

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева»

Сабирова Елизавета Сергеевна

**РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУХОГО
ПОЛНОРАЦИОННОГО КОРМА В КОРМЛЕНИИ ЕЗДОВЫХ СОБАК**

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

ДИССЕРТАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных
наук, профессор
Косолапова Валентина
Геннадьевна

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	12
1.1. Особенности метаболизма собак.....	12
1.2 Потребности собак в энергии и питательных веществах.....	25
1.2.1 Особенности кормления активных рабочих и спортивных собак.....	40
1.3 Требования к питательным веществам в рационах собак в Российской Федерации и в мире.....	61
1.4 Лабораторное исследование кормов на территории Российской Федерации.....	64
1.5 Производство экструдированных полнорационных кормов для ездовых собак.....	66
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	72
2.1 Характеристика исследуемых групп и особенностей кормления собак.....	72
2.2 Изучение морфологического и биохимического состава крови.....	80
2.3 Изучение переваримости питательных веществ рационов.....	81
2.4 Провокационные нагрузочные тесты.....	83
2.5 Тестирование пищевой привлекательности рационов и аппетита собак...83	
2.6 Биоинформационный анализ и статистические методы исследования....84	
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	85
3.1 Разработка сухого полнорационного корма для сибирских хаски.....85	
3.2 Оценка состояния здоровья собак до начала эксперимента.....89	
3.3 Сравнительный анализ эффективности разработанных сухих полнорационных кормов для сибирских хаски в первом эксперименте.....93	
3.4 Оценка наиболее эффективного рациона для сибирских хаски во втором эксперименте.....102	

3.5 Экономическая оценка разработанных сухих полнорационных кормов для сибирских хаски.....	110
ГЛАВА 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	114
4.1 Выводы.....	114
4.2 Предложения производству.....	116
4.3 Перспективы дальнейшей разработки темы.....	116
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	117
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	144

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АД — Артериальное давление
- АЛТ — Аланинаминотрансфераза
- АСТ — Аспартатаминотрансфераза
- БЭВ — Безазотистые экстрактивные вещества
- ГГТ — Гамма-глутамилтранспептидаза
- ЕАЭС — Евразийский экономический союз
- КФК — Креатинфосфокиназа
- ЛДГ — Лактатдегидрогеназа
- ЛПХ — Личное подсобное хозяйство
- СИ — Международная система единиц
- ЧДД — Частота дыхательных движений
- ЧСС — Частота сердечных сокращений
- ABS — Абсолютное количество клеток
- ALA — Alpha-Linolenic Acid - альфа-линоленовая кислота
- AAFCO - American Association of Feed Control Officials – Американская ассоциация специалистов по контролю за кормами
- BCS — Body Condition Score – индекс оценки состояния тела животного
- BV — Biological Value – биологическая ценность белка
- BW — Body Weight – масса тела
- DHA — Docosahexaenoic Acid – докозагексаеновая кислота
- DE – Digestible Energy — усвояемая энергия
- EPA — Eicosapentaenoic Acid – эйкозапентаеновая кислота
- FCI — Fédération Cynologique Internationale – Международная кинологическая федерация
- GE – Gross Energy — валовая энергия
- IgA — Immunoglobulin A – иммуноглобулин А
- MER — Maintenance Energy Requirement – энергетическая потребность для поддержания жизнедеятельности

ME – Metabolizable Energy — метаболизируемая энергия

NE – Net Energy — чистая энергия

NPU — Net Protein Utilization – показатель усвояемости белка

NRC — National Research Council – Национальный исследовательский совет США

PDCAAS — Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score – показатель качества белка с учетом усвояемости аминокислот

PER — Protein Efficiency Ratio – коэффициент эффективности белка

REE — Resting Energy Expenditure – энергетические затраты в состоянии покоя

RER — Resting Energy Requirement – потребность в энергии в состоянии покоя

RQ — Respiratory Quotient – дыхательный коэффициент

SpO₂ — насыщенность крови кислородом

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. В традиционной культуре северных народов собаки используются как основное средство передвижения [62, 70]. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 19 декабря 2012 года № 1666 осуществляется программа по развитию коренных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока, в рамках которой развитие ездового собаководства является одним из приоритетных направлений [65]. Кроме того, Приказом Министерства Sports Российской Федерации от 20 мая 2013 г. N 277 ездовой спорт был включен в первый раздел Всероссийского реестра видов спорта (признанные виды спорта, развитие международной спортивной организации) [53]. Настоящая политика способствовала возникновению высокой популярности ездовых собак среди населения и увеличению их распространенности не только как рабочих собак, но и в качестве собак-компаньонов [37, 62].

Представителями ездовых собак являются сибирские хаски, которые относятся к первой ездовой категории и считаются одной из самых быстрых и выносливых собак, что обусловлено несколькими ключевыми биологическими и физиологическими характеристиками. Анатомия сибирского хаски включает хорошо развитые мускулы и длинные конечности, что способствует высокой маневренности и возможности развивать значительную скорость во время бега. Пропорции тела и строение конечностей этих собак оптимизированы для преодоления больших расстояний с минимальными затратами энергии [31, 33].

Независимо от сферы использования, здоровье, работоспособность и выносливость зависят не только от генетических особенностей данных собак, но также от условий содержания и кормления [35, 44, 58]. Дисбаланс компонентов рациона способствует развитию заболеваний желудочно-кишечного тракта, гепатобилиарной и мочеполовой систем, истощения,

ожирения, нарушению метаболизма [17, 36, 39, 48]. Ездовые собаки регулярно подвергаются интенсивным физическим нагрузкам, вследствие чего испытывают повышенную потребность в нутриентах и энергии. Поэтому даже самые качественные полнорационные корма не способны в полной мере обеспечить для них сбалансированный рацион [19, 20].

Другим важным аспектом кормления ездовых собак является достаточно высокая стоимость качественных сухих кормов, представленных на рынке. При этом большинство из этих кормов не адаптированы для питания собак, подвергающихся длительным, интенсивным нагрузкам. У зарубежных производителей есть и специализированные корма, которые не имеют большой популярности у российского потребителя. К их числу относится Greenheart линейки Sportline, производимый в Нидерландах. Итальянские корма Golosi Dog Adult Energy и Oasy имеют хороший состав и соответствуют оптимальному балансу нутриентов. Корм супер-премиум класса Bosch (Германия) также является подходящим для активных ездовых собак. Однако в последнее время данные корма сложно найти в торговых сетях, а в связи с санкциями их практически невозможно заказать у поставщиков и дистрибьюторов. У Royal Canin существует специализированная линейка Endurance 4800, созданная для собак, подверженных затяжным и повышенным физическим нагрузкам. Несмотря на высокое качество данного корма, его стоимость остается достаточно высокой для потребителя. Корма для собак с высокой потребностью в энергии «Chicopee Pro Nature Line Active» (Канада), «Профессионал» (Россия) в основе своего состава содержат мясную муку, которая не является предпочтительным ингредиентом для рационов собак. Корма «Darsi Active» и «Оскар» содержат зерно злаков и продукты их переработки, которые не должны выступать источником углеводов для активных собак [2].

Таким образом, актуальность настоящих исследований обусловлена высокой популярностью ездовых собак, которые нуждаются в особом

рационе, а также необходимостью создания качественного полнорационного сухого корма супер-премиум класса для ездовых собак.

Степень разработанности темы исследований. В последние десятилетия был проведен ряд исследований, позволивший значительно расширить знания об особенностях пищеварения и метаболизма, а также роли различных нутриентов в питании и здоровье собак [4-9, 13-17, 36, 39, 40, 42, 43, 45, 47, 50, 51, 54, 61, 64].

Определены нормы питательных веществ рациона и режимы кормления, изучены различные кормовые добавки, технологии производства, режим транспортировки и хранения кормов [10, 12-14, 20, 29, 34, 41, 44, 48, 58, 60].

Согласно исследованиям [13, 16, 30, 50, 59, 63, 75, 81, 82, 107, 120, 136, 138, 219, 224] определено влияние различных физических нагрузок на гематологические и адаптационные показатели здоровья сибирских хаски.

Однако, в настоящее время отсутствуют данные о влиянии баланса и типа протеинов в составе рациона на переваримость и использование питательных веществ рациона, на гемодинамические, морфологические и биохимические показатели крови ездовых собак.

Цель исследований: Разработка рецептуры сухого полнорационного корма и изучение эффективности его использования для ездовых собак первой скоростной категории – сибирских хаски – с учетом физических нагрузок и особенностей метаболизма.

Задачи исследований:

1. Провести подбор компонентов рациона собак и разработать оптимальную рецептуру экструдированного корма;
2. Оценить физиологическое состояние подопытных собак по данным общего клинического осмотра и динамике морфологических и биохимических показателей крови;
3. Изучить переваримость питательных веществ и баланс азота в организме собак;

4. Определить влияние белка муки личинок *H. Illucens* в составе рационов собак на скорость восстановления гемодинамики после нагрузочных тестов;

5. Провести экономическую оценку производства сухих полнорационных кормов для сибирских хаски.

Научная новизна. Впервые разработан сухой полнорационный корм для ездовых собак и проведена комплексная оценка его влияния на морфологические и биохимические показатели крови. Установлено влияние корма на показатели адаптации к физическим нагрузкам, а также переваримость и использование питательных веществ рациона.

Теоретическая и практическая значимость. Разработана рецептура сухого полнорационного корма для собак первой скоростной категории – сибирских хаски – с использованием преимущественно отечественных компонентов. Установлена взаимосвязь баланса питательных веществ в составе рациона с физикальными данными, лабораторными показателями крови сибирских хаски, а также с их адаптационными возможностями при интенсивных физических нагрузках.

Методология и методы исследования. Методологической основой исследований выступили научные труды отечественных и зарубежных авторов о влиянии различных рационов на обмен веществ и рабочие качества собак. В рамках исследования использовались общие и специальные методы научного познания: моделирование, наблюдение, анализ, сравнение, обобщение. Были применены зоотехнические и биохимические методы, статистический анализ.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Включение муки личинок *H. Illucens* в состав корма для собак повышает переваримость питательных веществ рациона;

2. Сухие полнорационные корма с включением 15% муки личинок *H. Illucens* от общей доли белка обеспечивают более эффективное использование азота рациона;

3. Собаки, получавшие корм с добавлением муки личинок *H. Illucens*, демонстрируют лучшие адаптивные реакции на длительные физические нагрузки;

4. Использование муки личинок *H. Illucens* в количестве 15% в составе полнорационного корма экономически эффективно.

Степень достоверности и апробация результатов. Научные утверждения, выводы и рекомендации производству обоснованы фактическими экспериментальными данными, представленными в таблицах, рисунках и приложениях к диссертации. Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась средствами программного обеспечения StatSoft Statistica 13 методами вариационной статистики. Все показатели тестировались на нормальность распределения, после чего проводилось межгрупповое сравнение с использованием подходящего критерия: U-критерия Манна-Уитни и дисперсионного анализа Краскела - Уоллиса. Различия считали значимыми при $p \leq 0,05$.

Основные материалы диссертационной работы были представлены и защищены на конференциях:

- Международная студенческая научно-практическая конференция «Неделя молодежной науки» (Москва, 2025 г.)
- Международная научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 160-летию РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, 2025 г.)

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 4 работы, 2 из них в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Личный вклад автора. Автором разработана концепция и методология исследования, проведены эксперименты на животных. Осуществлялся сбор данных, их анализ и интерпретация результатов, а также подготовка научных публикаций. Автор отвечал за организацию работы, контроль качества данных и внесение научных идей, направленных на достижение целей исследования.

Структура и объем. Диссертация изложена на 149 страницах компьютерного текста, содержит 23 таблицы, 4 рисунка, 5 приложений; состоит из введения, обзора литературы, материала и методики исследований, результатов исследований и их обсуждения, заключения и списка литературы. Список литературы содержит 232 источника, в том числе 148 на иностранных языках.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Особенности метаболизма собак

У всех видов животных роль пищеварительной системы заключается в расщеплении больших сложных форм питательных веществ на более простые формы, которые могут быть усвоены и использованы организмом. Большая часть липидов гидролизуеться до глицерина, свободных жирных кислот и некоторых моноглицеридов и диглицеридов. Сложные углеводы расщепляются до простых сахаров: глюкозы, галактозы и фруктозы. Молекулы белка гидролизуются до отдельных аминокислотных единиц и некоторых дипептидов. У собаки однокамерный желудок, который адаптирован к рациону всеядных видов, содержащему высокую долю продуктов животного происхождения. Пищеварительная система также включает рот, пищевод, тонкий и толстый кишечники. Также в процессе пищеварения принимают участие органы гепатобилиарной системы: печень, желчный пузырь с желчевыводящими путями, а также поджелудочная железа [1, 71].

Когда собака принимает корм, запах пищи стимулирует выработку слюны слюнными железами. Слюна помогает перемешивать пищу и увлажнять ее перед проглатыванием. Многие собаки заглатывают пищу с минимальным пережевыванием. Для измельчения жесткого корма собака использует моляры и премоляры. После акта глотания корм попадает в пищевод – полую мышечную трубку, ведущую в желудок. Клетки, выстилающие пищевод, вырабатывают слизь, чтобы помочь прохождению корма. Кардиальный сфинктер, расположенный у основания желудка, расслабляется, обеспечивая прохождение корма в желудок. Затем он немедленно закрывается, чтобы предотвратить заброс содержимого желудка обратно в нижнюю часть пищевода. Желудок инициирует химическое переваривание белка, дополнительно перемешивает пищу и регулирует поток пищи в тонкий кишечник. Тщательное перемешивание пищи в антральной

части желудка приводит к образованию полужидкой массы – химуса. Химус проходит в тонкий кишечник через пилорический сфинктер. Как и кардиальный сфинктер, пилорический сфинктер представляет собой кольцо мышц, которое обычно находится в сжатом состоянии. Это кольцо расслабляется в ответ на перистальтические сокращения желудка и контролирует скорость прохождения пищи из желудка в тонкий кишечник. На этой стадии пищеварения углеводы и жиры почти не изменяются по химическому составу, но белок частично гидролизуется до более мелких полипептидов [71, 216].

Ферментативное переваривание корма и всасывание питательных веществ происходят в основном в тонком кишечнике. Когда химус попадает в тонкий кишечник, дальнейшее прохождение пищи происходит посредством перистальтики. Поджелудочная железа и железы, расположенные в слизистой оболочке кишечника, выделяют в просвет кишечника ферменты, которые расщепляют жиры, углеводы и белки. Желчь, вырабатываемая печенью и хранящаяся в желчном пузыре, также выделяется в просвет в ответ на поступление химуса. Желчь выполняет функцию эмульгирования жиров и активирует ферменты (липазы, фосфолипазы и холестеролэстеразу), которые важны для их переваривания [176].

Во время пищеварения в тонком кишечнике белок, углеводы и жиры гидролизуются до аминокислот, дипептидов, моносахаридов, глицерина, свободных жирных кислот, моноглицеридов и диглицеридов, которые всасываются через стенку кишечника. Кишечные ворсинки представляют собой микроскопические выросты слизистой оболочки тонкого кишечника, и необходимы для значительного увеличения площади поверхности для всасывания питательных веществ. Всасывание обеспечивает перенос переваренных питательных веществ из просвета кишечника в кровь или лимфатическую систему для доставки в ткани [1, 71].

Содержимое тонкого кишечника попадает в толстый кишечник через илеоцекальный клапан. Одной из основных функций толстого кишечника у

собак является всасывание воды и определенных электролитов. Наряду с большим объемом воды из толстого кишечника всасывается натрий. Вторая важная функция – ферментация кормовых масс с помощью кишечного микробиома. Роль микробиоты очень важна, так как именно она расщепляет часть клетчатки и некоторых питательных веществ, которые не подверглись этому в тонком отделе кишечника [38, 71].

Продукты бактериальной ферментации обеспечивают несколько значимых функций для поддержания не только нормального пищеварения, но и здоровья собаки в целом. Благодаря микробиоте происходит образование короткоцепочечных жирных кислот, которые регулируют pH кишечника и являются источником энергии для клеток, выстилающих кишечник. Микробиота вносит вклад в способность иммунной системы собаки распознавать полезную и потенциально патогенную микрофлору. За счет микробиома собаки происходит выработка более 80% серотонина – важного нейромедиатора. Также микробиота участвует в синтезе витамина К, который крайне важен для коагуляции. Именно микробиота почти полностью закрывает потребность в витамине К [198, 224].

Непереваренные остатки корма, омертвевшие клетки, бактерии и неабсорбированные эндогенные выделения достигают прямой кишки и выводятся из организма в виде фекалий. Тип фекалий у собак в значительной степени зависит от количества и типа непереваримых волокон в рационе. В результате их бактериальной ферментации выделяются газы, короткоцепочечные жирные кислоты и другие побочные продукты. Когда белок достигает толстого кишечника в непереваренном состоянии, бактериальная деградация приводит к образованию индола и скатола, а также сероводорода. Эти соединения обеспечивают сильный запах фекалий и кишечных газов [1].

Некоторые типы углеводов (рафиноза и др.), содержащиеся в бобовых, таких как соя, устойчивы к перевариванию эндогенными ферментами тонкого кишечника. Эти углеводы попадают в толстую кишку и используются бактериями, что приводит к образованию кишечного газа, метеоризму. Таким

образом, на метеоризм и наличие сильного запаха фекалий влияет как переваримость корма, который получает собака, так и здоровье кишечника и микробиота [1, 147, 216].

Белковый обмен. Принимаемый с кормом белок обеспечивает рацион азотом и аминокислотами. Аминокислоты бывают незаменимыми и заменимыми. Незаменимые аминокислоты для собак включают аргинин, который не является незаменимым для людей. Незаменимые аминокислоты (кроме таурина) могут потенциально иметь две изоформы: l-аминокислоты и d-аминокислоты. l-аминокислоты являются часто встречающейся формой, в то время как d-аминокислоты встречаются реже и порой менее доступны или недоступны для использования организмом. Например, d-лизин не может использоваться собаками и кошками так, как l-лизин. Однако d-метионин может покрывать до 50% потребности в метионине [46, 67, 97, 105].

Долю метионина в рационе увеличивают для подкисления мочи, а также его необходимо дополнительно добавлять в корма для собак, где в качестве источника белка используются бобовые, так как они не богаты метионином. Добавить отдельно дефицитную аминокислоту более целесообразно, чем увеличить общую долю белка, так как в этом случае, компенсировав метионин, производитель получит избыток других аминокислот. Помимо серосодержащих аминокислот, которых недостаточно в бобовых, в зерновых, как правило, низкое содержание лизина [46, 71, 105, 155].

Качественные свойства белка отражают, в какой степени конкретный источник белка соответствует потребностям в аминокислотах конкретного вида, а это, в свою очередь, зависит от профиля аминокислот и биодоступности. Существует несколько принятых критериев оценки качества белка. Коэффициент эффективности белка (PER – Protein Efficiency Ratio) – это прирост массы тела или веса для субъекта, питающегося определенной пищей, в отношении к массе потребленного белка. Более высокие значения означают более высокое качество белка, соответственно [46, 105, 144, 202].

Биологическая ценность (BV – Biological value) – это масса азота, усвоенная организмом, деленная на массу азота из белка в корме, умноженную на 100. Значение 100% означает, что весь съеденный и усвоенный белок используется организмом. Таким образом, 100% – это абсолютный максимум, а более низкие значения указывают на более низкую биологическую ценность [90].

Чистое использование белка (NPU – Net Protein Utilization) – это отношение аминокислот, преобразованных в белок, к аминокислотам, содержащимся в пище. Значение 1 является максимально возможным и присваивается свежим куриным яйцам [90].

Аминокислотный коэффициент усваиваемости белков (PDCAAS – Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score) – это количество мг незаменимой аминокислоты в 1 г тестируемого белка, деленное на 1 мг той же аминокислоты в 1 г эталонного белка, умноженное на истинный процент усваиваемости (посредством оценки фекалий). Максимальное значение равно 1. Чем ближе к единице полученный результат, тем выше усваиваемость белка [90].

Все эти методы имеют недостатки, но в целом они позволяют определить, насколько конкретный богатый белком корм будет удовлетворять потребности животного в белке и/или аминокислотах.

Одним из признаков дефицита белка можно считать потерю веса (или отсутствие прибавки в весе у щенка), а также гипоальбуминемию. Период полураспада альбумина составляет приблизительно 20–21 день, поэтому может потребоваться некоторое время, чтобы этот маркер снизился. Косвенным признаком может быть плохое качество шерсти и любые клинические признаки, указывающие на дефицит определенных аминокислот, особенно незаменимых. Чаще всего это метионин, лизин и триптофан [46, 65, 105, 136].

Для подтверждения дефицита белка необходим биохимический анализ крови на альбумин. Возможно проведение анализа образца рациона на сырой

протеин в лаборатории. Для определения дефицита аминокислот необходимо проведение анализа на аминокислоты плазмы натошак. Однако для некоторых аминокислот существуют и другие, косвенные методы исследования. Если известен состав корма или подробный состав натурального рациона, возможна оценка аминокислотного профиля посредством современных компьютерных программ [46, 105, 110, 136].

Аргинин. При недостатке аргинина в рационе у собак наблюдаются рвота, слюнотечение и мышечный тремор. Дефицит аргинина приводит к катаракте у щенков.

Гистидин. При недостатке гистидина в рационе у собак наблюдается потеря веса, снижение концентрации гемоглобина и альбумина, анорексия, вялость. Косвенным лабораторным показателем может выступать уровень гемоглобина крови.

Изолейцин, лейцин, лизин, валин и треонин. Клинические признаки дефицита этих аминокислот были зарегистрированы только у растущих собак: потеря веса и снижение аппетита [119, 183].

Метионин, цистин и таурин. Дефицит метионина проявляется образованием камней в желчном пузыре, также он является одной из причин развития дилатационной кардиомиопатии (ДКМП). Известно, что метионин и цистин являются предшественниками таурина. Было показано, что у собак высока вероятность развития таурин-зависимой ДКМП [4, 104, 184, 219]. При дефиците метионина у щенков наблюдается потеря веса, отек и гиперемия кожи, некротические и гиперкератические поражения подушечек грудных конечностей с изъязвлением. Для оценки ДКМП применяется ультразвуковое исследование сердца. Также необходима оценка таурина плазмы [4, 104, 206].

