясное скотоводство как отрасль животноводства и его значение в экономике Калмыцкой АССР / М.Б. Нармаев // Калмыцкий скот.– Элиста, 1969.– Гл. 2.– С.26-33.
227. Нармаев, М.Б. Сравнительная оценка мясной туши / М.Б. Нармаев // Мясная индустрия СССР.–1963.– № 1.– С. 84-87.
228. Наумов М.К. Продуктивность козовалухов оренбургской породы на Южном Урале // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 345 – 348. [https:// doi.org/10.37670/2073-0853-2023-103-5-345-348](https://doi.org/10.37670/2073-0853-2023-103-5-345-348).

229. Неустроев, М.П. Итоги и перспективы развития ветеринарной науки в Якутии / М.П.Неустроев , Н.П.Тарабукина , А.Д.Решетников ,Е.С. Слепцов , Л.М.Коколова // Аграрная наука.–2016. –№ 9.– С. 15-17.

230. Никитинко, Е.В.Мониторинг пастбищных угодий Адыковского СМО в пустынной зоне Республики Калмыкия / Е.В.Никитенко, К.В.Маштыков // Вестник института комплексных исследований аридных территорий.– 2014.–№ 1(28).– С.35-41.

231. Николаев, Б.И. Акклиматизация скота калмыцкой породы в горной Бурятии / Б.И. Николаев // Зоотехния. – 1993.– № 10. – С. 3-7.

232. Николаев, Б.И. Состояние мясного скотоводства Республики Бурятия / Б.И. Николаев, Ц.Д. Цырендоржиев // Возрождение традиционного животноводства, его связь с материальным бытом, культурой, традициями и обычаями населения Байкальского региона.– Улан-Удэ, 1998. – 62 с.

233. Новоселова, К. С. Характеристика айрширского скота по антигенному составу групп крови/К.С. Новоселова, Л.В. Холодова // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки» .–2015. –№2 (2).–С.31-33.

234. Нотова С.В. и др. Необходимость учета региональных особенностей в моделировании процессов межэлементных взаимодействий в организме человека / С.В. Нотова, С.А. Мирошников, И.П. Болодурина, Е.В. Дидикина // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 52. С. 59-63.

235. Овсянников, А.И. Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников. – М.: Колос, 1976. – 304 с.

236. Овсянников, А.И. Проблема повышения эффективности использования белка в животноводстве / А.И. Овсянников // Животноводство.– 1974. – №3.–С. 40-45.

237. Окшантаев, Б.О. Калмыцкая порода скота разных генотипов на Южном Урале /Б.О. Окшантаев, Ф.Г., Каюмов Н.П., Доротюк // Селекционные основы повышения продуктивности мясного скота / Сб. науч. тр. Всесоюз. НИИ мясного скотоводства. Оренбург,1991. – С.42-45.

238. Окшантаев, Б.О. Хозяйственно-биологические особенности молодняка калмыцкого скота различных генотипов [Текст]: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Б.О. Окшантаев. – Оренбург, 2001. – 24 с.

239. Онгарбаев, Т. Продуктивные качества и биологические особенности калмыцкой породы и ее помесей в условиях Мойынкумов. – Алма-Ата, 1995. – 48 с.

240. Особенности формирования мясности бычков калмыцкой породы заводских типов «Айта» и «Вознесенский» / Ф.Г. Каюмов, Н.П. Герасимов, Л.М. Половинко, Е.Д. Куш // Вестник мясного скотоводства. – 2017. – № 2 (98). – С. 24-29.

241. Отаров, А.И. Калмыцкая порода: особенности и преимущества / А.И. Отаров // Животноводство России. Тематический выпуск Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – С. 75-76.

242. Охлопков, С.С. Симментальский скот Якутии: селекция, молочная и мясная продуктивность / С. С. Охлопков, Н. С. Пермяков, Н. И. Горохов; М-во сельского хоз-ва Республики Саха (Якутия), Российская акад. с.-х. наук, Якутский НИИ сельского хоз-ва. – Якутск : Бичик, 2011. – 138 с.

243. Охлопкова, П.П. Основные направления исследований в растениеводстве Якутии / П.П. Охлопкова, А.И. Степанов, В.И. Сивцева [и др.] // Вестник ДВО РАН. – 2016. – № 2. – С. 71-76.

244. Охлопкова, П.П. Состояние и перспективы развития растениеводства в Якутии / П.П. Охлопкова, А.И. Степанов, А.Г. Емельянова, В.И. Сивцева, А.А. Иванов, С.А. Павлова // Аграрная наука. – 2016. – № 9. – С. 9-10.

245. Панин В.А. Гематологические показатели коз оренбургской породы в зависимости от различной пуховой продуктивности и типа шерстного покрова // Горное сельское хозяйство. 2023, № 1. С. 55– 61. DOI: 10.25691/3215.2023.81.93.010

246. Панин В.А. Формирование пуховой продуктивности коз оренбургской породы путем коррекции элементного статуса // Эффективное животноводство. 2023. № 1(183). С. 91-93. DOI 10.24412/cl-33489-2023-1-91-93.

247. Панкратов, В.В Сравнительное изучение роста и развития молодняка местного якутского скота и его помесей с симментальской породой [Текст]: автореф.дис... канд. с.-х. наук 06.02.01/ Панкратов Владимир Викторович .– М.,1972. – 16 с.

248. Панкратов, В.В. Перспективы и возможности совершенствования специализированного скотоводства Якутии / В.В. Панкратов, Н.М. Черноградская, М.Ф. Григорьев // Перспективы социально-экономического развития села РС(Я): сб. статей по материалам Республиканской науч.- практ. конф. общ. ред.:В. В. Панкратов; М-во сель. хоз-ва РФ; ФГБОУ Якутская ГСХА, Агротехнологический факультет.– 2015. –С. 188-192.

249. Панкратов, В.В. Повышение полноценности кормления молочных коров в условиях Якутской-Саха ССР [Текст]: автореф. дис...д-ра с.-х. наук : 06.02.02/ Панкратов Владимир Викторович.–М, 1991. –32 с.

250. Панкратов, В.В. Повышение полноценности кормления молочных коров в условиях Якутии: монография / В.В. Панкратов – Якутск: Изд-во Северо-Восточного федерального университета, 2010. – 136 с.

251. Панкратов, В.В. Физиологические основы полноценного кормления коров / В.В. Панкратов // Повышение полноценности кормления молочных коров в условиях Якутии: монография. – Якутск: Изд-во Северо-Восточного федерального университета, 2010. – 136 с.

252. Панюшкин, А.Н. Абердин-ангусские помеси и пути их совершенствования. // Молочное и мясное скотоводство. –1960. –№ 6.–С. 35-41.

253. Панюшкин, А.Н. Заводские линии Азота Z-21 НаМ- 5 и Ассистента 1727 НаМ- 6 в племзаводе им. Парижской коммуны / А.Н. Панюшкин, А.А. Грузилов // Тр. ВНИИМС. 1972.– Т. 16.– С. 121-137.

254. Панюшкин, А.Н. Заволжский тип абердин-ангусского скота / А.Н. Панюшкин // Тр. ВНИИМС. – 1976. – Т. 19.– С. 98-117.

255. Панюшкин, А.Н. Скороспелость абердин-ангус– калмыцких помесей / А.Н. Панюшкин // Тр. Оренбургского НИИ молочно-мясного скотоводства.– 1968.–Вып.13.–С.20-25.

256. Патент РФ № 2011149686/10, 06.12.2011 Способ отбора крупного рогатого скота калмыцкой породы по мясной продуктивности // Патент России № 2498569.– 2013. –Бюл. № 32. / Генджиева О.Б., Киришов Э.А., Моисейкина Л.Г., Буваева Н.В.

257. Пермяков, Н.С. Гигиена содержания и кормления молочных коров в Якутии [Текст] / Н. С. Пермяков, И. С. Третьяков, И. С. Третьяков. - Якутск : Сибирское отделение РАСХН, 2006. – 178 с.

258. Пермяков, Н.С. Мясная продуктивность крупного рогатого скота и пути ее повышения в условиях Республики Саха (Якутия): научное издание / Н.С. Пермяков. – Новосибирск, 1995. – 200 с.

259. Пермяков, Н.С. Повышение мясной продуктивности крупного рогатого скота в условиях Крайнего Севера : на примере Республики Саха (Якутия) [Текст]: автореф. дис... д-ра с.-х. наук / 06.02.04 / Пермяков Николай Семенович.– Краснообск, 1992.–43 с.

260. Племенная и генетическая характеристика стада казахской белоголовой породы / В.А. Гонтюрев, А.П. Искандерова, П.И. Христиановский, А.М. Белоусов // ФГБНУ, ФГБОУ «Оренбургский государственный аграрный университет»,2019.– 6(80).– 273-276.

261. Плохинский, Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 360 с.

262. Плященко, С.И. Стрессы у сельскохозяйственных животных / С.И. Плященко, В.Т. Сидоров. – М.: Агропромиздат, 1987. – 144 с.

263. Погодаев, В.А. Термины и определения, используемые в зоотехнии / В. А. Погодаев, А. Ф. Шевхужев, О. В. Пономарев. -Ставрополь : Энтропос, 2005.–135 с.

264. Поисеев, И.И. Экономическая оценка земли / И.И. Поисеев. — Якутск: Якутское кн. изд.- во. 1976.– 112 с.

265. Попов, Р.Г. Изучение генетического полиморфизма групп крови якутского скота/ Р.Г. Попов, И.П. Гурьев, С.И. Заровняев // Биологические основы животноводства в Якутии // Тр.СО РАСХН. – 2002.– С. 15-22.

266. Потапова, Д.В. Аборигенный Якутский скот /Д.В.Потапова. – Якутск, 1999.–15 с.
267. Прахов,Л.П. Казахская белоголовая порода скота /Л.П.Прахов.–Челябинск:Южно-Уральское кн.изд-во,1975.–152 с.
268. Приступа, В.Н. Состав и свойства крови у телок калмыцкой породы / В.Н. Приступа // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1970.– №1. – С. 127-129.
269. Прогноз социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) на 2019–2024 годы: [утв. Постановлением Правительства Республики Саха (Якутия) от 16 октября 2018 г. No 280]. – [https://prav.sakha.gov.ru/nra/front/view/id/108/NraFile\\_page/2](https://prav.sakha.gov.ru/nra/front/view/id/108/NraFile_page/2) (дата обращения: 04.12.2018).
270. Проскуряков, А.Н. Эффективность интенсивного выращивания молодняка калмыцкой породы / А.Н. Проскуряков, Э.Н. Доротюк, Я.З. Жолондзь // Тр. ВНИИМС.– Оренбург,1975.–Т.18. –С.49-53.
271. Пурихов, К.В. Улучшение развития и воспроизводительных качества скота в Нижегородской области / К.В. Пурихов, В. М. Пурецкий, Н.И.Иванова // Молочное и мясное скотоводство. – 2003. – № 1. – С. 27-28.
272. Работнов, Т. А. Вейник Лангсдорфа в Центральной Якутии и его кормовое значение / Т.А. Работнов // Ботанический журнал. – 1933. – Т. 18 – С. 407-411.
273. Родионов, Г. В. Оценка адаптивных возможностей скота по антигенным факторам крови / Г.В. Родионов, Е.В. Капельницкая // Молочное и мясное скотоводство.– 2002. - № 3. - С. 30.
274. Романов, П.А. Охрана и использование генофонда якутского скота / П.А.Романов. – Якутск: Якут. кн. изд-во, 1984.–144 с.
275. Романов, П.А. Совершенствование крупного рогатого скота в Якутии / П.А.Романов – Якутск, Якут. кн. изд-во, 1978.–152 с.
276. Романов, П.А. Опытное дело в животноводстве /П.А.Романов, П.А.Сидоров. – Якутск: кн. изд-во, 1979. – 66 с.
277. Ростовцев, Н.Ф. Новый тип мясного скота для Западного Казахстана / Н.Ф. Ростовцев, Г.В. Шестерин // Тр. ВАСХНИЛ. – Агропромиздат, 1985.– С. 193

-196.

278. Русская комолая порода мясного скота [Текст]: монография / А. М. Белоусов, В. М. Габидулин; ОГАУ, ВНИИ мясного скотоводства. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2018. – 275 с.

279. Рыков, А.И. Научные и практические аспекты повышения продуктивных качеств молодняка крупного рогатого скота в мясном скотоводстве Западной Сибири [Текст]: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.04 / Рыков Анатолий Ильич.– Новосибирск. – 2003. – 348 с.

280. Рындин, Г.Л. Опыт мясного скотоводства / Г.Л. Рындин – М.: Россельхозиздат, 1972. – 160 с.

281. Саввинов, Д.Д. Тепловой баланс луговой растительности и климат мерзлотных пойменных почв / Д.Д. Саввинов, К.Е. Кононов.– Новосибирск : Наука, 1981.– 176 с.

282. Салихов, А.Р. Акклиматизационная способность мясного скота герефордской породы австралийской популяции // А.Р. Салихов, Р.С. Гизатуллин / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 1. – С. 159-16.

283. Седых, Т.А. Воспроизводительные качества коров австралийской селекции и интенсивности роста молодняка разных поколений при адаптации в условиях Башкортостана /Т.А. Седых // Вестник мясного скотоводства. – 2017. – № 1(97). – С.29-36.

284. Сельское хозяйство в Республике Саха (Якутия) за 2012–2017 гг.: стат. сб. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия).–Якутск, 2018.– 158 с.

285. Семенов, В. С. Мясная продуктивность коров калмыцкой породы разных типов // Тр. ВНИИМС.–Вып. 15. Ч. I.–1970.– С. 96-104.

286. Семенов, В.С. Хозяйственно-биологические особенности коров разных типов калмыцкой породы: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. с.- х. наук. – Оренбург. – 1972. – С. 27.

287. Серошевский, В.Л. Якуты. Опыт этнографического исследования / В.Л. Серошевский. – М.: РОССПЭН, 1993. – 714 с.

288. Сивчик, Б.С. Зоологические особенности астраханского (калмыцкого) скота и его потенциальная скороспелость [Текст]: автореф. дис. ...д-ра с.-х. наук / Сивчик Болеслав Сильвестрови. – М.: ТСХА. – 1949. – 49 с.

289. Симментальский скот Якутии: селекция, молочная и мясная продуктивность / С. С. Охлопков, Н. С. Пермяков, Н. И. Горохов; М-во сел. хоз-ва Республики Саха (Якутия), Рос. акад. с.-х. наук, Якут. НИИ сел. хоз-ва. – Якутск: Бичик, 2011. – 138 с.

290. Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2016-2020 годы: методическое пособие / М-во сел. хоз-ва и продовольственной политики Республики Саха (Якутия), ФАНО России, ФГБНУ Якутский НИИ сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова; [ред. совет. Алексеев П.Н. [и др.]] – Якутск, 2017. – 416 с.

291. Скальный, А.В. Региональные особенности элементного гомеостаза как показатель эколого-физиологической адаптации / Скальный, А.В. [и др.] // Экология человека. – 2014. – № 9. – С. 14-17.

292. Слоним, А.Д. Экологическая физиология животных / А.Д. Слоним. – М.: Высшая школа, 1971. – 448 с.

293. Соколова, А.П. Основные тенденции и перспективы развития мясного скотоводства в РФ / А.П. Соколова // Кубанский ГАУ. – 2016. – № 116 (02).

294. Солдатенков, Н.И. Основные закономерности акклиматизации молочного скота / Н.И. Солдатенков. – Краснодар, 1971. – 52 с.

295. Солошенко, В.А. Развитие мясного скотоводства Западной Сибири – резерв увеличения производства говядины / В.А. Солошенко, Б.О.Инербаев, А.И. Рыков // Вестник мясного скотоводства. – 2010. – Т. 3. – № 63. – С. 103-106.

296. Солошенко, В.И. К созданию отрасли мясного скотоводства в Якутии / В.И. Солошенко, В.П. Данилов, Д.С. Адушинов, А.К. Гордеева // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси

и Болгарии: сб. науч. докл. XXII междун. научн-практ. конф. – Якутск, 2019. – С. 207-210.

297. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации / И.М. Дунин, Х.А. Амерханов, Г.И. Шичкин [и др.] // Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2017). – ФГБНУ ВНИИплем. – М., 2018. – 440 с.

298. Степанова, А.Е. Сельскохозяйственное производство на примере Республика Саха (Якутия) на современном этапе / А.Е. Степанова // Региональная экономика: теория и практика. – № 23 (206). – 2011. – С. 59-62.

299. Степанова, Д.И. Оценка мелиоративных мероприятий проводимых в Чурапчинском улусе Республики Саха (Якутия) / Д.И. Степанова, М.Ф. Григорьев // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии.– 2018.– № 89.– С. 29-38.

300. Стратегия социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) на период до 2030 года с определением целевого видения до 2050 года: проект [утв. постановлением Правительства Республики Саха (Якутия) от 26.12.2016 г. № 455]. – [https://mineconomic.sakha.gov.ru/uploads/cknder/userles/les/%D0%9F%D0%9F%D1%80%20%D0%A0%D0%A1\(%D0%AF\)%20455.pdf](https://mineconomic.sakha.gov.ru/uploads/cknder/userles/les/%D0%9F%D0%9F%D1%80%20%D0%A0%D0%A1(%D0%AF)%20455.pdf) (дата обращения: 10.12.2018).

301. Стрекозов, Н.И. Симменталы – породы XXI века / Н.И. Стрекозов, В. Сельцов, Д. Кожухов // Животноводство России.–2009.–№4.–С.12-16.

302. Стрелков, В.П. Использование горчичного жмыха в рационах телят-молочников [Текст]: дис... канд. с.-х. наук : 06.02.02 / Стрелков Валерий Павлович. – Волгоград, 1997.– 124 с.

303. Сырьевая база природных цеолитов Якутии / К. Е. Колодезников, П. Г. Новгородов, В. В. Степанов // Природные цеолиты России: тез. докл. республ. совещ. (Новосибирск, 25-27 нояб. 1991 г.). – Новосибирск, 1992. – Т. 1.– С. 37-39.

304. Тагиров, Х.Х. Качество мяса помесных и чистопородных бычков / Х.Х. Тагиров // Вестник Оренбургского государственного университета.– 2003.–№3.– С. 115-118.

305. Тагиров, Х.Х. Конверсия энергии корма в энергию пищевых продуктов в скотоводстве / Х.Х. Тагиров // Вестник Оренбургского государственного университета.–2003.–№ 2.– С. 82-83.

306. Тагиров, Х.Х. Факторы, влияющие на мясную продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Х.Х. Тагиров, Н.В. Гизатова // Вестник мясного скотоводства. –2009. – Вып. 62 (2). – С. 164-171.

307. Такишева, Д. М. О повышении продуктивности скота казахской белоголовой породы / Д.М. Такишева, И. Кунст // Молочное и мясное скотоводство.– 1992. –№ 2.– С. 7 - 9.

308. Тарабукин, А.Я. Использование и улучшение лугов и пастбищ Якутии / А. Я. Тарабукин.– Якутск, 1943. – 42 с.