Фенилаланин и тирозин. В печени под действием тирозингидроксилазы из фенилаланина синтезируется тирозин. Он играет ключевую роль в синтезе гормонов и нейромедиаторов, в частности, гормонов щитовидной железы, надпочечников, дофамина и его метаболитов. Соответственно, клинические признаки дефицита фенилаланина и тирозина могут включать в себя

симптомы, связанные с гормональной дисфункцией, нарушением поведения, снижением когнитивных способностей собаки. У черных собак их дефицит проявляется осветлением пигмента шерсти, вплоть до рыжевато-коричневой, у щенков – снижением аппетита и потерей веса [8].

Триптофан. Клинические признаки дефицита были зарегистрированы только у растущих собак: потеря веса и снижение аппетита. Однако есть данные, что увеличение триптофана в рационе снижает территориальную агрессию у взрослых собак [126].

Национальный исследовательский совет США представил значения содержания сырого белка и аминокислот в рационе взрослых собак. Так, минимальное содержание сырого белка в рационе составляет 20 г/1000 ккал МЕ, при этом рекомендуемый уровень увеличивается до 25 г/1000 ккал МЕ. Среди аминокислот триптофан должен присутствовать в количестве не менее 0,28 г/1000 ккал МЕ, с рекомендацией повысить его до 0,35 г. Треонин рекомендуется в объеме не менее 0,85 г, с целевым уровнем 1,08 г. Изолейцин должен составлять минимум 0,75 г, а оптимально — 0,95 г на 1000 ккал МЕ. Лейцин представлен в минимальной концентрации 1,35 г и рекомендуется увеличить его до 1,70 г. Аналогично лизин должен присутствовать не менее чем в 0,7 г (рекомендуется — 0,88 г), а метионин — не менее 0,65 г (рекомендуется — 0,83 г). Важной является сумма метионина и цистина: минимальный уровень составляет 1,3 г, а рекомендуемый — 1,63 г. Для фенилаланина минимальное содержание равно 0,9 г (рекомендуется — 1,13 г), а сумма фенилаланина и тирозина должна достигать не менее 1,48 г при рекомендуемом уровне в 1,85 г. Валин рекомендуется в объеме не менее 0,38 г и до уровня 1,23 г. Аргинин должен присутствовать минимум в количестве 0,7 г (рекомендуется — 0,88 г), а гистидин — не менее чем в 0,37 г (рекомендуется — 0,48 г) [116, 131, 189].

Липидный обмен. Жиры являются важным энергетическим депо организма, а также способствуют усвоению жирорастворимых витаминов и являются источником незаменимых жирных кислот. Жирные кислоты

выполняют в организме множество фундаментальных функций: являются компонентом клеточных мембран и включены в синтез эйкозаноидов. Незаменимые жирные кислоты являются полиненасыщенными и относятся к семействам омега-6 и омега-3, в зависимости от расположения первой двойной связи. Линолевая кислота является незаменимой для собак. В то же время, в отличие от кошек, собаки могут синтезировать арахидоновую кислоту из линолевой. Источниками линолевой кислоты являются растительные масла (например, кукурузное, масло грецкого ореха или подсолнечное) или животные жиры, источником которых будут являться кормовые объекты, выращенные преимущественно на растительной диете, богатой линолевой кислотой (например, цыплята, откормленные кукурузой). Источниками арахидоновой кислоты являются животные жиры [46, 93, 105].

Льняное семя является источником n-3 жирных кислот в форме альфа-линоленовой кислоты. Однако альфа-линоленовая кислота имеет более короткую углеродную цепь и не может быть эффективно удлинена до более полезных длинноцепочечных n-3 жирных кислот – эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот. Поэтому масло водорослей, криля и рыбий жир являются предпочтительными источниками n-3 жирных кислот. У собак дефицит линолевой кислоты проявляется жирной зудящей кожей с ороговением и паракератозом. Стоит отметить, что ведутся споры о важности соотношения n-6 и n-3 жирных кислот по сравнению с общим количеством длинноцепочечных n-3 жирных кислот в рационе [7, 189].

DHA и развитие щенков. Включение в рацион щенков рыбного масла приводит к значительному повышению встраивания DHA в клетки глаза [123]. Корма, обогащенные рыбным маслом, во время беременности, лактации и после отъема показали статистически значимое улучшение зрительной функции щенков на 12 неделе по сравнению с контрольной группой [183]. Другое исследование также оценивало зрительную функцию и когнитивные способности у щенков, которых кормили рационом с DHA [143]. В этом исследовании диеты, обогащенные DHA, начинались с отъема – периода,

когда щенки теряли способность преобразовывать DHA из предшественников [125]. Кроме того, были обнаружены сильные корреляции между DHA в рационе и улучшением зрительных функций. Также у щенков, получавших DHA, было отмечено улучшение когнитивных функций по сравнению с контрольной группой, которое выражалось в меньшем количестве ошибок при обучении прохождению лабиринта [143].

Плацебо-контролируемое исследование с участием собак старше 6,5 лет, которые получали рацион, богатый свиными сфинголипидами и DHA (приблизительно 0,4% DHA), продемонстрировало улучшение когнитивных функций при оценке показателей, которые обычно ухудшаются у собак с возрастом [215].

Помимо прямого участия длинноцепочечных омега-3 в синтезе воспалительных медиаторов, EPA и DHA также являются предшественниками других поддерживающих здоровье метаболитов, включая резолвины и протектины. Резолвины обладают способностью помогать в разрешении воспалительных реакций, в то время как протектины могут выступать протекторами нервной системы. В терапии дерматологических и офтальмологических заболеваний эти соединения также оказывают значимый эффект [211].

Важно понимать, какие именно жирные кислоты используются при расчете соотношения омега-6 и омега-3, поскольку ALA и EPA+DHA имеют различные метаболические эффекты и присутствуют в продуктах питания и добавках в различных концентрациях и пропорциях. Кроме того, ALA не может быть эффективно удлинена до EPA до проявления ее эйкозаноидопосредованных биологических эффектов. Таким образом, соотношение, рассчитанное с использованием всех основных типов омега-3 (т. е. ALA, EPA и DHA), не является метаболически эквивалентным тому, где используются только EPA и DHA (даже если концентрации равны). Однако любое соотношение может быть полезным, если рассматривать его как способ минимизировать потенциальный переизбыток омега-6 линолевой кислоты

(LA) в рационе. Например, соотношение LA:ALA от 3:1 до 5:1 считается наиболее оптимальным [122].

В соответствии с рекомендациями NRC, общий уровень жиров в рационе должен составлять не менее 10 г на 1000 ккал метаболической энергии (ME), при этом рекомендуемый уровень увеличивается до 13,8 г. Максимально допустимый безопасный предел для жиров достигает 82,5 г/1000 ккал ME. Что касается конкретных жирных кислот, линолевая кислота должна присутствовать в количестве не менее 2,4 г, с рекомендуемым уровнем 2,8 г и безопасным пределом до 16,3 г., α -линоленовая кислота рекомендуется в объеме не менее 0,09 г, с целевым значением 0,11 г; безопасный предел для нее не установлен. Эйкозапентаеновая и докозагексаеновая кислоты (EPA и DHA) должны присутствовать в минимальном количестве 0,11 г на 1000 ккал ME, при этом их рекомендуемый уровень совпадает с минимальным — 0,11 г. Максимальный безопасный предел для этих кислот составляет 2,8 г [190].

Углеводный обмен. Хотя углеводы не являются необходимыми нутриентами в рационе собак, они являются источником энергии. Богатые углеводами ингредиенты также являются источником пищевых волокон, которые могут быть важны для нормальной работы желудочно-кишечного тракта. Кроме того, пищевые волокна часто используются в терапии сахарного диабета для снижения постпрандиальной гипергликемии и при избыточном весе для снижения калорийности, потенциально способствуют насыщению [84, 181].

Мерой содержания клетчатки, обычно указываемой на этикетках кормов для домашних животных, является сырая клетчатка. Этот аналитический показатель не охватывает все формы клетчатки и в основном говорит о непереваримых волокнах. Более подходящим критерием является общее количество клетчатки, которое включает как переваримые, так и непереваримые волокна. Переваримая клетчатка обладает способностью удерживать воду и, как правило, делает фекалии более мягкими. Распространенными источниками переваримой клетчатки являются фрукты и

камеди. Непереваримая клетчатка увеличивает объем фекалий, но не смягчает их, поскольку не обладает способностью впитывать воду. Непереваримая клетчатка поступает из зерновых и может быть добавлена дополнительно в виде целлюлозы [46, 103, 179].

Многие типы клетчатки, используемые для добавок в рацион, содержат смешанные волокна. Примером смешанного типа клетчатки является клетчатка подорожника. Многие переваримые волокна ферментируются в разной степени. Ферментируемые волокна могут использоваться кишечной микрофлорой в качестве источника энергии. Продуктом метаболизма микрофлоры будут и короткоцепочные жирные кислоты, которые выполняют множество функций, а также являются источником энергии для энтероцитов и колоноцитов. Ферментируемые волокна, способствующие росту полезных бактерий, относят к пребиотикам [46, 103].

Роль сухого вещества и воды. При составлении рационов кормления для собак важно учитывать основные макронутриенты: белки (протеины), углеводы, жиры, а также микронутриенты: минералы и витамины. Квалифицированный специалист по кормлению понимает, что процесс расчета рационов должен включать в себя и водный баланс, так как вода является критически важным компонентом [84, 187].

В покое и при оптимальных температурных условиях окружающей среды животным требуется примерно в 2-3 раза больше воды по сравнению с сухим веществом корма. Сухое вещество составляют вышеперечисленные макро- и микронутриенты. Вода играет ключевую роль в поддержании структуры и биологических функций белков, нуклеиновых кислот и липидов, а также в целостности клеточных мембран. Она участвует в терморегуляции, предотвращая перегрев организма. Более того, вода активно участвует в растворении и транспортировке питательных веществ в организме. Поддержание оптимального уровня водного баланса в организме — основное условие для нормальной жизнедеятельности [46, 105].

Недостаток воды в организме переносится значительно тяжелее, чем дефицит питательных веществ. Обезвоживание приводит к снижению объема циркулирующей крови, что, в свою очередь, нарушает электролитный баланс, необходимый для нормального функционирования клеток и органов. У животного имеются два основных источника воды: эндогенная (метаболическая) вода, образующаяся в процессе метаболизма, и экзогенная вода, поступающая с пищей. Эндогенная вода образуется при расщеплении макронутриентов и составляет примерно 10-16 г воды на каждые 100 ккал усвоенной энергии. Расщепление 1 г белка дает 0,4 г воды, 1 г жира – 1,1 г воды, 1 г углеводов – 0,6 г воды. Содержание экзогенной воды оценивается в зависимости от влажности корма: сухие (с 6-10% воды), полувлажные (с 23–40% воды) и влажные (с 68–78% воды) [200].

Качество питьевой воды для поения животных определяется нормативами ГОСТ Р 51232-98. Воду следует проверять на содержание растворенных частиц, жесткость и санитарно-микробиологические показатели. Важно избегать использования воды из сомнительных источников, чтобы минимизировать риск инфекций и инвазий [27].

Общая концентрация растворённых веществ в воде, выраженная в частях на миллион (ppm), является важным показателем качества воды для животных. Вода с содержанием растворённых веществ до 5000 ppm считается безопасной для питья, тогда как показатели выше 7000 ppm свидетельствуют о её непригодности для потребления животными и птицами. Степень жесткости воды определяется концентрацией катионов кальция и магния; при этом необходимо учитывать влияние других катионов, таких как железо, алюминий, цинк и марганец. Высокая жесткость и значительное содержание магния могут способствовать развитию мочекаменной болезни у животных. Кроме того, вода с плохими санитарно-микробиологическими и паразитологическими характеристиками представляет риск инфекционных и инвазионных заболеваний, что угрожает здоровью как животных, так и их владельцев. Поэтому не рекомендуется поить животных из мелких стоячих

водоёмов, луж или небольших рек, протекающих через населённые пункты. [27, 72].

Собаки, как правило, чувствуют себя комфортно в диапазоне температур от 0 до 15–20°C, что позволяет им адаптироваться к холодным условиям. У собак наблюдается высокая предрасположенность к перегреванию, а их потребление воды значительно увеличивается. В частности, у кобелей фиксируется повышенное образование низкоконцентрированной мочи, используемой для маркировки территории [46, 105].

Следует отметить, что потребности в воде собак определяются не только уровнем физической активности, но и их массой тела, что обуславливает значительные вариации среди различных пород. В нормальных условиях поение взрослой крупной собаки составляет не менее 40 мл на 1 кг массы тела в сутки, тогда как у щенков норма поения увеличивается в 2–3 раза. В зимний период потребление воды уменьшается по сравнению с летним [46, 105].

Дневная потребность в питьевой воде у средней взрослой собаки составляет в среднем 1 литр. Избыточная жидкость выделяется через почки, органы дыхания и испарение с поверхности языка. Суточный диурез варьирует в пределах 0,5-2 литров в зависимости от возраста, принятых объемов жидкости и кормовой базы. Обильный белковый рацион способствует увеличению количества выделяемой мочи [72].

Таким образом, баланс сухого вещества и воды в рационе собак является одним из главных аспектов их здоровья и благополучия. Владельцы собак должны быть осведомлены о важности обеих составляющих рациона и уделять внимание качеству корма и доступу к свежей воде.

1.2 Потребности собак в энергии и питательных веществах

Энергетические потребности собак. Энергия является важнейшей составляющей метаболизма. Энергия доступна из макронутриентов белка, жиров и углеводов, каждый из которых обеспечивает определенное ее количество, которое можно измерить или оценить. В настоящее время

наиболее часто используемой единицей измерения энергии является метрическая единица Международной системы (СИ) килокалории (ккал), которые можно увидеть на этикетках кормов во многих странах. Менее часто используемая единица СИ для энергии, килоджоуль (кДж), преобразуется из килокалории или калории путем умножения на 4,185 (1 ккал или калория = 4,185 кДж) [200].

Любой белок, потребляемый сверх потребностей для анаболических путей, будет преобразован в глюкозу и жиры, использован или сохранен в этих формах в качестве источника энергии, поскольку в организме нет запаса аминокислот. Энергия, предоставляемая белком, жирами и углеводами, которая превышает потребность организма, в конечном итоге будет храниться в виде жировой ткани [200].

Энергетический баланс определяется как математическая разница между потреблением энергии и ее расходом. Животное находится в состоянии энергетического баланса (т. е. запасы энергии в организме постоянны), если количество потребляемой энергии соответствует количеству энергии, которое животное расходует. Если потребление энергии превышает расход энергии, животное переходит в состояние положительного энергетического баланса, что приводит к увеличению массы тела. Аналогично, если потребление энергии меньше расхода энергии, животное переходит в состояние отрицательного энергетического баланса, что приводит к потере веса [46, 105].

Потребность в энергии для поддержания нормального функционирования организма (MER – Maintenance Energy Requirement) – это количество энергии, необходимое для поддержания животного в состоянии энергетического баланса или, другими словами, количество энергии, необходимое для поддержания животного в его текущей массе. Обычно MER прогнозируют для собаки, а затем вносят коррективы, если требуется снижение или набор массы [189, 190].

Для описания потребления и расхода энергии животным используется ряд терминов. Валовая энергия (Gross energy – GE) – это количество тепла,

которое выделяется из определенного количества корма после полного переваривания. GE – это физическая, а не биологическая мера, которая представляет собой максимальную энергию рациона или корма. GE дает мало информации об энергии, доступной животному, поскольку корм не полностью переваривается, и энергия теряется с калом, мочой и в виде тепла, выделяемого в процессе пищеварения и усвоения пищевых веществ. Усвоенная энергия (Digestible energy – DE) – это энергия, остающаяся после вычитания GE кала из GE корма. DE является мерой мнимой усвояемой энергии, поскольку кал содержит энергию из других продуктов, помимо корма (например, пищеварительных ферментов, отшелушенных клеток энтерального эпителия, слизи и т. д.). Данный показатель чаще используется для оценки питания лошадей и реже – для оценки питания собак. Метаболическая энергия (Metabolizable energy – ME) – энергия, оставшаяся после вычитания GE мочи и фекалий. Потребности в энергии для собак в первую очередь определяются в единицах ME. Чистая энергия (Net energy – NE) – это энергия, остающаяся после вычитания затрат на терморегуляцию (теплопродукции, связанной с потреблением пищи) из ME. NE включает энергию, которая может быть использована для поддержания животного или размножения. Потребности в энергии, рассчитанные по формулам, используемым для сельскохозяйственных видов, являются малоинформативными для расчета энергетических потребностей собак [108].

Расход энергии на поддержание жизнеобеспечения организма собаки состоит из четырех основных компонентов: энергия покоя, энергия деятельности, прирост тепла и факультативный термогенез. Потребность в энергии может быть определенной в отношении расхода энергии в состоянии покоя и является самым большим компонентом общих энергетических расходов и часто составляет более 50% [31,190].

Факультативный термогенез — это увеличение расхода энергии при температурном стрессе, необходимое для поддержания тела. Он возникает, когда животное выходит за пределы своей термонеutralной зоны —

примерно от 20 до 25°C и от 30 до 35°, хотя точные границы зависят от породы, шерсти и адаптации. У собак, живущих в помещении, этот компонент обычно невелик, а у живущих на улице и сталкивающихся с экстремальными температурами, он может стать основным фактором энергопотребления. Потребности в энергии выражаются в метаболизируемой энергии для поддержания нормальных функций организма [190].

Как энергетическое содержание корма, так и потребности животного выражаются в виде метаболизируемой энергии, которая является энергией, доступной для использования после учета потерь с фекалиями и мочой. Количество метаболизируемой энергии определяется за счет массы макронутриента в корме или рационе и соответствующего коэффициента преобразования энергии. Коэффициенты преобразования энергии представляют собой стандартизированные значения для количества энергии, доступной из грамма указанного макронутриента. Для кормов домашних животных используемые коэффициенты преобразования энергии называются модифицированными факторами Этуотера: 3,5, 8,5 и 3,5 ккал/г для белка, жира и углеводов соответственно. Эти значения немного ниже, чем те, которые используются для продуктов питания для людей (т. е. 4 ккал/г для белка, 9 ккал/г для жира и 4 ккал/г для углеводов) из-за типично более низкой усвояемости корма для домашних животных (предполагаемая средняя усвояемость для белка составляет 80%, для жира – 90% и для углеводов – 84%) [60, 91].

В процессе разработки кормов для домашних животных существует широкий спектр отличий в усвояемости питательных веществ. Ведутся дебаты о том, обеспечивает ли модифицированное уравнение Этуотера адекватные предсказания метаболической энергии (МЕ). Согласно данным исследований, это уравнение демонстрирует разумную точность при предсказании содержания МЕ в кормах для домашних животных и служит адекватной основой для оценки МЕ в сухих кормах для собак [174, 178]. Однако модифицированное уравнение Этуотера, как правило, имеет тенденцию

недооценивать МЕ в продуктах с высоким содержанием МЕ и переоценивать его в кормах с низким содержанием [174]. Следовательно, уравнение Этуотера, возможно, более эффективно применимо к диетам с высокой энергетической ценностью и усвояемостью.

NRC рекомендовал использовать уравнения для кормов для собак и кошек, которые учитывают содержание сырой клетчатки для более точного предсказания МЕ в рационах. Уравнение для кормов для собак представлено следующим образом [190]:

1. $GE \text{ (ккал)} = (5,7 \times \text{белок (г)}) + (9,4 \times \text{жиры (г)}) + [4,1 \times (\text{безазотистые экстрактивные вещества (г)} + \text{клетчатка (г)})]$
2. $\% \text{ усвояемая энергия} = 91,2 - (1,43 \times \% \text{ сырой клетчатки в сухом веществе})$
3. $DE \text{ (ккал)} = GE \times (\% \text{ усвояемости энергии}/100)$
4. $ME \text{ (ккал)} = DE - (1,04 \times \text{белок (г)})$

Данные уравнения учитывают влияние сырой клетчатки на коэффициент усвоения питательных веществ. Уравнения могут усложнять практическое применение, особенно в ситуациях, когда быстрый доступ к справочным материалам затруднен, и могут не продемонстрировать значимо лучших результатов по сравнению с модифицированным уравнением Этуотера для определения средних значений энергетической ценности кормов для домашних животных. Тем не менее, данные уравнения на данный момент представляют собой наиболее эффективный метод прогнозирования значения метаболической энергии (МЕ) для широкого спектра кормов для домашних животных, доступных на рынке.

Непрямая дыхательная калориметрия является более распространенным методом измерения энергетических затрат у собак. Она измеряет потребление кислорода и/или выделение диоксида углерода, что позволяет рассчитывать как энергию, так и ее затраты. Принцип работы этого метода основан на выделении тепла (в ккал или кДж) в процессе окисления питательных веществ,

при этом соотношение между произведенным углекислым газом и потребленным кислородом (CO_2/O_2) называется дыхательным коэффициентом (RQ – respiratory quotient). RQ показывает, какие субстраты окисляются и сколько тепла выделяется на литр потребленного кислорода и на литр выделенного углекислого газа [100].

Масса тела является фундаментальным компонентом в уравнениях, используемых для расчета базового обмена энергии (MER). Наблюдается, что более крупные животные имеют более высокий общий расход энергии (ккал или кДж/день) по сравнению с мелкими животными. Однако при расчете специфического расхода энергии на единицу массы (ккал или кДж/кг/день) установлено, что у крупных животных наблюдаются меньшие энергетические затраты на килограмм массы тела по сравнению с мелкими представителями фауны. Иными словами, крупные животные требуют меньшего объема корма и производят меньше тепла на единицу массы по сравнению с мелкими животными. Показано, что для геометрически подобных тел площадь поверхности соотносится с весом как функция от массы, возведенной в степень 0,67. Следовательно, более мелкие организмы имеют большую площадь поверхности на единицу массы по сравнению с крупными [139, 160].

В 1930-х годах Броди из Университета Миссури построил график зависимости базального обмена энергии от массы тела для широкого диапазона животных — от мышей и канареек до слонов и установил, что кривая, выражающая данную зависимость, лучше всего описывается уравнением [101, 102]:

$$E_0 = 70 \times BW^{0,734},$$

где E_0 — базальный обмен энергии, а BW — body weight – здесь и далее масса тела (кг).

В то же время, Клейбер из Калифорнийского университета в Дэвисе провел сравнительный анализ данных о базальном расходе энергии и массе тела у взрослых животных, охватывающих широкий диапазон размеров тела. Результаты его исследования показали, что зависимость, описываемая уравнением $BW^{0,75}$, соответствует эмпирическим данным о расходе энергии, аналогично зависимостям типа $BW^{0,73}$ [176]. Уравнение, предложенное Клейбером, стало стандартом для прогнозирования базального расхода энергии у взрослых животных.

Несмотря на то что Броди и Клейбер использовали термин «базальный метаболизм» в своих уравнениях, условия, применяемые для измерения энергетических затрат у исследуемых животных, могут быть более корректно охарактеризованы как расход энергии в состоянии покоя при голодании. Это связано с тем, что строгие критерии, требуемые для точного измерения базального обмена веществ, вероятно, не были соблюдены в большинстве исследований. Следовательно, справедливо утверждать, что уравнение Клейбера предсказывает расход энергии в состоянии покоя. Уравнение принимает следующий вид [190]:

$$RER = 70 \times BW^{0,75},$$

где RER – resting energy requirements – потребность в энергии в состоянии покоя.

Расход энергии в состоянии покоя (RER) у типичного взрослого животного предполагается на уровне 50% от общего значения расхода энергии. Соответственно, для оценки метаболической энергии в состоянии покоя (MER) у взрослых животных используется коэффициент 140. Важно отметить, что показатель степени 0,75 был установлен на основе регрессионного анализа, который максимально точно соответствует данным о расходе энергии и массе тела. Однако физиологическое значение данного

показателя остаётся предметом активных дискуссий. Параметр 0,75 был получен путём межвидового сравнения и может оказаться неподходящим для внутривидовых сравнений [190].

Для расчета RER, необходимого собакам с разными потребностями в энергии, используется уравнение Клейбера или линейного уравнения, например: $RER \text{ (ккал/г)} = 70 + (30 \times BW)$. В дальнейшем RER умножается на поправочный коэффициент, учитывающий возраст, уровень активности или физиологическое состояние собаки: кастрированная взрослая особь – 1,6; интактная взрослая особь – 1,8; неактивная, склонная к ожирению особь – 1,2–1,4; особи необходимо снижение веса – 1,0; необходим набор веса – 1,2–1,8. Также существует несколько скорректированных формул для расчёта MER в зависимости от особенностей содержания и стадии жизни [190, 197].

Минералы. Минералы, необходимые собакам в количествах 100 мг/Мкал или более, классифицируются как макроминералы. К числу таких минералов относятся кальций, фосфор, магний, натрий, калий и хлор. Микроминералы представляют собой элементы, которые необходимы собакам в количествах менее 100 мг/Мкал [73, 74, 105].

NRC представил минимально необходимый уровень минералов, рекомендуемый уровень в рационе и безопасный предел их потребления. Для кальция минимальное содержание составляет 0,5 г на 1000 ккал МЕ, при этом данные о рекомендуемом и безопасном уровне отсутствуют. Фосфор должен быть в количестве 0,75 г/1000 ккал МЕ, что является рекомендуемым уровнем потребления. Магний рекомендуется в объеме 150 мг на 1000 ккал МЕ, минимальное значение — 45 мг. Натрий — 75 мг минимально и 200 мг рекомендуется, при этом безопасный предел превышает 15 000 мг. Калий рекомендуется в количестве 1 г/1000 ккал МЕ без указания безопасных пределов. Хлор — 300 мг рекомендуется, безопасный предел достигает 23 500 мг. Медь и железо имеют рекомендуемые уровни по 7,5 мг и 1,5 мг соответственно, без указания безопасных пределов. Цинк также рекомендуется в объеме 15 мг; марганец — 1,2 мг; селен — 87,5 мкг; йод —

220 мкг. Для йода минимальный безопасный уровень составляет ≥ 4000 мкг. Эти показатели обеспечивают баланс минералов для поддержания здоровья костей, обменных процессов и общего состояния организма собаки [71, 72, 190].

Кальций. Дефицит кальция у собак и щенков вызывает вторичный гиперпаратиреоз. Важно учитывать, что дефицит может быть связан с недостаточным поступлением кальция или нарушением соотношения кальция и фосфора в рацион, что затрудняет их усвоение. [45, 61, 117, 192].

Фосфор. У собак и щенков может развиваться гипофосфатемия, сопровождающаяся анемией у тяжелых случаев и замедленным ростом у щенков. У растущих собак уровни фосфора могут быть ниже, поэтому показатели нужно сравнивать с возрастными референтными интервалами [61, 105, 117, 118].

Магний. Гипомагниемия у собак — это снижение уровня магния в сыворотке ниже 0,7 ммоль/л, вызывающее неврологические симптомы (мышечные спазмы, тремор, гиперрефлексия, спутанность), судороги и аритмии. Также возможны рвота, запоры и анорексия. У щенков могут проявляться хромота и переразгибание запястий. Хроническая гипомагниемия может привести к метаболическим нарушениям, таким как гипокальциемия и гиперкалиемия, поскольку уровень магния напрямую влияет на обмен других минералов в организме. У щенков могут наблюдаться хромота и переразгибание запястий [42, 105].

Натрий. Гипонатриемия у собак — снижение уровня натрия в сыворотке крови ниже 135 ммоль/л, вызывающее различные патофизиологические изменения. Основные симптомы включают вялость, астению, снижение активности и апатию. Клинически отмечаются рвота, диарея, дегидратация и полидипсия как компенсаторные реакции. В тяжелых случаях возможны церебральный отек, дыхательная недостаточность и нарушения сознания. У щенков при умеренной гипонатриемии наблюдаются

сухие слизистые, беспокойство, тахикардия, гемоконцентрация, полиурия и полидипсия [42, 51].

Калий. Дефицит калия у собак вызывает гипокалиемию — снижение уровня калия в сыворотке ниже 3,5 ммоль/л, что нарушает клеточную функцию, сердечную деятельность и работу мышц и нервов. Клинически проявляется слабостью, особенно в скелетных мышцах, затруднением движений, судорогами, тремором. Возможны аритмии и другие сердечно-сосудистые нарушения, а также рвота и диарея, усугубляющие дефицит. В тяжелых случаях развивается миопатия, ухудшающая моторные функции. У щенков наблюдаются задержка роста, беспокойство, вентрофлексия головы, паралич тазовых конечностей и общая слабость [42, 105].

Хлор. Гипохлоремия у собак — снижение уровня хлора в сыворотке ниже 98 ммоль/л, что нарушает кислотно-щелочной баланс, осмотическое давление и функцию нервной и мышечной систем. Клинически проявляется апатией, снижением активности и снижением интереса к окружающему. Может возникнуть нарушение сердечной проводимости, приводящее к аритмиям, а также неврологические симптомы, такие как судороги и тремор, особенно при тяжелых формах. У щенков гипохлоремия сочетается с гипокалиемией и метаболическим алкалозом, вызывая задержку роста, слабость и атаксию [42].

Железо. Дефицит у собак связан с патологическими состояниями, такими как микроцитарная гипохромная анемия и снижение процента насыщения плазменного трансферрина. У щенков обнаруживаются низкие уровни гемоглобина и гематокрита, а также замедленный рост, бледность слизистых оболочек, вялость, слабость, диарея, гематокезия и мелена [42, 105].

Медь. Клинические признаки дефицита меди у собак не наблюдаются, в то время как у щенков может отмечаться потеря пигментации шерсти и перерастяжение дистальных фаланг. Чрезмерное накопление этого минерала может приводить к хромосомным мутациям и повреждениям печени, что существенно снижает ее функциональную активность. Медь накапливается в

печеночной ткани, и в конечном итоге это может привести к печеночной недостаточности, что требует немедленного вмешательства специалиста [8, 42, 51, 54].

Цинк. Дефицит цинка у собак проявляется в виде дерматологических поражений, тогда как у щенков отмечаются очень низкие темпы роста, причем кожные поражения обычно возникают в местах повышенных нагрузок и трения, таких как подушки лап. Избыток цинка может приводить к гемолизу эритроцитов и развитию анемии. Клинические признаки включают желтушность слизистых оболочек, лейкоцитоз и изменения в биохимическом анализе крови — повышение уровня печеночных трансаминаз и билирубина. Хроническое отравление цинком также негативно влияет на почки, вызывая нефропатию и нарушения обмена веществ. Риск увеличивается у собак с предрасположенностью к хроническим заболеваниям или недостатком меди, что может усугублять симптомы интоксикации [9, 42, 51, 54].

Селен. Данный микроэлемент восполняет недостаток других микроэлементов, стимулирует эритропоэз, восстанавливает обмен веществ, повышает неспецифическую резистентность организма. У взрослых собак отсутствуют зарегистрированные клинические признаки дефицита селена, однако у щенков могут наблюдаться анорексия, депрессия, одышка и кома [15, 105].

Йод. При дефиците йода у взрослых собак и щенков могут наблюдаться такие признаки, как зоб или увеличение щитовидной железы, алоpecia, сухость шерсти, увеличение массы тела и иногда снижение уровня гормонов щитовидной железы. Переизбыток йода может также вызвать повреждения тканей щитовидной железы и привести к долговременным нарушениям метаболизма [9, 42, 51, 54].

Витамины. NRC-2006 описывает минимальные, рекомендуемые и безопасные уровни для различных витаминов. Для витамина А минимальное значение не указано, а рекомендуемое — 379 мкг на 1000 ккал МЕ, при этом безопасный предел достигает 16 000 мкг. Витамин D3 не имеет минимального

значения, его рекомендуемое содержание составляет 3,4 мкг, а безопасный предел — 20 мкг. Витамин Е минимально необходим в объеме 6 мг, рекомендуемый уровень 7,5 мг; безопасный предел не установлен. Витамин К — минимум 0,33 мг и рекомендуется 0,41 мг; безопасный предел не указан. Витамины группы В: В1 (тиамин) — минимум 0,45 мг и рекомендуется 0,56 мг; В2 (рибофлавин) — минимум 1,05 мг и рекомендуется 1,3 мг; В6 — минимум 0,3 мг и рекомендуется 0,375 мг; В3 (РР) — минимум 3,4 мг и рекомендуется 4,25 мг; В5 (пантотеновая кислота) — минимум 3 мг и рекомендуется 3,75 мг; В12 — минимум 7 мкг и рекомендуется 8,75 мкг; В9 (фолиевая кислота) — минимум 54 мкг и рекомендуется 67,5 мкг. Витамин В7 (биотин) — минимум не указан, рекомендуется в объеме 340 мг и до 425 мг [190].

Для собак единственными водорастворимыми витаминами, которые незаменимы физиологически, являются витамины группы В. Поскольку витамины группы В обычно выводятся с мочой, они считаются безопасными, и для них, как правило, не установлены максимально допустимые уровни или безопасные верхние пределы [105].

Витамин С обычно применяется в натуральных кормах для домашних животных в качестве антиоксиданта, что потенциально может быть полезно для организма. Кроме того, он является компонентом натуральных систем консервирования, которые могут включать обработанные токоферолы, используемые для предотвращения окисления жиров. Избыточное потребление витамина С в рационе может вызвать негативные последствия у животных с уролитиазом, вызванным оксалатом кальция, так как это может привести к увеличению его образования. Витамин С в основном добавляется в очищенной форме, однако его также много в фруктах и овощах [94].

Для собак жирорастворимые витамины А, D и Е считаются незаменимыми. Эти витамины способны накапливаться в организме, что потенциально создает риск токсичности, особенно в отношении витаминов А и D. Дефицит *витамина А* у собак проявляется нарушениями зрения и

болезнями кожных покровов, анорексией, потерей веса, атаксией, ксерофтальмией, конъюнктивитом и поражениями роговицы. В некоторых случаях возможна потеря слуха. Патофизиология гипervитаминоза А связана с накоплением этого витамина в печени, что приводит к токсическим эффектам на различные системы органов [40]. Клинические проявления могут варьироваться и включают боли в костях и суставах, хромота и ограниченная подвижность. Кроме того, у собак могут наблюдаться дерматологические патологии, включая сухость и хрупкость кожи, а также проблемы с пищеварительной системой, такие как рвота и диарея. В некоторых случаях могут возникать неврологические симптомы – дезориентация и изменения в поведении животного [6, 51, 227].

Собаки не способны синтезировать *витамин D* в необходимом количестве, что делает его незаменимым. Витамин D, помимо поддержания здоровья костей, играет критическую роль в регуляции метаболизма кальция. При его недостатке у щенков могут развиваться симптомы низкого мышечного тонуса, вялость и остеопения. Избыток витамина D может привести к гиперкальциемии, которая вызывает чрезмерное всасывание кальция в кишечнике и увеличение его реабсорбции в почках, что в конечном итоге ведет к повреждению почечной ткани, кальцификации мягких тканей и даже к полиорганной недостаточности. Кроме того, избыток витамина D может приводить к желудочно-кишечным расстройствам, включая рвоту, слабость и полидипсию [6, 64].

Витамин E представляет собой группу из восьми связанных соединений, включающих четыре токоферола и четыре токотриенола, каждый из которых обладает уникальными изомерами и различной биологической активностью. Природная форма витамина E — d-альфа-токоферол, тогда как в кормах для домашних животных часто используют синтетическую форму — dl-альфа-токоферол. Эти синтетические формы обычно представлены в этерифицированном виде (например, ацетат), что помогает защитить их от окисления во время хранения. В коммерческих кормах также применяют

«смешанные токоферолы», содержащие различные изомеры для защиты жиров от окисления, однако они не предназначены для восполнения уровня витамина Е в организме. Относительная активность этих смешанных форм значительно ниже по сравнению с альфа-токоферолом: бета-токоферол имеет примерно половинную активность, дельта-токоферол — около 1/10, а гамма-токоферол — также около 1/10 активности альфа-токоферола. Дефицит витамина Е может вызывать у собак дерматоз, дегенерацию мышечной ткани, а также нарушение репродуктивной функции и серьезное ухудшение состояния сетчатки. Эти состояния могут проявляться мышечной слабостью, анорексией и даже комой в запущенных случаях [6].

Витамин К играет ключевую роль в гемостазе, и его дефицит у собак может привести к увеличению времени свертывания крови и серьезным проблемам с кровотечениями, особенно при наличии антикоагулянтных веществ в организме. Витамин К, несмотря на то что также является незаменимым, в большинстве случаев синтезируется кишечной микробиотой в адекватных количествах. Механизм, по которому может развиваться дефицит витамина К, до сих пор остается неясным. Высказано предположение, что данный дефицит может быть связан с высоким содержанием витамина Е в рыбе, что может препятствовать окислению гидрохинона витамина К или действовать как конкурентный ингибитор его метаболизма [6, 111, 113, 214]

Тиамин (витамин В1) является ключевым коферментом в процессах углеводного обмена и оказывает влияние на функционирование центральной нервной системы. У щенков и взрослых собак дефицит тиамина может проявляться анорексией, задержкой роста, а также выраженными неврологическими расстройствами, такими как угнетение ЦНС, атаксия, тонико-клонические судороги и даже внезапной смертью [6, 48].

Рибофлавин (витамин В2) также является важным метаболитом, необходимым для нормального функционирования окислительных процессов. Дефицит рибофлавина может проявляться анорексией, мышечной слабостью

и поражениями глаз, включая помутнение роговицы. В тяжелых случаях наблюдаются коллапс и летальный исход [6, 7]

Пиридоксин (витамин B6) играет важную роль в синтезе нейротрансмиттеров и метаболизме аминокислот. Дефицит витамина B6 у собак может сопровождаться судорогами, миоклоническими подергиваниями и микроцитарной гипохромной анемией. У щенков также могут наблюдаться анорексия и летальный исход [6, 51].

Ниацин (витамин B3) необходим для поддержания нормальной ферментативной активности в организме. У собак дефицит ниацина может проявляться потерей аппетита, изменениями на слизистых оболочках, такими как покраснение и изъязвление губ, а также диарея и потенциально угрожающие жизни состояния [6, 48].

Пантотеновая кислота (витамин B5) важна для синтеза коферментов и метаболизма жирных кислот. Ее недостаток может проявляться в виде анорексии, астении, тахикардии и гастроэнтерита [6, 51].

Цианокобаламин (витамин B12) играет важную роль в образовании эритроидного ряда клеток и поддержании функции нервной системы. У собак и щенков дефицит кобаламина может привести к развитию мегалобластной анемии и нейтропении [6, 51].

Фолиевая кислота (витамин B9) необходима для нормального клеточного деления и роста. У собак дефицит фолата может быть связан с расщелинами неба и снижением уровня гемоглобина. Рекомендуется проводить анализ уровня фолата в сыворотке крови при выявлении подобных симптомов [6, 51].

Биотин (витамин H или B7) играет важную роль в поддержании здоровья кожи и шерсти собак. Дефицит биотина обычно связан с потреблением сырых яиц, содержащих авидин, который ингибирует его усвоение. Важно обращать внимание на диетический анамнез при оценке состояния кожи [6, 51].

Дефицит холина, который необходим для нормального функционирования печени и метаболизма липидов, может вызывать

серьезные патологии, включая жировую дистрофию печени и потерю веса. Рекомендуется анализ уровня холестерина и оценка рациона в отношении доноров метильных групп [6, 51].

Роль пребиотиков. Пребиотики представляют собой непереваримую клетчатку или полисахариды, которые служат субстратом для роста и метаболизма полезной кишечной микрофлоры, и, следовательно, оказывают положительное влияние на общее состояние здоровья животных. Эти агенты обеспечивают благоприятную среду для размножения пробиотических бактерий, таких как *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*, что значительно способствует восстановлению и поддержанию баланса кишечной микрофлоры [5, 47].

Исследования показывают, что баланс микробиома напрямую связан с рядом заболеваний. Кишечная микробиота собак состоит из множества видов бактерий, которые являются ключевыми в пищеварении и усвоении питательных веществ. Пребиотики могут эффективно модулировать этот баланс, способствуя росту полезных бактерий и подавляя патогенные микроорганизмы [5, 47].

Было установлено, что применение инулина в рационе собак приводит к увеличению количества лактобактерий и бифидобактерий, а также к снижению количества патогенных видов, таких как *Clostridium*. Подобная модуляция микробиоты способствует улучшению состояния кишечника и может снизить риск развития кишечных заболеваний, таких как диарея [166].

Пребиотики также связаны с продукцией короткоцепочных жирных кислот (КЦЖК), которые служат основным источником энергии для клеток толстой кишки и играют важную роль в поддержании здоровья слизистой оболочки кишечника. Исследования показывают, что КЦЖК способствуют регенерации кишечной эпителиальной ткани и обладают противовоспалительными свойствами [190].

Пребиотики играют важную роль в модуляции иммунного ответа собак. Различные исследования демонстрируют, что их применение может

приводить к увеличению продукции специфических иммуноглобулинов, таких как IgA, которые играют ключевую роль в защите слизистых оболочек и желудочно-кишечного тракта от патогенов. Увеличение фагоцитарной активности макрофагов и нейтрофилов также было отмечено при введении пребиотиков в рацион собак, что указывает на возможное увеличение общего иммунного ответа [181].

1.2.1 Особенности кормления рабочих и спортивных собак

Ездовые собаки относятся к категории рабочих и спортивных собак. Согласно классификации Российской кинологической федерации и Международной ассоциации гонок ездовых собак, собачьи упряжки разделяются на четыре скоростные категории.

1. Первая – упряжки из собак северных ездовых пород, включая сибирских хаски; с родословными РКФ или других национальных организаций, признаваемых FCI;

2. Вторая – упряжки из собак северных ездовых пород с родословными РКФ или других национальных организаций, признаваемых FCI, в которых нет сибирских хаски;

3. Третья – упряжки, состоящие из собак любых других пород с родословными РКФ или других национальных организаций, признаваемых FCI;

4. Четвертая - упряжки, где есть хотя бы один метис или собака с непредоставленной родословной, или с предоставленной родословной, не признаваемой FCI.

При этом любая упряжка, где есть хоть одна собака породы сибирский хаски, считается упряжкой первой скоростной категории.

Определение оптимального количества корма для активных рабочих собак представляет собой сложную задачу, поскольку невозможно предоставить универсальную рекомендацию, применимую ко всем отдельным особям. Теоретически, можно рассчитать суточную потребность в

метаболизируемой энергии (ME) в ккал/день, разделив её на плотность ME корма в ккал/г, что позволит получить необходимое количество корма в г/день. Однако, как показывают исследования, индивидуальные вариации в потреблении энергии могут быть значительными даже среди собак с одинаковой массой тела (BW), выполняющих аналогичные физические нагрузки. Таким образом, расчеты, основанные на средних значениях энергетических потребностей, могут лишь приблизительно оценивать истинные потребности конкретного животного [190].

В связи с этим, рекомендуется не полагаться исключительно на математические расчеты для определения объема корма для активных собак, а корректировать его количество с целью поддержания оптимального состояния тела. Идеальное состояние тела для собак, находящихся в активном рабочем процессе, не имеет четко установленного определения, однако ряд исследований указывает на то, что собаки, получающие ограниченное количество пищи, демонстрируют более высокую продолжительность жизни и лучшие результаты в сравнении с теми, кто имеет свободный доступ к корму. Например, лабрадоры-ретриверы, подвергавшиеся умеренной физической активности в питомниках, умирали в среднем на два года раньше и нуждались в лечении артрита на три года раньше, когда их кормили на 25% больше, чем их сверстников. Собаки, получавшие меньшие порции корма, имели средний индекс упитанности (BCS – Body Condition Score) 4,6 по 9-балльной шкале, в то время как контрольная группа, получавшая больше корма, имела умеренно избыточный вес с BCS 6,7 [133].

В рамках одного из исследований, собаки, получавшие диету с низким содержанием жиров (14% от калорийности), не продемонстрировали значительных различий в расходе энергии в состоянии покоя или кондиции тела по сравнению с собаками, получавшими диету с высоким содержанием жиров (41% от калорийности) в течение 30-дневного периода [206]. Однако данное исследование имело краткосрочный характер, и обе группы кормились с целью поддержания массы тела. В другом исследовании, борзые,

участвовавшие в гонках на дистанцию 500 метров, показывали более высокие результаты, когда их масса была на 6% ниже, а потребление корма на 15% меньше, чем при свободном доступе к пище. Эти собаки имели медианный BCS 3,75 при свободном кормлении и более сухое телосложение с медианой BCS 3,5 при ограниченном кормлении [128].

Таким образом, для достижения оптимальной производительности и обеспечения долгосрочного здоровья активных рабочих и спортивных собак нецелесообразно применять свободное кормление. Первоначальная оценка необходимого размера порции корма может быть основана на средних суточных потребностях ME собак, занимающихся различными уровнями физической активности. После этого количество корма следует корректировать с целью поддержания поджарого состояния тела, что соответствует BCS 4–5 по 9-балльной шкале для большинства пород и BCS 3,5 для борзых и других схожих пород [190].