309. Толочка, В.В. Продуктивные и биологические особенности скота калмыцкой породы в условиях Приморского края / В.В. Толочка, Д.Ц. Гармаев, В.И. Косилов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2(64). – С. 143-145.

310. Трухачев, В.И. Воспроизводство крупного рогатого скота калмыцкой породы / В.И.Трухачев, В.Я. Никитин, Н.В. Белугин, Н.А. Писаренко, В.С. Скрипкин // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии.– 2014.– №4. – С. 100-103.

311. Трухачев, В.И. Мясной рынок России: анализ состояния и перспективы развития / В.И. Трухачев, М.Г. Лещева, Ю.А. Юлдашбаев // Достижения науки и техники АПК.– 2012. –№11. – С. 3-9.

312. Трухачев, В.И. Повышение эффективности производства говядины на Ставрополье / В.И.Трухачев, Н.З. Злыднев, С.А. Олейник // Сб. науч. ст. по материалам межд. научн.-практ.конф. научных сотрудников и преподавателей. – Ставрополь, 2016.– С. 276-278.

313. Удодов, П.А. О некоторых закономерностях миграции металлов в природных водах / П.А. Удодов, Ю.С. Париллов // Геохимия. – М., 1961. – №8. – С. 703-707.

314. Федоров, В.В. Особенности силосования кормов в условиях Якутской АССР [Текст]:автореф. дис.... канд. с.-х. наук 06.02.02 / Федоров Василий Васильевич. – М., 1990.–16 с.

315. Федоров, А. Н. Эволюция и динамика мерзлотных ландшафтов Якутии [Текст] : дис. ... д-ра геогр. наук :25.00.08 /Федоров Александр Николаевич. – Якутск, 288 с.

316. Федорова, Н.Л. Динамика растительности степных экосистем на примере Найнтахинского СМО целинного района Республики Калмыкия / Н.Л. Федорова, И.А.Мучкаева // Вестник института комплексных исследований аридных территорий. – 2015. №1(30). – С.25-33.

317. Федорова, Р.Д. Хозяйственно-биологические особенности герфордского скота в начальном этапе акклиматизации в условиях Якутии / Р.Д. Федорова, М.Ф. Григорьев, Н.М. Черноградская, В.В. Панкратов // Чугуновские агроотечения: матер.VI науч.-практ. конф. студентов и аспирантов посвящ. 75-летию академика АН РС (Я), профессора Чугунова Афанасия Васильевича. ФГБОУ ВПО "Якутская государственная сельскохозяйственная академия". –2013.– С. 94-96.

318. Филиппов, П.А. Гематологические показатели молодняка калмыцкой породы разных генотипов / П.А. Филиппов, Ф.Г. Каюмов, А.А. Шерстнев, В.К. Еременко // Вестник мясного скотоводства: матер. всеросс. научн.-практ. конф. – Оренбург: ПМГ ВНИИМС, 2002.– С.– 239.

319. Фролов А.Н., Завьялов О.А., Харламов А.В. Взаимосвязь уровня концентраций химических элементов в шерсти с количественными и качественными характеристиками семени у быков производителей голштинской породы // Аграрный научный журнал 2022. №11 С 91-95. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i11pp91-95>

320. Фролов А.Н., Завьялов О.А., Харламов А.В. Референтные интервалы концентраций химических элементов в шерсти быков-производителей голштинской породы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 100. С. 286-292. DOI: 10.21515/1999-1703-100-286-292

321. Хакимов, И.Н. Балльная оценка упитанности молодняка мясных пород и её использование при откорме / И.Н. Хакимов, А.Л. Акимов // Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. тр. междунар. научн.-практ. конф. – Кинель, 2018. – С. – 166-169.

322. Хакимов, И.Н. Интенсификация производства говядины в мясном скотоводстве [Текст]: дис. ... д-ра с.-х наук : 06.02.01 / Хакимов Исмагиль Насибуллович – Кинель, 2011. – 448 с.

323. Хакимов, И.Н. Мясная продуктивность и качество мяса чистопородных и помесных бычков / И.Н. Хакимов, М.И. Туктарова // Известие Самарской ГСХА. – 2013. – №1. – С. 56-60.

324. Хараев, А.Г. Некоторые особенности откорма бычков калмыцкой породы / А.Г. Хараев, М.Е. Гончарова, А.Д. Гиляшаев // Повышение продуктивности с.-х. животных / Калмыцкий университет. – 1976. – Вып. 2. – С. 3-10.

325. Харламов А.В., Панин В.А. Комплексная оценка показателей продуктивности коз оренбургской породы в условиях оренбургского региона. // Ғылым және білім журналы. № 2, 1 (70) (мар. 2023), С.123–131. DOI:<https://doi.org/10.56339/2305-9397-2023-1-2-123-131>.

326. Христиановский, П. И. Динамика гормонального фона в организме тёлочек казахской белоголовой породы при использовании различных схем синхронизации половой охоты / П. И. Христиановский, С. С. Щетинин // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106, № 1. – С. 122-131. – DOI 10.33284/2658-3135-106-1-122. – EDN VHUAGG.

327. Христиановский, П. И. Изменения морфологического и биохимического составов крови коров при включении крезацина в схему синхронизации половой охоты / П. И. Христиановский, С. А. Платонов, Е. С. Медетов // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106, № 3. – С. 67-75. – DOI 10.33284/2658-3135-106-3-67. – EDN KOBIDS.

328. Христиановский, П. И. Эффективность применения усовершенствованной схемы стимуляции половой охоты овцематок / П. И.

Христиановский, С. А. Платонов, Е. С. Медетов // Животноводство и кормопроизводство. Т.106, № 4. С. 112-120. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-4-112>.

329. Чамуха, М.Д. Кормовая база – основа интенсификации скотоводства / М.Д. Чамуха // Зоотехния. – 1991. – №1. – С.36-38.

330. Черкаев, А.В. Мясное скотоводство / А.В. Черкаев, А.Г. Зелепухин, В.И. Левахин. – Оренбург: Изд. ОГУ, 2000. – 350 с.

331. Черкаев, А.В. Новое в производстве говядины / А.В. Черкаев. – М.: Знание. – 1988. – 64с.

332. Черкаев, А.В. Пути интенсификации мясного скотоводства / А.В. Черкаев // Животноводство. – 1976. – №8. – С.18-20.

333. Черкаев, А.В. Пути повышения качества говядины / А.В. Черкаев, Д.Л. Левантин // Молочное и мясное скотоводство. – 1976. – №12. – С.20-22.

334. Черкаев, А.В. Технология специализированного мясного скотоводства. – М.: Колос. – 1975. – 69 с.

335. Черкаева, И.А. Новые тенденции в племенном мясном скотоводстве различных стран мира / И.А. Черкаева // Технология племенного мясного скотоводства: Тр.ВАСХНИЛ. – 1985. – С.72-76.

336. Черкащенко, И.И. Неотложные меры развития мясного скотоводства / И.И. Черкащенко // Молочное и мясное скотоводства. – 1972. – №12. – С.32-35.

337. Черкащенко, И.И. Пути и методы создания новых мясных пород мясного скота / И.И. Черкащенко // Животноводство. – 1974. – №1. – С. 20-27.

338. Черкащенко, И.И. Справочник по мясному скотоводству / И.И. Черкащенко – М.: Колос, 1975. – 240 с.

339. Черноградская, Н.М. Использование местных кормовых добавок в животноводстве Якутии / Н.М. Черноградская, И.И. Слепцов, В.В. Панкратов // Матер. междунар. научн.-практ. конф. по актуальным проблемам в области биотехнологии. – Якутск, 2018. – С.149-155.

340. Черномырдин, В.Н. Калмыцкая порода скота в племенных хозяйствах Оренбургской области / В.Н.Черномырдин, В.Г.Каюмов // Вестник мясного скотоводства.– 2014.–№3(86).– С.12-15.
341. Чимбеев, В.Б. Мясная продуктивность калмыцких бычков разных типов / В.Б. Чимбеев, А.П. Басангов // Животноводство.– 1982. –№2. – С. 48-49.
342. Чинаров, И.И. Экономические основы районирования пород крупного рогатого скота.– М.:Агропромиздат,1985.– 181 с.
343. Чирвинский, Н.П. Изменение сельскохозяйственных животных под влиянием обильного и скудного питания в молодом возрасте / Н.П. Чирвинский. – М., Колос, 1949. – 145 с.
344. Чиркин, Ф.А. Химический состав и свойства крови и сыворотки крови / Ф.А.Чиркин // Тр. Бурят-Монгольского зооветеринарного института. – Вып. 9. – Бурят-Монгольское кн. изд-во, Улан-Удэ, 1955. – С.25.
345. Чугунов А.В. Проблемы производства говядины в условиях Якутии / А.В. Чугунов. И.И. Слепцов, Р.Г. Калининская // Научное обеспечение устойчивого функционирования и развития АПК в Якутии :сборник научных тр.– Якутск, 2019.– С.44-48.
346. Чугунов, А.В. Симментализированный скот Якутии /А.В.Чугунов.– Якутск: Якут.кн. изд-во, 1981.– 140 с.
347. Чугунов, А.В. Интенсивность роста и некоторые гематологические показатели молодняка разных пород скота Якутии / А.В.Чугунов, И.И.Слепцов, Н.М.Черноградская // Наука и образование.– 2017.– № 4(88).– С.141-146.
348. Чугунов, А.В. Направление племенной работы по созданию якутского типа симментализированного скота / А.В. Чугунов // Симментализированный скот Якутии. – Якутск: Як. кн. изд.-во,1981.– С.114- 116.
349. Чугунов, А.В. Состояние и перспективы развития животноводства в Якутии / А.В. Чугунов // Наука и образование. –2009.–№ 2.– С. 89-94.
350. Чугунов, А.В. Якутия и адаптация пород /А.В. Чугунов // Сб. «Перспективы социально-экономического развития села. – 2015. – С. 3-5.

351. Чулджиян, Х. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Х. Чулджи-ян, С. Корвеста, З. Фацек // Экологическая кооперация. - Братислава, 1988. – Вып. 1. – С. 5-24.
352. Шадрин, А.М. Природные цеолиты Сибири в животноводстве, ветеринарии и охране окружающей среды / А. М. Шадрин ; РАСХН. СО. Ин-т экспериментальной ветеринарии Сибири и Дал. Востока. - Новосибирск : [б. и.], 1998. - 116 с.
353. Шашко, Д. И. Климатические условия земледелия Центральной Якутии / Д. И. Шашко. – М.: Колос, 1961. – 265 с.
354. Шашко, Д.И. Агроклиматическое районирование СССР / Д.И. Шашко. – М.: Колос, 1967. – 334 с.
355. Шейда, Е.В. Хром, его роль в питании животных / Е.В. Шейда, С.В. Лебедев, И.А. Гавриш, Э.З. Губайдуллина: в сб.: Мясное скотоводство - приоритеты и перспективы развития: матер. междунар. науч.- практич. конф. под общ. ред. Мирошникова С.А. – 2018. – С. 165-167.
356. Шелюто, А. А. Кормопроизводство [Текст]: учеб. пособие / А. А. Шелюто [и др.]; ред. А. А. Шелюто. – Минск : технопринт, 2004. – 267 с.
357. Шилов, А. И. Мясная продуктивность симментальского скота разных генотипов // Главный зоотехник. – 2008. - №1. – С. 39-41.
358. Шуайбов, Т.М. Адаптационные способности гибридов крупного рогатого скота в условиях жаркого климата Дагестана /Т.М. Шуайбов, Ш.З. Бахарчиев, И.А. Алиев // Фундаментальные исследования. – 2009. – №3. – С.7-12.
359. Шубская, Е.И. Якутский крупный рогатый скот / Е.И. Шубская - Л.: Изд-во акад. наук СССР и ин-та животноводства, 1931. – 385с.
360. Шуляковский, П.Н. Внутрипородные типы калмыцкого скота Горьковской области / П.Н. Шуляковский // Тр. Горьковского с.-х. ин-та. –1969. –Т. 27. – С. 23-45.
361. Эйдригевич, Е.В. Интерьер сельскохозяйственных животных / Е.В. Эйдригевич, В.В. Раевская. – М.: Колос, 1978. – 225 с.

362. Эйсер, Ф.Ф. О выведении новых пород и типов скота /Ф. Ф.Эйсер // Животноводство.– 1986.– №12.– С.30-33
363. Эрнст, Л.К. Биологические основы высокой продуктивности животных / Л.К. Эрнст, Б.Д. Кальницкий // Зоотехния.–1991. –№2.– С. 2-6.
364. Эрнст, Л.К. Межпородное скрещивание в скотоводстве / Л.К. Эрнст, Б.А. Багрий, А.А. Арбобов // Животноводство. – 1979. – № 3. – С. 75-76.
365. Эрнст, Л.К. Создание мясного типа симментальского скота / Л.К. Эрнст, А.Х. Заверюха, Л.З. Мазуровский, В.И. Косилов // Зоотехния.–1993.–№8. – С. 2-5.
366. Юлдашбаев, Ю.А. Мясной рынок России: анализ состояния и перспективы развития / Ю.А.Юлдашбаев, М.Г. Лещева // Свидетельство государственной регистрации базы данных.– № 2016620778.– 10 июня, 2016.
367. Якушев, Д. В. Научные основы улучшения и использования сенокосов и пастбищ Якутии / Д. В. Якушев. – Якутск: Якут. кн. изд-во, 1986. – 174 с.
368. Abdelnour S.A., Alagawany M., Hashem N.M., Farag M.R., Alghamdi E.S., Hassan F.U., Bilal R.M., Elnesr S.S., Dawood M.A.O., Nagadi S.A. Nanominerals: fabrication methods, benefits and hazards, and their applications in ruminants with special reference to selenium and zinc nanoparticles // *Animals*. 2021. Vol. 11(7). P. 1916. doi: 10.3390/ani11071916
369. Abdel-Rahman HA, El-Belely MS, Al-Qarawi AA, El-Mougy SA. The relationship between semen quality and mineral composition of semen in various ram breeds. *Small Rumin Res.* 2000 Sep 1;38(1):45-49. doi: 10.1016/s0921-4488(00)00137-1
370. Abdollahi M., Rezaei J., Fazaeli H. Performance, rumen fermentation, blood minerals, leukocyte and antioxidant capacity of young Holstein calves receiving high-surface ZnO instead of common ZnO // *Arch Anim Nutr.* 2020. Vol. 74(3). P. 189–205. doi: 10.1080/1745039X.2019.1690389
371. Abedini M, Shariatmadari F, Karimi Torshizi MA, Ahmadi H. Effects of zinc oxide nanoparticles on the egg quality, immune response, zinc retention, and blood

parameters of laying hens in the late phase of production. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2018 Jun;102(3):736-745. doi: 10.1111/jpn.12871.

372. Abuelo A., Alves-Nores V., Hernandez J., Muiño R., Benedito J.L., Castillo C. Effect of parenteral antioxidant supplementation during the dry period on postpartum glucose tolerance in dairy cows // *J. Vet. Intern. Med.* 2016 doi: 10.1111/jvim.13922.

373. Agarwal A, Sekhon LH. Oxidative stress and antioxidants for idiopathic oligoasthenoteratospermia: Is it justified? *Indian J Urol*. 2011 Jan;27(1):74-85. doi: 10.4103/0970-1591.78437.

374. Aglan H.S., Gebremedhn S., Salilew-Wondim D., Neuhof C., Tholen E., Holker M., Schellander K., Tesfaye D. Regulation of Nrf2 and NF- $\kappa$ B during lead toxicity in bovine granulosa cells. *Cell Tissue Res*. 2020;380:643–655. doi: 10.1007/s00441-020-03177-x.

375. Aguiar GF, Batista BL, Rodrigues JL, Luccas PO, Barbosa F. Evaluation of inductively coupled plasma mass spectrometry for determining Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Se and Zn in bovine semen samples using a simple sample dilution method. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 2012.23, 573-580. DOI:10.1590/S0103-50532012000300026

376. Aguiar GFM, Batista BL, Rodrigues JL, Silva LR, Campiglia AD, Barbosa RM, Barbosa F Jr. Determination of trace elements in bovine semen samples by inductively coupled plasma mass spectrometry and data mining techniques for identification of bovine class. *J Dairy Sci*. 2012 Dec;95(12):7066-73. doi: 10.3168/jds.2012-5515

377. Ahmed Z., Malhi M., Soomro S.A., Gandahi J.A., Arijo A., Bhutto B. Dietary selenium yeast supplementation improved some villi morphological characteristics in duodenum and jejunum of young goats. *J Anim Plant Sci*. 2016. № 26 (2). P. 382–387.

378. Ahsan U., Kamran Z., Raza I., Ahmad S., Babar W., Riaz M. H., Iqbal Z. Role of selenium in male reproduction: A review. *Anim. Reprod. Sci*. 2014. № 146. P. 55-62. doi: 10.1016/j.anireprosci.2014.01.009.

379. Akar Y., Ahmad N., Khalid M. The effect of cadmium on the bovine in vitro oocyte maturation and early embryo development. *Int. J. Vet. Sci. Med.* 2018;6:S73–S77. doi: 10.1016/j.ijvsm.2018.03.001.
380. Alzahal O. Ruminal temperature may aid in the detection of subacute ruminal acidosis. / O. Alzahal, E. Kebreab, J. France, M. Froetschel, B. W. McBride // *Journal of Dairy Science.*– 2008.– No. 91.– P. 202–207.
381. Amerhanov, H.A. Myasnoe skotovodstvo ucheb.posobie / Amerhanov H.A., Kayumov F.G. – 2016. – 315 p.
382. Anchordoquy J.P., Anchordoquy J.M., Picco S.J., Sirini M.A., Errecalde A.L., Furnus C.C. Influence of manganese on apoptosis and glutathione content of cumulus cells during in vitro maturation in bovine oocytes // *Cell Biol Int.* – 2014. – 38. – P. 246–253.
383. Anchordoquy J.P., Anchordoquy J.M., Sirini M.A., Testa J.A., Peral-García P., Furnus C.C. The importance of manganese in the cytoplasmic maturation of cattle oocytes: blastocyst production improvement regardless of cumulus cells presence during in vitro maturation // *Zygote.* – 2016. – № 24. – P. 139–148.
384. Andersen, H.R. The influence of energy level, weight and slaughter in cattle / H.R. Andersen, K.L. Ingvarsen // *Livestock Prod. Sc.* – 1984. – Vol. 11. – P. 559-569.
385. Andre P. Bull feeding / P. Andre // *Beef.* 1981–. V. 17.–No 11. P. 10–12.
386. Andrieu S. Is there a role for organic trace element supplements in transition cow health? *Vet J.* 2008 Apr;176(1):77-83. doi: 10.1016/j.tvjl.2007.12.022.
387. Anel-López L, Ortega-Ferrusola C, Martínez-Rodríguez C, Álvarez M, Borragán S, Chamorro C, Peña FJ, Anel L, de Paz P. Analysis of seminal plasma from brown bear (*Ursus arctos*) during the breeding season: Its relationship with testosterone levels. *PLoS One.* 2017 Aug 3;12(8):e0181776. doi: 10.1371/journal.pone.0181776.
388. Antioxidant intake is associated with semen quality in healthy men / B. Eskenazi, S.A. Kidd, A.R. Marks, E. Slotter, G. Block, A.J. Wyrobek. *Hum Reprod.* 2005. № 20. P. 1006–1012. doi: 10.1093/humrep/deh725.