Существуют приблизительные ежедневные потребности в метаболизируемой энергии (ME) у спортивных собак при различных типах нагрузки. Для собак с базальным метаболизмом потребность составляет примерно 76 (48–114) ккал/кг^{0,75}, что соответствует 1,1 (0,7–1,6) от REE (расход энергии в состоянии покоя). В состоянии покоя и сытости потребность увеличивается до 84 (53–125) ккал/кг^{0,75}, что соответствует 1,2 (0,8–1,8) от REE. У собак-компаньонов потребности варьируют в широких пределах — от 50 до 200 ккал/кг^{0,75}, что соответствует соотношению от 0,7 до 3 от REE. Вольерное содержание требует около 130 (80–170) ккал/кг^{0,75} или 1,9 (1,1–2,4) от REE. Для курсинга и рейсинга (беговые дисциплины на короткие дистанции) потребность составляет примерно 140 (120–160) ккал/кг^{0,75} или 2 (1,7–2,3) от REE. Охота требует 240 (200–280) ккал/кг^{0,75} или 3,4 (3–4) от REE. Наибольшие значения приходятся на бег в упряжке на длинную дистанцию в холодную погоду и достигают 1050 (860–1240 ккал/кг^{0,75} или 15 (12–18) от REE [190].

Скорость бега не влияет на количество потраченной собакой энергии для преодоления определенного расстояния. Несмотря на то, что скорость бега действительно приводит к более быстрому расходу энергии, этот расход происходит в течение более короткого временного интервала. Общая энергия, затраченная на преодоление определенного расстояния, остается неизменной независимо от скорости бега, поскольку собаки, как и другие животные, адаптируют свою биомеханику с целью минимизации энергетических затрат [100].

Когда собака находится в состоянии покоя, в термонейтральной среде и не потребляет пищу, она продолжает расходовать энергию для поддержания жизнедеятельности. Эта базальная энергия составляет $76 \text{ ккал/кг}^{0,75} / \text{день}$ или $13 \text{ ккал/кг}^{0,75}/\text{час}$ для средней собаки. Кроме того, расход энергии увеличивается на 50% в состоянии стояния. Энергия продолжает расходоваться на протяжении всего времени, пока собака стоит, независимо от скорости ее движения. Расход энергии на поддержание горизонтального движения пропорционален пройденному расстоянию и составляет приблизительно 1 ккал/кг массы тела на каждый пройденный горизонтальный километр для собак весом более 10 кг и 1,5 ккал/кг массы тела на каждый пройденный горизонтальный километр для собак весом менее 10 кг [190].

Помимо энергии, необходимой для стояния и горизонтального движения, требуется дополнительный расход для изменения кинетической энергии, связанной с ускорением. Таким образом, борзой требуется в три раза больше энергии для ускорения в течение первых нескольких секунд гонки, чем для поддержания заданного темпа на протяжении остальной части дистанции; то есть примерно 3 ккал/кг массы тела на каждый горизонтальный километр при ускорении до почти 70 км/ч, но только 1 ккал/кг массы тела на каждый пройденный километр при поддержании скорости более 40 км/ч. Это последнее значение в 1 ккал/кг массы тела соответствует количеству энергии, необходимому собакам с аналогичной массой, которые бегут с меньшей скоростью [190].

Собакам, участвующим в аджилити, требуется аналогичное количество энергии для ускорения, как и борзым в течение первых нескольких секунд перед прыжком, однако эта потребность в увеличенной энергии является кратковременной. Собакам в аджилити потребуется дополнительная энергия для ускорения несколько раз в ходе испытания, но в каждом случае повышенные затраты энергии будут необходимы лишь на короткий период времени. Следовательно, степень увеличения энергозатрат будет ниже, поскольку собаки, занимающиеся аджилити, не разгоняются до таких высоких скоростей, как борзые. Таким образом, собакам, выполняющим короткие спринтерские упражнения на расстояния менее 2 км, такие как курсинг, рейсинг, работа подносящих охотничьих собак, аджилити и прыжки в высоту, требуется относительно мало энергии для поддержания активности, тогда как собакам, выполняющим упражнения на выносливость в течение многих часов на больших расстояниях, таким как ездовые собаки или преследующие охотничьи собаки, требуется гораздо больше энергии [190].

Собаки требуют дополнительной энергии для преодоления потенциальной энергии, возникающей при восхождении на наклонные поверхности. Энергетические затраты, необходимые для преодоления силы тяжести на склонах с углом наклона до 20%, варьируются от 5 до 14 ккал/кг за каждый вертикальный километр. При спуске с горы собаки способны восстанавливать часть этой потенциальной энергии. В условиях идеальной эффективности мышц, собаки могли бы полностью компенсировать затраты энергии на подъём при спуске, однако фактическая эффективность преобразования мышечной энергии составляет менее 40%. Это приводит к увеличению энергетических затрат как при восхождении, так и при спуске, особенно на крутых склонах (20% и более), где восстановление потенциальной энергии происходит менее эффективно [190].

Энергетические потребности также пропорционально возрастают в зависимости от работы, необходимой для транспортировки или тяги груза. Для собаки, несущей дополнительный груз, расход энергии увеличивается

пропорционально увеличению массы тела, так что увеличение массы на 10% требует соответствующего увеличения расхода энергии на 10%. Хотя энергия, необходимая для тяги груза, не была непосредственно измерена, предполагается, что она может превышать работу тяги в три раза, учитывая, что эффективность мышц большинства видов составляет около 30% [100].

Кроме того, энергия необходима для выполнения различных действий, таких как бег по пересеченной местности, преодоление сопротивления ветра, плавание, прыжки, игры, растяжка, уход за шерстью, а также для приема пищи и воды. Однако энергетические затраты на эти действия не были точно определены. Следует отметить, что собаки проявляют значительное возбуждение в ожидании физической активности (например, частота сердечных сокращений у борзых увеличивается в пять раз перед забегом), что также способствует увеличению расхода энергии. Во время физических нагрузок температура тела собак повышается, что требует дополнительных затрат энергии на терморегуляцию после завершения активности, в частности, через учащенное дыхание [190].

Теоретически возможно оценить необходимую энергию для различных видов активности, умножив энергетические затраты на каждую активность, на продолжительность её выполнения. Однако измерение продолжительности и интенсивности активности представляет собой сложную задачу. Для оценки интенсивности и продолжительности активности у собак могут использоваться акселерометры, шагомеры и мониторы сердечного ритма. Тем не менее, даже при определении энергетического эквивалента показаний сердечного ритма или акселерометра, индивидуальные различия в энергетических затратах на эти виды деятельности могут быть значительными. Следовательно, любые энергетические затраты на активность должны быть добавлены к базовым энергетическим потребностям, которые также варьируются у разных особей. Таким образом, точное определение энергетических потребностей отдельной рабочей или спортивной собаки в ближайшем будущем остаётся затруднительным [105, 190].

В настоящее время оценка потребностей в метаболической энергии (МЕ) и необходимого количества корма для обеспечения данной потребности может быть осуществлена исключительно на основе средней скорости метаболизма в условиях естественной среды обитания свободно живущих собак, осуществляющих сопоставимые объемы физической активности. В дальнейшем количество корма должно быть скорректировано таким образом, чтобы поддерживать оптимальный уровень упитанности у собаки. При проведении данной оценки необходимо учитывать продолжительность физической активности, пройденное расстояние, рельеф местности, а также груз, который собака тянет или несет, а не только скорость передвижения. Также следует избегать опоры на такие классификации, как «рабочая собака» или «собака-компаньон», поскольку уровень активности варьируется у всех собак, независимо от их происхождения, в зависимости от степени ограничения, времени суток, температуры окружающей среды, уровня взаимодействия между человеком и собакой, а также среди собак различных размеров, возрастов и пород. Как рабочие собаки, так и собаки-компаньоны, как правило, проводят более 60% суток в состоянии покоя или сна, при этом некоторые рабочие собаки и большинство собак-компаньонов выполняют минимальные объемы дополнительной физической активности. Для таких собак требуется лишь незначительное превышение базального уровня энергетических затрат, а также энергия, необходимая для усвоения пищи (примерно 10% увеличение), что в общей сложности составляет приблизительно 84 ккал/кг BW^{0,75} в день [190]. В противоположность этому, многие рабочие собаки и некоторые собаки-компаньоны могут быть активны в течение нескольких часов ежедневно, и ездовые собаки могут требовать в десять раз больше энергии в день во время бега на длинные дистанции [190]. Следует отметить, что тренировки не изменяют энергетические потребности для поддержания любой скорости. Однако тренировки способствуют повышению выносливости, что подразумевает, что нетренированные собаки,

вероятно, будут менее активными, а интенсивность выполняемых ими физических упражнений будет ограничена.

Зависимость потребности в питательных веществах от типа нагрузок. Потребности собак в диетических белках, жирах и углеводах варьируются в зависимости от скорости бега и уровня физической подготовки. Таким образом, собаки, которые демонстрируют высокую скорость на коротких дистанциях, преимущественно полагаясь на анаэробный метаболизм, имеют потребности, отличные от собак, осуществляющих медленный бег на длинные дистанции с преобладанием аэробного метаболизма. Потребности собак-компаньонов, которые подвергаются физической активности лишь эпизодически, также отличаются от потребностей спортивных собак, занимающихся интенсивными физическими упражнениями несколько раз в неделю. Для понимания этих различий необходимо проанализировать источники энергии, которые животные используют для поддержания физической активности [31, 105, 190].

Первоначально энергия для мышечной активности поступает из высокоэнергетических фосфатных связей аденозинтрифосфата (АТФ), находящегося в мышцах, а также из креатинфосфата, который служит буфером для АТФ. Энергия, содержащаяся в этих высокоэнергетических фосфатных связях, доступна немедленно, однако запасы этих соединений ограничены. Для поддержания уровня АТФ необходимо его постоянное восполнение, которое может осуществляться либо за счет анаэробного метаболизма углеводов, либо за счет аэробного метаболизма углеводов и жиров. Анаэробный метаболизм глюкозы способен генерировать энергию относительно быстро, однако он обеспечивает лишь две молекулы АТФ на каждую молекулу глюкозы и приводит к образованию молочной кислоты. В то же время доступ кислорода увеличивает выход АТФ из глюкозы до 19 раз, но этот процесс происходит медленнее, и запасы гликогена могут истощаться в конце длительных пробежек, поскольку они ограничены. Жир, в свою очередь, представляет собой практически неисчерпаемый источник энергии,

однако его метаболизм осуществляется с низкой скоростью, что ограничивает максимальную скорость бега, которую можно поддерживать. Таким образом, продолжительность способности к быстрому бегу (выносливость) определяется доступностью гликогена. Животные не способны ускоряться в конце длительных забегов, поскольку мышечный гликоген становится недоступным для поддержки более интенсивной активности [62, 164].

Собаки адаптированы к длительному бегу с использованием аэробного метаболизма жиров и получают в два раза больше энергии от окисления жиров как в состоянии покоя, так и во время физической активности по сравнению с людьми [112, 151, 172]. Мышечные ткани собак не содержат анаэробных, легко утомляемых быстросокращающихся волокон типа IIb, которые характерны для животных, адаптированных к спринтерскому бегу (например, таких, как кошки). Мышцы собак состоят исключительно из волокон с высокой аэробной емкостью, устойчивых к утомлению, а именно медленносокращающихся волокон типа I, которые в большей степени полагаются на аэробный метаболизм, и быстросокращающихся волокон типа IIa, которые в большей степени зависят от анаэробного метаболизма [159]. Собаки способны накапливать больше гликогена и жира в мышцах, а также обеспечивать более высокую транспортировку жирных кислот в ткани, поскольку альбумин у собак связывает больше свободных жирных кислот по сравнению с менее аэробными видами [172]

В состоянии покоя собаки получают энергию в равной степени от окисления жирных кислот и глюкозы. Однако при переходе к физической активности, особенно у тренированных особей, увеличение окисления глюкозы оказывается незначительным, в то время как основная часть дополнительной энергии генерируется за счет окисления жиров. С увеличением интенсивности физической нагрузки подача кислорода может стать ограниченной, что приводит к накоплению молочной кислоты, а это, в свою очередь, снижает использование жировых запасов. Таким образом, тренированные собаки, выполняющие физические упражнения на уровне

ниже максимального потребления кислорода (VO_{2max}), известные как субмаксимальные упражнения, в большей степени полагаются на окисление жиров. В противоположность этому, собаки, осуществляющие физическую активность на уровне, превышающем VO_{2max} , то есть занимающиеся супрамаксимальными упражнениями, в большей степени используют как анаэробный, так и аэробный метаболизм глюкозы [105, 190].

Во время бега борзые, как правило, выполняют супрамаксимальные упражнения, что сопровождается выраженным лактатацидозом (концентрация лактата составляет 24–34 ммоль/л) после пробежки менее одного километра со скоростью свыше 40 км/ч в течение менее одной минуты [190]. В то же время большинство других тренирующихся собак выполняют субмаксимальные упражнения, поскольку лишь немногие из них способны выполнять супрамаксимальные нагрузки на ровной поверхности [114].

Уровень выработки молочной кислоты у собак, занимающихся субмаксимальными упражнениями, несколько увеличивается, однако одновременно возрастает и использование молочной кислоты, что приводит к тому, что концентрация лактата в крови в конце физической активности остается относительно стабильной (приблизительно 1 ммоль/л) или увеличивается лишь незначительно (до 3 ммоль/л). Это умеренное изменение концентрации молочной кислоты после физических нагрузок было продемонстрировано у собак, участвующих в испытаниях на беговых дорожках, гонках на собачьих упряжках или испытаниях на ловкость. Вместо развития ацидоза у собак, выполняющих субмаксимальные физические нагрузки, наблюдается тенденция к алкалозу, что связано с необходимостью увеличения частоты дыхания для поддержания нормальной температуры тела [107, 114, 210, 212].

Синтез и катаболизм белков и аминокислот у собак, подвергающихся физическим нагрузкам, демонстрируют значительное увеличение, что обусловлено необходимостью поддержания анатомических изменений, связанных с процессом тренировок, а также обеспечением глюконеогенеза у

собак, осуществляющих длительные субмаксимальные физические упражнения. В процессе выполнения субмаксимальных нагрузок собаки первоначально используют гликоген в качестве основного источника глюкозы, однако через приблизительно 30 минут наблюдается активизация глюконеогенеза из белковых запасов [187]. Следовательно, собаки, осуществляющие беговые нагрузки продолжительностью более 30 минут, требуют значительно большего количества белка в своем рационе по сравнению с собаками, такими как борзые, которые занимаются физической активностью в течение значительно более коротких временных интервалов [127, 132].

Термины, такие как «спринт», «марафон» не являются адекватными в данном контексте, поскольку они подразумевают различные расстояния и скорости для борзых и ездовых собак. Борзые, как правило, не преодолевают дистанцию более одного километра и участвуют в супрамаксимальных физических нагрузках как в спринтерских, так и в марафонских соревнованиях, в то время как ездовые собаки способны преодолевать значительные расстояния и занимаются субмаксимальными физическими упражнениями как в спринтерских, так и в длинных гонках. Таким образом, при разработке рекомендаций по питанию спортивных собак критически важно учитывать, выполняют ли они анаэробные супрамаксимальные нагрузки или аэробные субмаксимальные упражнения. В общем случае большинство собак следует рассматривать как занимающихся субмаксимальными физическими нагрузками. Исключение составляют борзые и собаки, преодолевающие крутые склоны или тянущие тяжелые грузы, которые, вероятно, приближаются к своему максимальному потреблению кислорода или превышают его, выполняя супрамаксимальные физические нагрузки [190].

Важность тренировок для адекватного метаболизма собак с высоким уровнем активности. Большинство исследований, касающихся питания собак, подвергающихся физическим нагрузкам, проводились на особях, прошедших

специализированные тренировки для выполнения определённых физических упражнений. В отличие от этого, большинство собак-компаньонов не подвергаются систематическим тренировкам, как правило, осуществляют интенсивные физические нагрузки лишь периодически, преимущественно в выходные дни. Тренировки демонстрируют большую эффективность по сравнению с изменением рациона в контексте повышения физической производительности. Хотя тренировки не оказывают значительного влияния на энергетические потребности, они существенно влияют на выносливость [123]. Физическая подготовка приводит к увеличению размеров сердца, что, в свою очередь, снижает частоту сердечных сокращений во время физических нагрузок и увеличивает приток крови к тканям. У нетренированных собак наблюдается на 30% более низкий максимальный уровень потребления кислорода (VO_{2max}), а также повышенное образование молочной кислоты, что ограничивает использование жировых запасов в качестве источника энергии и ускоряет снижение уровня глюкозы в крови во время физических нагрузок. Следовательно, улучшение выносливости, связанное с увеличением содержания жира в рационе тренированных собак, может не проявляться у особей, не подвергавшихся тренировкам [195].

Кроме того, тренировки способствуют повышению обонятельной остроты и снижению образования свободных радикалов, а также могут уменьшать риск получения травм. Одно из исследований, посвящённых различным концентрациям жиров в рационе, не выявило значительных различий в способности обнаружения трёх различных взрывчатых веществ у обученных собак-ищущих. Однако было определено, что диета с низким содержанием белка и более высоким соотношением омега-6:3 обеспечивала лучшие результаты по сравнению с диетой с высоким содержанием белка и более низким соотношением, несмотря на аналогичную общую концентрацию омега-6 [223].

Рекомендации по питанию для собак в зависимости от вида физических нагрузок. Минимальная потребность в питательных веществах определяется

как «минимальная концентрация или количество биодоступного питательного вещества, необходимого для поддержания определенного физиологического состояния». Для установления минимальной потребности необходимо проводить измерения производительности, здоровья или других соответствующих показателей благополучия в процессе постепенного увеличения количества питательного вещества в рационе. Однако, к сожалению, минимальные требования не были установлены для собак, находящихся в процессе тренировок, поскольку влияние более низких концентраций питательных веществ, чем те, которые рекомендуются для поддержания собак с умеренной физической активностью, может варьироваться в зависимости от уровня активности собаки, которая потребляет больше пищи для удовлетворения возросших энергетических потребностей. В противоположность этому, малоподвижные собаки могут нуждаться в увеличении потребления питательных веществ, однако влияние постепенно увеличивающейся плотности питательных веществ на производительность или здоровье не было оценено для активных собак. Большинство проведенных исследований ограничивались сравнением лишь двух концентраций питательных веществ, или же различия между концентрациями были слишком значительными для точного определения минимальной потребности. Таким образом, любые рекомендации для тренирующихся собак представляют собой лишь адекватное потребление, которое определяется как наименьшая концентрация или количество питательного вещества, поддерживающее тренируемых собак (чаще всего ездовых собак или борзых), регулярно занимающихся спортом. Тем не менее, существует вероятность, что более низкие концентрации, чем указанные, могут поддерживать тренирующихся собак, особенно если характер упражнений менее интенсивен, чем у ездовых собак и борзых. Кроме того, потребление питательных веществ будет увеличиваться с ростом калорийности рациона, соответствующего высокоэнергетическим продуктам, превышающим потребности умеренно активных собак [12, 190].

Для собак при беге на длинные дистанции рекомендуются 90 г белка на Мкал (что составляет до 40%), 59 г жиров (до 27%), и в целом может не быть потребности в углеводах. В то же время, при нагрузках, связанных с очень интенсивной, но непродолжительной активностью, потребление белка снижается до 60 г/Мкал (до 27%), жиров — до 36 г/Мкал (до 16%), а углеводы могут составлять до 105 г/Мкал (до 47%). При этом нет различий в потребности в воде – 2,4 л/Мкал, натрия – 1 г/Мкал, калии – 1 г/Мкал, кальция – 3 г/Мкал и фосфоре – 3 г/Мкал [190].

На данный момент отсутствуют исследования, посвященные потребностям в питательных веществах у нетренированных собак, занимающихся спортом, что не позволяет выработать рекомендации для нетренированных активных собак. Тем не менее, большинство собак-компаньонов не проходят тренировок и занимаются спортом редко. Их выносливость, как правило, низка, что делает маловероятным проявление значительно большей активности по сравнению с собаками, содержащимися в лабораторных условиях. Поскольку большинство потребностей в питательных веществах для собак были определены на основе исследований, проводимых с участием нетренированных собак, содержащихся в лабораторных условиях и проявляющих лишь умеренную активность, установленные потребности в питательных веществах для растущих и взрослых собак должны обеспечивать адекватное питание для большинства нетренированных собак-компаньонов. Владельцы собак-компаньонов, которые занимаются физической активностью больше, чем собаки, содержащиеся в лабораторных условиях, должны постепенно увеличивать частоту и интенсивность тренировок своих питомцев. Тренировочный процесс, вероятно, окажет более значительное влияние на производительность и здоровье, чем любые изменения в рационе [190].

Собаки, бегающие на длинные дистанции, демонстрируют повышенную выносливость при адаптации к высокожирной диете, что связано с замедленным использованием мышечного гликогена в условиях потребления жиров, богатых длинноцепочечными омега-6 жирными кислотами [124]. В

исследовании, проведенном на тренированных собаках, которые выполняли бег на беговой дорожке со скоростью 12,5 км/ч в течение 30 минут под углом 2,5%, было установлено, что добавление 53,9 г кукурузного масла на мегакалорию (кукурузное масло является источником линолевой кислоты) приводит к изменению соотношения макронутриентов в рационе на 18% метаболической энергии (МЕ) из белков, 57% МЕ из жиров и 25% МЕ из углеводов, что, в свою очередь, незначительно снижает температуру после физической нагрузки [224].

Состав жирных кислот добавляемых жиров может оказывать значительное влияние на результаты, что было продемонстрировано в исследовании, где у подгруппы собак из одной упряжки, получавшей 8% крилевой муки, богатой длинноцепочечными омега-3 жирными кислотами, наблюдалось снижение маркеров воспаления [135]. В другом исследовании, в течение 12 недель, добавление 54 мг рыбьего жира (также богатого омега-3) на килограмм метаболического веса в день к полноценному и сбалансированному коммерческому корму незначительно снижало частоту сердечных сокращений у тренированных собак после двух 30-минутных сессий на беговой дорожке со скоростью 8 км/ч и уклоном 7,5% [198].

Собаки, занимающиеся длительными физическими нагрузками, также подвержены развитию «спортивной анемии» и повышенному риску травм при недостаточном потреблении высокобелковой диеты с адекватным балансом аминокислот [12, 132]. Источник белка должен быть высокоусвояемым, чтобы минимизировать количество непереваренного белка, поступающего в толстый кишечник. Избыточное количество белка или ферментируемых углеводов, достигающих толстого кишечника, может подвергаться ферментации с образованием короткоцепочечных жирных кислот, что может привести к осмотической диарее [194, 221].

Собакам, занимающимся длительными пробежками, не требуются усваиваемые углеводы, при условии, что в рационе присутствует достаточное количество белка для поддержки глюконеогенеза. Однако остается неясным,

необходимы ли неусваиваемые углеводы. Короткоцепочечные жирные кислоты, образующиеся в результате анаэробной ферментации, способствуют поддержанию здоровья слизистой оболочки толстой кишки, но не установлено, требуется ли в рационе растворимая клетчатка в дополнение к непереваренному белку и крахмалу в качестве субстрата для этой ферментации. Тем не менее, высокое содержание пищевых волокон нежелательно, так как оно может привести к увеличению массы толстой кишки и потере воды с калом [14, 190].

Таким образом, для большинства активных собак, проявляющих умеренную физическую активность, рекомендуется использование диет с высоким содержанием белка и жира, которые должны обеспечивать адекватное количество этих макронутриентов [18].

Собаки, такие как борзые, которые занимаются спринтерскими бегами, не требуют такого же количества белка и жира, как собаки, осуществляющие субмаксимальные физические нагрузки на длительные дистанции. Исследования показывают, что производительность снижается при увеличении доли диетического белка в ущерб углеводам [127, 138]. В условиях кратковременных физических нагрузок запасы гликогена, как правило, не истощаются, что делает ненужным использование белка для глюконеогенеза. Как недостаток, так и избыток диетического жира ассоциируются со снижением производительности, однако оптимальные пропорции жиров и углеводов в рационе остаются неустановленными. В настоящее время рекомендуется диета, содержащая стандартные поддерживающие уровни белка (60–70 г белка/Мкал ME) и жира (36–50 г жира/Мкал ккал ME), при этом количество жира может потребовать корректировки для достижения оптимальной производительности [190].

Потребность в жидкости и электролитах, гидратация. Собакам необходимо обеспечить неограниченное и частое потребление воды до, во время и после физической активности, однако дополнительный прием натрия, электролитов или витаминов не является обязательным. В отличие от

человека, собаки не обладают механизмом потоотделения. Спортивные напитки, разработанные для человеческого потребления и содержащие натрий и электролиты, не рекомендуются для собак, занимающихся физической активностью, так как они могут негативно сказаться на их производительности [140]. Восстановление запасов гликогена может быть достигнуто путем добавления определенного количества глюкозы в воду после физических нагрузок, однако оптимальное количество для добавления остается неопределенным. Кроме того, отсутствуют убедительные доказательства эффективности других так называемых эргогенных веществ.

Адекватная гидратация является критически важной для достижения оптимальной спортивной производительности у собак. Во время физической активности температура тела повышается, что ограничивает их активность [149]. Чрезмерное повышение температуры тела может привести к повреждению тканей, особенно кишечника и почек, что представляет собой серьезную угрозу для жизни и должно быть предотвращено всеми возможными способами. Поддержание низкой температуры у собак с помощью холодных компрессов и проведение тренировок в условиях низкой температуры окружающей среды способствует увеличению продолжительности их физической активности. Обезвоживание ускоряет повышение температуры тела во время физических нагрузок и снижает как продолжительность, так и интенсивность упражнений, которые собаки способны выполнять. Поддержание адекватного уровня гидратации способствует увеличению выносливости и, следовательно, снижает риск возникновения опасной для жизни гипертермии [149, 167].

Потеря воды для терморегуляции возрастает во время физических нагрузок, особенно при повышенной температуре окружающей среды. Выработка мочи также увеличивается пропорционально потреблению пищи, необходимой для удовлетворения энергетических потребностей во время нагрузок, в зависимости от количества соли и мочевины (образующейся из белка), которые необходимо вывести. Средняя потребность в воде варьируется

от 0,5 мл/ккал при низкой температуре окружающей среды до 0,6–1,2 мл/ккал при комнатной температуре (в зависимости от содержания натрия и белка в рационе) и достигает 1,8 мл/ккал у собак с избыточной массой тела. Тем не менее, рекомендуется предлагать собакам в два раза больше указанных средних значений, поскольку индивидуальные потребности могут варьироваться и у некоторых собак может быть необходимость в удвоенном объеме воды [190].

Собаки периодически испытывают обезвоживание, поскольку вода постоянно теряется в процессе метаболизма. Однако потребление воды собаками происходит лишь периодически. У малоподвижных собак наблюдается недостаточная предрасположенность к предвидению потребности в воде, что приводит к тому, что они начинают пить только после потери приблизительно 0,5% массы тела. В то же время, во время физической активности собаки способны поддерживать уровень гидратации, регулярно потребляя воду, если она доступна. Следовательно, необходимо обеспечить доступ к воде для собак перед физическими упражнениями, а также через определенные интервалы во время и вскоре после их завершения [192].

В процессе физической активности собаки теряют воду, но лишь незначительное количество натрия, что приводит к гиперосмолярности крови. Потребление воды без растворенных веществ способствует немедленной коррекции данной гиперосмолярности, в то время как употребление воды, содержащей соль или глюкозу, не устраняет гиперосмолярность, что вызывает у собак продолжительное желание пить [204].

Таким образом, оптимальным подходом к коррекции обезвоживания во время физической активности является использование воды без растворенных веществ, в то время как вода с добавлением глюкозы рекомендуется после завершения нагрузок для содействия восстановлению запасов гликогена.

Коммерческие спортивные напитки, предназначенные для людей-спортсменов, не следует предлагать собакам, занимающимся физической активностью. Собаки потеют исключительно через подушечки лап, и

увеличение потери соли в результате интенсивного дыхания и слюнотечения во время упражнений является незначительным. Следовательно, потребность собак в соли во время физической активности увеличивается лишь в малой степени. Любая соль, потребляемая с питьевой водой, будет выводиться с мочой, что может привести к увеличению скорости потери воды и усугублению обезвоживания. Рекомендуемое потребление натрия и калия для спортивных собак составляет 1 г/Мкал. Показано, что оптимальным уровнем натрия для ездовых собак, участвующих в гонке на 1600 км, может быть 1,2 г/Мкал [213].

Потребность в биологически активных добавках, витаминах, микро- и макроэлементах. Окислительные процессы в митохондриях представляют собой нормальную физиологическую реакцию, в ходе которой энергия становится доступной в условиях физической активности. Интенсивность окисления возрастает пропорционально увеличению энергетических потребностей организма, однако регулярные физические нагрузки также способствуют активации антиоксидантных защитных механизмов. Антиоксидантные нутриенты, такие как витамин Е, играют ключевую роль в рационе собак, подвергающихся нагрузкам и, следовательно, должны способствовать снижению окислительного стресса во время физической активности [190].

Необходимость в антиоксидантных витаминах возрастает с увеличением содержания диетического жира и полиненасыщенных жирных кислот в рационе, особенно в условиях длительного хранения пищи. Тем не менее, вопрос о том, требуется ли собакам, подвергающимся нагрузкам, больше антиоксидантных нутриентов по сравнению с собаками, ведущими малоподвижный образ жизни, остается открытым. Потребности в антиоксидантах у собак, регулярно занимающихся физической активностью, могут быть даже ниже, чем у собак, которые ведут малоподвижный образ жизни и тренируются лишь периодически. В связи с этим, предпочтительнее

рекомендовать регулярные нагрузки для собак, нежели увеличивать содержание антиоксидантных витаминов в их рационе [105, 190].

Потребности в определённых витаминах группы В, таких как тиамин, вероятно, будут варьироваться в зависимости от энергетических потребностей организма, тогда как потребление витамина В6 (пиридоксина) демонстрирует зависимость от уровня белкового рациона. Большинство коммерчески доступных диет характеризуются избыточным содержанием витаминов группы В, что служит компенсацией за потери, возникающие в процессе обработки. Более того, уровень потребления этих витаминов будет изменяться пропорционально колебаниям в потреблении пищи, обусловленным изменениями энергетических потребностей. Следовательно, маловероятно, что витамины группы В будут дефицитными в большинстве коммерческих диет, и добавление этих витаминов в количествах, превышающих уже присутствующие в рационе, почти наверняка не требуется [105, 190].

Также можно с высокой степенью уверенности утверждать, что потребности в кальции, фосфоре и других минералах не увеличиваются прямо пропорционально энергетическим потребностям, что подразумевает, что содержание минералов в рационе малоподвижных собак должно быть адекватным для удовлетворения потребностей собак, занимающихся физической активностью. В противоположность этому, существует вероятность избыточного потребления кальция и микроэлементов у собак, которые потребляют значительные объёмы пищи в связи с их высокими энергетическими потребностями. Уровень микроэлементов в рационе собак, активно занимающихся физической нагрузкой, должен поддерживаться на уровне, близком к минимальным потребностям и, вероятно, не должен увеличиваться пропорционально повышению содержания жира в рационе, однако эта область остаётся недостаточно исследованной в контексте собак [105, 190].

В настоящее время существует ограниченное количество экспериментальных данных, подтверждающих эффективность так

называемых эргогенных питательных веществ в улучшении физической производительности собак, подвергающихся физическим нагрузкам. В частности, добавление креатина в рацион собак не продемонстрировало значительного увеличения концентрации креатина в мышечной ткани или улучшения спортивных показателей. Исследования показали, что диметилглицин и диизопропиламмоний дихлоруксусная кислота способствовали сокращению времени забега борзых [158], однако данный положительный эффект, вероятно, обусловлен действием дихлоруксусной кислоты, которая снижает уровень лактата в крови. Тем не менее, использование дихлоруксусной кислоты в рационе собак не рекомендуется, поскольку она обладает токсичностью даже в малых дозах [85].

Глюкозамин и другие нутриенты, направленные на смягчение последствий остеоартрита, могут оказать положительное влияние на собак, страдающих от данного заболевания. Однако в настоящее время отсутствуют убедительные доказательства того, что эти вещества способны предотвращать развитие остеоартрита. Показана потенциальная польза ежедневного приема L-карнитина в дозе 125 мг у тренированных ездовых собак с средним весом 29 кг, что может способствовать снижению показателей деградации или повреждения мышечной ткани через 1 час после выполнения забега на дистанцию 24,2 км [180, 226].

График кормления активных рабочих и спортивных собак. Депривация пищи не оказывает значительного влияния на производительность собак при выполнении упражнений на выносливость [229]. Тем не менее, исследования показали, что собаки, получающие корм утром, демонстрируют более высокую точность в поисковых задачах по сравнению с голодными животными [188]. Введение глюкозы до или во время физических нагрузок способствует минимизации снижения концентрации глюкозы в крови и уменьшению повышения температуры тела, тогда как прием глюкозы после упражнений способствует восстановлению мышечного гликогена. Однако оптимальное количество глюкозы для введения не установлено, поскольку

дозы, применяемые в исследованиях, варьировались от 1,5 мг до 1,5 г/кг массы тела [130, 137]. В одном из исследований, посвященных диетическим добавкам, введение 5% декстрозы, 32,4% мальтодекстрина и 16% белка (сывороточного/соевого) после первой серии упражнений не продемонстрировало статистически значимого улучшения в весе при выполнении второй серии упражнений, проведенной через 180 минут после первой [222]. В другом исследовании, кормление собак дополнительным «батончиком», содержащим 37,4% быстроусвояемых углеводов (мальтодекстрин и декстрин) и 25% белка сразу после тренировки, привело к увеличению концентрации питательных веществ в крови, что способствовало синтезу гликогена и белка по сравнению с контрольной группой [232].

Следует отметить, что кормление собак пищей, содержащей жир, непосредственно перед или во время интенсивных физических нагрузок не рекомендуется. Потребление пищи приводит к перераспределению крови в кишечник, что может негативно сказаться на производительности, в то время как физические нагрузки могут нарушать функции кишечника. Оптимальным является кормление собак вскоре после завершения интенсивных упражнений, когда уровень возбуждения у животных снижен [190].

1.3 Требования к питательным веществам в рационах собак в Российской Федерации и в мире

Требования к содержанию питательных веществ в кормлении собак в мировой практике определяются на основании трех основных источников: официальных публикаций Американской ассоциации специалистов по контролю за кормами (American Association of Feed Control Officials – AAFCO), европейских рекомендаций по питанию (Federation of European Pet Food Industry – FEDIAF), а также данных, полученных от Национального исследовательского совета США (NRC). Научные разработки NRC содержат наиболее актуальные требования, последние из которых были описаны в публикации 2006 года. С тех пор большинство существующих норм не

претерпели значительных изменений, однако NRC обновил данные для нескольких жирных кислот омега-3 (например, EPA, DHA и ALA), а также внес поправки в рекомендации, касающиеся аминокислот и минералов [89, 90, 190].

Публикации AAFCO оценивают потребности в питательных веществах, классифицируя их как «минимальные» и «максимальные» уровни для этапов «роста и воспроизводства» и «поддержания здоровья взрослых животных». Эти уровни выражены как на основе сухого вещества, так и в расчете на 1000 ккал метаболически доступной энергии (ME) [90, 215].

Минимальные значения для некоторых питательных веществ варьируются в зависимости от типа корма; например, различия в рекомендациях по меди и таурину могут наблюдаться для экструдированных и консервированных продуктов, а рекомендации по витамину К могут быть увеличены при высоком содержании рыбы в рационе. В то же время максимальные значения для отдельных питательных веществ остаются постоянными, независимо от стадии жизни [90, 215, 220].

В Российской Федерации требования к уровню и содержанию питательных веществ в кормах для собак регулируются несколькими нормативными документами, основными из которых являются ГОСТ Р 55453-2022 «Корма для непродуктивных животных. Общие технические условия». Этот документ устанавливает требования к безопасности кормов, включая показатели, касающиеся токсичности, микробиологической безопасности и содержания вредных веществ. Важное внимание уделяется не только питательным веществам, но и их взаимодействию с другими компонентами корма. На территории Российской Федерации регламентированы методы определения питательных веществ и физико-химические характеристики кормов [28].

Ветеринарные специалисты рекомендуют уровни питательных веществ в зависимости от физиологических потребностей собак, включая возраст, размер и стиль жизни, однако они не должны противоречить ГОСТу. В первую

очередь это белки. Требования к их содержанию варьируются от 18 до 25% в зависимости от возраста и физической активности животного. Для щенков и беременных сук уровень белка может достигать 30%. Белки необходимы для роста, восстановления тканей, а также для синтеза ферментов и гормонов. Кроме белков, важную роль играют и жиры. Концентрация жиров в корме должна составлять от 8 до 20%. Для высокоактивных собак этот показатель может увеличиваться до 30%. Жиры являются важным источником энергии и необходимы для усвоения жирорастворимых витаминов (А, D, Е, К) [28].

Углеводы также составляют значительную часть рациона собак и их уровень может варьироваться от 30 до 70%. Углеводы, содержащиеся в злаках, овощах и фруктах, служат источником энергии и помогают поддерживать нормальную работу кишечника. Витамины, такие как А, D, Е и витамины группы В, также должны присутствовать в рационе в соответствии с установленными рекомендациями. Витамины участвуют в метаболических процессах и играют ключевую роль в поддержании здоровья кожи, шерсти и общего состояния собаки. Минералы, такие как кальций, фосфор, калий и магний, также должны быть в правильном соотношении. Например, соотношение кальция и фосфора не должно превышать 1,2:1. Не менее важным является то, что специализированные корма могут иметь различные уровни и соотношения питательных веществ, направленные на решение специфических задач, таких как поддержка здоровья суставов, коррекция веса или поддержание активности у пожилых собак [28, 46, 105].

Согласно действующему законодательству, все корма для собак должны соответствовать определённым требованиям, касающимся их безопасности, пищевой ценности, а также маркировки и упаковки. Корма для собак должны быть безопасными для животных и не представлять угрозы для их здоровья. Технический регламент на безопасность кормов для животных (Технический регламент ЕАЭС) устанавливает допустимые уровни опасных веществ, включая [28]:

- токсичные элементы (мышьяк, свинец, кадмий, ртуть);

- патогенные микроорганизмы (сальмонеллы, кишечная палочка и др.);
- пестициды и другие химические загрязнители.

Для обеспечения безопасности производители должны проводить регулярные испытания и анализы, подтверждающие отсутствие или допустимые уровни указанных веществ в кормах [28].

Таким образом, требования к уровню и содержанию питательных веществ в кормах для собак на территории Российской Федерации определяются в основном установленными государственными стандартами и техническими регламентами. Процесс подбора состава корма требует учета различных факторов, включая физиологическое состояние животного, его размер, возраст, уровень активности. Важнейшим аспектом является качество используемых ингредиентов. Соблюдение этих норм и рекомендаций позволяет обеспечить сбалансированное питание и поддержание здоровья собак, способствует снижению рисков возникновения заболеваний и улучшению качества жизни.

1.4 Лабораторное исследование кормов на территории Российской Федерации

В России существует ряд нормативных актов, регулирующих производство и продажу кормов для домашних животных. К ним относятся закон РФ «О ветеринарии» от 14.05.1993 N 4979-1 (ред. от 08.08.2024) и ГОСТ Р 55453-2022 «Корма для непродуктивных животных. Общие технические условия». Они регулируют требования к качеству и безопасности кормов. Лабораторная диагностика кормов должна соответствовать этим стандартам, что позволяет гарантировать соответствие продукта заявленным характеристикам [28].

Лабораторные исследования кормов для собак включают [6, 28, 51]:

- Физико-химический анализ. Физико-химический анализ включает определение содержания влаги, сырых белков, жиров, клетчатки и золы. Эти показатели позволяют оценить питательную ценность корма. Для определения

этих параметров используют методы, такие как высушивание в печи, экстракция и другие.

- Биохимический анализ. Биохимические тесты применяются для определения содержания витаминов, минералов и других биоактивных веществ. Например, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) часто используется для анализа витаминов группы В и других водорастворимых витаминов.

- Микробиологическое исследование. Микробиологическое исследование позволяет выявить патогенные микроорганизмы, такие как *Salmonella*, *E. coli* и *Listeria*. Эти исследования имеют особое значение для предотвращения инфекционных заболеваний у собак [103, 142, 145, 154, 200, 202].

- Токсикологический анализ. Токсикологические исследования необходимы для определения наличия токсичных веществ, таких как ртуть, афлатоксины, плесневые грибы и другие потенциально опасные соединения.

В соответствии с требованиями законодательства, каждый производимый корм должен иметь правильную упаковку. Вся информация на упаковке должна быть предоставлена на русском языке и включать:

- название продукта;
- наименование производителя и информация о его местонахождении;
- состав корма;
- рекомендации по применению (возраст, размер и потребности собаки);
- дата изготовления и срок годности;
- условия хранения;
- информация о питательной ценности.

Производство кормов для собак подлежит строгому контролю со стороны государственных ветеринарных служб. В соответствии с Федеральным законом "О ветеринарии", каждое предприятие, занимающееся производством кормов, обязано пройти ветеринарно-санитарную экспертизу. Это включает:

- проверку санитарных условий производства;
- контроль за соблюдением технологий производства;
- лабораторные исследования готовой продукции;
- регулярные проверки на соответствие с действующими нормами безопасности и качеством.

Кроме требований к безопасности и качеству, законодательство также акцентирует внимание на экологические аспекты. Корма для собак должны производиться с учетом принципов устойчивого развития и экологической безопасности. В частности, должна быть обеспечена утилизация отходов производства в соответствии с текущими нормами: соблюдение правил по очистке сточных вод, переработке остатков корма и минимизации воздействия на окружающую среду [28].

1.5 Производство экструдированных полнорационных кормов для ездовых собак

Экструзия — это процесс, в котором смесь прессуется через матрицу при высокой температуре и давлении, что позволяет улучшить усвояемость питательных веществ и значительно увеличить срок хранения корма. При этом достигается денатурация белков, желатинизация крахмала и уничтожение патогенных микроорганизмов [90].

После экструзии корма охлаждаются и сушатся для снижения содержания влаги, чтобы предотвратить гниение и развитие микроорганизмов. Процесс сушки требует тщательного мониторинга, чтобы не потерять питательные вещества, особенно витамины и минералы [90, 106].

Разработка и производство таких кормов требует комплексного подхода, учитывающего специфику физиологии собак, технологии переработки сырья, а также потребительские предпочтения [10, 109]. Сухие полнорационные корма должны содержать все необходимые питательные вещества в оптимальных пропорциях. Крайне важно обеспечить ездовых собак энергией. Известно, что при умеренной физической нагрузке требуется увеличение

содержания энергии в рационе на 40%, а при высокой – на 50–70 %. Средняя потребность в энергии для собаки весом 20–30 кг при температуре 20°C составляет 50–60 ккал/кг в сутки. При температурах выше и ниже 20°C собаки расходуют больше энергии, чтобы поддерживать температуру тела. Во время тренировок мышцы собак расходуют энергию более эффективно. Эффективность использования энергии у нетренированных собак составляет 16–18%, тогда как у тренированных достигает 25%. Ездовые собаки должны быть обеспечены достаточным количеством белков и жиров, так как именно они используются организмом в качестве основных источников энергии при беге на большие дистанции [11].

Наиболее популярные источники белка в кормах для собак – это мясо, рыба, яйца и растительные белковые компоненты, такие как соя или горох. Научные исследования подчеркивают важность белка как ключевого элемента для активных и растущих собак, задавая оптимальные уровни от 20% до 30% в зависимости от возраста и активности животного [215].

Разные виды белка обладают значимо отличающимся балансом аминокислот в составе. При этом разные части животного имеют разные механические нагрузки и уровни активности, что влияет на состав мышечных волокон. Мясной белок часто добавляется в виде мясной и мясокостной муки. Цельное мясо доступно в виде тримминга с разных частей туши, поэтому наиболее рационально рассматривать усредненные показатели без акцента на различиях в разном типе мышечных волокон. Растительный белок также добавляется в виде сухой муки мелкого помола. С учетом рекомендуемого содержания аминокислот в корме для взрослых собак, а также учитывая высокую потребность в белке у рабочих, ездовых собак [28, 190], наиболее эффективной является комбинация нескольких видов белка в составе сухого полнорационного корма. Добавление мясной или мясокостной муки не рассматривалось, так как усвояемость белков из данных продуктов может быть значительно ниже (иногда на 20-30%) по сравнению с усвояемостью белков из цельного мяса. Это связано с наличием трудноперевариваемых

компонентов и изменением структуры белков в процессе их очистки и переработки [41]. Массовая доля протеина мясной и мясокостной муки составляет 30-40%, переваримость 28-30% [10, 80]. В то же время массовая доля протеина составляет 64% для фарша индейки и 68% для тримминга говяжьего, а их переваримость достигает 85-95% [41].