389. Arbuthnott K. Changes in population susceptibility to heat and cold over time: Assessing adaptation to climate change. *Environ. / K. Arbuthnott, S. Hajat, C. Heaviside, S. Vardoulakis // Health*. 2016; 15:S33. doi: 10.1186/s12940-016-0102-7.
390. ARC. XVI Techn. Review by an Agr. Research council working party Common Royal. C.A.B. – London. – 1984.
391. Arcidiacono C. A software tool for the automatic and real-time analysis of cow velocity data in free-stall barns: The case study of oestrus detection from Ultra-Wide-Band data. / C. Arcidiacono, S.M.C. Porto, M. Mancino, G. Cascone // *Biosyst. Eng*. 2018;173:157–165. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2017.10.007.
392. Arias V.J., Koutsos E.A. Effects of copper source and level on intestinal physiology and growth of broiler chickens // *Poult. Sci.* – 2006. – № 85. – P. 999–1007.
393. Asano K, Suzuki K, Chiba M, Sera K, Asano R, Sakai T. Relationship between trace elements status in mane hair and atrial fibrillation in horse. *J Vet Med Sci*. 2006 Jul;68(7):769-71. doi: 10.1292/jvms.68.769.
394. Atig F., Raffa M., Habib B.A., Kerkeni A., Saad A., Ajina M. Impact of seminal trace element and glutathione levels on semen quality of Tunisian infertile men. *BMC Urol*. 2012. № 12. P. 6. doi: 10.1186/1471-2490-12-6
395. Aydemir B, Kiziler AR, Onaran I, Alici B, Ozkara H, Akyolcu MC. Impact of Cu and Fe concentrations on oxidative damage in male infertility. *Biol Trace Elem Res*. 2006 Sep;112(3):193-203. doi: 10.1385/BTER:112:3:193.
396. Azarov, G. S. Nekotorie biologicheskie osobennosti buryat mongolskogo skota i ego pomesei s simmentalami / G. S. Azarov // *Buryat Mongolskoe kn. Izd vo Ulan Ude* 1957. – P. 419-453.
397. Badade ZG, More K, Narshetty J. Oxidative stress adversely affects spermatogenesis in male infertility. *Biomed. Res*. 2011. № 22. P. 323–328.
398. Baesman S.M., Bullen T.D., Dewald J., Zhang D., Curran S., Islam F.S., Beveridge T.J., Oremland R.S. Formation of tellurium nanocrystals during anaerobic growth of bacteria that use the oxyanions as respiratory electron acceptors. *Appl. Environ. Microbiol*. 2007. № 73. P. 2135–2143

399. Bakhshizadeh S., Mirzaei Aghjehgheshlagh F., Taghizadeh A., Seifdavati J., Navidshad B. Effect of zinc sources on milk yield, milk composition and plasma concentration of metabolites in dairy cows // *SA J Anim Sci*. 2019. Vol. 49(5). P. 884–891. DOI: 10.4314/sajas.v49i5.11.
400. Balamurugan B, Ramamoorthy M, Ravi J, Keerthana G, Gopalakrishnan KM, Kavya KM, et al. Mineral an important nutrient for efficient reproductive health in dairy cattle. *Int J Environ Sci Technol*. 2017;6:694-701
401. Bancroft ,H.H. (1886) *History of Alaska, 1730–1885* Antiquarian Press Ltd.: New York, NY, USA.
402. Barashkova N.V. Biokhimicheskiye osobennosti yestestvennogo raznotravno-zlakovogo fitotsenoza pri raznykh urovnyakh pitaniya v usloviyakh tsentral'noy Yakutii / N.V. Barashkova, V.V. Ustinova // *Naukaiobrazovaniye*. - 2016. - № 2 (82). - P. 107-114.
403. Barth AD, Brito LF, Kastelic JP. The effect of nutrition on sexual development of bulls. *Theriogenology*. 2008 Aug;70(3):485-94. doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.05.031.
404. Basri, Sakakibara M., Sera K., Kurniawan I.A. Mercury Contamination of Cattle in Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Bombana, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Geosciences*. 2017;7:133. doi: 10.3390/geosciences7040133.
405. Bass DA, Hickock D, Quig D, Urek K. Trace element analysis in hair: Factors determining accuracy, precision, and reliability // *Alternative medicine review: a journal of clinical therapeutic*. 2001;6. 472-81.
406. Batista BL, Rodrigues JL, Nunes JA, Tormen L, Curtius AJ, Barbosa F Jr. Simultaneous determination of Cd, Cu, Mn, Ni, Pb and Zn in nail samples by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) after tetramethylammonium hydroxide solubilization at room temperature: comparison with ETAAS. *Talanta*. 2008 Jul 30;76(3):575-9. doi: 10.1016/j.talanta.2008.03.046.
407. Batistel F., Osorio J.S., Ferrari A., Trevisi E., Socha M.T., Loor J.J. Immunometabolic Status during the Peripartum Period Is Enhanced with Supplemental

Zn, Mn, and Cu from Amino Acid Complexes and Co from Co Glucoheptonate // PLoS One. – 2016. – № 11(5). – P. e0155804. doi: 10.1371/journal.pone.0155804.

408. Bautista D. M., Siemens J., Glazer J. M., Tsuruda P. R., Basbaum A. I., Stucky C. L., et al. (2007). The menthol receptor TRPM8 is the principal detector of environmental cold. / D.M. Bautista, J. Siemens, J.M. Glazer, P.R. Tsuruda, A.I. Basbaum, C.L. Stucky // Nature 448, 204–208. 10.1038/nature05910.

409. Birkmann J. Assessing the risk of loss and damage: Exposure, vulnerability and risk to climate-related hazards for different country classifications. / J. Birkmann, T. Welle // Int. J. Glob. Warm. 2015;8:191–212. doi: 10.1504/IJGW.2015.071963.

410. Bjerregaard P, Fjordside S, Hansen MG, Petrova MB. Dietary selenium reduces retention of methyl mercury in freshwater fish. Environ Sci Technol. 2011 Nov 15;45(22):9793-8. doi: 10.1021/es202565g.

411. Blaschek M, Kaya A, Zwald N, Memili E, Kirkpatrick BW. A whole-genome association analysis of noncompensatory fertility in Holstein bulls. J Dairy Sci. 2011 Sep;94(9):4695-9. doi: 10.3168/jds.2010-3728.

412. Bonaventura P., Benedetti G., Albarède F., Miossec P. Zinc and its role in immunity and inflammation. Autoimmun. Rev. 2015. Vol. 14. P. 277–285. doi: 10.1016/j.autrev.2014.11.008.

413. Bonham M., O'Connor J.M., Hannigan B.M., Strain J.J. The immune system as a physiological indicator of marginal copper status? // Br. J. Nutr. – 2002. – 87. – P. 393–403. doi: 10.1079/BJN2002558.

414. Boostani A., Sadeghi A.A., Mousavi S.N., Chamani M., Kashan N. Effects of organic, inorganic, and nano-Se on growth performance, antioxidant capacity, cellular and humoral immune responses in broiler chickens exposed to oxidative stress // Livest Sci. 2015. № 178. P. 330–336. doi: 10.1016/j.livsci.2015.05.004.

415. Bortoleto G.G., De Sousa R.A., Cadore S. Direct and simultaneous determination of Ca, Cl, K, Mg, Na and P in human urine by inductively coupled plasma optical emission spectrometry // Atom. Spectrosc., 31 (2010), pp. 89-91

416. Brandt P. How to target climate-smart agriculture? Concept and application of the consensus-driven decision support framework “target CSA” / P. Brandt, M.

Kvakić, K. Butterbach-Bahl, M.C. Rufino // *Agric. Syst.* 2017; 151:234–245. doi: 10.1016/j.agry.2015.12.011.

417. Bremner I. Manifestations of copper excess // *Am J Clin Nutr.* – 1998. – № 67. – P. 1069–1073.

418. Brouwers J.F., Gadella B.M. In situ detection and localization of lipid peroxidation in individual bovine sperm cells // *Free Radic. Biol. Med.* 2003. №35. 1382–1391. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2003.08.010.

419. Brown, R.J. and Milton, M.J. Analytical techniques for trace element analysis: an overview. *TrAC Trends. Anal. Chem.* 2005; 24:266-274.

420. Brown-Brandl T.M. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, part 1: Analysis of indicators. / T.M. Brown-Brandl, R.A. Eigenberg, J.A. Nienaber, G.L. Hahn // *Biosyst. Eng.* 2005; 90:451–462. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2004.–12.006.

421. Budhathoki N. K. Socio-Economic Impact of and Adaptation to Extreme Heat and Cold of Farmers in the Food Bowl of Nepal. / N.K. Budhathoki, K.K. Zander // *Int J Environ Res Public Health.* 2019 May; 16(9): 1578. Published online 2019 May 6. doi: 10.3390/ijerph16091578

422. Burk R.F., Hill K.E. Selenoprotein P-Expression, functions, and roles in mammals. *Biochim. Biophys. Acta.* 2009. № 1790. P. 1441–1447. doi: 10.1016/j.bbagen.2009.03.026.

423. Cailliatte R., Schikora A., Briat J.F., Mari S., Curie C. High-affinity manganese uptake by the metal transporter NRAMP1 is essential for Arabidopsis growth in low manganese conditions // *Plant Cell.* – 2010. – № 22. – P. 904–917.

424. Cammarano D. Rainfall and temperature impacts on barley (*Hordeum vulgare* L.) yield and malting quality in Scotland. / D. Cammarano, C. Hawes, G. Squire, J. Holland, M. Rivington, T. Murgia, D. Ronga // *Field Crop. Res.* 2019; 241:107559. doi: 10.1016/j.fcr.2019.107559

425. Carabaño M.J. 2019. Selecting for heat tolerance. / M.J. Carabaño, M. Ramón, A. Menéndez-Buxadera, A. Molina, C. Díaz // *Anim. Front.* 9(1):62–68.

426. Cardona A. et al. (2014). Genome-wide analysis of cold adaptation in indigenous Siberian populations. / A. Cardona, L. Pagani, T. Antao, D.J. Lawson, C.A. Eichstaedt, B. Yngvadottir // PLoS One 9, e98076. 10.1371/journal.pone.0098076
427. Carrasco M. A. Cross-species compendium of proteins/gene products related to cold stress identified by bioinformatic approaches. / M.A. Carrasco, J.C. Tan, J.G. Duman // J Insect Physiol. 2011;57(8):1127–1135. doi: 10.1016/j.jinsphys.2011.04.021.
428. Castellani J.W. Human physiological responses to cold exposure: Acute responses and acclimatization to prolonged exposure. / J.W. Castellani, A.J. Young // Auton. Neurosci. 2016; 196:63–74. doi: 10.1016/j.autneu.2016.02.009.
429. Cerolini S, Maldjian A, Surai P, Noble R. Viability, susceptibility to peroxidation and fatty acid composition of boar semen during liquid storage. Anim Reprod Sci. 2000 Feb 28;58(1-2):99-111. doi: 10.1016/s0378-4320(99)00035-4.
430. Chen S., Xue Y., Shen Y., Ju H., Zhang X., Liu J., Wang Y. Effects of different selenium sources on duodenum and jejunum tight junction network and growth performance of broilers in a model of fluorine-induced chronic oxidative stress // Poult Sci. 2022. № 101 (3). P. 101664. doi: 10.1016/j.psj.2021.101664.
431. Chenoweth P.J. Herd health management. In: Chenoweth P.J., Sanderson M.W., editors. Beef Practice Cow Calf Production Medicine. Blackwell Publishing; – Ames. – USA. – 2005. – P. 67–79.
432. Chirkin, F.A. Himicheskii sostav is voistva krovi i sivorotki krovi. – / F.A. Chirkin // Trudi Buryat Mongolskogo zooveterinarnogo instituta. Vip. 9. Buryat Mongolskoe kn. Izd vo Ulan Ude, 1955.
433. Choi E.K., Aring L., Das N.K., Solanki S., Inohara N., Iwase S., Samuelson L.C., Shah Y.M., Seo Y.A. Impact of dietary manganese on experimental colitis in mice. FASEB J. – 2020. – № 34(2). – P. 2929–2943.
434. Choi Y., Kim J., Lee H.S., Kim C.I., Hwang I.K., Park H.K., Oh C.H. Selenium content in representative Korean foods // J. Food Compos. Anal. 2009. № 22. P. 117-122. doi: 10.1016/j.jfca.2008.11.009

435. Chojnacka K, Michalak I, Zielińska A, Górecka H, Górecki H. Inter-relationship between elements in human hair: The effect of gender. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2010 Nov;73(8):2022-8. doi: 10.1016/j.ecoenv.2010.09.004.
436. Christensen K. Nutritional Multitasking? Exploring Calcium Supplementation to Reduce Toxic Metal Effects. *Environ Health Perspect.* 2022 Dec;130(12):124002. doi: 10.1289/EHP12341
437. Cigankova V, Mesáros P, Bires J, Ledecy V, Ciganek J, Tomajkova E. Morphological structure of the testes in stallions at zinc deficiency. *Slov Vet J* 1998; 23: 97-100.
438. Colagar AH, Marzony ET, Chaichi MJ. Zinc levels in seminal plasma are associated with sperm quality in fertile and infertile men. *Nutr Res.* 2009 Feb;29(2):82-8. doi: 10.1016/j.nutres.2008.11.007.
439. Colburn R. W. et al. (2007). Attenuated cold sensitivity in TRPM8 null mice. / R.W. Colburn, M.L. Lubin, D.J. Stone, Jr., Y. Wang, D. Lawrence, M.R. D'Andrea // *Neuron* 54, 379–386. 10.1016/j.neuron.2007.04.017
440. Collier R.J. 2019. Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. / R.J. Collier, L.H. Baumgard, R.B. Zimbelman, Y. Xiao // *Anim. Front.* 9(1):12–19.
441. Cooper-Prado M. J. Relationship of ruminal temperature with parturition and estrus of beef cows. / M.J. Cooper-Prado, N.M. Long, E.C. Wright, C.L. Goad, R.P. Wettemann // *Journal of Animal Science.* 2011.– No. 89.– P. 1020–1027.
442. Cope C.M. Effects of level and form of dietary zinc on dairy cow performance and health / C.M. Cope, A.M. MacKenzie, D. Wilde, L.A. Sinclair // *Journal of Dairy Science.* 2009.– Vol. 92.– No.5.–P. 2128-2135.DOI: 10.3168/jds.2008-1232.
443. Correa L.B., Zanetti M.A., Del Claro G.R., de Paiva F.A., da Luz e Silva S., Netto A.S. Effects of supplementation with two sources and two levels of copper on meat lipid oxidation, meat colour and superoxide dismutase and glutathione peroxidase enzyme activities in Nellore beef cattle // *Br. J. Nutr.* – 2014. № 112. P. 1266–1273. doi: 10.1017/S0007114514002025.

444. Cragle RG, Salisbury GW. Distribution of bulk and trace minerals in bull reproductive tract fluids and semen. *Minerals in Reproductive Tract Fluids*, New Mexico State Department of Agriculture, Las Cruces. – 1958. – P. 1273–1277.

445. Cui Y, Tian Z, Lu H, Deng D, Liu Z, Rong T, Yu M, Ma X. Zinc oxide nanoparticles improve gut health and reduce faecal zinc excretion in piglets // *Livestock Sci.* 2021. Vol. 251. P. 104610 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104610>.

446. Cygan-Szczegielniak D. Content of selected mineral elements in heifer hair depending on the region and season / D. Cygan-Szczegielniak, M. Stanek, E. Giernatowska, B. Janicki, M. Gehrke // *Medycyna Weterynaryj* na. 2012.– Vol. 68.– No. 5.– P. 293-298.

447. Cygan-Szczegielniak D. Impact of breeding region and season on the content of some trace elements and heavy metals in the hair of cows / D. Cygan-Szczegielniak, M. Stanek, E. Giernatowska, B. Janicki // *Folia Biologica (Poland)*.– 2014.– Vol. 62.– No. 3.– P. 163-169. DOI: 10.3409/fb62\_3.163.

448. Czerny B, Krupka K, Ożarowski M, Seremak-Mrozikiewicz A. Screening of trace elements in hair of the female population with different types of cancers in Wielkopolska region of Poland. *Scientific World Journal.* 2014. P. 95-106. doi:10.1155/2014/953181.

449. Da Rosa Righi R. Towards combining data prediction and internet of things to manage milk production on dairy cows. / R. Da Rosa Righi, G. Goldschmidt, R. Kunst, C. Deon, C.A. da Costa // *Comput. Electron. Agric.* 2020; 169:105156. doi: 10.1016/j.compag.2019.105156

450. Daanen H. A. Human whole body cold adaptation. / H.A> Daanen, W.D. Lichtenbelt // *Temperature.* 2016. 3104–118. 10.1080/23328940.2015.1135688

451. Dahlen CR, Reynolds LP, Caton JS. Selenium supplementation and pregnancy outcomes. *Front Nutr.* 2022 Oct 31;9:1011850. doi: 10.3389/fnut.2022.1011850

452. Dalia A.M., Loh T.C., Sazili A.Q., Jahromi M.F., Samsudin A.A. The effect of dietary bacterial organic selenium on growth performance, antioxidant

capacity, and Selenoproteins gene expression in broiler chickens // BMC Vet Res. 2017. №18. 254. doi: 10.1186/s12917-017-1159-4

453. Dalia A.M., Loh T.C., Sazili A.Q., Samsudin A.A. Influence of bacterial organic selenium on blood parameters, immune response, selenium retention and intestinal morphology of broiler chickens // BMC Vet Res. 2020. № 16(1). P. 365. doi: 10.1186/s12917-020-02587-x.

454. Davis CD, Tsuji PA, Milner JA. Selenoproteins and cancer prevention. *Annu Rev Nutr.* 2012 Aug 21;32:73-95. doi: 10.1146/annurev-nutr-071811-150740. Epub 2012 Mar 8. PMID: 22404120.

455. Davis TZ, Stegelmeier BL, Hall JO. Analysis in horse hair as a means of evaluating selenium toxicoses and long-term exposures. *J Agric Food Chem.* 2014 Jul 30;62(30):7393-7. doi: 10.1021/jf500861p.

456. Decker J.E. Origins of cattle on Chirikof Island, Alaska, elucidated from genome-wide SNP genotypes. / J.E. Decker, J.F. Taylor, J. Kantanen, A. Millbrooke, R.D. Schnabel, L.J. Alexander, M.D. MacNeil // *Heredity (Edinb).* 2016 Jun;116(6):502-5. doi: 10.1038/hdy.2016.7.