В качестве дополнительного, растительного источника белка в сухом корме для собак хорошим выбором является чечевица [184]. Несмотря на то, что чечевица уступает сое в содержании белка, она является неоспоримым лидером по количеству железа. Также чечевица обладает наиболее низким гликемическим индексом. В одном из последних исследований было показано, что чечевица способствует улучшению пищеварения за счет пребиотических свойств. Кроме того, чечевица способствует экструдированию более твердых и плотных гранул в процессе производства корма, что полностью соответствует поставленным задачам производства. Авторы недавнего исследования показали, что вкусовая привлекательность у рационов с чечевицей была выше по сравнению с контрольным рационом [170].

Черная львинка (*Hermetia illucens*) является одним из наиболее интенсивно изучаемых видов насекомых для использования в кормлении животных и представляет собой крупный вид насекомых из семейства львинок (Stratiomyidae). В последнее десятилетие *H. illucens* приобрела значительную популярность благодаря ее использованию в качестве корма для рептилий, птиц и других животных [29, 34, 67, 228]. Это обусловлено высокой питательной ценностью личинок [40, 178].

Доля незаменимых аминокислот в белке *H. illucens* составляет более 40% [168]. При этом аминокислотный профиль *H. illucens* сопоставим с белком куриного яйца и других продуктов животного происхождения. Жирнокислотный профиль характеризуется относительно высоким содержанием лауриновой кислоты (39,9%), а соотношение других жирных кислот приближено к рыбьему жиру. В сухой биомассе личинок содержатся каротиноиды (0,23 мг/100 г), токоферол (3,1 мг/100 г) и тиамин (53 мкг/100 г).

На основании анализа минерального состава муки личинок *H. illucens* можно отнести к источникам кальция, железа, меди и хрома. По содержанию вышеперечисленных элементов, а также магния и цинка мука личинок *H. illucens* значительно превосходит основные пищевые продукты животного происхождения (говядину, яйца, рыбу и морепродукты), а по содержанию калия и фосфора она сопоставима с ними [98, 99, 121, 155, 191].

Использование *H. illucens* в качестве альтернативного белка для кормления собак является предметом научного интереса многих современных исследователей. Включение в рацион белка *H. illucens* способно уменьшить концентрацию фактора некроза опухоли α (TNF- α) и увеличить концентрацию глутатионпероксидазы (GPx) и супероксиддисмутазы [147]. Кроме того, *H. illucens* благотворно влияет на состав кишечного микробиома, увеличивая концентрацию пробиотических бактерий в толстом кишечнике, что способствует лучшему усвоению питательных веществ рациона [88, 120, 173, 174, 219].

В качестве источников жиров в сухие корма включают животные и растительные жиры, такие как рыбные и растительные масла. Оптимальное содержание жиров в кормах для взрослых собак составляет от 8% до 15% [6].

Бег на длинные дистанции способствует повышенной нагрузке на опорно-двигательный аппарат и сердечно-сосудистую систему, а работа в условиях низких температур требует от собак сильного иммунитета. Известно, что повышенное содержание в рационе омега 3 полиненасыщенных жирных кислот обладает противовоспалительным эффектом, что важно для диеты ездовых собак [6, 95, 96, 129, 134]. В масле сельди содержится большое количество мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК), потребление которых способствует снижению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. МНЖК играет важную роль в здоровье нервной системы, так как они участвуют в синтезе миелина, окружающего нервные волокна и обеспечивающего нервную проводимость [92, 208].

Углеводы представляют собой основной источник энергии и могут происходить из зерновых и бобовых культур. Однако современная практика показывает, что внимание следует уделять не только энергии, но и клетчатке, которая способствует правильному пищеварению. Содержание углеводов в сухих кормах обычно колеблется от 30% до 50%, при этом клетчатка должна составлять около 2-4% [84].

В качестве пребиотиков в сухие корма добавляют юкку, жом сахарной свеклы. Юкка (*Yucca Schidigera*) представляет собой суккулентное растение, широко используемое в кормлении домашних животных, в частности собак. Одним из основных компонентов юкки являются сапонины – биологически активные соединения, обладающие антиоксидантной активностью. Эти соединения способствуют защите клеток от окислительного стресса, что может оказывать положительное воздействие на иммунную систему собаки и снижать риск развития хронических заболеваний. Исследования показывают, что сапонины, входящие в состав юкки, могут улучшать усвоение питательных веществ, а также снижать уровень аммиака в кишечнике, что особенно актуально для собак с чувствительным пищеварением [171]. Включение юкки в рацион собаки может создать множество потенциальных преимуществ, включая улучшение пищеварения, снижение воспалительных реакций и общее повышение качества рациона.

Свекольный жом является как источником клетчатки, так и важным пребиотическим компонентом за счет содержащихся в нем маннанолигосахаридов (МОС). Включение свекольного жома в рацион собаки может способствовать стимуляции лактобактерий и бифидобактерий, что приводит к улучшению пищеварительных процессов, снижению риска кишечных заболеваний и укреплению иммунной системы [196].

Глюкозамин и хондроитин являются распространенными компонентами кормов и биологически активных добавок для собак в настоящее время. Глюкозамин – аминокислота, которая естественным образом содержится в хрящах и помогает в формировании новых тканей. Это вещество способствует

восстановлению поврежденного хряща и может помочь уменьшить боль и воспаление у собак, страдающих от остеоартрита. Хондроитин помогает удерживать воду в тканях, обеспечивая эластичность и гибкость. В сочетании с глюкозамином, хондроитин может быть полезен для замедления процесса разрушения хрящевой ткани, что особенно актуально для пожилых собак, собак с предрасположенностью к заболеваниям опорно-двигательного аппарата, в том числе повергающихся длительным интенсивным нагрузкам. Исследования показывают, что добавление глюкозамина и хондроитина в рацион собак может способствовать улучшению их подвижности и уменьшению симптомов боли [205].

По данным актуальных исследований применение глюкозамина и хондроитина в качестве средства терапии при заболеваниях суставов остается спорным [218]. Тем не менее, включение данных компонентов в рацион ездовых собак, которые регулярно получают большие нагрузки на опорно-двигательный аппарат, может способствовать поддержанию здоровья суставов и снизить воспалительные эффекты.

Таким образом, производство экструдированного корма для ездовых собак имеет ряд особенностей. Помимо того, что сухой полнорационный корм должен обеспечивать собак всеми необходимыми нутриентами, он также должен быть правильно сбалансирован для кормления в период интенсивных нагрузок. Поэтому крайне важно грамотно подобрать компоненты, входящие в состав столь узкоспециализированного рациона.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Характеристика исследуемых групп и особенностей кормления собак

Для реализации поставленных в исследованиях задач в 2022-2025 гг. были проведены научно-хозяйственные эксперименты по методу сбалансированных групп-аналогов с учетом возраста и живой массы собак. Объектом исследований служили собаки породы сибирский хаски из ЛПХ Ремизова Я.А. (Российская Федерация, Владимирская область, Петушинский район, д. Липна), получавшие различные типы кормов. Характеристика исследуемых групп и получаемых рационов представлена в таблице 1. Условия содержания собак отражены в приложении А.

Для участия в эксперименте допускались клинически здоровые собаки породы сибирский хаски возрастом от 2 до 4 лет. Все подопытные животные содержались в одинаковых условиях. Тип содержания вольерный, мелкогрупповой по 2 собаки. В начале исследования животные (n=42) распределялись по трем равным группам. Между группами не было значимых различий по возрасту и живой массе (таблица 1). Каждая группа включала равное количество кобелей и сук. Таким образом были сформированы три равные группы по 14 голов.

Таблица 1 – Характеристика исследуемых групп, $\mu \pm SD$ (min-max)

Параметры	Контрольная, n=14	БЧЛ-1, n=14; БЧЛ-2, n=14	А-1, n=14
Возраст, лет	3,71 $\pm$ 0,61 (2-4)	3,50 $\pm$ 0,76 (2-4)	3,70 $\pm$ 0,58 (2-4)
Вес, кг	22,66 $\pm$ 1,95 (20,00-25,00)	23,12 $\pm$ 1,96 (20,00-25,00)	23,18 $\pm$ 1,74 (20,00-25,00)

Примечание: БЧЛ-1 – сухой полнорационный корм с добавлением муки личинок *H. Illucens* 8%; БЧЛ-2 – сухой полнорационный корм с добавлением муки личинок *H. Illucens* 15%; А-1 – сухой полнорационный корм без добавления альтернативного белка.

Экспериментальные рационы разрабатывались с учетом пищевых потребностей взрослых рабочих собак и различались по белковому составу.

Предварительно проводился анализ существующих на рынке полнорационных сухих кормов и технологий их производства. Каждый экспериментальный рацион проходил лабораторное тестирование и соответствовал ГОСТу Р 55453-2022. Производство полнорационного сухого корма осуществлялось на заводе ООО «Производственная компания «Рок» (Российская Федерация, Ленинградская область, Гатчинский район, п. Войсковицы, Промзона 2 тер., дом № 2, корпус 4). Технологическое оснащение завода позволяет производить корма класса супер-премиум и холистик. Завод работает с 2022 года, имеет собственную брендованную продукцию, что позволяет оценивать технологические риски как минимальные. Оснащение контрактного производства представлено в приложении Б. В процессе производства было задействовано преимущественно сырье российского производства от проверенных поставщиков. Во время переходного периода осуществлялся плавный переход подопытных животных на экспериментальные рационы. В период исследования в ЛПХ производился анализ условий содержания собак, измерялись показатели влажности и температуры общепринятыми методами [49].

До начала эксперимента все подопытные животные подвергались клиническому осмотру и взвешиванию, исследовались пробы крови 4-х случайных собак из каждой группы. Контроль показателей осуществлялся в последний день первого эксперимента от 4-х случайных собак из каждой группы и в последний день второго эксперимента от 12-и случайных собак из каждой группы. Каждый день точно учитывалось количество заданных кормов и их остатков, а также количество выделенного кала и мочи. Клинический осмотр и взвешивание всех подопытных собак проводилось каждые 14 дней (приложение В).

План исследования представлен в таблице 2 и на рисунке 1.

Таблица 2 – План исследования

Группы	Кол-во голов	Условия кормления	Длительность опыта
Эксперимент 1: Переходный период			
Контрольная	14	Контрольный рацион	3 дня
Группа БЧЛ-1	14	70% Контрольный рацион + 30% БЧЛ-1	
Группа А-1	14	70% Контрольный рацион + 30% А-1	
Контрольная	14	Контрольный рацион	5 дней
Группа БЧЛ-1	14	50% Контрольный рацион + 50% БЧЛ-1	
Группа А-1	14	50% Контрольный рацион + 50% А-1	
Контрольная	14	Контрольный рацион	3 дня
Группа БЧЛ-1	14	20% Контрольный рацион + 80% БЧЛ-1	
Группа А-1	14	20% Контрольный рацион + 80% А-1	
Эксперимент 1: Опытный период			
Контрольная	14	Контрольный рацион	21 день
Группа БЧЛ-1	14	БЧЛ-1	
Группа А-1	14	А-1	
Эксперимент 2: Переходный период			
Контрольная	14	Контрольный рацион	3 дня
Группа БЧЛ-2	14	70% Контрольный рацион + 30% БЧЛ-2	
Контрольная	14	Контрольный рацион	3 дня
Группа БЧЛ-2	14	50% Контрольный рацион + 50% БЧЛ-2	
Контрольная	14	Контрольный рацион	3 дня
Группа БЧЛ-2	14	20% Контрольный рацион + 80% БЧЛ-2	
Эксперимент 2: Опытный период			
Контрольная	14	Контрольный рацион	21 день
Группа БЧЛ-2	14	БЧЛ-2	21 день



Рисунок 1 – Схема исследований

Исследование включало 2 эксперимента. В обоих экспериментах собаки контрольной группы получали натуральный рацион, принятый в ЛПХ, который включал готовый равномерный микс говядины (50% рациона): тримминг голов (носы, губы), легкое, рубец, кишечник, говяжий жир. Также рацион включал до 50% овощей и фруктов: кабачки, тыква, морковь, яблоки, бананы. Собаки контрольной группы получали 1600 г корма в сутки (332 г по сухому веществу). Таким образом, энергетическая ценность рациона собак контрольной группы составляла 1447 ккал (6054 кДж).

Состав разработанных экспериментальных сухих кормов представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав разработанных экспериментальных кормов

А-1	БЧЛ-1	БЧЛ-2
Тримминг говяжий 16%	Тримминг говяжий 10%	Тримминг говяжий 22%
Фарш индейки механической обвалки 10%	Фарш индейки механической обвалки 10%	Мука личинок <i>H. illucens</i> 15%
Муки рисовая 25%	Мука личинок <i>H. illucens</i> 8%	Фарш индейки механической обвалки 5%
Мука чечевичная 24%	Мука рисовая 25%	Мука чечевичная 20%
Крахмал картофельный 12%	Мука чечевичная 25%	Крахмал картофельный 14,5%
Куриный жир 7%	Крахмал картофельный 8,7%	Мука рисовая 5%
Яичный порошок 2%	Куриный жир 7%	Куриный жир 7%
Соевый лецитин 1%	Яичный порошок 3%	Соевый лецитин 5,5%
Масло сельди 1%	Соевый лецитин 1%	Яичный порошок 3%
Жир лосося 0,6%	Масло сельди 1%	Масло сельди 1%
Жом сахарной свеклы 0,5%	Жир лосося 0,6%	Жир лосося 0,5%
Экстракт Юкки 0,013%	Жом сахарной свеклы 0,2%	Жом сахарной свеклы 0,2%
Глюкозамин 0,09%	Экстракт Юкки 0,013%	Экстракт Юкки 0,013%

Продолжение таблицы 3

Хондроитин 0,06%	Глюкозамин 0,09%	Глюкозамин 0,09%
Витаминно-минеральный премикс	Хондроитин 0,06%	Хондроитин 0,06%
-	Витаминно-минеральный премикс	Витаминно-минеральный премикс

В ходе первого эксперимента собаки опытных групп получали экспериментальные рационы, различающиеся по типу белка. При этом содержание и баланс остальных нутриентов был приближен к идентичному.

Первая опытная группа – БЧЛ-1 (рисунок 2, таблица 3) – получала экспериментальный сухой полнорационный корм на основе говяжьего тримминга и фарша индейки с добавлением 8% муки личинок *H. Illucens*. Кормление осуществлялось два раза в день равными порциями. Объем суточной порции корма рассчитывался индивидуально с учетом веса каждой собаки. Средний объем порций рациона БЧЛ-1 составлял $400,9 \pm 44,18$ г в сутки ($1584 \pm 174,6$ ккал, $6627,5$ кДж).



Рисунок 2 – Образец сухого полнорационного корма для собак с включением 8% муки личинок *H. illucens*

Вторая опытная группа – группа А-1 (рисунок 3, таблица 3) – получала экспериментальный рацион на основе говяжьего тримминга и фарша индейки без добавления альтернативного белка. Кормление осуществлялось два раза в день равными порциями. Объем суточной порции корма рассчитывался индивидуально с учетом особенностей каждой собаки. Средний объем порций рациона А-1 составлял $400,7 \pm 30,48$ г в сутки ($1586,8 \pm 121$ ккал, 6639,2 кДж).



Рисунок 3 – Образец сухого полнорационного корма для собак без альтернативного белка

Второй эксперимент был построен с учетом результатов, полученных в ходе первого эксперимента. Был определен лучший экспериментальный корм и усовершенствован его состав на основе анализа физического состояния собак, результатов нагрузочных тестов, а также морфологических и биохимических параметров крови и переваримости питательных веществ. Таким образом, в ходе второго эксперимента было сформировано две группы собак. Собаки опытной группы – группа БЧЛ-2 (рисунок 4, таблица 3) – получали усовершенствованный сухой полнорационный корм с добавлением

15% муки личинок *H. Illucens*. Кормление осуществлялось два раза в день равными порциями. Объем суточной порции корма рассчитывался индивидуально с учетом особенностей каждой собаки. Средний объем порций рациона БЧЛ-2 составил $550,25 \pm 15,45$ г в сутки (2304 ± 64 ккал, 9642 кДж).



Рисунок 4 – Образец сухого полнорационного корма для собак с включением 15% муки личинок *H. illucens*

Характеристика экспериментальных полнорационных кормов приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики рационов контрольной и опытных групп на 100 г

Показатели	Нормы [26]	Контроль	А-1	БЧЛ-1	БЧЛ-2
Влажность, %		79,2	8,32	8,6	8,1
Белок, %	от 18	41	23,1	23,2	33
Жир, %	от 5,5	15	14,9	15	18,6

Продолжение таблицы 4

Углеводы, %	-	21	40,3	37,8	23,7
Общая клетчатка, %	-	10	4,12	4,7	4,6
Зола, %	-	6	5,44	5,9	6,8
Кальций, мг	500-2500	155	1040	1029,3	1070,9
Фосфор, мг	400-1600	639	657	659,6	708,2
Энергетическая ценность, ккал/100г сухого вещества	-	435	396	395,1	417,2
Энергетическая ценность, кДж/100г сухого вещества	-	1820	1660	1654,4	1746,6

2.2 Изучение морфологического и биохимического анализа крови

Образцы крови отбирали в утренние часы до кормления в объеме 1–2 мл из подкожной вены плеча (*v.cephalica brahii*) с соблюдением правил асептики и антисептики в стерильные пробирки.

Морфологический и биохимический анализы крови выполнялись в специализированной независимой лаборатории «Шанс Био» по методикам, принятым в лаборатории (приложение Г).

В морфологическом анализе крови учитывались следующие показатели: гематокрит, гемоглобин, эритроциты, лейкоциты, бластные клетки, миелоциты, метамиелоциты, палочкоядерные нейтрофилы, сегментоядерные нейтрофилы, эозинофилы, моноциты, базофилы, лимфоциты, тромбоциты, ядерные эритроциты, анизоцитоз эритроцитов, средняя концентрация гемоглобина в эритроците, средний объем эритроцитов, среднее содержание гемоглобина в эритроците [59, 68].

В биохимическом анализе крови учитывались следующие показатели: билирубин общий, билирубин прямой, АСТ, АЛТ, мочевины, креатинин, общий белок, альбумин, щелочная фосфатаза, альфа-амилаза общая, глюкоза, ЛДГ, ГГТ, холестерин, триглицериды, КФК, калий, натрий, фосфор, кальций

общий, железо, магний, хлор, рН, альбумин /глобулин, глобулин, кальций / фосфор, натрий / калий [59, 68, 153].

2.3 Изучение переваримости питательных веществ рационов

Изучение переваримости питательных веществ рационов включало анализ состава экспериментальных кормов и привычного натурального рациона, а также суточного кала и суточной мочи. Отбор суточных проб кала и мочи проводили в последние 5 дней первого и второго экспериментов от 4-х собак из каждой группы. Выделившийся кал собирали немедленно и помещали в плотно закрывающиеся стерильные банки. Учет количества кала и отбор проб для анализа проводили один раз в сутки в течение 7-и дней в ходе первого и второго эксперимента. Для этого собранный за сутки кал взвешивали, тщательно перемешивали и затем из разных мест брали среднюю пробу. Для большей точности в отборе средней пробы применяли следующий прием. Суточный сбор кала после взвешивания вытряхивали на противень из оцинкованного железа размером 1 м², тщательно перемешивали и затем разравнивали сплошным слоем, который делили на 16 квадратов. Суточную пробу брали равными долями из каждого квадрата, помещали в стерильные емкости и взвешивали.

Выделившуюся мочу собирали сразу после мочеиспускания и помещали в плотно закрывающиеся стерильные банки. Сбор проводили от 4-х собак из каждой группы в течение суток на протяжении 7-и дней. Собранную от каждого животного мочу тщательно перемешивали и отбирали среднюю суточную пробу объемом 10 мл от каждого животного.

Исследование фекалий проводили по общепринятым методикам в соответствии с ГОСТ [3, 69]. Содержание сухого вещества в исследуемых пробах определяли высушиванием в сушильном шкафу при температуре 105°C. Содержание азота в пробах определяли по методике Кьельдаля по ГОСТ 13496.4-93 [22]. Содержание сырого протеина рассчитывали по следующей формуле:

$$\text{сырой протеин} = N_t \times k,$$

где N_t – выделенный азот, k – коэффициент пересчета азота на сырой протеин, равный 6,25.

Сырой жир определяли в аппарате Сокслета по ГОСТ 13496.15–97 [21]. Сырую клетчатку рассчитывали по Геннебергу и Штоманну по ГОСТ 31675–2012 [26]. Для оценки содержания золы использовали второй весовой метод с использованием муфельной печи с вытяжкой СНОЛ 6/11-В по ГОСТ–26226–95 [23]. Содержание кальция определяли трилонометрическим методом по ГОСТ 26570–95 [24], фосфора – фотометрическим методом по ГОСТ 26657–97 [25].

Фактическую метаболическую энергию рационов рассчитывали по формуле:

$$ME \text{ (ккал/кг)} = \frac{(FI \times GE_{\text{рацион}}) - (F \times GE_{\text{фекалии}}) - (U \times GE_{\text{моча}})}{FI} \times 1000,$$

где FI – скормленная пища (г)

$GE_{\text{рацион}}$ – валовая энергия рациона (ккал/г)

F – количество собранных фекалий (г)

$GE_{\text{фекалии}}$ – валовая энергия фекалий (ккал/г)

U – количество собранной мочи (мл)

$GE_{\text{моча}}$ – валовая энергия мочи (ккал/мл)

Определение аминокислотного и жирнокислотного профилей экспериментальных рационов проводили с использованием аппарата Капель-205 (ГК «Люмекс», Российская Федерация).