457. Decker J.E. Worldwide patterns of ancestry, divergence, and admixture in domesticated cattle. / J.E. Decker, S.D. McKay, M.M. Rolf, J. Kim, A. Molina Alcalá, T.S. Sonstegard // *PLoS Genet.* 2014;10:e1004254. doi: 10.1371/journal.pgen.1004254.

458. Dhaka A. (2007). TRPM8 is required for cold sensation in mice. / A. Dhaka, A.N. Murray, J. Mathur, T.J. Earley, M.J. Petrus, A. Patapoutian // *Neuron* 54, 371–378. 10.1016/j.neuron.2007.02.024

459. Díez AM, Campo ML, Soler G. Trypsin digestion of arginase: evidence for a stable conformation manganese directed. *Int J Biochem.* 1992; 24. – P. 1925–1932.

460. Diomidov A.M. Razvedenie i porodv krupnogo rogatogo skota. / A.M. Diomidov, E.F. Zhirkovich // Moskva-Leningrad: GIKSL; 1934

461. Donnelly ET, McClure N, Lewis SE. Antioxidant supplementation in vitro does not improve human sperm motility. *Fertil Steril* 1999;72:484.

462. Du Plessis SS, Agarwal A, Halabi J, Tvrda E. Contemporary evidence on the physiological role of reactive oxygen species in human sperm function. *J Assist Reprod Genet.* 2015 Apr;32(4):509-20. doi: 10.1007/s10815-014-0425-7

463. Duskaev G.K., Kazachkova N.M., Nurzhanov B.S., Rysaev A.F., Ushakov A.S. The effect of purified quercus cortex extract on biochemical parameters of organism and productivity of healthy broiler chickens. *Veterinary World.* – 2018. – № 11(2). – P. 235-239.

464. Edgar R. C. UCHIME improves sensitivity and speed of chimera detection / R.C. Edgar, B.J. Haas, J.C. Clemente, C. Quince, R. Knight // *Bioinformatics*, Volume 27, Issue 16, 2011, Pages 2194–2200, <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btr381>.

465. Edmunds C.E., Cornelison A.S., Farmer C., Rapp C., Ryman V.E., Schweer W.P., Wilson M.E., Dove C.R. The Effect of Increasing Dietary Manganese from an Organic Source on the Reproductive Performance of Sows // *Agriculture.* – 2022. – № 12(12). – P. 2168. <https://doi.org/10.3390/agriculture12122168>

466. Elashry G. Effect of Feeding a Combination of Zinc, Manganese and Copper Methionine Chelates of Early Lactation High Producing Dairy Cow. *Food Nutr. Sci.* – 2012. – № 3. – P. 1084–1091. doi: 10.4236/fns.2012.38144.

467. Elgendey F., Al Wakeel R.A., Hemeda S.A., Elshwash A.M., Fadel S.E., Abdelazim A.M., Alhujaily M., Khalifa O.A. Selenium and/or vitamin E upregulate the antioxidant gene expression and parameters in broilers // *BMC Vet Res.* 2022. № 18 (1). P. 310. doi: 10.1186/s12917-022-03411-4.

468. Elgendey F., Al Wakeel R.A., Hemeda S.A., Elshwash A.M., Fadel S.E., Abdelazim A.M., Alhujaily M., Khalifa O.A. Selenium and/or vitamin E upregulate the antioxidant gene expression and parameters in broilers. *BMC Vet Res.* 2022. № 18 (1). P. 310. doi: 10.1186/s12917-022-03411-4.

469. ElSaid H., ElKhder G., Hussein E., Helmy N., ElDeen M. Investigation on the effects of copper deficiency on fertility and some hematobiochemical parameters in rams with trial for treatment. *Benha Veterinary Medical Journal.* 2019; 37. 211-216. [10.21608/bvmj.2019.17548.1101](https://doi.org/10.21608/bvmj.2019.17548.1101).

470. Elzain AH, Ebrahim AM, Eltoum MS. Comparison between XRF, PIXE and ICP-OES techniques applied for analysis of some medicinal plants. *J. Appl. Chem.* – 2016. – Vol. 9:6-12.

471. Enjalbert F., Lebreton P., Salat O.J. Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: Retrospective study // *Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2006. Vol. 90. P. 459–466. doi: 10.1111/j.1439-0396.2006.00627.x.

472. Enjalbert F., Lebreton P., Salat O.J. Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: Retrospective study. *Anim. Physiol. Anim. Nutr.* – 2006. – № 90. – P. 459–466. doi: 10.1111/j.1439-0396.2006.00627.x.

473. Eskenazi B, Kidd SA, Marks AR, Slotter E, Block G and Wyrobek AJ 2005 Antioxidant intake is associated with semen quality in healthy men. *Hum Reprod.* 20 1006-1012. doi: 10.1093/humrep/deh725

474. Esteban M, Castaño A. Non-invasive matrices in human biomonitoring: a review. *Environ Int.* 2009 Feb;35(2):438-49. doi: 10.1016/j.envint.2008.09.003.

475. Failla M.L. Trace elements and host defense: Recent advances and continuing challenges // *J. Nutr.* 2003. Vol. 133. P. 1443S–1447S. doi: 10.1093/jn/133.5.1443S.

476. Fairweather-Tait S.J., Collings R., Hurst R. Selenium bioavailability: Current knowledge and future research requirements // *Am. J. Clin. Nutr.* 2010. № 91. P. 1484S–1491S. doi: 10.3945/ajcn.2010.28674J

477. FAO. 2020. Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets: June 2020. Food Outlook, 1. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9509en>

478. Fariello M. I. International Sheep Genomics Consortium et al. (2014). Selection signatures in worldwide sheep populations. / M.I. Fariello, B. Servin, G. Tosser-Klopp, R. Rupp, C. Moreno // *PLoS One* 9, e103813. 10.1371/journal.pone.0103813

479. Farkhutdinova L.M., Speranskiĭ V.V., Gil'manov A.Z. Hair trace elements in patients with goiter // *Klin Lab Diagn.* 2006; № 8. P. 19-21.

480. Fedorov A.N. Recent air temperature changes in the permafrost landscapes of northeastern Eurasia. / A.N. Fedorov, R.N. Ivanova, H. Park, T. Hiyama, Y. Iijima // *Polar Science* 8 (2014) 114e128
481. Fergusson JE *The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impacts and Health Effects*. Pergamon press: Oxford. 1990. P. 377-405
482. Ferrel C.L. Body Composition and Energy Utilization by Steers of Drivers Genotypes Fed a High-Concentrate Diet during the Finishing Period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford and Tuli Sires / C.L. Ferrel, T.G. Jenkins // *Animal Science*. 1998.- No76(2). – P. 647-657.
483. Fraser LR. Minimum and maximum extracellular Ca<sup>2+</sup> requirements during mouse sperm capacitation and fertilization in vitro. *J Reprod Fertil*. 1987 Sep;81(1):77-89. doi: 10.1530/jrf.0.0810077
484. Friedrich J. Selection signatures for high-altitude adaptation in ruminants. / J. Friedrich, P. Wiener // *Review Anim Genet*. 2020 Mar;51(2):157-165. doi: 10.1111/age.12900. Epub 2020 Jan 14
485. Friedrichs KR, Harr KE, Freeman KP, Szladovits B, Walton RM, Barnhart KF, Blanco-Chavez J. ASVCP reference interval guidelines: determination of de novo reference intervals in veterinary species and other related topics. *Vet Clin Pathol*. 2012 Dec;41(4):441-53. doi: 10.1111/vcp.12006.
486. Fukushima K., Ogawa H., Takahashi K., Naito H., Funayama Y., Kitayama T., Yonezawa H., Sasaki I. Non-pathogenic bacteria modulate colonic epithelial gene expression in germ-free mice. *Scan. J. Gastroenterol*. 2003; № 38. P. 626-634.
487. García-Rodríguez N., Díaz de la Loza M.C., Andreson B., Monje-Casas F., Rothstein R., Wellinger R.E. Impaired manganese metabolism causes mitotic misregulation // *J Biol Chem*. – 2012. – № 287. – P. 18717–18729.
488. García-Vaquero M., Miranda M., Benedito J.L., Blanco-Penedo I., López-Alonso M. Effect of type of muscle and Cu supplementation on trace element concentrations in cattle meat // *Food Chem. Toxicol*. 2011. №49. P. 1443–1449. doi: 10.1016/j.fct.2011.03.041.

489. García-Vaquero M., Miranda M., Benedito J.L., Blanco-Penedo I., López-Alonso M. Effect of type of muscle and Cu supplementation on trace element concentrations in cattle meat. *Food Chem. Toxicol.* 2011. №49. P. 1443–1449. doi: 10.1016/j.fct.2011.03.041.
490. Gasparrini A. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: A multicountry observational study. / A. Gasparrini, Y. Guo, M. Hashizume, E. Lavigne, A. Zanobetti, J. Schwartz, A. Tobias, S. Tong, J. Rocklöv, B. Forsberg // *Lancet.* 2015; 386:369–375. doi: 10.1016/S0140-6736(14)62114-0
491. Gaughan J.B. 2019. Adaptation strategies: ruminants. / J.B. Gaughan, S. Veerasamy, T.L. Mader, F.R. Dunshea // *Anim. Front.* 9(1):47–53.
492. Gernand E. Influence of on-farm measurements for heat stress indicators on dairy cow productivity, female fertility, and health. / E. Gernand, S. König, C. Kipp // *J. Dairy Sci.* 2019; 102:6660–6671. doi: 10.3168/jds.2018-16011.
493. Ghafarizadeh AA, Vaezi G, Shariatzadeh MA, Malekirad AA. Effect of in vitro selenium supplementation on sperm quality in asthenoteratozoospermic men. *Andrologia.* 2018 Mar;50(2). doi: 10.1111/and.12869
494. Gorelov P.V. Sravnitel'nyj analiz grupp krovi i mikrosatellitov v karakteristike novyh tipov skota buroj shvickoj i sychevskoj porod. / P.V. Gorelov, D.N. Koltsov, N.A. Zinovieva, E.A. Gladyr. // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya.*—2011.—No 6—P.37–40.
495. Goutam D. Disaster and its impact on Human Health. / D. Goutam // National Risk Reduction Center, WHO; Lalitpur, Nepal: 2014
496. Grabeklis AR, Skalny AV, Nechiporenko SP, Lakarova EV. Indicator ability of biosubstances in monitoring the moderate occupational exposure to toxic metals // *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology.* 2011; № 25(Suppl. 1). P. 41-44. doi:10.1016/j.jtemb.2010.10.014.
497. Graves, C.N., Eiler, H. Cortisol content of semen and the effect of exogenous cortisol on the concentration of cortisol and minerals (Ca, Mg, K and Na) in semen and blood plasma of bulls // *Biol. Reprod.* – 1979. – Vol. 21:1225-1229.

498. Grossi G. 2019. Livestock and climate change: impact of livestock on climate and mitigation strategies. / G. Grossi, P. Goglio, A. Vitali, A. Williams // *Anim. Front.* 9(1): P.69–76.

499. Gutowska I, Baranowska-Bosiacka I, Rybicka M, Noceń I, Dudzińska W, Marchlewicz M, Wiszniewska B, Chlubek D. Changes in the concentration of microelements in the teeth of rats in the final stage of type 1 diabetes, with an absolute lack of insulin. *Biol Trace Elem Res.* 2011 Mar;139(3):332-40. doi: 10.1007/s12011-010-8666-5.

500. Guvvala P.R., Ravindra J.P., Selvaraju S. Impact of environmental contaminants on reproductive health of male domestic ruminants: A review. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2020;27:3819–3836. doi: 10.1007/s11356-019-06980-4.

501. Hall JA, Bobe G, Vorachek WR, Estill CT, Mosher WD, Pirelli GJ, Gamroth M. Effect of supranutritional maternal and colostral selenium supplementation on passive absorption of immunoglobulin G in selenium-replete dairy calves. *J Dairy Sci.* 2014 Jul;97(7):4379-91. doi: 10.3168/jds.2013-7481.

502. Hancock A. M. Population genetic analysis of the uncoupling proteins supports a role for UCP3 in human cold resistance. / A.M. Hancock, V.J. Clark, Y. Qian, A. Di Rienzo // *Mol. Biol. Evol.* 2011. 28, 601–614. 10.1093/molbev/msq228

503. Hancock A. M. Adaptations to climate in candidate genes for common metabolic disorders. / A.M. Hancock, D.B. Witonsky, A.S. Gordon, G. Eshel, J.K. Pritchard, G. Coop // *PLoS Genet.* 2011. 4, e32. 10.1371/journal.pgen.0040032

504. Hansen S.L., Spears J.W., Lloyd K.E., Whisnant C.S. Growth, reproductive performance, and manganese status of heifers fed varying concentrations of manganese. *J. Anim Sci.* – 2006. – № 84. – P. 3375–3380. doi: 10.2527/jas.2005-667.

505. Harrington JM, Young DJ, Essader AS, Sumner SJ, Levine KE. Analysis of human serum and whole blood for mineral content by ICP-MS and ICP-OES: development of a mineralomics method. *Biol Trace Elem Res.* 2014 Jul;160(1):132-42. doi: 10.1007/s12011-014-0033-5

506. Hassan A. Effect of Supplementation of Chelated Zinc on Milk Production in Ewes // *Food Nutr. Sci.* 2011. Vol. 2. P. 706–713. doi: 10.4236/fns.2011.27097

507. Haziri I, Latifi F, Rama A, Zogaj M, Haziri A, Aliu H, Sinani A, Mehmeti I, Starič J. Assessment of environmental pollution with metals in some industrial regions of Kosovo using chicken (*Gallus gallus domesticus*) breast feathers. *Slovenian Veterinary Research*. 2019;56(3):93-103. doi:10.26873/SVR-553-2019
508. Hedao M., Khllare K., Meshram M., Sahatpure S., Patil M. Study of some serum trace minerals in cyclic and non-cyclic surti buffaloes. *Vet. World*. 2008;1:71.
509. Hefnawy A. E., Tortora-Perez J. L. The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health // *Small Rumin. Res*. 2010. № 89. P. 185-192. doi: 10.1016/j.smallrumres.2009.12.042
510. Henricks DM. Biochemistry and physiology of the gonadal hormones. In: Cupps PT, editor. *Reproduction in domestic animals*. 4th ed. . California USA: Elsevier ; 1991. pp. 76–117.
511. Herold A. Mineral concentrations in cattle in different sample media with emphasis on fecal analysis / A. Herold, L. Pieper, A. Müller, R. Staufenbiel // *Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere - Nutztiere*. 2018.– Vol.– 46. No.– 4.– Pp. 221-228. DOI: 10.15653/TPG-180239.
512. Hindermann P. High precision real-time location estimates in a real-life barn environment using a commercial ultra wideband chip. / P. Hindermann, S. Nüesch, D. Früh, A. Rüst, L. Gygax // *Comput. Electron. Agric*. 2020;170:105250. doi: 10.1016/j.compag.2020.105250.
513. Hoet P, Jacquerye C, Deumer G, Lison D, Haufroid V. Reference values and upper reference limits for 26 trace elements in the urine of adults living in Belgium. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. 2013; 51(4). 839–849. <https://doi.org/10.1515/cclm-2012-0688>
514. Hoffman DJ, Franson JC, Pattee OH, Bunck CM, Anderson A. Survival, growth and accumulation of ingested lead in nestling american kestrels. *Falco sparverius*. *Contam. Toxicol*. 1985. №14. P. 89-94.
515. Holley A.K., Bakthavatchalu V., Velez-Roman J.M., St Clair D.K. Manganese superoxide dismutase: guardian of the powerhouse. *Int J Mol Sci*. – 2011. – № 12. – P. 7114–7162.

516. Horowitz GL. Reference Intervals: Practical Aspects. EJIFCC. 2008 Oct 16;19(2):95-105.
517. Hossain A., Skalicky M., Brestic M., Maitra S., Sarkar S., Ahmad Z., Vemuri H., Garai S., Mondal M., Bhatt R., Kumar P., Banerjee P., Saha S., Islam T., Laing A.M. Selenium Biofortification: Roles, Mechanisms, Responses and Prospects. *Molecules*. – 2021. – № 26(4). – P. 881. doi: 10.3390/molecules26040881.
518. Hou P., Li B., Wang Y., Li D., Huang X., Sun W., Liang X., Zhang E. The Effect of Dietary Supplementation with Zinc Amino Acids on Immunity, Antioxidant Capacity, and Gut Microbiota Composition in Calves // *Animals (Basel)*. 2023. Vol. 13(9). P. 1570. doi: 10.3390/ani13091570.
519. Howard J.T. Beef cattle body temperature during climatic stress: a genome-wide association study. / J.T. Howard, S.D. Kachman, W.M. Snelling, E.J. Pollak, D.C. Ciobanu, L.A. Kuehn, M.L. Spangler // *Int J Biometeorol*. 2014;58(7):1665–1672. doi: 10.1007/s00484-013-0773-5.
520. Hrdina J., Banning A., Kipp A., Loh G., Blaut M., Brigelius-Flohe R. The gastrointestinal microbiota affects the selenium status and selenoprotein expression in mice. *J. Nutr. Biochem*. 2009. №20. P. 638-648.
521. Huang YL, Tseng WS, Cheng SY and Lin TH Trace elements and lipid peroxidation in human seminal plasma. *Biol Trace Elem Res*. 2000;76: 207-215
522. Hui CA. Concentrations of chromium, manganese, and lead in air and in avian eggs. *Environ Pollut*. 2002;120(2):201-6. doi: 10.1016/s0269-7491(02)00158-6.
523. Hui L, Geiger NH, Bloor-Young D, Churchill GC, Geiger JD, Chen X Release of Calcium From Endolysosomes Increases Calcium Influx Through N-type Calcium Channels: Evidence for Acidic Store-Operated Calcium Entry in Neurons // *Cell Calcium*. 2015;58(6):617-27. doi: 10.1016/j.ceca.2015.10.001.
524. Huse S.M. VAMPS: a website for visualization and analysis of microbial population structures. / S.M. Huse, D.B. Mark Welch, A. Voorhis, A. Shipunova, H.G. Morrison, A.M. Eren, M.L. Sogin // *BMC Bioinformatics*. 2014 Feb 5;15:41. doi: 10.1186/1471-2105-15-41.

525. Huster D., Purnat T.D., Burkhead J.L., Ralle M., Fiehn O., Stuckert F., Olson N.E., Teupser D., Lutsenko S. High copper selectively alters lipid metabolism and cell cycle machinery in the mouse model of Wilson disease // *J. Biol. Chem.* – 2007. – № 282. – P. 8343–8355. doi: 10.1074/jbc.M607496200.

526. Igoshin A. V. Genome-wide association study and scan for signatures of selection point to candidate genes for body temperature maintenance under the cold stress in Siberian cattle populations. / A.V. Igoshin, A.A. Yurchenko, N.M. Belonogova, D.V. Petrovsky, R.B. Aitnazarov, V.A. Soloshenko, N.S. Yudin, M. Denis // *BMC Genet.* 2019; 20(Suppl 1): 26. Published online 2019 Mar 18. doi: 10.1186/s12863-019-0725-0

527. Igoshin A.V. Searching for Signatures of Cold Climate Adaptation in TRPM8 Gene in Populations of East Asian Ancestry. / A.V. Igoshin, K.V. Gunbin, N.S. Yudin, M.I. Voevoda // *Front Genet.* 2019; 10: 759. Published online 2019 Aug 23. doi: 10.3389/fgene.2019.00759

528. Iso-Touru T, Tapio M, Vilkki J, Kiseleva T, Ammosov I, Ivanova Z, et al. Genetic diversity and genomic signatures of selection among cattle breeds from Siberia, eastern and northern Europe. *Anim Genet.* 2016; 47:647–657. doi: 10.1111/age.12473.

529. Ivanov M.F. Ob uluchshenii romanolami yuzhno-russkogo serogo stepnogo skota. / M.F. Ivanov // Moskva: Tov-vo A.I. Mamontova; 1913.

530. Janicki B., Cygan-Szczegieliński D. Zn and Pb concentration in seminal plasma in reference to selected parameters of semiological assessment of bull semen. *Folia biologica (Kraków).* – 2008. – Vol. 56(1-2):97-101.

531. Juniper DT, Phipps RH, Ramos-Morales E, Bertin G. Effect of dietary supplementation with selenium-enriched yeast or sodium selenite on selenium tissue distribution and meat quality in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 2008. № 86. P. 3100–3109. doi: 10.2527/jas.2007-0595

532. Juyena NS, Stelletta C. Seminal plasma: an essential attribute to spermatozoa. *J Androl.* 2012 Jul-Aug;33(4):536-51. doi: 10.2164/jandrol.110.012583.

533. Kalashnikov V, Zajcev A, Atroshchenko M, Miroshnikov S, Frolov A, Zav'yalov O, Kalinkova L, Kalashnikova T. The content of essential and toxic elements

in the hair of the mane of the trotter horses depending on their speed. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2018 Aug;25(22):21961-21967. doi: 10.1007/s11356-018-2334-2

534. Kalashnikov VV, Miroshnikov SA, Zaitsev AM, Atroshchenko MM, Frolov AN, Zavialov OA, Kurilkina MYa, Kalashnikova TV, Blokhin NV. A method for assessing the reproductive qualities of stallions of the Arabian thoroughbred breed by the level of cobalt in the blood serum: Pat. 2751142 Ros. Federation / // Appl. No. 2020141373, 12/15/2020, publ. 07/08/2021 Bull. No. 19.

535. Kantanen J. Maternal and paternal genealogy of Eurasian taurine cattle (*Bos taurus*) / J. Kantanen, C.J. Edwards, D.G. Bradley, H. Viinalass, S. Thessler, Z. Ivanova // *Heredity (Edinb)* 2009;103:404–415. doi: 10.1038/hdy.2009.68.

536. Kasaikina M.V., Kravtsova M.A., Lee B.C., Seravalli J., Peterson D.A., Walter J., Legge R., Benson A.K., Hatfield D.L., Gladyshev V.N. Dietary selenium affects host selenoproteome expression by influencing the gut microbiota // *FASEB J.* 2011. № 25 (7). P. 2492-2499. doi: 10.1096/fj.11-181990

537. Kasaikina MV, Kravtsova MA, Lee BC, Seravalli J, Peterson DA, Walter J, Legge R, Benson AK, Hatfield DL, Gladyshev VN. Dietary selenium affects host selenoproteome expression by influencing the gut microbiota. *FASEB J.* 2011. № 25 (7). P. 2492-2499. doi: 10.1096/fj.11-181990

538. Kawakami E, Tekemura A, Sakuma M, Takano M, Hirano T, Hori T, Tsutsui T. Superoxide dismutase and catalase activities in the seminal plasma of normozoospermic and asthenozoospermic beagles. *J Vet Med Sci.* 2007; 69(2): 133-136

539. Kegley E.B., Ball J.J., Beck P.A. Bill kunkle interdisciplinary beef symposium: Impact of mineral and vitamin status on beef cattle immune function and health. *J Anim Sci.* 2016; № 94(12). – P. 5401-5413. doi: 10.2527/jas.2016-0720.

540. Kehr S, Malinouski M, Finney L, Vogt S, Labunskyy VM, Kasaikina MV, Carlson BA, Zhou Y, Hatfield DL, Gladyshev VN. X-ray fluorescence microscopy reveals the role of selenium in spermatogenesis. *J Mol Biol.* 2009 Jun 26;389(5):808-18. doi: 10.1016/j.jmb.2009.04.024

541. Kehres D.G., Maguire M.E. Emerging themes in manganese transport, biochemistry and pathogenesis in bacteria // *FEMS Microbiol Rev.* – 2003. – № 27(2–3). – P. 263–290.

542. Kemal Duru N Morshedi M., Oehninger S. Effects of hydrogen peroxide on DNA and plasma membrane integrity of human spermatozoa. *Fertil. Steril.* 2000. № 74. 1200–1207. doi: 10.1016/S0015-0282(00)01591-0

543. Kerns K., Zigo M., Sutovsky P. Zinc: A Necessary Ion for Mammalian Sperm Fertilization Competency // *Int J Mol Sci.* 2018. № 19 (12). P. 4097. doi: 10.3390/ijms19124097.

544. Kessler J., Morel I., Dufey F.A., Gutzwiller A., Stern A., Geyes H. Effect of organic zinc sources on performance, zinc status, and carcass, meat, and claw quality in fattening bulls // *Livest. Prod. Sci.* 2003. Vol. 81. P. 171. doi: 10.1016/S0301-6226(02)00262-2.

545. Key F. M. Human local adaptation of the TRPM8 cold receptor along a latitudinal cline. / F.M. Key, M.A. Abdul-Aziz, R. Mundry, B.M. Peter, A. Sekar, M. D'Amato // *PLoS Genet.* 14, e1007298. 10.1371/journal.pgen.1007298

546. Khalifa O.A., Al Wakeel R.A., Hemeda S.A., Abdel-Daim M.M., Albadrani G.M., El Askary A., Fadl S.E., Elgendey F. The impact of vitamin E and/or selenium dietary supplementation on growth parameters and expression levels of the growth-related genes in broilers // *BMC Vet Res.* 2021. №17(1). P. 251. doi: 10.1186/s12917-021-02963-1

547. Khalil WA, El-Harairy MA, Zeidan AEB, Hassan MAE. Impact of selenium nano-particles in semen extender on bull sperm quality after cryopreservation. *Theriogenology.* 2019;126:121–127. doi: 10.1016/j.theriogenology.2018.12.017.

548. Kieliszek M. Selenium. *Adv Food Nutr Res.* 2021;96:417-429. doi: 10.1016/bs.afnr.2021.02.019.

549. Kiseleva T.I. Linkage disequilibrium analysis for microsatellite loci in six cattle breeds. / T.I. Kiseleva, J. Kantanen, N.I. Vorob'ev, B.E. Podoba, V.P. Terletsky // *Genetika.* 2014; 50:464–473

550. Koerbin G, Sikaris KA, Jones GR, Ryan J, Reed M, Tate J; AACB Committee for Common Reference Intervals. Evidence-based approach to harmonised reference intervals. *Clin Chim Acta*. 2014 May 15;432:99-107. doi: 10.1016/j.cca.2013.10.021.

551. Kotyzová D, Cerná P, Lesetický L, Eybl V. Trace elements status in selenium-deficient rats--interaction with cadmium. *Biol Trace Elem Res*. 2010 Sep;136(3):287-93. doi: 10.1007/s12011-009-8541-4.

552. Kozyreva T.V. Relationship of single-nucleotide polymorphism rs11562975 in thermo-sensitive ion channel TRPM8 gene with human sensitivity to cold and menthol. / T.V. Kozyreva, E. Tkachenko, T.A. Potapova, A.G. Romashchenko, M.I. Voevoda // *Fiziol Cheloveka* 37.P.71–76. 10.1134/S0362119711020101

553. Kozyreva T.V. Respiratory system response to cooling in subjects with single nucleotide polymorphism rs11562975 in gene of thermosensitive TRPM8 ion channel. / T.V. Kozyreva, E. Tkachenko, T.A. Potapova, M.I. Voevoda // *Fiziol Cheloveka* 40, P.94–98. 10.1134/S0362119714020108

554. Kumar A. Expression profiling of major heat shock protein genes during different seasons in cattle (*Bos indicus*) and buffalo (*Bubalus bubalis*) under tropical climatic condition. / A. Kumar, S. Ashraf, T.S. Goud, A. Grewal, S.V. Singh, B.R. Yadav, R.C. Upadhyay // *J Therm Biol*. 2015;51:55–64. doi: 10.1016/j.jtherbio.2015.03.006.

555. Kumar N, Verma RP, Singh LP, Varshney VP, Dass RS. Effect of different levels and sources of zinc supplementation on quantitative and qualitative semen attributes and serum testosterone level in crossbred cattle (*Bos indicus* × *Bos taurus*) bulls. *Reprod Nutr Dev*. 2006;46:663–75. doi: 10.1051/rnd:2006041

556. Kurth I. Mutations in FAM134B, encoding a newly identified Golgi protein, cause severe sensory and autonomic neuropathy. / I. Kurth, T. Pamminger, J.C. Hennings, D. Soehendra, A.K. Huebner, A. Rotthier, J. Baets, J. Senderek, H. Topaloglu, S.A. Farrell // *Nat Genet*. 2009;41(11):1179–1181. doi: 10.1038/ng.464.

557. Kvist U 1980 Sperm nuclear chromatin decondensation ability. An in vitro study on ejaculated human spermatozoa. *Acta physiol scand suppl*. 486 1-24.

558. Lacetera N. 2019. Impact of heat stress on animal health and welfare. / N. Lacetera // *Anim. Front.* 9(1): 26–31.;
559. Larra M. F. (2015). Enhanced stress response by a bilateral feet compared to a unilateral hand Cold Pressor Test. / M.F. Larra, T.M. Schilling, P. Röhrig, H. Schächinger // *Stress* 18, 589–596. 10.3109/10253890.2015.1053452
560. Lee C.N. Environmental stress effects on bovine reproduction. / C.N. Lee // *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 1993 Jul;9(2):263-73. doi: 10.1016/s0749-0720(15)30645-9
561. Legleiter L.R., Spears J.W., Lloyd K.E. Influence of dietary manganese on performance, lipid metabolism, and carcass composition of growing and finishing steers. *J Anim Sci.* – 2005. – № 83(10). – P. 2434-9. doi: 10.2527/2005.83102434x.
562. Leppäluoto J. (1991). Human physiological adaptations to the arctic climate. / J. Leppäluoto J., J. Hassi // *Arctic* 44, P. 139–145. 10.14430/arctic1530;
563. Li K, Wang X-F, Li D-Y, Chen Y-C, Zhao L-J, Liu X-G, Guo Y-F, Shen J, Lin X, Deng J, Zhou R, Deng H-W. The Good, the Bad, and the Ugly of Calcium Supplementation: A Review of Calcium Intake on Human Health // *Clin Interv Aging.* 2018 Nov 28;13:2443-2452. doi: 10.2147/CIA.S157523.
564. Li M.H. Genetic structure of Eurasian cattle (*Bos taurus*) based on microsatellites: clarification for their breed classification. / M.H. Li, J. Kantanen // *Anim Genet.* 2010; 41:150–158. doi: 10.1111/j.1365-2052.2009.01980.x.
565. Lin B.Z. Genetic diversity and structure in *Bos taurus* and *Bos indicus* populations analyzed by SNP markers. / B.Z. Lin, S. Sasazaki, H. Mannen // *Anim Sci J.* 2010; 81:281–289. doi: 10.1111/j.1740-0929.2010.00744.x.
566. Lin G., Guo Y., Liu B., Wang R., Su X., Yu D., He P. Optimal dietary copper requirements and relative bioavailability for weanling pigs fed either copper proteinate or tribasic copper chloride // *J. Anim. Sci. Biotechnol.* – 2020. – № 11. – P. 54. doi: 10.1186/s40104-020-00457-y.
567. Liskun E.F. Russkie otrod'ya krupno-rogatogo skota. / E.F. Liskun // Moskva: Novyj agronom; 1928.

568. Liu H, Sun Y, Zhao J, Dong W, Yang G. Effect of Zinc Supplementation on Semen Quality, Sperm Antioxidant Ability, and Seminal and Blood Plasma Mineral Profiles in Cashmere Goats. *Biol Trace Elem Res.* 2020 Aug;196(2):438-445. doi: 10.1007/s12011-019-01933-x.

569. Liu Y., Zhao H., Zhang Q., Tang J., Li K., Xia X.J., Wang K.N., Li K., Lei X.G. Prolonged dietary selenium deficiency or excess does not globally affect selenoprotein gene expression and/or protein production in various tissues of pigs // *J Nutr.* 2012. № 142. P. 1410-1416.

570. Liu Z. Genome-wide analysis reveals signatures of selection for important traits in domestic sheep from different ecoregions. / Z. Liu, Z. Ji, G. Wang, T. Chao, L. Hou, J. Wang // *BMC Genomics* 2016 17, 863. 10.1186/s12864-016-3212-2

571. Liu Z., Chen L., Shang Y., Huang P., Miao L. The micronutrient element zinc modulates sperm activation through the SPE-8 pathway in *Caenorhabditis elegans*. *Development.* 2013; 140(10):2103-7

572. López-Alonso M., Miranda M. Copper Supplementation, A Challenge in Cattle. *Animals (Basel).* 2020; № 10(10). – P. 1890. doi: 10.3390/ani10101890.

573. Lorenzo Alonso MJ, Bermejo Barrera A, Cocho de Juan JA, Fraga Bermúdez JM, Bermejo Barrera P. Selenium levels in related biological samples: human placenta, maternal and umbilical cord blood, hair and nails. *J Trace Elem Med Biol.* 2005;19(1):49-54. doi: 10.1016/j.jtemb.2005.07.006.

574. Lovarelli D. A Survey of Dairy Cattle Behavior in Different Barns in Northern Italy. / D. Lovarelli, A. Finzi, G. Mattachini, E.A. Riva // *Animals (Basel).* 2020 Apr 19;10(4):713. doi: 10.3390/ani10040713).

575. Lovercamp KW, Stewart KR, Lin X, Flowers WL. Effect of dietary selenium on boar sperm quality. *Anim Reprod Sci.* 2013 May;138(3-4):268-75. doi: 10.1016/j.anireprosci.2013.02.016.

576. Lykkesfeldt J., Svendsen O. Oxidants and antioxidants in disease: oxidative stress in farm animals. *Vet J.* – 2007. – № 173. – P. 502–511.

577. Mahan D.C., Parrett N.A. Evaluating the efficacy of selenium-enriched yeast and sodium selenite on tissue selenium retention and serum glutathione peroxidase

activity in grower and finisher swine // *J Anim Sci*. 1996. №74 (12). P. 2967–74. doi: 10.2527/1996.74122967x.

578. Mahdijeh Mirnamniha, Fereshteh Faroughi, Eisa Tahmasbpour, Pirooz Ebrahimi and Asghar Beigi Harchegani An overview on role of some trace elements in human reproductive health, sperm function and fertilization process. From the journal *Reviews on Environmental Health*. June 14, 2019. <https://doi.org/10.1515/reveh-2019-0008>

579. Majhi R. K. (2015). Expression of temperature-sensitive ion channel TRPM8 in sperm cells correlates with vertebrate evolution. / R.K. Majhi, S. Saha, A. Kumar, A. Ghosh, N. Swain, L. Goswami // *Peer J*. 3, e1310. 10.7717/peerj.1310

580. Mankad M, Sathawara NG, Doshi H, Saiyed HN, Kumar S. Seminal plasma zinc concentration and alpha-glucosidase activity with respect to semen quality. *Biol Trace Elem Res*. 2006 May;110(2):97-106. doi: 10.1385/BTER:110:2:97.

581. Mannen H. Independent mitochondrial origin and historical genetic differentiation in North Eastern Asian cattle. / H. Mannen // *Mol Phylogenet Evol*. 2004; 32:539–544. doi: 10.1016/j.ympev.2004.01.010

582. Marai IFM, El-Darawany AA, Ismail EA, Abdel-Hafez MAM. Reproductive and physiological traits of Egyptian Suffolk rams as affected by selenium dietary supplementation and housing heat radiation effects during winter of the sub-tropical environment of Egypt. *Arch. Tierz*. 2009. № 52. P. 402-409.

583. Marzec-Wróblewska U, Kamiński P, Lakota P. Influence of chemical elements on mammalian spermatozoa. *Folia Biol (Praha)*. 2012;58(1):7-15

584. Massányi P, Massányi M, Madeddu R, Stawarz R, Lukáč N. Effects of Cadmium, Lead, and Mercury on the Structure and Function of Reproductive Organs. *Toxics*. 2020;8:94. doi: 10.3390/toxics8040094.

585. Massányi P, Trandzik J, Nad P, Koreneková B, Skalická M, Toman R, Lukac N, Halo M, Strapak P. Concentration of copper, iron, zinc, cadmium, lead, and nickel in bull and ram semen and relation to the occurrence of pathological spermatozoa. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng*. 2004;39(11-12):3005-14.

586. Massányi P, Trandzik J, Nad P, Toman R, Skalická M, Koréneková B. Seminal concentrations of trace elements in various animals and their correlations. *Asian J Androl.* 2003 Jun;5(2):101-4. PMID: 12778318.

587. Massanyi, P. Concentration of copper, iron, zinc, cadmium, lead, and nickel in bull and ram semen and relation to the occurrence of pathological spermatozoa / P. Massanyi, J. Trandzik, P. Nad, B. Koreneková, M. Skalická, R. Toman, N. Lukac, M. Halo, P. Strapak // *J. Environ. Sci. Health A Tox. Hazard Subst. Environ. Eng.* – 2004. – Vol. 39:3005-3014.

588. Matos-Cruz V. (2017). Molecular prerequisites for diminished cold sensitivity in ground squirrels and hamsters. / V. Matos-Cruz, E.R. Schneider, M. Mastrotto, D.K. Merriman, S.N. Bagriantsev, E.O. Gracheva // *Cell Rep.* 21, 3329–3337. 10.1016/j.celrep.2017.11.083

589. Mattachini G. Effects of feeding frequency on the lying behavior of dairy cows in a loose housing with automatic feeding and milking system. / G. Mattachini, J. Pompe, A. Finzi, E. Tullo, E. Riva, G. Provolo // *Animals.* 2019;9:121. doi: 10.3390/ani9040121.

590. Mayo L.M. Automated estrous detection using multiple commercial precision dairy monitoring technologies in synchronized dairy cows. / L.M. Mayo, W.J. Silvia, D.L. Ray, B.W. Jones, A.E. Stone, I.C. Tsai, G. Heersche // *J. Dairy Sci.* 2019; 102:2645–2656. doi: 10.3168/jds.2018-14738

591. Mayorga E.J. 2019. Heat stress adaptations in pigs. / E.J. Mayorga, D. Renaudeau, B.C. Ramirez, J.W. Ross, L.H. Baumgard // *Anim. Front.* 9(1):54–61.