Энергетическую ценность рационов на основе данных состава рассчитывали по международной методике определения энергии рационов собак и кошек [27, 190]:

$$GE \text{ (ккал)} = (5,7 \times \text{белок (г)}) + (9,4 \times \text{жиры (г)}) + [4,1 \times (\text{безазотистые экстрактивные вещества (г)} + \text{ клетчатка (г)})]$$

$$\% \text{ усвояемая энергия} = 91,2 - (1,43 \times \% \text{ сырой клетчатки в сухом веществе})$$

$$DE \text{ (ккал)} = GE \times (\% \text{ усвояемости энергии}/100)$$

$$ME \text{ (ккал)} = DE - (1,04 \times \text{белок (г)}),$$

где GE – валовая энергия рациона, DE – усвояемая энергия, ME – метаболическая энергия.

2.4 Провокационные нагрузочные тесты

Для определения выносливости и работоспособности исследуемых собак проводили провокационные нагрузочные тесты. До начала испытаний у всех животных проводилось измерение частоты сердечных сокращений, насыщения артериальной крови кислородом пульсоксиметром Mindray PM-60 Vet («Зоомед», Российская Федерация), артериального давления тонометром TooToo Meditech (Китай), частоты дыхательных движений как в покое, так и после нагрузочных тестов. С 10-го дня первого и второго экспериментов проводились повторные измерения с интервалом в два дня между испытаниями. Нагрузочные тесты включали бег на дистанции 5, 10 и 20 км со средней скоростью 12 км/ч. Собаки разбивались на случайные пары для возможности адекватной оценки показателей после забега. После тестирования ежеминутно проводился мониторинг показателей для оценки времени их восстановления до изначального уровня [55, 56, 66].

2.5 Тестирование пищевой привлекательности рационов и аппетита собак

Аппетит собак оценивали по 5-бальной шкале, где 0 – собака вообще не притронулась к порции, 1 – собака попробовала предложенный корм, но потреблять не стала, 2 – собака съела до 20% порции, 3 – собака съела до 50%

порции, 4 – собака съела до 80% порции, 5 – собака съела всю порцию. У опытных групп проводилась дополнительная оценка поедания привычного натурального рациона до начала эксперимента.

Тест пищевой привлекательности рационов проводился в рамках первого эксперимента до начала испытаний. Предварительно собакам обеспечивали голод в течение 8 часов, после чего предлагали на выбор два экспериментальных рациона и привычный натуральный рацион. Каждый рацион получал оценку по 3-бальной шкале, где 0 – собака не подходила к порции, 1 – собака проявила интерес к порции, но есть не стала, 2 – собака выбрала и съела порцию.

2.6 Биоинформационный анализ и статистические методы исследования

Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась средствами программного обеспечения StatSoft Statistica 13 методами вариационной статистики. Для каждого показателя определяли среднее значение и стандартное отклонение. Все показатели тестировались на нормальность распределения, после чего проводилось межгрупповое сравнение с использованием подходящего критерия: U-критерия Манна-Уитни и дисперсионного анализа Краскела-Уоллиса. Различия считали значимыми при $p < 0,05$ [79].

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Разработка сухого полнорационного корма для сибирских хаски

В исследованиях принимали участие тренированные собаки, адаптированные к длительным физическим нагрузкам. Тренировки не изменяют базовые энергетические потребности для поддержания определенной скорости, однако они способствуют увеличению выносливости и улучшению общей физической формы собаки. Таким образом, тренированные собаки могут выполнять более интенсивные физические нагрузки, не испытывая при этом значительного увеличения энергетических затрат, что позволяет им более эффективно использовать доступные ресурсы. Поэтому задача любого рациона при субмаксимальных нагрузках заключается в обеспечении собак энергией, а также хорошо усвояемым, качественным белком для поддержания и регенерации мышц, а также здоровья в целом.

Для производства сухого корма были выбраны фарш индейки и тримминг говядины в качестве источников мясного белка. Однако технология экструзии не позволяет изготовить сухой корм с содержанием более 30% не дегидратированных компонентов, поэтому получить необходимый уровень белка с использованием натуральных мясных ингредиентов невозможно. Для повышения уровня белка была добавлена чечевица.

Ключевым компонентом нескольких экспериментальных рационов выступила мука личинок черной львинки *N. Illucens*. В последнее десятилетие *N. illucens* приобрела значительную популярность благодаря ее использованию в качестве корма для рептилий, птиц и других животных [29, 34, 67, 228]. Это обусловлено высокой питательной ценностью личинок [40, 178].

Для достижения оптимального баланса омега 6 и омега 3 жирных кислот был использован жир лосося и масло сельди, таким образом было достигнуто соотношение 1:5,1. В качестве пребиотиков были добавлены юкка Шидигера и свекольный жом. Также в рацион были включены глюкозамин и хондроитин.

Таким образом, были разработаны рецептуры сухого полнорационного корма, отвечающие всем отечественным и международным стандартам качества. Главным преимуществом созданного продукта является его специализированность для собак первой ездовой категории – сибирских хаски.

В рамках второго эксперимента было принято решение об увеличении содержания в корме белка (таблица 2). Однако, как упоминалось выше, технология производства сухого корма не позволяет использовать более 30% влажных ингредиентов, поэтому коррекция была невозможной за счет мясной составляющей. В то же время растительный белок не имеет в полной мере сбалансированный аминокислотный профиль. Таким образом, повышение качества белка было успешно достигнуто за счет комбинации муки личинок черной львинки и говяжьего тримминга.

Все экспериментальные корма проходили строгий контроль качества, производились лабораторные испытания каждого рациона, оценка питательной ценности корма. Лабораторные исследования позволили определить точное содержание белков, жиров, углеводов, витаминов и минералов, что критически важно для обеспечения сбалансированного рациона. Также проводился токсикологический анализ, который направлен на выявление потенциально опасных веществ, таких как пестициды, тяжелые металлы, микотоксины и болезнетворные микроорганизмы. Анализ позволил удостовериться, что разработанные корма соответствуют заявленным при регистрации стандартам и не содержат запрещенных веществ (приложение Д).

Результаты анализа аминокислотного и жирнокислотного состава разработанных кормов для сибирских хаски представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Аминокислотный профиль разработанных сухих рационов
для сибирских хаски

Аминокислоты	Содержание в 100г, г			
	Нормы, не менее [28]	А-1	БЧЛ-1	БЧЛ-2
Триптофан	0,17	0,171	0,1702	0,1716
Треонин	0,52	0,814	0,8588	1,1721
Изолейцин	0,46	0,790	0,8746	1,1727
Лейцин	0,82	1,560	1,6253	2,2005
Лизин	0,42	1,350	1,3658	1,8666
Метионин	0,76	0,846	0,836	1,0412
Цистеин		0,239	0,2387	0,2864
Фенилаланин	0,54	0,943	0,9757	1,284
Тирозин	0,35	0,602	0,8202	1,1213
Валин	0,59	1,140	1,2034	1,7064
Аргинин	0,52	1,620	1,5369	2,0729
Гистидин	0,23	0,500	0,8256	1,2051
Таурин	-	0,099	0,1018	1,479
Итого	5,38	10,674	11,4132	16,778

Таблица 6 – Жирнокислотный профиль разработанных сухих рационов для
сибирских хаски

Жирные кислоты	Содержание в 100г, г			
	Нормы, не менее [28]	А-1	БЧЛ-1	БЧЛ-2
Линолевая (18:2)	1,32	2,100	2,1367	1,8071
А-линоленовая (18:3)	-	0,190	0,1936	0,1471
Арахидоновая (20:4)	-	0,185	0,1913	0,1543
Эйкозапентеновая (20:5)	-	0,077	0,0766	0,0612
Докозагексаеновая (22:6)	-	0,108	0,1072	0,0857
Итого	-	2,66	2,7057	2,2554
Омега 6: Омега 3	-	5,06	5,1	5,3

Как видно из таблицы 5, корма А-1 и БЧЛ-1 близки по аминокислотному профилю. Однако, несмотря на схожий уровень белка (23,1% и 23,2% соответственно), рацион БЧЛ-1 превосходит по ряду аминокислот. Так, в БЧЛ-1 больше тирозина, который играет ключевую роль в синтезе гормонов и нейромедиаторов, в частности гормонов щитовидной железы, надпочечников, дофамина и его метаболитов. Корм БЧЛ-2 в целом содержит больше белка (33%), соответственно включает более высокий уровень аминокислот, чем корм БЧЛ-1.

Витаминно-минеральный профиль разработанных рационов представлен в таблицах 7 и 8.

Таблица 7 – Минеральный профиль разработанных сухих рационов для сибирских хаски

Минералы	Содержание в 100г			
	Нормы [28]	А-1	БЧЛ-1	БЧЛ-2
Кальций, мг	500-2500	1040	1029,3	1070,9
Фосфор, мг	400-1600	657	659,6	708,2
Кальций /фосфор	1/1-2/1	1,59	1,6	1,5
Калий, мг	от 500	616	618,9	502,9
Натрий, мг	от 100	339	339,9	321,6
Хлориды, мг	от 150	171	176	415,3
Магний, мг	от 70	70,1	70,1	89,1
Железо, мг	от 3,6	13,9	13,8	17,5
Медь, мг	от 0,72	2,14	2,1	2,8
Цинк, мг	от 7,2	13,3	13,2	17,9
Марганец, мг	от 0,58	2,78	2,3	2,5
Йод, мкг	-	250	247,7	355
Селен, мкг	от 18	55,6	55,2	69,1

Таблица 8 – Витаминный профиль разработанных сухих рационов для сибирских хаски

Витамины	Содержание в 100г			
	Нормы [28]	А-1	БЧЛ-1	БЧЛ-2
Витамин А, МЕ	606-40000	2550	2562,6	3629,4
Витамин D3, МЕ	55,2-320	123	123,5	174,9
Витамин Е, мг	от 3,6	29,9	29,6	42,5
Витамин К, мкг	-	0,16	0,16	0,17
Витамин В1, мг	-	0,93	0,9	1,2
Витамин В2, мг	-	1,07	1,1	1,5
Витамин В5, мг	-	1,67	1,7	2
Витамин В3, мг	-	4,43	4,4	5,1
Витамин В6, мг	-	0,67	0,7	0,7
Витамин В9, мкг	-	173	173,4	215,2
Витамин В12, мкг	-	3	3	4,2
Витамин В4, мг	-	158	165,2	239,6
Витамин С, мг	-	1,89	1,9	2,4
Витамин В7, мг	-	0,2	0,2	0,3

Таким образом, содержание нутриентов в трех образцах различается. Рационы А-1 и БЧЛ-1 максимально близки по минеральному и витаминному составу. Рацион БЧЛ-2 был обогащен более высоким уровнем кальция, фосфора, магния, железа, меди и цинка по сравнению с А-1 и БЧЛ-1. Также в БЧЛ-2 повысилось содержание йода и селена, что важно для щитовидной железы и антиоксидантной защиты соответственно. Витаминный профиль в этом рационе также был обогащен повышенными уровнями витаминов А, D3, Е, К и группы В, особенно В9 (фолиевая кислота), что увеличило его потенциал для поддержки иммунных и метаболических процессов.

3.2 Оценка состояния здоровья собак до начала эксперимента

До начала эксперимента все собаки подвергались полному клиническому осмотру за 2 месяца до начала эксперимента и за 10 дней до начала эксперимента, что позволило оценить здоровье собак в динамике. Был собран подробный анамнез животных, информация о вакцинальном статусе и

профилактических обработках от эндо- и эктопаразитов. Произведено взвешивание собак, выполнена фотофиксация.

Все собаки были вакцинированы согласно стандартному графику вакцинации. Последняя обработка от эндопаразитов производилась за 3 месяца до начала эксперимента. Часть собак (n=25) имела проблемы с состоянием шерсти и кожи. У животных отмечалась сухая, ломкая шерсть, скудный подшерсток, активная и тяжелая линька, сухость кожи.

От 12 случайных собак до начала эксперимента были изучены образцы крови. Результаты проведенных исследований представлены в таблицах 9 и 10.

Таблица 9 – Результаты морфологического анализа крови до начала эксперимента, $\mu \pm SD$

Показатели	Референсные значения	Результат, n=12
Гематокрит, %	38,0-55,0	45,72±3,23
Гемоглобин, г/л	120-180	165,67±11,77
Эритроциты, $\times 10^{12}$ /л	5,6-8,0	7,15±0,52
Лейкоциты, $\times 10^9$ /л	6,0-16,0	12,26±1,91
Бластные клетки, %	0	0
Миелоциты, %	0	0
Метамиелоциты, %	0	0
Палочкоядерные нейтрофилы, %	0-3	0,50±0,52
Сегментоядерные нейтрофилы, %	60-70	64,42±10,69
Эозинофилы, %	0-5	13,83±6,77
Моноциты, %	2-7	1,17±1,19
Базофилы, %	0-1	0,08±0,29
Лимфоциты, %	12-30	20,00±7,50
Тромбоциты, $\times 10^9$ /л	160-550	464,42±121,84
Ядерные эритроциты, на 100 лейкоц.	0	0
Анизоцитоз эритроцитов, %	<18,0	12,29±0,35
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/дл	33,0-39,0	36,24±0,65
Средний объем эритроцита, мкм ³ (фл)	62,0-72,5	63,99±1,87
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	21,0-26,0	23,19±0,88
Скорректированные лейкоциты, $\times 10^9$ /л	6,0-16,0	12,26±1,91
Палочкоядерные нейтрофилы ABS, $\times 10^9$ /л	0,0-0,3	0,06±0,06
Сегментоядерные нейтрофилы ABS, $\times 10^9$ /л	3,0-11,5	7,98±2,18
Эозинофилы ABS, $\times 10^9$ /л	0,1-1,5	1,65±0,75
Базофилы ABS, $\times 10^9$ /л	0,0-0,1	0,01±0,03
Моноциты ABS, $\times 10^9$ /л	0,2-1,3	0,15±0,17

Продолжение таблицы 9

Лимфоциты ABS, $\times 10^9$ /л	1,0-4,8	2,40 $\pm$ 0,88
Бластные клетки ABS, $\times 10^9$ /л	0	0

Как видно из данных таблицы 9, все собаки до начала эксперимента не имели признаков анемии и воспалительных процессов.

Повышение эозинофилов было выявлено у 7 собак (43,75%) и может говорить о наличии аллергической реакции, паразитарного заболевания, новообразований, гипoadренокортицизма, идиопатического гиперэозинофильного синдрома, хронического эозинофильного лейкоза. В данном случае были исключены все прочие патологии, кроме паразитарной инвазии. Собаки получали профилактическую обработку от эндопаразитов 3 месяца назад. Кроме того, содержание собак вольерное, они имеют возможность регулярно поедать подобранные с земли объекты. В рационе собак было большое количество мясной пищи, которая не проходила термическую обработку. Понижение моноцитов у клинически здоровых собак может быть связано с физиологическими колебаниями, стрессом, временными реакциями на изменения в окружающей среде. Также это может быть результатом индивидуальных особенностей организма или временного воздействия факторов, не вызывающих патологию.

Таблица 10 – Результаты биохимического анализа крови до начала эксперимента, $\mu \pm SD$

Показатели	Референсные значения	Результат, n=12
Билирубин общий, мкмоль/л	<13,5	1,63 $\pm$ 0,51
Билирубин прямой, мкмоль/л	<5,5	1,23 $\pm$ 0,31
АСТ, Ед/л	8-42	25,42 $\pm$ 3,42
АЛТ, Ед/л	10-58	43,67 $\pm$ 20,63
Мочевина, ммоль/л	3,5-9,2	3,65 $\pm$ 0,79
Креатинин, мкмоль/л	54-138	83,33 $\pm$ 12,15
Общий белок, г/л	55-73	64,48 $\pm$ 3,15
Альбумин, г/л	25,0-39,0	32,68 $\pm$ 2,81
Щелочная фосфатаза, Ед/л	10-70	52,92 $\pm$ 44,49
Альфа-амилаза общая, Ед/л	300-1500	461,83 $\pm$ 153,41

Продолжение таблицы 10

Глюкоза, ммоль/л	3,3-6,3	4,73±0,39
ЛДГ, Ед/л	23-220	92,00±53,47
ГГТ, Ед/л	0,0-8,0	3,89±1,35
Холестерин, ммоль/л	3,8-7,0	5,35±0,69
Триглицериды, ммоль/л	0,24-0,9	0,43±0,16
КФК, Ед/л	32-220	121,08±20,10
Калий, ммоль/л	3,8-5,6	5,14±0,30
Натрий, ммоль/л	140-154	146,33±1,61
Фосфор, ммоль/л	0,9-2,01	1,02±0,18
Кальций общий, ммоль/л	2,25-2,85	2,35±0,10
Железо, ммоль/л	14,0-43,0	18,96±3,51
Магний, ммоль/л	0,7-1,1	0,90±0,14
Хлор, ммоль/л	96-122	115,08±2,97
рН, ед. рН	7,35-7,5	7,50±0,00
Альбумин /глобулин, г/л	0,65-1,49	1,04±0,17
Глобулин, г/л	26,0-44,0	31,80±3,66
Кальций / фосфор, ммоль/л	1,6-2,3	2,40±0,55
Натрий / калий, ммоль/л	26,0-50,0	28,54±1,41

До начала эксперимента биохимические показатели крови собак были в пределах нормальных физиологических значений. При этом у собак отмечался незначительный сдвиг в соотношении кальция и фосфора, что обусловлено соотношением этих минералов в рационе (таблица 4).

Таким образом, выявленные отклонения от референсного диапазона у собак до начала эксперимента были либо незначительными, не связанными с патологическими процессами, либо, наиболее вероятно, являлись следствием особенностей рациона.

До начала эксперимента все собаки подвергались нагрузочным тестам с оценкой артериального давления, частоты сердечных сокращений, насыщения артериальной крови кислородом, частоты дыхательных движений. Результаты проведенных испытаний представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Результаты предварительных нагрузочных тестов,

 $\mu \pm SD$, n=42

Параметры		5 км	10 км	20 км
ЧСС	До	74,36±6,38	78,12±15,31	72,96±4,32

Продолжение таблицы 11

	После	120,15±18,15	138,98±35,15	141,11±14,25
АД сист	До	136,24±12,20	124,42±7,41	138,51±4,59
	После	150,34±25,69	167,58±18,30	165,45±17,58
АД диаст	До	84,20±6,31	78,62±9,62	82,11±2,35
	После	110,35±14,69	118,72±36,21	120,15±9,19
ЧДД	До	27,18±3,12	24,32±6,16	25,26±1,15
	После	41,12±21,26	60,70±18,98	65,18±23,33
SpO ²	До	99,6±1,18	99,13±0,99	99,61±2,76
	После	95,31±7,14	94,18±0,81	93,29±1,32
t, мин		5,32±0,21	7,17±0,12	8,19±0,09

Примечание: ЧСС – частота сердечных сокращений, АДсист – артериальное давление систолическое, АДдиаст – артериальное давление диастолическое, ЧДД – частота дыхательных движений, SpO² – насыщение артериальной крови кислородом, t – время восстановления показателя

Благодаря выполненным измерениям производилась оценка адаптационных механизмов в динамике у собак, получавших разный рацион. Эволюционные и селекционные адаптации сердечно-сосудистой системы ездовых собак помогают им переносить нагрузки, что важно при длительных гонках. Оценка гемодинамики также важна для предотвращения заболеваний и травм, связанных с нагрузками [55, 78].

До начала эксперимента проводилась оценка аппетита всех подопытных собак. Аппетит у всех собак был оценен на 5 баллов, собаки полностью поедали предложенную порцию корма.

3.3. Сравнительный анализ эффективности разработанных сухих полнорационных кормов для сибирских хаски в первом эксперименте

Плавный перевод собак с натурального рациона на сухой корм является важным для обеспечения стабильной работы желудочно-кишечного тракта. Резкая смена рациона может привести к диарее, рвоте, а также дисбиозу –

нарушению баланса кишечной микрофлоры, что, в свою очередь, может негативно сказаться на иммунитете.

В процессе плавного перехода проводился регулярный мониторинг состояния здоровья животного, включая уровень активности, состояние шерстного покрова и общую кондицию, что позволяло своевременно выявлять и корректировать возможные неблагоприятные реакции.

Для плавного перехода опытных групп собак с натурального рациона на экспериментальный корм была разработана схема кормления с постепенным вводом в рацион нового корма. Данный алгоритм позволяет не только снизить физиологическую нагрузку на пищеварительную систему, но и уменьшить вероятность развития аллергических реакций или непереносимости, обусловленных специфическими ингредиентами нового корма [50, 87, 209]. Изначально схема включала 3 этапа, каждый из которых был рассчитан на 3 дня. Таким образом, собаки должны полностью начать потреблять новый рацион на 10-ый день. Первый этап (75% привычного натурального рациона и 25% экспериментального корма) прошел по плану в обеих опытных группах. Однако на 3-й день у 2-х собак группы БЧЛ-1 и у 3-х собак группы А-1 стул стал неоформленным, мягким. Вследствие возникших обстоятельств второй этап перехода на новый рацион (50% привычного натурального рациона и 50% экспериментального корма) продлили на несколько дней. За это время стул у всех проблемных собак нормализовался и обе опытные группы перешли на третий этап плавной смены рациона (25% привычного натурального рациона и 75% экспериментального корма). Далее, в ходе эксперимента ни у одной из собак проблем со стулом не наблюдалось. Таким образом, переходный период в рамках первого эксперимента составил 11 дней (таблица 2).

Тестирование аппетита собак, потребляющих экспериментальные рационы показало, что все собаки полностью поедают предложенную порцию корма. Таким образом, аппетит собак групп А-1 и БЧЛ-1 был оценен на 5 баллов. В ходе тестирования привлекательности экспериментальных рационов было выявлено, что наибольшей привлекательностью для собак

обладает корм с мукой личинок *H. Illucens* в составе (БЧЛ-1). Из 28 собак 17 собак (60,7%) предпочли этот корм. Общая оценка пищевой привлекательности корма БЧЛ-1 составила 42 балла, в то время как корм А-1 набрал 27 баллов (5 собак проявляли интерес к корму, но в итоге предпочли корм БЧЛ-1).