592. Maywald M., Wessels I., Rink L. Zinc Signals and Immunity // *Int. J. Mol. Sci.* 2017. Vol. 18. P. 2222. doi: 10.3390/ijms18102222.

593. McBee J.L. Influence of marbling and carcass grade on the physical and chemical characteristics of beef / J.L. McBee, J.A. Wiles // *J. anim. Sc.* –1981- vol. 26. - P. 701.

594. McKnight T.L. (1964) *Feral Livestock in Anglo-America.* / T.L. McKnight // University of California Press: Oakland, CA, USA.

595. McQueen DB, Zhang J, Robins JC. Sperm DNA fragmentation and recurrent pregnancy loss: A systematic review and meta-analysis. *Fertil. Steril.* 2019. №. 112. P. 54–60. doi: 10.1016/j.fertnstert.2019.03.003
596. Mehdi Y, Dufrasne I. Selenium in Cattle: A Review. *Molecules.* 2016 № 21 (4). P. 545. doi: 10.3390/molecules21040545.
597. Mehdi Y., Clinquart A., Hornick J.L., Cabaraux J. F., Istasse L., Dufrasne I. Meat composition and quality of young growing Belgian Blue bulls offered a fattening diet with selenium enriched cereals // *Can. J. Anim. Sci.* 2015. № 95. P. 465–473. doi: 10.4141/cjas-2014-114.
598. Mehdi Y., Hornick J.L., Istasse L., Dufrasne I. Selenium in the environment, metabolism and involvement in body functions. *Molecules.* 2013; № 18. P. 3292-3311. doi: 10.3390/molecules18033292.
599. Meseguer M, Garrido N, Martínez-Conejero JA, Simón C, Pellicer A, Remohí J. Role of cholesterol, calcium, and mitochondrial activity in the susceptibility for cryodamage after a cycle of freezing and thawing. *Fertil Steril.* 2004 Mar;81(3):588-94. doi: 10.1016/j.fertnstert.2003.09.035.
600. Miles R.D., Henrytles P.R., Enry P.H., Minerais-traço B.S. Relative trace mineral bioavailability. *Ciênc Anim Bras.* – 2000. – № 1 (2). – P. 3-93.
601. Miller H. Beef production of Simmental – Angus and Hereford – Angus crossbred cows. A. Progress Report / H. Miller // South Dakota St. Univ. Broorline. Cow-calf day. – 1980. – P. 43-45.
602. Mirnamniha M, Faroughi F, Tahmasbpour E, Ebrahimi P, Beigi Harchegani A. An overview on role of some trace elements in human reproductive health, sperm function and fertilization process. *Rev Environ Health.* 2019 Dec 18;34(4):339-348. doi: 10.1515/reveh-2019-0008.
603. Miroshnikov S, Zavyalov O, Frolov A, Sleptsov I, Sirazetdinov F, Poberukhin M. The content of toxic elements in hair of dairy cows as an indicator of productivity and elemental status of animals. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2019 Jun;26(18):18554-18564. doi: 10.1007/s11356-019-05163-5.

604. Miroshnikov S.A. Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile / S.A. Miroshnikov // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. T. 14. № 9. C. 632-636. DOI: 10.3923/pjn.2015.632.636

605. Miroshnikov S.A. The Reference Intervals of Hair Trace Element Content in Hereford Cows and Heifers (*Bos taurus*) / S.A. Miroshnikov, O.A. Zavyalov, A.N. Frolov, I.P. Bolodurina, V.V. Kalashnikov, A.R. Grabeklis, A.A. Tinkov, A.V. Skalny // Biol. Trace. Elem. Res. – 2017. – Vol. 180(1):56-62. doi: 10.1007/s12011-017-0991-5.

606. Miroshnikov S.A., Zavyalov O.A., Frolov A.N., Skalny A.V., Grabeklis A.R. The reference values of hair content of trace elements in dairy cows of holstein breed. Biological Trace Element Research. – 2020. – № 194(1). – P. 145-151.

607. Mohammed Abdulrazzaq A. The detrimental effects of lead on human and animal health / Mohammed Abdulrazzaq Assi, Mohd Noor Mohd Hezmee, Abd Wahid Haron, Mohd Yusof Mohd Sabri, Mohd Ali Rajion // Vet World. – 2016. – Vol. 9(6):660-671. doi: 10.14202/vetworld.2016.660-671

608. Momčilovic, B. Hair iodine for human iodine status assessment / B. Momčilovic, J. Prejac, V. Višnjević, M.G. Skalnaya, N. Mimica, S. Drmic, A.V. Skalny. Thyroid. – 2014. – Vol. 24(6). – P. 1018-1026. doi:10.1089/thy.2012.0499.

609. Morrell A., Tallino S., Yu L., Burkhead J.L. The role of insufficient copper in lipid synthesis and fatty-liver disease // IUBMB Life. – 2017. – № 69. – P. 263–270. doi: 10.1002/iub.1613.

610. Mozaffarian D., Micha R., Wallace S. Effects on coronary heart disease of increasing polyunsaturated fat in place of saturated fat: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. PLoS Med. – 2010. № 7. – P. e1000252. doi: 10.1371/journal.pmed.1000252.

611. Mudron P, Baumgartner W, Kovac G, Bartko P, Rosival I, Zezula I. Effects of iron and vitamin E administration on some immunological parameters in pigs. Dtsch Tierarztl Wschr 1996; 103: 131-3.

612. Muehlenbein EL, Brink DR, Deutscher DH, Carlson MP, Johnson AB. Effects of inorganic and organic copper supplemented to first-calf cows on cow

reproduction and calf health and performance. *J. Anim. Sci.* – 2001. – № 79. – P. 1650–1659. doi: 10.2527/2001.7971650x.

613. Mukhopadhyay CS, Gupta AK, Yadav BR, Mohanty TK. Exploitation of Y-chromosome specific markers to discover SNP associated with sub fertility traits in dairy bulls. *Indian Journal of Biotechnology*. 2011; 10:178-182.

614. Muñiz-Naveiro O., Domínguez-González R., Bermejo-Barrera A., Bermejo-Barrera P., Cocho J.A., Fraga J.M. Selenium speciation in cow milk obtained after supplementation with different selenium forms to the cow feed using liquid chromatography coupled with hydride generation-atomic fluorescence spectrometry. *Talanta*. 2007. № 71 (4). P. 1587-93. doi: 10.1016/j.talanta.2006.07.040

615. Myers B. R. (2009). Evolution of thermal response properties in a cold-activated TRP channel. / B.R. Myers, Y.M. Sigal, D. Julius // *PLoS One* 4, e5741. 10.1371/journal.pone.0005741

616. Nandi A, Yan LJ, Jana CK, Das N. Role of Catalase in Oxidative Stress- and Age-Associated Degenerative Diseases. *Oxid Med Cell Longev*. 2019 Nov 11;2019:9613090. doi: 10.1155/2019/9613090

617. National Research Council. Nutrient requirements of beef cattle, 2000; 7th ed, p 62–64.

618. Netto A.S., Zanetti M.A., Claro G.R., de Melo M.P., Vilela F.G., Correa L.B. Effects of copper and selenium supplementation on performance and lipid metabolism in confined brangus bulls // *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 2014. № 27. P. 488-494. doi: 10.5713/ajas.2013.13400.

619. Netto A.S., Zanetti M.A., Del Claro G.R., Vilela F.G., de Melo M.P., Correa L.B., Pugine S.M.P. Copper and selenium supplementation in the diet of Brangus steers on the nutritional characteristics of meat. *Rev. Bras. Zootec.* 2013. № 42. C. 70–75. doi: 10.1590/S1516-35982013000100010.

620. Nienaber J.A. Livestock production system management responses to thermal challenges. / J.A. Nienaber, G.L. Hahn // *Int. J. Biometeorol.* 2007; 52:149–157. doi: 10.1007/s00484-007-0103-x

621. Noetzold T.L., Vieira S.L., Favero A., Horn R.M., Silva C.M., Martins G.B. Manganese requirements of broiler breeder hens. *Poult Sci.* – 2020. – № 99(11). – P. 5814-5826. doi: 10.1016/j.psj.2020.06.085

622. Noruzi S., Torki M., Mohammadi H. Effects of supplementing diet with Thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil and/or selenium yeast on production performance and blood variables of broiler chickens // *Vet Med Sci.* 2022. №8 (3). P. 1137-1145. doi: 10.1002/vms3.736

623. Novoselov S.V., Calvisi D.F., Labunskyy V.M., Factor V.M., Carlson B.A., Fomenko D.E., Moustafa M.E., Hatfield D.L., Gladyshev V.N. Selenoprotein deficiency and high levels of selenium compounds can effectively inhibit hepatocarcinogenesis in transgenic mice. *Oncogene.* 2005. №24. P. 8003-8011.

624. Novoselov S.V., Kim H.Y., Hua D., Lee B.C., Astle C.M., Harrison D.E., Friguet B., Moustafa M.E., Carlson B.A., Hatfield D.L., Gladyshev V.N. Regulation of selenoproteins and methionine sulfoxide reductases A and B1 by age, calorie restriction, and dietary selenium in mice. *Antioxid. Redox Signal.* 2010. № 12. P. 829–838.

625. Nowak B, Chmielnicka J. Relationship of lead and cadmium to essential elements in hair, teeth, and nails of environmentally exposed people. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2000 Jul;46(3):265-74. doi: 10.1006/eesa.2000.1921.

626. Nunnery G.A., Vasconcelos J.T., Parsons C.H., Salyer G.B., Defoor P.J., Valdez F.R., Galyean M.L. Effects of source of supplemental zinc on performance and humoral immunity in beef heifers // *J. Anim. Sci.* 2007. Vol. 85. P. 2304–2313. doi: 10.2527/jas.2007-0167.

627. Obaiah J. Supplementation of calcium and selenium against cadmium induced bioaccumulation in selected tissues of fresh water fish, *oreochromis mossambicus*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences.* 2019;1(1):92. DOI:10.22159/ijpps.2019v1i1.30167

628. Oh SM, Kim MJ, Hosseindoust A, Kim KY, Choi Y.H., Ham H.B., Hwang S.J., Lee J.H., Cho H.J., Kang W.S., Chae B.J. Hot melt extruded-based nano zinc as an alternative to the pharmacological dose of ZnO in weanling piglets. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2020. – 33(6). – P. 992–1001.

629. Ohashi J. The impact of natural selection on an ABCC11 SNP determining earwax type. / J. Ohashi, I. Naka, N. Tsuchiya // *Mol. Biol. Evol.* 2011 28, 849–857. 10.1093/molbev/msq264
630. Olechnowicz J. Zinc status is associated with inflammation, oxidative stress, lipid, and glucose metabolism. / J. Olechnowicz, J. Suliburska, A. Tinkov, A. Skalny // *Journal of Physiological Sciences.* – 2018. T. 68. – No 1. – P. 19-31.
631. Paffoni A, Brevini TA, Somigliana E, Restelli L, Gandolfi F and Ragni G. In vitro development of human oocytes after parthenogenetic activation or intracytoplasmic sperm injection. *Fertil. Steril.* 2007;87:77-82.
632. Pajarillo E.A.B., Lee E., Kang D.K. Trace metals and animal health: Interplay of the gut microbiota with iron, manganese, zinc, and copper // *Anim Nutr.* – 2021. – № 7(3). – P. 750-761. doi: 10.1016/j.aninu.2021.03.005.
633. Pal D.T., Gowda N.K., Prasad C.S., Amarnath R., Bharadwaj U., Suresh Babu G., Sampath K.T. Effect of copper- and zinc-methionine supplementation on bioavailability, mineral status and tissue concentrations of copper and zinc in ewes // *J. Trace Elem. Med. Biol. Organ Soc. Miner. Trace Elem. (GMS).* – 2010. – № 24. – P. 89–94. doi: 10.1016/j.jtemb.2009.11.007
634. Palomares R.A. Trace Minerals Supplementation with Great Impact on Beef Cattle Immunity and Health // *Animals (Basel).* – 2022. – № 12(20). – P. 2839. doi: 10.3390/ani12202839.
635. Pandey G, Jain GC. A Review on toxic effects of aluminium exposure on male reproductive system and probable mechanisms of toxicity. *Int J Toxicol Appl Pharmacol.* 2013;3(3):48–57.
636. Papp L.V., Holmgren A., Khanna K.K. Selenium and selenoproteins in health and disease. *Antioxid. Redox Signal.* 2010. № 12. P. 793–795. doi: 10.1089/ars.2009.2973.
637. Papp-Wallace K.M., Maguire M.E. Manganese transport and the role of manganese in virulence // *Annu Rev Microbiol.* – 2006. – № 60. – P. 187–209.

638. Park SB, Choi SW, Nam AY. Hair tissue mineral analysis and metabolic syndrome // *Biological Trace Element Research*. 2009; № 130(3). P. 218-228. doi:10.1007/s12011-009-8336-7.

639. Pawar N.H. Heat and cold stress enhances the expression of heat shock protein 70, heat shock transcription factor 1 and cytokines (IL-12, TNF and GM-CSF) in buffaloes. / N.H. Pawar, G.R. Kumar, R. Narang, R.K. Agrawal // *Int J Curr Microbiol App Sci*. 2014;3(2):307–317

640. Pereira A.S.C., Santos M.V.D., Aferri G., Corte R.R.P.D.S., De Freitas Júnior J.E., Leme P.R., Rennó F.P. Lipid and selenium sources on fatty acid composition of intramuscular fat and muscle selenium concentration of Nelore steers. *Rev. Bras. Zootec.* 2012. № 41. P. 2357–2363. doi: 10.1590/S1516-35982012001100009.

641. Pesch S, Bergmann M, Bostedt H. Determination of some enzymes and macro- and microelements in stallion seminal plasma and their correlations to semen quality. *Theriogenology*. 2006 Jul 15;66(2):307-13. doi: 10.1016/j.theriogenology.2005.11.015.

642. Petrovic M.P., Petrovic V.C., Gorlov I.F., Slozenkina M.I., Selionova M.I., Sycheva I.N., Itchkovich A.Yu. Perspectives and challenges of global cattle and sheep meat and milk production // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, Russian Federation, – 2021. – P. 12084.

643. Phillips Clive J.C. The welfare of livestock transported by ship. / J.C. Phillips Clive, E. Santurtun // *Vet J*. 2013 Jun;196(3):309-14. doi: 10.1016/j.tvjl.2013.01.007. Epub 2013 Mar 6

644. Pieper R., Vahjen W., Neumann K., Van Kessel A.G., Zentek J. Dose-dependent effects of dietary zinc oxide on bacterial communities and metabolic profiles in the ileum of weaned pigs // *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. – 2012. – № 96(5). – P. 825–833.

645. Pinto A., Juniper D.T., Sanil M., Morgan L., Clark L., Sies H., Rayman M.P., Steinbrenner H. Supranutritional selenium induces alterations in molecular targets related to energy metabolism in skeletal muscle and visceral adipose tissue of pigs. *J Inorg Biochem.* 2012. № 114. C. 47–54.

646. Pintus E, Ros-Santaella JL. Impact of Oxidative Stress on Male Reproduction in Domestic and Wild Animals. *Antioxidants* (Basel). 2021 Jul 20;10(7):1154. doi: 10.3390/antiox10071154. PMID: 34356386

647. Pipan, M.Z. Macro-and microelements in serum and seminal plasma as biomarkers for bull sperm cryotolerance // *Acta Veterinaria Scandinavica.* –2021. – Vol. 63(1):1-10.

648. Potapova T. A. (2014). Associations of cold receptor TRPM8 gene single nucleotide polymorphism with blood lipids and anthropometric parameters in Russian population. / T.A. Potapova, V.N. Babenko, V.F. Kobzev, A.G. Romashchenko, V.N. Maksimov, M.I. Voevoda // *Bull. Exp. Biol. Med.* 157, 757–761. 10.1007/s10517-014-2660-4

649. Potter T.L. Short communication: Increased somatic cell count is associated with milk loss and reduced feed efficiency in lactating dairy cows. / T.L. Potter, C. Arndt, A.N. Hristov // *J. Dairy Sci.* 2018; 101:9510–9515. doi: 10.3168/jds.2017-14062

650. Poulsen OM, Holst E, Christensen JM. Calculation and application of coverage intervals for biological reference values (technical report) // *Pure and Applied Chemistry.* 1997; 69(7), 1601–1612.

651. Provolo G. Agricultural and Biosystems Engineering for a Sustainable World. / G. Provolo, E. Riva // *Proceedings of the International Conference Agricultural Engineering, Hersonissos, Crete, Greece, 23–25 June 2008.* EurAgEng; Schaerbeek, Belgium: 2008. Influence of Temperature and Humidity on Dairy Cow Behaviour in Freestall Barns. 2008.

652. Puertollano M.A., Puertollano E., de Cienfuegos G.Á., de Pablo M.A. Dietary antioxidants: Immunity and host defense. *Curr. Top. Med. Chem.* 2011. Vol. 11. P. 1752–1766. doi: 10.2174/156802611796235107.

653. Qu KC, Li HQ, Tang KK, Wang ZY, Fan RF. Selenium Mitigates Cadmium-Induced Adverse Effects on Trace Elements and Amino Acids Profiles in Chicken Pectoral Muscles. *Biol Trace Elem Res.* 2020 Jan;193(1):234-240. doi: 10.1007/s12011-019-01682-x.

654. Quagliarello A. Multiple selective events at the PRDM16 functional pathway shaped adaptation of western European populations to different climate conditions. / A. Quagliarello, S. De Fanti, C. Giuliani, P. Abondio, P. Serventi, S. Sarno // *J. Anthropol. Sci.* 2017 95, 235–247. 10.4436/JASS.95011

655. Rayman MP. The importance of selenium to human health. *Lancet.* 2000 Jul 15;356(9225):233-41. doi: 10.1016/S0140-6736(00)02490-9.

656. Raynor Edward J. Large-scale and local climatic controls on large herbivore productivity: implications for adaptive rangeland management. / J. Raynor Edward, D. Derner Justin, L. Hoover David, J. Parton William, J. Augustine David // *Ecol Appl.* 2020 Apr;30(3):e02053. doi: 10.1002/eap.2053. Epub 2020 Jan 10

657. Rehman R., Sial N., Ismail A., Hussain S., Abid S., Javed M., Nadeem K., Ayoub M. Growth Response in *Oryctolagus cuniculus* to Selenium Toxicity Exposure Ameliorated with Vitamin E // *Biomed Res Int.* 2022 № 9. № 2022. P. 8216685. doi: 10.1155/2022/8216685

658. Rekwot PI, Oyedipe EO, Akerejola OO, Kumi-Diaka J, Umoh JE. The effect of protein intake on the onset of puberty in Bunaji and Friesian x Bunaji crossbred bulls in Nigeria. *Theriogenology.* 1987 Oct;28(4):427-34. doi: 10.1016/0093-691x(87)90247-0.

659. Rivlin J, Mendel J, Rubinstein S, Etkovitz N, Breitbart H. Role of hydrogen peroxide in sperm capacitation and acrosome reaction. *Biol Reprod.* 2004 Feb;70(2):518-22. doi: 10.1095/biolreprod.103.020487

660. Rocklöv J. Susceptibility to mortality related to temperature, heat, and cold wave duration in the population of Stockholm County, Sweden. / J. Rocklöv, B. Forsberg, K. Ebi, T. Bellander // *Glob. Health Action.* 2014;7:22737. doi: 10.3402/gha.v7.22737.

661. Rodrigues JL, de Souza SS, de Oliveira Souza VC, Barbosa F Jr. Methylmercury and inorganic mercury determination in blood by using liquid chromatography with inductively coupled plasma mass spectrometry and a fast sample preparation procedure. *Talanta*. 2010 Jan 15;80(3):1158-63. doi: 10.1016/j.talanta.2009.09.001.
662. Rojas L.X., McDowell L.R., Cousins R.J., Martin F.G., Wilkinson N.S., Johnson A.B., Velasquez J.B. Relative bioavailability of two organic and two inorganic zinc sources fed to sheep // *J. Anim. Sci.* – 1995. – № 73. – P. 1202–1207. doi: 10.2527/1995.7341202x
663. Rosol TJ, Capen CC. Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (Calcium, Phosphorus, Magnesium) Metabolism: Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5th edn: Academic Press, 1997;619–702.
664. Rowntree J.E., Hill G.M., Hawkins D.R., Link J.E., Rincker M.J., Bednar G.W., Kreft R.A., Jr. Effect of Se on selenoprotein activity and thyroid hormone metabolism in beef and dairy cows and calves. *J. Anim. Sci.* 2004. № 82. P. 2995–3005.
665. Rust J.M. 2019. The impact of climate change on extensive and intensive livestock production systems. / J.M. Rust // *Anim. Front.* 9(1):20–25.
666. Sağlam HS, Altundağ H, Atik YT, Dündar MŞ, Adsan Ö. Trace elements levels in the serum, urine, and semen of patients with infertility. *Turk J Med Sci.* 2015;45(2):443-8. doi: 10.3906/sag-1402-140.
667. Saitoh K, Sera K, Gotoh T, Nakamura M. Comparison of elemental quantity by PIXE and ICP-MS and/or ICP-AES for NIST standards. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B-beam Interactions With Materials and Atoms - NUCL INSTRUM METH PHYS RES B.* 2002; 189: 86-93. 10.1016/S0168-583X(01)01012-6.
668. Salas-Huetos A, Bulló M, Salas-Salvadó J. Dietary patterns, foods and nutrients in male fertility parameters and fecundability: a systematic review of observational studies. *Hum Reprod Update.* 2017 Jul 1;23(4):371-389. doi: 10.1093/humupd/dmx006

669. Saleh RA, Agarwal A. Oxidative stress and male infertility: from research bench to clinical practice. *J Androl* 2002;23:737.

670. Salles M.S.V., Zanetti M.A., Junior L.C.R., Salles F.A., Azzolini A.E.C.S., Soares E.M., Faccioli L.H., Valim Y.M.L. Performance and immune response of suckling calves fed organic selenium // *Anim. Feed Sci. Technol.* 2014; № 188. P. 28-35. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2013.11.008.

671. Salyer G.B. Galyean M.L. Defoor P.J. Nunnery G.A. Parsons C.H. Rivera J. D. Effects of copper and zinc source on performance and humoral immune response of newly received, lightweight beef heifers. *J. Anim. Sci.* – 2004. – № 82. – P. 2467–2473. doi: 10.2527/2004.8282467x

672. Sazzini M. (2014). Searching for signatures of cold adaptations in modern and archaic humans: hints from the brown adipose tissue genes. / M. Sazzini, G. Schiavo, S. De Fanti, P.L. Martelli, R. Casadio, D. Luiselli // *Heredity* 113, 259–267. 10.1038/hdy.2014.24

673. Schnabel R, Lubos E, Messow CM, Sinning CR, Zeller T, Wild PS, Peetz D, Handy DE, Munzel T, Loscalzo J, Lackner KJ, Blankenberg S. Selenium supplementation improves antioxidant capacity in vitro and in vivo in patients with coronary artery disease The SElenium Therapy in Coronary Artery disease Patients (SETCAP) Study. *Am Heart J.* 2008 Dec;156(6):1201.e1-11. doi: 10.1016/j.ahj.2008.09.004.

674. Schöne F., Steinhöfel O., Weigel K., Bergmann H., Herzog E., Dunkel S., Kirmse R., Leiterer M. Selenium in feedstuffs and rations for dairy cows including a view of the food chain up to the consumer. *J. Verbrauch. Lebensm.* 2013. № 8. P. 271-280. doi: 10.1007/s00003-013-0827-y

675. Sedov V.V. Slavyane. Istoriko-arheologicheskoe issledovanie. / V.V. Sedov // Moskva: Institut arheologii Rossijskoj akademii nauk; 2002

676. Shabani R., Fakhraei J., Yarahmadi H.M., Seidavi A. Effect of different sources of selenium on performance and characteristics of immune system of broiler chickens. *Rev Bras Zootec.* 2019. doi: 10.1590/rbz4820180256.

677. Sharma P, Chaturvedi P, Chandra R, Kumar S. Identification of heavy metals tolerant *Brevundimonas* sp. from rhizospheric zone of *Saccharum munja* L. and their efficacy in in-situ phytoremediation. *Chemosphere*. 2022. № 295. P. 133823. 10.1016/j.chemosphere.2022.133823
678. Sheshnitsan, T.L., Sheshnitsan, S.S., Kapitalchuk, M.V. Contents of manganese, zinc, copper and molybdenum in the hair of the farm animals in the lower dniester valley // *South of Russia: Ecology, Development*. 2018.Vol. 13, No. 4.Pp. 166-173. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-166-173.
679. Sheweita S.A., El-Dafrawi Y.A., El-Ghalid O.A., Ghoneim A.A., Wahid A. Antioxidants (selenium and garlic) alleviated the adverse effects of tramadol on the reproductive system and oxidative stress markers in male rabbits. *Sci Rep*. 2022 № 12 (1). P. 13958. doi: 10.1038/s41598-022-16862-4.
680. Shrestha S. Trends in winter fog events in the Terai region of Nepal / S.Shrestha , G.A Moore, M.C Peel.. *Agric. For. Meteorol*. 2018; 259:118–130. doi: 10.1016/j.agrformet.2018.04.018.
681. Silva E., Missio D., Martinez C.S., Vassallo D.V., Peçanha F.M., Leivas F.G., Brum D.D.S., Wiggers G.A. Mercury at environmental relevant levels affects spermatozoa function and fertility capacity in bovine sperm. *J. Toxicol. Environ. Health A*. 2019;82:268–278. doi: 10.1080/15287394.2019.1589608.
682. Singh A.K., Rajak S.K., Kumar P., Kerketta S., Yogi R.K. Nutrition and bull fertility: a review // *J Entomol Zool Stud*. 2018. № 6. № 635–643
683. Singh S., Hanna E.G., Kjellstrom T. Working in Australia's heat: Health promotion concerns for health and productivity. *Health Promot. Int*. 2013; 30:239–250. doi: 10.1093/heapro/dat027
684. Singh V.P., Sahu D.S., Singh M.K., Manoj J. Effect of supplementation of Selenium and Ashwagandha (*Withania somnifera*) on some haematological and immunological parameters of broiler chickens. *Scholars J Agric Vet Sci*. 2016. doi: 10.21276/sjavs.2016.3.6.2.

685. Skalnaya M.G., Demidov V.A., Skalny A.V. The limits of physiological (normal) content Ca, Mg, P, Fe, Zn and Cu in human hair. *Mikroelementy v meditsine*. 2003. Vol. 4. P. 5-10

686. Skalnaya MG, Jaiswal SK, Prakash R, Prakash NT, Grabeklis AR, Zhegalova IV, Zhang F, Guo X, Tinkov AA, Skalny AV. The Level of Toxic Elements in Edible Crops from Seleniferous Area (Punjab, India). *Biol Trace Elem Res*. 2018 Aug;184(2):523-528. doi: 10.1007/s12011-017-1216-7.

687. Skalnaya MG, Tinkov AA, Demidov VA, Serebryansky EP, Nikonorov AA, Skalny AV (2015) Age-related differences in hair trace elements: a cross-sectional study in Orenburg, Russia. *Ann Hum Biol*. Vol. 43. Pp. 438–444.

688. Skalny AV, Skalnaya MG, Tinkov AA, Serebryansky EP, Demidov VA, Lobanova YN, Grabeklis AR, Berezkina ES, Gryazeva IV, Skalny AA, Skalnaya OA, Zhivayev NG, Nikonorov AA. Hair concentration of essential trace elements in adult nonexposed Russian population // *Environ Monit Assess*. 2015; Vol. 187(11). P. 677. doi: 10.1007/s10661-015-4903-x

689. Sleptsov I.I. Ispol'zovaniye mineral'nykh kormovykh dobavok Yakutii pri vyrashchivanii remontnogo molodnyaka krupnogo rogatogo skota / I.I. Sleptsov, N.M. Chernogradskaya, M.F. Grigor'yev, V.V. Pankratov, A.I. Grigor'yeva, N.D. Ivanova, S.I. Stepanova // *Zhivotnovodstvo – osnovnaya otrasl' agrarnogo rynka Respubliki Sakha (Yakutiya): sbornik nauchnykh statey kafedry obshchey zootekhnii, posvyashchennyy 80-letiyu akademika, professor Afanasiya Vasil'yevicha Chugunova*. Yakutsk, 2018. – P. 34-38.

690. Sleptsov I.I. Otkorm molodnyaka krupnogo rogatogo skota s ispol'zovaniyem mestnykh mineral'nykh kormovykh dobavok v Yakutii / I.I. Sleptsov, N.M. Chernogradskaya, M.F. Grigor'yev // *Nauchnoyei tvorcheskoye naslediyе Akademika VASKHNIL Ivana Semenovicha Popova v nauke o kormlenii zhivotnykh: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 130-letiyu so dnya rozhdeniya vydayushchegosy auchenogo v oblasti kormleniya zhivotnykh, pedagoga i obshchestvennogo deyatelya, professora, akademika*

VASKHNIL, laureate Leninskoy premii I.S. Popova (12-15 noyabrya 2018 goda). – Moskva, 2018. – P. 451-456.

691. Sleptsov I.I. Perspektivy razvitiya skotovodstva v Yakutii / I.I. Sleptsov, V.V. Pankratov, N.M. Chernogradskaya, M.F. Grigor'yev // Innovatsionnyye podkhody k problemam I perspektivam razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v Respublike Sakha (Yakutiya): materialy dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchenoy 100-letiyu so dnyarozhdeniya professor Mikhaila Grigor'yevicha Safronovai 60-letiyu Yakutskogo NIISKH imeni M.G. Safronova. Yakutskiy NIISKH imeni M. G. Safronova. 2017. – P. 184-189.

692. Sleptsov I.I. Razvedeniye myasnogo skota v Yakutii: uchebnoye posobiye / I.I. Sleptsov, A.V. Chugunov, Ye.N. Il'ina, N.M. Chernogradskaya, M.F. Grigor'yev, N.I. Tarabukin. – Yakutsk, Alaas. 2018. – 104 p.

693. Sleptsov I.I. Vliyaniye mineral'noy kormovoy dobavki na rost I razvitiye molodnyaka krupnogo rogatogo skota v Yakutii / I.I. Sleptsov, V.V. Pankratov, N.M. Chernogradskaya, A.I. Grigor'yeva, M.F. Grigor'yev // Nauka i biznes: puti razvitiya. - 2018. – No-10 (88). - P. 93-95.

694. Sleptsov I.I. Zadachi intensivatsii vyrashchivaniya myasnogo molodnyaka v Yakutii / I.I. Sleptsov, A.V. Chugunov, Ye.N. Il'ina // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - 2017. - T. 31. - No 2. - P. 52-54.

695. Smith K., Woodward A., Campell-Lendrum D. Human Health—Impacts Adaptation and Co-Benefits. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability Working Group II Contribution to the IPCC 5th Assessment Report. Cambridge University Press; Cambridge, UK: New York, NY, USA: 2014.

696. Sobhanirad S., Carlson D., Bahari Kashani R. Effect of zinc methionine or zinc sulfate supplementation on milk production and composition of milk in lactating dairy cows // Biol Trace Elem Res. 2010. Vol. 136(1). P. 48-54. doi: 10.1007/s12011-009-8526-3.

697. Soini K, Ovaska U, Kantanen J. Spaces of Conservation of Local Breeds: The Case of Yakutian Cattle. Sociol Ruralis. 2012; 52:170–191. doi: 10.1111/j.1467-9523.2012.00551.x.

698. Soliman E.S., Mahmoud F.F., Fadel M.A., Hamad R.T. Prophylactic impact of nano-selenium on performance, carcasses quality, and tissues' selenium concentration using reversed-phase high-performance liquid chromatography during microbial challenge in broiler chickens. *Vet World*. 2020. № 13 (9). P. 1780-1797. doi: 10.14202/vetworld.2020.1780-1797

699. Sovershenstvovaniye tekhnologii kormleniya I sodержaniya krupnogo rogatogo skota v usloviyakh Yakutii / I.I. Sleptsov, N.M. Chernogradskaya, M.F. Grigor'yev, A.I. Grigor'yeva. – Yakutsk: Alaas, 2019. – 88 p.

700. Spears JW, Kegley EB. Effect of zinc source (zinc oxide vs zinc proteinate) and level on performance, carcass characteristics, and immune response of growing and finishing steers // *J Anim Sci*. 2002. Vol. 80(10). P. 2747-52. doi: 10.2527/2002.80102747x.

701. Srivastava D, Subramanian RB, Madamwar D, Flora SJ. Protective effects of selenium, calcium, and magnesium against arsenic-induced oxidative stress in male rats. *Arh Hig Rada Toksikol*. 2010 Jun;61(2):153-9. doi: 10.2478/10004-1254-61-2010-1993.

702. Stelmańska E. Regulation of extramitochondrial malic enzyme gene expression in lipogenic tissues. *Postepy Hig. Med. Dosw.* – 2007. – № 61. – P. 664–671.

703. Stolz J.F., Basu P., Santini J.M., Oremland R.S. Arsenic and selenium in microbial metabolism // *Annu. Rev. Microbiol*. 2006. № 60. 107-130

704. Summer A., Lora I., Formaggioni P., and Gottardo F.. 2019. Impact of heat stress on milk and meat production. *Anim. Front*. 9(1).P.39–46.

705. Sun Q., Senecal A., Chinachoti P., Faustman C. Effect of water activity on lipid oxidation and protein solubility in freeze-dried beef during storage // *J. Food Sci*. 2002. №67. P. 2512-2516. doi: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb08768.x.

706. Suzuki K, Yamaya Y, Asano K, Chiba M, Sera K, Matsumoto T, Sakai T, Asano R. Relationship between hair elements and severity of atrioventricular block in horses. *Biol Trace Elem Res*. 2007 Mar;115(3):255-64. doi: 10.1007/BF02686000

707. Szigeti, E., Kátai, J., Komlósi, I., Szabó, C. Effect of breed and sampling place on the mineral content of cattle hair // Poljoprivreda. 2015. Vol. 21.– No.1. – Pp 59-62. DOI: 10.18047/poljo.21.1.sup.13.

708. Tabassomi M, Alavi-Shoushtari SM. Effects of in vitro copper sulphate supplementation on the ejaculated sperm characteristics in water buffaloes (*Bubalus bubalis*). Vet Res Forum. 2013 Winter;4(1):31-6.

709. Tao S., Orellana Rivas R.M., Marins T.N., Chen Y.-C., Gao J., Bernard J.K. Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows. Theriogenology. 2020 doi: 10.1016/j.theriogenology.2020.02.048

710. Tawatsupa B., D., Association between occupational heat stress and kidney disease among / Tawatsupa B., Lim L.L.Y., Kjellstrom T., Seubsman S.A., Sleigh A., Chokhanapitak J., Churewong C., Hounthasarn S., Khamman S., Pandee D./ et al. 37 816 workers in the thai cohort study (TCS) J. Epidemiol. 2012; 22:251–260. doi: 10.2188/jea.JE20110082.

711. Territorial'nyy organ Federal'noy statistiki po Respublike Sakha (Yakutiya) [ofitsial'nyy sayt]. - URL: [http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/sakha/ru/statistics/enterprises/agriculture/](http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sakha/ru/statistics/enterprises/agriculture/) 2019.

712. Tong C., Peng L., Li-Hui Y., Lin L., Kang L., Yueli C. Selenium-rich yeast attenuates ochratoxin A-induced small intestinal injury in broiler chickens by activating the Nrf2 pathway and inhibiting NF-KB activation. J Funct Foods. 2020 doi: 10.1016/j.jff.2020.103784.

713. Trukhanova IS, Andrievskaya EM, Alekseev VA, Sokolovskaya MV. Trace elements in Ladoga ringed seal (*Pusa hispida ladogensis*) hair. Mar Pollut Bull. 2022 Aug;181:113896. doi: 10.1016/j.marpolbul.2022.113896.

714. Tullo E., Mattachini G., Riva E., Finzi A., Provolo G., Guarino M. Effects of climatic conditions on the lying behavior of a group of primiparous dairy cows. Animals. 2019; 9:869. doi: 10.3390/ani9110869

715. Tvrdá E, Kňazická Z, Lukáčová J, Schneidgenová M, Goc Z, Greń A, Szabó C, Massányi P, Lukáč N. The impact of lead and cadmium on selected motility, prooxidant and antioxidant parameters of bovine seminal plasma and spermatozoa. J

Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. 2013;48(10):1292-300. doi: 10.1080/10934529.2013.777243.

716. Tyler NC, Namntu M, Ciacciariello M. Research Note: The effect of crude protein and calcium intake on fertility of male broiler breeders. *Poult Sci*. 2021 Sep;100(9):101284. doi: 10.1016/j.psj.2021.101284. Epub 2021 May 27. PMID: 34284180.

717. Urban A. Heat- and cold-stress effects on cardiovascular mortality and morbidity among urban and rural populations in the Czech Republic // Urban A., Davidkovová H., Kyselý J.. *Int. J. Biometeorol*. 2014; 58:1057–1068. doi: 10.1007/s00484-013-0693-4.

718. Valverde G., Zhou H., Lippold S., de Filippo C., Tang K., López Herráez D., et al. (2015). A novel candidate region for genetic adaptation to high altitude in Andean populations. *PLoS One* 10, e0125444. 10.1371/journal.pone.0125444

719. Van Emon M., Sanford C., McCoski S. Impacts of Bovine Trace Mineral Supplementation on Maternal and Offspring Production and Health // *Animals*. – 2020. – № 10(12). – P. 2404. <https://doi.org/10.3390/ani10122404>

720. Van Vuren D, Hedrick PW. (1989). Genetic conservation in feral populations of livestock. *Conserv Biol* 3: 312–317.

721. Varrica D, Tamburo E, Alaimo MG. Levels of trace elements in human hair samples of adolescents living near petrochemical plants. *Environ Geochem Health*. 2022 Nov;44(11):3779-3797. doi: 10.1007/s10653-021-01124-5.

722. Velasco E., Wang S., Sanet M., Fernandez-Vazquez J., Jove D., Glaria E., Valledor A.F., O'Halloran T.V., Balsalobre C. A new role for Zinc limitation in bacterial pathogenicity: modulation of alpha-hemolysin from uropathogenic *Escherichia coli* // *Sci Rep*. 2018. Vol. 8(1). P. 6535.

723. Verma R., Vijayalakshmy K., Chaudhry V. Detrimental impacts of heavy metals on animal reproduction: A review. *J. Entomol. Zool. Stud*. 2018;6:27-30.

724. Villaverde AIS., Fioratti EG., Ramos RS., Neves RC., Ferreira JCP., Cardoso GS., et al. Blood and seminal plasma concentrations of selenium, zinc and

testosterone and their relationship to sperm quality and testicular biometry in domestic cats. *Anim Reprod Sci.* 2014; 150(1):50-5.

725. Vlasova A.N., Saif L.J. Bovine Immunology: Implications for Dairy Cattle. *Front. Immunol.* – 2021. – № 12. – P. 643206. doi: 10.3389/fimmu.2021.643206

726. Vyvial M., Horackova E., Sedlinská M., Jánová E., Krisova S., Mráčková M. Determination of selected components in seminal plasma of donkey stallions and their correlation to semen quality parameters. *Acta Veterinaria Brno.* 2019. 88. 377-384. 10.2754/avb201988040377.

727. Wang C., Liu X., Liu Y., Zhang Q., Yao Z., Huang B., Zhang P., Li N., Cao X. Zinc finger protein 64 promotes Toll-like receptor-triggered proinflammatory and type I interferon production in macrophages by enhancing p65 subunit activation. *J. Biol. Chem.* 2013. Vol. 288. P. 24600–24608. doi: 10.1074/jbc.M113.473397.

728. Wang SL, Xu XR, Sun YX, Liu JL, Li HB. Heavy metal pollution in coastal areas of South China: a review. *Mar Pollut Bullet.* 2013. № 76. P. 7–15. 10.1016/j.marpolbul.2013.08.025

729. Wang, H., Liu, Z., Liu, Y., Qi, Z., Wang, S., Liu, S., Dong, S., Xia, X., Li, S. Levels of Cu, Mn, Fe and Zn in cow serum and cow milk: Relationship with trace elements contents and chemical composition in milk // *Acta Scientiae Veterinariae.* 2014.– Vol.– 42.– No. 1.– Pp. 1190.

730. Warwick B.L. Breeding beef cattle for unfavorable environments. *Journal of Heredity.*– 1956.– T. 47.– No.1.– P. 35.

731. Wathes C.M. Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall? // Wathes C.M., Kristensen H.H., Aerts J.M., Berckmans D *Comput. Electron. Agric.* 2008; 64:2–10. doi: 10.1016/j.compag.2008.05.005.

732. Wellmann K.B., Baggerman J.O., Burson W.C., Smith Z.K., Kim J., Hergenreder J.E., Rounds W., Bernhard B.C., Johnson B.J. Effects of zinc propionate supplementation on growth performance, skeletal muscle fiber, and receptor characteristics in beef steers // *J. Anim. Sci.* – 2020. – № 98. – P. 210. doi: 10.1093/jas/skaa210.

733. Wen Y, Li R, Piao X, Lin G, He P. Different copper sources and levels affect growth performance, copper content, carcass characteristics, intestinal microorganism and metabolism of finishing pigs // *Anim Nutr.* – 2022. – № 8(1). – P. 321-330. doi: 10.1016/j.aninu.2021.10.007.

734. Wo Y., Jin Y., Gao D., Ma F., Ma Z., Liu Z., Chu K., Sun P. Supplementation With Zinc Proteinate Increases the Growth Performance by Reducing the Incidence of Diarrhea and Improving the Immune Function of Dairy Calves During the First Month of Life // *Front Vet Sci.* 2022. Vol. 9. P. 911330. doi: 10.3389/fvets.2022.911330.

735. Wolfenson D. 2019. Impact of heat stress on cow reproduction and fertility. / D. Wolfenson, Z. Roth // *Anim. Front.* 9(1):32–38.

736. Wollenberg Valero KC, Pathak R, Prajapati I, Bankston S, Thompson A, Usher J, Isokpehi RD. A candidate multimodal functional genetic network for thermal adaptation. *Peer J.* 2014; 2:e578. doi: 10.7717/peerj.578.

737. Wong D.L., Merrifield-Mac Rae M.E., Stillman M.J. Lead (II) Binding in Metallothioneins. *Met Ions Life Sci.* 2017. № 10. P. 17. doi: 10.1515/9783110434330-009

738. Wong WY, Flik G, Groenen PM, Swinkels DW, Thomas CM, Copius-Peereboom JH, Merkus HM, Steegers-Theunissen RP. The impact of calcium, magnesium, zinc, and copper in blood and seminal plasma on semen parameters in men. *Reprod Toxicol.* 2001 Mar-Apr;15(2):131-6. doi: 10.1016/s0890-6238(01)00113-7.

739. Wong WY, Flik G, Groenen PM, Swinkels DW, Thomas CM, Copius-Peereboom JH, Merkus HM, Steegers-Theunissen RP. The impact of calcium, magnesium, zinc, and copper in blood and seminal plasma on semen parameters in men. *Reprod Toxicol.* 2001 Mar-Apr;15(2):131-6. doi: 10.1016/s0890-6238(01)00113-7.

740. Xiang J., Bi P., Pisaniello D., Hansen A. The impact of heatwaves on workers' health and safety in Adelaide, South Australia. *Environ. Res.* 2014; 133:90–95. doi: 10.1016/j.envres.2014.04.042.

741. Xiong X, Lan D, Li J, Lin Y, Li M. Selenium supplementation during in vitro maturation enhances meiosis and developmental capacity of yak oocytes. *Anim Sci J.* 2018 Feb;89(2):298-306. doi: 10.1111/asj.12894

742. Xu Q. Differential gene expression in the peripheral blood of Chinese Sanhe cattle exposed to severe cold stress. / Xu Q, Wang YC, Liu R, Brito LF, Kang L, Yu Y, Wang DS, Wu HJ, Liu A *Genet Mol Res.* – 2017;16(2).

743. Xu X., Wei Y., Zhang Y., Jing X., Cong X., Gao Q., Cheng S., Zhu Z., Zhu H., Zhao J., Liu Y. A new selenium source from Se-enriched *Cardamine violifolia* improves growth performance, anti-oxidative capacity and meat quality in broilers. *Front Nutr.* 2022. № 9. P. 996932. doi: 10.3389/fnut.2022.996932.

744. Yang L, Xu L, Zhu B, Niu H, Zhang W, Miao J, Shi X, Zhang M, Chen Y, Zhang L, et al. Genome-wide analysis reveals differential selection involved with copy number variation in diverse Chinese cattle. *Sci Rep.* 2017;7(1):14299. doi: 10.1038/s41598-017-14768-0.

745. Yang X., Yang C., Tang D., Yu Q., Zhang L. Effects of dietary supplementation with selenium yeast and jujube powder on mitochondrial oxidative damage and apoptosis of chicken. *Poult Sci.* 2022. № 101 (10). P. 102072. doi: 10.1016/j.psj.2022.102072.

746. Yousef MI, Kamel KI, El-Guendi MI, El-Demerdash FM. An in vitro study on reproductive toxicity of aluminium chloride on rabbit sperm: the protective role of some antioxidants. *Toxicology.* 2007 Oct 8;239(3):213-23. doi: 10.1016/j.tox.2007.07.011.

747. Youssef HAA, Elshazly MI, Rashed LA, Sabry IM, Ibrahim EK. Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) a marker of oxidative stress in obstructive sleep apnea. *Egypt. J. Chest Dis. Tuberc.* 2014. № 63. P. 119–124. doi: 10.1016/j.ejcdt.2013.10.012

748. Yudin N.S, Larkin DM, Ignatieva EV. A compendium and functional characterization of mammalian genes involved in adaptation to Arctic or Antarctic environments. *BMC Genet.* 2017;18(Suppl 1):111. doi: 10.1186/s12863-017-0580-9.

749. Yuhui Zheng, Tian Xie, Shengli Li, Wei Wang, Yajing Wang, Zhijun Cao, Hongjian Yang. Effects of Selenium as a Dietary Source on Performance, Inflammation, Cell Damage, and Reproduction of Livestock Induced by Heat Stress: A Review. *Front Immunol.* 2021. № 12. P. 820853. doi: 10.3389/fimmu.2021.820853.

750. Yurchenko A, Genome-wide genotyping uncovers genetic profiles and history of the Russian cattle breeds. *Heredity (Edinb)* / Yurchenko A, Yudin N, Aitnazarov R, Plyusnina A, Brukhin V, Soloshenko V, Lhasaranov B, Popov R, Paronyan IA, Plemyashov KV.– 2018 Jan;120(2):125-137. doi: 10.1038/s41437-017-0024-3. Epub 2017 Dec 8.

751. Yurchenko A. Scans for signatures of selection in Russian cattle breed genomes reveal new candidate genes for environmental acclimation and adaptation / Yurchenko A, Daetwyler HD, Yudin N, Schnabel RD, Vander Jagt CJ, Soloshenko V, Lhasaranov B, Popov R, Taylor JF, Larkin DM.. *Sci Rep.* – 2018;8(1):12984

752. Yuyan L, Junqing W, Wei Y, Weijin Z, Ersheng G. Are serum zinc and copper levels related to semen quality? *Fertil Steril.* 2008 Apr;89(4):1008-11. doi: 10.1016/j.fertnstert.2007.04.028.

753. Zaharik M.L., Finlay B.B. Mn<sup>2+</sup> and bacterial pathogenesis // *Front Biosci.* – 2004. – № 9. – P. 1035–1042.

754. Zakošek Pipan M, Zrimšek P, Jakovac Strajn B, Pavšič Vrtač K, Knific T, Mrkun J. Macro- and microelements in serum and seminal plasma as biomarkers for bull sperm cryotolerance. *Acta Vet Scand.* 2021 Jul 5;63(1):25. doi: 10.1186/s13028-021-00590-2.

755. Żarczyńska K., Sobiech P., Radwińska J., Rękawek W. Effects of selenium on animal health // *J. Elemntol.* 2013. № 18. P. 329–340. doi: 10.5601/jelem.2013.18.2.12.

756. Zhang H, et al. Morphological and genetic evidence for early Holocene cattle management in northeastern China. *Nat Commun.* 2013;4:2755. doi: 10.1038/ncomms3755

757. Zhang Y., Nitschke M., Bi P. Risk factors for direct heat-related hospitalization during the 2009 Adelaide heatwave: A case crossover study. *Sci. Total Environ.* 2013; 442:1–5. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.10.042
758. Zhao Z., Barcus M., Kim J., Lum K.L., Mills C., Lei X.G. High Dietary Selenium Intake Alters Lipid Metabolism and Protein Synthesis in Liver and Muscle of Pigs. *J Nutr.* 2016 Sep; №146(9): 1625–1633. Published online 2016 Jul 27. doi: 10.3945/jn.116.229955
759. Zhao, X.-J., Li, Z.-P., Wang, J.-H., Xing, X.-M., Wang, Z.-Y., Wang, L., Wang, Z.-H. Effects of chelated Zn/Cu/Mn on redox status, immune responses and hoof health in lactating Holstein cows // *Journal of Veterinary Science.*—2015.—Vol.16.—No.4.—Pp.439-446. DOI: 10.4142/jvs.2015.16.4.439.
760. Zheng Y, Xie T, Li S, Wang W, Wang Y, Cao Z, Yang H. Effects of Selenium as a Dietary Source on Performance, Inflammation, Cell Damage, and Reproduction of Livestock Induced by Heat Stress: A Review. *Front Immunol.* 2022 Jan 18;12:820853. doi: 10.3389/fimmu.2021.820853.
761. Zwolak I. The Role of Selenium in Arsenic and Cadmium Toxicity: an Updated Review of Scientific Literature. *Biol Trace Elem Res.* 2020 Jan;193(1):44-63. doi: 10.1007/s12011-019-01691-w

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**



«УТВЕРЖДАЮ»:  
Проректор по НИИ Якутской ГСХА

К.К. Кривошапкин

«12» мя 2020 год



«УТВЕРЖДАЮ»:  
Директор СХПК «Солоосун»

А.Л. Холмогоров

«12» мя 2020 год

**АКТ**

о внедрении результатов научно-исследовательской работы соискателя Слепцова И.И.

В СХПК «Солоосун» муниципального района «Мегино-Кангаласский улус» Республики Саха (Якутия) соискателем Слепцовым И.И. внедрена адаптивная технология содержания специализированного мясного скота в условиях Республики Саха (Якутия) и начата работа по выведению якутского типа крупного рогата скота калмыцкой породы

В хозяйстве проведены внедренческие работы по:

- росту и развитию молодняка калмыцкой породы;
- интенсивному откорму бычков калмыцкой породы с применением местных природных кормовых минеральных добавок (цеолит и соль);
- системе внутреннего мониторинга SmaXtec на животных мясного стада.
- скрещиванию маток калмыцкого скота с быками-производителями якутской породы

В результате научно-производственных и хозяйственных опытов получены следующие результаты:

- за подсосный период среднесуточный прирост калмыцких бычков составил 726 грамм;
- в период от 12 до 15 месяцев у бычков калмыцкой породы наблюдается наивысший прирост – 1007 грамм;
- наибольшая скорость роста за весь период выращивания от рождения до 18 месяцев имеют калмыцкие бычки и составило 790 грамм;
- коэффициент увеличения живой массы бычков калмыцкой породы за весь период выращивания до 18 месяцев составляет 20,42%;
- молодняк крупного рогатого скота калмыцкой породы 15-18 месячного возраста при включении в рацион хонгуринского цеолита в количестве 0,2 г/кг и 0,045 г/кг кемпендяйской соли увеличивает рост и развитие от 17,5 до 21,3% живой массы и повышается прирост на 12,0%;
- бычки калмыцкой породы в возрасте 18 месяцев показали высокую интенсивность прироста в конце откорма: живая масса – до 400 кг, абсолютный прирост – 54,3 кг, среднесуточный прирост – 922 грамм и убойный выход – 53,3%;
- индекс мясности у калмыцких бычков в возрасте 18 месяцев выше чем у якутской породы на 3,7% и симментальской породы на 4,9%;
- конверсия корма составила – 9,77;

Уровень рентабельности от выращивания бычков калмыцкой породы к 18 месяцам выше на 11,7%.

Экономическая эффективность от реализации продукции составило:

- себестоимость 1 кг убойного выхода мяса 143,34 руб.;

- прибыль на 1 руб. затрат 2,14 руб.;

- рентабельность 186,13%.

По итогам внедрения в хозяйстве Система внутреннего мониторинга SmaXtes является эффективным средством для дистанционного наблюдения в режиме реального времени за физиологическим состоянием здоровья крупного рогатого скота в природно-климатических и территориальных условиях Якутии. Инновационная технология может успешно применяться при организации откорма бычков мясного направления. Постоянный онлайн мониторинг изменений показателей рубца – рН, температуры и двигательной активности животного позволяет оперативно проводить корректировку рациона и условий содержания.

В 2018 году проведены первые работы по скрещиванию коров калмыцкой породы с быками якутского аборигенного скота, в 2019 и 2020 годах получено 1 поколение помесного молодняка. Проводится работа по изучению особенностей роста и развития помесного молодняка.

В 2020 году искусственным осеменением охвачено 58 голов калмыцких коров и тёлочек в рамках внедрения НИР по теме: «Выведение якутского типа крупного рогатого скота калмыцкой породы с использованием современных ДНК-технологий».

Главный зоотехник СХПК «Солоосун»



Е.И. Холмогорова

Исполнитель:

И.И. Слепцов



«УТВЕРЖДАЮ»:

Проректор по НИИ Якутской ГСХА

К.К. Кривошапкин

«12» мая 2020 год

«УТВЕРЖДАЮ»:

Директор СХПК «Крестях»

В.С. Егоров

«12» мая 2020 год

**АКТ**

**о внедрении результатов научных исследований**

В СХПК «Крестях» муниципального района «Сунтарский улус» Республики Саха (Якутия) соискателем Слепцовым И.И. внедрена адаптивная технология содержания специализированного мясного скота в условиях Республики Саха (Якутия) в том числе:

- технология беспривязного содержания в скотопомещении крупного рогатого скота калмыцкой породы в зимнее время
- изучение хозяйственно-биологических особенностей калмыцкого скота в условиях Западной Якутии.

В результате внедрения НИР в СХПК «Крестях» получены объективные показатели воспроизводства, которые выражаются в следующем: возраст стельных коров в среднем составляет 27 месяцев, срок стельности 277 дней. Деловой выход телят за все года составляет в среднем 87,54%

С 2020 года начата работа по внедрению НИР по теме: «Выведение якутского типа крупного рогатого скота калмыцкой породы с использованием современных ДНК-технологий». Искусственным осеменением охвачено 56 голов коров и тёлочек калмыцкой породы.

Главный зоотехник СХПК «Крестях»

А.С. Трифонова

Исполнитель:

И.И. Слепцов

«УТВЕРЖДАЮ»:  
Проректор по УМР ФГБОУ ВО  
Якутская ГСХА



М.Н. Халдеева

«21» *Июль* 2020 год

**АКТ**

о внедрении результатов научно-исследовательской  
работы соискателя Слепцова И.И. в учебный процесс  
ФГБОУ ВО Якутская ГСХА

В учебный процесс ФГБОУ ВО Якутская ГСХА соискателем Слепцовым И.И. внедрены и успешно используются в образовательной деятельности следующие разработки автора:

1. Учебное пособие: «Разведение мясного скота в Якутии» (Якутск, 2019 г.)
2. Методическое пособие «Совершенствование технологии кормления и содержания крупного рогатого скота в условиях Якутии» (Якутск, 2019 г.)
3. Рабочая тетрадь «Технология производства продукции скотоводства в Республике Саха (Якутия)» для практических занятий и самостоятельной работы для студентов обучающихся по направлению подготовки 36.03.02 «Зоотехния» (Якутск, 2018 г.).

Вышеперечисленные разработки соискателя Слепцова И.И. используются для проведения теоретических и практических занятий студентам очной и заочной формы обучения по направлениям подготовки:

- 36.03.02 Зоотехния (бакалавриат)
- 36.04.02 Зоотехния (магистр)
- 38.03.01 Экономика (бакалавриат)
- 36.02.02 Зоотехния программа подготовки специалиста в среднего звена

Начальник УМО

Н.А. Сивцев

Декан АТФ

А.А. Мартынов

Исполнитель:

И.И. Слепцов