В рамках первого эксперимента была проведена оценка переваримости питательных веществ [57]. Переваримость питательных веществ экспериментальных кормов и контрольного натурального рациона значительно отличалась. В группах А-1 и БЧЛ-1 переваримость сухого вещества была значительно выше (на 5,58% и 11,37% соответственно), чем в контроле ($p=0,03$). Переваримость органического вещества в группе А-1 и БЧЛ-1 также была значительно выше (3,82% и 9,34%) по сравнению с контролем ($p=0,03$). Переваримость сырого протеина была на 6,01% выше в группе БЧЛ-1 и на 2,33% ниже в группе А-1 относительно контроля ($p=0,03$). Лучшую переваримость протеина можно объяснить более сбалансированным аминокислотным составом корма с мукой личинок *H. illucens* 8%. Переваримость сырого жира в опытных группах была ниже, чем в контрольной группе, где содержание жира в рационе было выше по сравнению с экспериментальными кормами: в группе БЧЛ-1 на 3,44%, в группе А-1 на 4,52% ($p=0,03$). Переваримость сырой клетчатки была значительно выше в опытных группах: в группе БЧЛ-1 на 35,55%, в группе А-1 на 20,1% по сравнению с контролем ($p=0,03$). Благодаря термической обработке клетчатка в сухих экструдированных кормах представлена в более доступной для переваривания форме, что объясняет более высокую ее переваримость в опытных группах. Переваримость безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) была значительно выше в группе БЧЛ-1 по сравнению с контролем – на 8,06% ($p=0,03$). В группе А-1 переваримость БЭВ была на 1,51% выше, чем в контрольной группе, однако эти различия не были статистически достоверными (таблица 12).

Таблица 12 – Переваримость питательных веществ рационов, %, $\mu \pm SD$

Показатель	Контроль, n=4	A-1, n=4	БЧЛ-1, n=4
Сухое вещество	75,30±0,14	79,52±0,35*	83,86±0,69*
Органическое вещество	77,69±0,52	80,70±0,41*	84,94±0,41*
Сырой протеин	81,84±0,79	79,91±0,35*	86,76±0,22*
Сырой жир	93,26±0,43	89,06±0,13*	90,09±0,29*
Сырая клетчатка	6,02±0,38	7,23±0,26*	8,15±0,04*
БЭВ	83,74±0,34	84,99±0,69	90,47±0,62*

Примечание: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001 по сравнению с контролем

При использовании корма БЧЛ-1 были установлены лучшие показатели эффективности использования азота рациона по сравнению с аналогичным кормом без альтернативного белка (А-1), хоть и уступали натуральному рациону в контрольной группе.

Динамика живой массы собак представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Живая масса собак, кг, $\mu \pm SD$ (min-max)

Период	Группа		
	Контроль, n=14	БЧЛ-1, n=14	A-1, n=14
Начало эксперимента	22,66±1,95 (20,00-25,00)	23,12±1,96 (20,00-25,00)	23,18±1,74 (20,00-25,00)
Конец эксперимента	22,91±1,76 (20,00-25,30)	23,56±2,04 (20,10-26,00)	23,54±1,88 (20,10-25,30)
Баланс, кг	0,26±0,97	0,44±0,69	0,36±0,65

В каждой группе наблюдалось увеличение живой массы на конец первого эксперимента, при этом более высокие привесы отмечались в опытных группах БЧЛ-1 и А-1. Наибольший привес отмечался в группе БЧЛ-

1 ($0,44 \pm 0,69$), что обусловлено лучшей усвояемостью данного корма по сравнению с экспериментальным рационом А-1.

Важные изменения отмечались в показателях крови опытных собак (таблицы 14 и 15). В группе А-1 наблюдалась более высокая гемоконцентрация по сравнению с группами БЧЛ-1 и контролем, хотя эти различия не были статистически значимыми. У собак контрольной группы отмечалось снижение уровня моноцитов ($p=0,03$). Моноциты являются мононуклеарными фагоцитами, функцией которых является фагоцитоз апоптотических или некротических клеток, денатурированного белка и комплексов антиген-антитело. В норме их содержание очень низкое, и снижение моноцитов не имеет клинической значимости [186]. Таким образом, данное межгрупповое различие не должно быть интерпретировано в пользу экспериментальных рационов. Также в группе БЧЛ-1 было выявлено статистически значимое увеличение лейкоцитов по сравнению с контролем, однако данные различия также не имеют клинического значения, так как показатели остаются в пределах нормы.

Таблица 14 – Результаты морфологического анализа крови в конце первого эксперимента, $\mu \pm SD$

Показатели	Реф. значения	Контроль, n=4	А-1, n=4	БЧЛ-1, n=4
Гематокрит, %	38,0-55,0	$47,45 \pm 5,25$	$54,43 \pm 2,45$	$47,60 \pm 3,74$
Гемоглобин, г/л	120-180	$165,50 \pm 19,33$	$191,75 \pm 7,18$	$167,00 \pm 14,47$
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	5,6-8,0	$7,45 \pm 0,67$	$8,37 \pm 0,30$	$7,53 \pm 0,60$
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	6,0-16,0	$8,25 \pm 0,99$	$9,18 \pm 2,22$	$10,33 \pm 1,74^*$
Бластные клетки, %	0	0	0	0
Миелоциты, %	0	0	0	0
Метамиелоциты, %	0	0	0	0
Палочкоядерные нейтрофилы, %	0-3	$0,50 \pm 1,00$	$0,25 \pm 0,50$	$0,25 \pm 0,50$
Сегментоядерные нейтрофилы, %	60-70	$65,25 \pm 10,69$	$64,25 \pm 6,85$	$63,75 \pm 11,84$
Эозинофилы, %	0-5	$10,00 \pm 5,48$	$8,50 \pm 8,66$	$11,50 \pm 9,00$

Продолжение таблицы 14

Моноциты, %	2-7	1,75±0,96	5,75±1,71*	3,75±0,50*
Базофилы, %	0-1	0,25±0,50	0,25±0,50	0,25±0,50
Лимфоциты, %	12-30	22,25±13,38	21,00±9,42	20,50±9,61
Тромбоциты, ×10 ⁹ /л	160-550	345,25±152,11	286,00±85,94	353,00±147,53
Ядерные эритроциты, на 100 лейкоц.	0	0	0	0
Анизоцитоз эритроцитов, %	<18,0	13,33±0,59	12,75±0,47	12,63±0,36
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/дл	33,0-39,0	34,88±0,31	35,23±0,25	35,08±0,56
Средний объем эритроцита, мкм ³ (фл)	62,0-72,5	63,65±2,90	65,03±1,18	63,25±1,42
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	21,0-26,0	22,20±1,16	22,90±0,32	22,18±0,67
Скорректированные лейкоциты, ×10 ⁹ /л	6,0-16,0	8,25±0,99	9,18±2,22	10,33±1,74*
Палочкоядерные нейтрофилы ABS, ×10 ⁹ /л	0,0-0,3	0,04±0,09	0,02±0,04	0,02±0,05
Сегментоядерные нейтрофилы ABS, ×10 ⁹ /л	3,0-11,5	5,37±1,02	5,94±1,75	6,54±1,38
Эозинофилы ABS, ×10 ⁹ /л	0,1-1,5	0,79±0,31	0,72±0,76	1,29±1,23
Базофилы ABS, ×10 ⁹ /л	0,0-0,1	0,02±0,04	0,02±0,05	0,03±0,07
Моноциты ABS, ×10 ⁹ /л	0,2-1,3	0,14±0,06	0,51±0,06*	0,38±0,02*
Лимфоциты ABS, ×10 ⁹ /л	1,0-4,8	1,90±1,20	1,97±1,14	2,06±0,83
Бластные клетки ABS, ×10 ⁹ /л	0	0	0	0

Примечание: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001 по сравнению с контролем

Было выявлено статистически значимое увеличение прямого билирубина в опытных группах по сравнению с контролем ($p=0,04$), при этом данный показатель не превышал нормативных значений ни в одной из групп. Прямой билирубин является водорастворимой фракцией билирубина, связанной с глюкуроновой кислотой. При этом билирубин в норме может содержаться в крови в небольшом количестве. Липемия и гемолиз могут быть причинами ошибочного завышения величины содержания билирубина [157]. В данном случае также не может быть речи о патологических процессах, так как показатель был ниже порогового значения более чем в 5 раз. Кроме того,

ни одна из собак не проявляла признаков заболевания. Таким образом, не стоит рассматривать межгрупповые различия по данному показателю, как значимые изменения, требующие оценки (таблица 15).

Незначительное повышение АЛТ может наблюдаться при интенсивных физических нагрузках у спортивных и рабочих собак [75, 81]. Повышение АСТ – аспартатаминотрансферазы – наиболее вероятно, связано с недостаточностью кровоснабжения мышц и перенапряжением скелетной мускулатуры собак при интенсивных физических нагрузках. Повышение креатинфосфокиназы (КФК) свидетельствует о наличии микроповреждений мышечной ткани вследствие нагрузок [42, 82].

Альбумин был снижен у 2-х собак группы А-1, у 2-х собак группы БЧЛ-1 и у 3-х собак контрольной группы. Уровень мочевины был ниже нормы у 3-х собак контрольной группы и у 2-х собак группы А-1, при этом у всех собак группы БЧЛ-1 уровень мочевины сохранялся в пределах нормы. Данные изменения означают, что несмотря на дефицит белка во всех группах собак, включая контрольную, в группе БЧЛ-1 катаболизм белков происходит эффективнее, что также согласуется с данными о переваримости и усвояемости белка рационов и прибавке живой массы собаками.

Дефицит кальция, фосфора и железа в разной степени был выявлен в каждой группе. Наиболее вероятные причины – дефицит данных элементов в рационе на фоне повышенных нагрузок.

Таблица 15 – Результаты биохимического анализа крови в конце первого эксперимента, $\mu \pm SD$

Показатели	Реф. значения	Контроль, n=4	А-1, n=4	БЧЛ-1, n=4
Билирубин общий, мкмоль/л	<13,5	1,80±0,37	2,15±0,33*	1,88±0,22
Билирубин прямой, мкмоль/л	<5,5	0,65±0,13	0,98±0,13	0,85±0,13
АСТ, Ед/л	8-42	19,00±3,37	25,25±3,30	49,00±42,10*
АЛТ, Ед/л	10-58	35,00±2,71	61,00±38,82	71,75±70,16

Продолжение таблицы 15

Мочевина, ммоль/л	3,5-9,2	3,70±0,88	4,00±1,44	4,38±0,83
Креатинин, мкмоль/л	54-138	95,25±10,05	95,25±9,88	102,75±13,00
Общий белок, г/л	55-73	59,33±2,03	64,60±6,30	56,35±1,92
Альбумин, г/л	25,0-39,0	24,53±1,47	25,43±2,03	24,05±3,22
Щелочная фосфатаза, Ед/л	10-70	52,25±41,48	120,00±144,44	26,50±11,93
Альфа-амилаза общая, Ед/л	300-1500	338,25±109,34	310,00±69,46	370,75±47,74
Глюкоза, ммоль/л	3,3-6,3	5,08±0,78	4,40±0,14	4,65±0,42
ЛДГ, Ед/л	23-220	89,25±22,29	99,00±53,04	136,50±128,84
ГТТ, Ед/л	0,0-8,0	2,65±0,70	3,85±0,55	2,53±0,77
Холестерин, ммоль/л	3,8-7,0	4,49±0,90	5,68±0,81	5,42±0,83
Триглицериды, ммоль/л	0,24-0,9	0,34±0,04	0,58±0,23	0,34±0,10
КФК, Ед/л	32-220	126,50±44,71	139,25±47,81	231,25±111,28
Калий, ммоль/л	3,8-5,6	4,78±0,17	4,98±0,33	4,75±0,26
Натрий, ммоль/л	140-154	149,00±0,82	143,75±12,69	146,75±2,63
Фосфор, ммоль/л	0,9-2,01	0,90±0,15	0,85±0,12	1,10±0,32
Кальций общий, ммоль/л	2,25-2,85	2,24±0,06	2,26±0,12	2,24±0,09
Железо, ммоль/л	14,0-43,0	12,18±2,72	13,55±2,82	10,33±3,20
Магний, ммоль/л	0,7-1,1	0,76±0,20	0,86±0,01	0,73±0,20
Хлор, ммоль/л	96-122	106,75±3,10	107,25±4,19	104,75±2,63
рН, ед. рН	7,35-7,5	7,50±0,00	7,50±0,00	7,50±0,00
Альбумин /глобулин, г/л	0,65-1,49	0,71±0,09	0,67±0,15	0,75±0,13
Глобулин, г/л	26,0-44,0	34,80±2,68	39,18±6,75	32,30±1,40
Кальций / фосфор, ммоль/л	1,6-2,3	2,59±0,44	2,71±0,42	2,19±0,64
Натрий / калий, ммоль/л	26,0-50,0	31,15±1,20	30,50±2,38	31,03±1,96

Примечание: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001 по сравнению с контролем

В рамках первого эксперимента все собаки подвергались нагрузочным тестам с оценкой артериального давления, частоты сердечных сокращений, насыщения артериальной крови кислородом, частоты дыхательных движений. Результаты проведенных испытаний представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Результаты нагрузочных тестов в рамках первого эксперимента, $\mu \pm SD$

Параметры		Группы								
		Контроль, n=16			БЧЛ-1, n=16			А-1, n=16		
		5 км	10 км	20 км	5 км	10 км	20 км	5 км	10 км	20 км
ЧСС	До	71,49±5,2 2	76,88±14, 45	71,02±3,5 4	74,56±6,3 8	78,42±15, 31	73,06±4,3 2	75,42±6,2 1	79,28±14, 99	73,87±4,2 1
	После	119,23±17 ,18	136,21±34 ,25	139,67±13 ,40	120,45±18 ,15	139,58±35 ,15	140,11±14 ,25	121,47±17 ,82	139,75±34 ,25	141,99±13 ,53
АД сист	До	134,57±11 ,15	123,33±6, 89	137,92±4, 12	136,84±12 ,20	124,92±7, 41	138,91±4, 59	135,17±11 ,88	125,62±7, 21	139,86±4, 41
	После	149,42±24 ,59	166,12±17 ,92	164,57±16 ,32	150,84±25 ,69	168,28±18 ,30	165,95±17 ,58	151,52±24 ,50	168,87±17 ,58	166,22±17 ,01
АД дист т	До	83,11±5,4 5	77,88±8,2 1	81,23±2,1 2	84,60±6,3 1	78,92±9,6 2	82,51±2,3 5	84,91±6,0 7	79,21±9,4 7	82,67±2,2 4
	После	109,47±13 ,78	117,21±35 ,45	119,83±8, 77	110,85±14 ,69	119,42±36 ,21	120,35±9, 19	110,87±14 ,37	119,25±35 ,45	120,87±9, 01
ЧДД	До	26,45±2,4 7	23,68±5,2 1	24,78±1,0 7	27,48±3,1 2	24,62±6,1 6	25,74±1,1 5	27,82±2,9 7	24,98±6,0 1	25,71±1,1 0
	После	40,18±20, 35	59,34±17, 09	64,47±22, 11	40,82±21, 26	60,92±18, 98	65,88±23, 33	41,78±20, 57	61,22±18, 47	65,87±22, 78
SpO ²	До	98,77±0,8 9	98,34±0,7 7	99,12±2,4 5	99,71±1,1 8	99,23±0,9 9	99,71±2,7 6	99,3±1,09	99,02±0,9 2	99,35±2,5 6
	После	94,75±6,4 2	93,44±0,6 9	92,65±1,1 7	95,61±7,1 4	94,68±0,8 1	93,67±1,3 2	95,82±6,5 6	94,47±0,7 5	93,60±1,2 5
t, мин		5,57±0,08	7,40±0,85	8,58±0,06	5,18±0,20	6,35±0,08 **	6,99±0,08 **	5,67±0,12	7,42±3,06	8,87±5,77

Примечание: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001 по сравнению с контролем

По результатам нагрузочных тестов не было значительных различий между опытными и контрольной группами собак. Однако собаки, получавшие корм с мукой личинок *H. illucens* 8% (БЧЛ-1), демонстрировали более быстрое восстановление показателей на средней (10 км, p=0,02) и длинной (20 км, p=0,03) дистанциях.

Сокращение времени восстановления показателей гемодинамики на дистанции 10 км в группе БЧЛ-1 было на 14,4% по сравнению с группой А-1 и на 14,2% по сравнению с контрольной группой. На дистанции 20 км в группе

БЧЛ-1 сокращение времени восстановления показателей было на 21,2% по сравнению с группой А-1 и на 18,5% по сравнению с контрольной группой.

Таким образом, в ходе первого эксперимента было установлено, что собаки всех исследуемых групп в той или иной мере испытывали дефицит белка и питательных веществ в рационе. Несмотря на более высокое содержание белка в натуральном рационе контрольной группы, переваримость белка была значимо выше в корме с мукой личинок *H. illucens* 8% (БЧЛ-1). Также при использовании корма БЧЛ-1 были установлены лучшие показатели эффективности использования азота рациона по сравнению с аналогичным кормом без альтернативного белка (А-1), хоть и уступали натуральному рациону в контрольной группе. Адаптационные возможности организма собак, получавших рацион БЧЛ-1, были также выше по сравнению с собаками других групп. Это отражалось в сокращении времени восстановления показателей гемодинамики на дистанции 10 км и 20 км. Кроме того, рацион БЧЛ-1 был более привлекателен для собак. С учетом полученных результатов, задачей второго эксперимента было увеличить уровень белка, макро- и микроэлементов в экспериментальном сухом корме БЧЛ-1 и оценить его эффективность.

3.4 Оценка наиболее эффективного рациона для сибирских хаски во втором эксперименте

Для второго эксперимента также был организован плавный переход на новый экспериментальный корм с мукой личинок *H. illucens* 15% (БЧЛ-2). В ходе переходного периода не было выявлено адаптационных проблем ни у одной из опытных собак. Таким образом, переходный период составил 9 дней.

В рамках второго эксперимента также было проведено изучение переваримости питательных веществ рациона БЧЛ-2 (таблица 17).

Таблица 17 – Переваримость питательных веществ рационов, %, $\mu \pm SD$

Показатель	Контроль, n=4	БЧЛ-2, n=4	Разность с БЧЛ-1, %
Сухое вещество	75,30 $\pm$ 0,14	83,38 $\pm$ 0,44*	-0,58%
Органическое вещество	77,69 $\pm$ 0,52	86,43 $\pm$ 0,19*	+1,72%
Сырой протеин	81,84 $\pm$ 0,79	87,14 $\pm$ 0,36*	+0,44%
Сырой жир	93,26 $\pm$ 0,43	88,97 $\pm$ 0,08*	-1,26%
Сырая клетчатка	6,02 $\pm$ 0,38	8,27 $\pm$ 0,021*	+1,45%
БЭВ	83,74 $\pm$ 0,34	92,13 $\pm$ 0,20*	+1,8%

Примечание: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001 по сравнению с контролем

Переваримость сухого вещества, органического вещества, сырого протеина, сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ в рационах с включением 8% и 15% муки личинок *H. Illucens* достоверно превосходила показатели контроля. При кормлении рационом с включением 8% муки личинок *H. Illucens* переваримость сухого вещества, органического вещества, сырого протеина, сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ была на 11,37; 9,34; 6; 35,37; 8,04% выше по сравнению с контролем (p=0,03). При скармливании рациона с включением 15% муки личинок *H. Illucens* переваримость сухого вещества, органического вещества, сырого протеина, сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ была на 10,74; 11,25; 6,48; 37,36; 10,02% выше по сравнению с контролем (p=0,03).

Переваримость питательных веществ экспериментального корма и натурального рациона значительно отличалась по ряду показателей. Так, переваримость сухого вещества, органического вещества, сырого протеина, сырой клетчатки и БЭВ была значимо выше в группе собак, получавших корм БЧЛ-2 (p=0,03). Отличия в переваримости протеина можно объяснить более сбалансированным аминокислотным составом экспериментального корма с белком черной львинки. При этом переваримость сырого жира также оставалась выше в контрольной группе. Корма с включением муки личинок *H.*

illucens 8% (БЧЛ-1) и с включением муки личинок *H. illucens* 15% (БЧЛ-2) не имели значимых отличий в переваримости питательных веществ; разница была не более 1,8% преимущественно в пользу корма БЧЛ-2. Корм с мукой личинок *H. illucens* 15% (БЧЛ-2) также показал более высокую эффективность использования азота, что согласуется с данными о переваримости сырого протеина (таблица 18).

Таблица 18 – Баланс и использование азота рационов, $\mu \pm SD$

Показатель	Группа	
	Контроль, n=4	БЧЛ-2, n=4
Принято с кормом, г	28,25	29,24 $\pm$ 0,87
Выделено с калом, г	5,13 $\pm$ 0,22	2,63 $\pm$ 0,10*
Выделено с мочой, г	18,33 $\pm$ 0,03	19,13 $\pm$ 0,32*
Переварено, г	23,12 $\pm$ 0,22	25,48 $\pm$ 0,14*
Баланс, г	4,79 $\pm$ 0,20	6,35 $\pm$ 0,35*
Переварено от принятого, %	81,84	87,14
Использовано от переваренного, %	20,71	24,92

Примечание: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ по сравнению с контролем

Баланс азота в обеих исследуемых группах был положительным. Принятый азот в группе БЧЛ-2 (29,24 г) был сопоставим с контрольной группой (28,25 г). При этом в контрольной группе выделение азота с калом составляет 5,13 г, а в группе БЧЛ-2 – 2,63 г ($p = 0,03$). Баланс азота показывает наибольшее значение в группе БЧЛ-2 (6,35 г), что является достоверным ($p = 0,03$). Переваримость и отложение азота в группе БЧЛ-2 были на 10,2% и 32,6% выше, чем в контроле ($p = 0,03$).

Динамика живой массы собак представлена в таблице 19. Живая масса собак на начало и конец эксперимента не различалась между группами.

Таблица 19 – Живая масса собак, кг,
 $\mu \pm SD$ (min-max)

Период	Группа	
	Контроль, n=14	БЧЛ-2, n=14
Начало эксперимента	22,90 $\pm$ 1,82 (19,90-25,30)	23,71 $\pm$ 2,15 (20,10-26,10)
Конец эксперимента	22,84 $\pm$ 1,79 (20,00-25,30)	23,70 $\pm$ 2,06 (20,20-26,00)
Баланс, кг	-0,06 $\pm$ 0,23	-0,01 $\pm$ 0,26

Морфологические и биохимические показатели крови собак на конец второго эксперимента представлены в таблицах 20 и 21. Статистически значимых отличий по морфологическому составу крови между опытной и контрольной группами не было выявлено. Повышение эозинофилов в обеих исследуемых группах также соответствует предыдущим результатам исследований крови и не связано с рационом.

Таблица 20 – Результаты морфологического анализа крови подопытных собак в конце второго эксперимента, $\mu \pm SD$

Показатели	Реф. значения	Контроль, n=12	БЧЛ-2, n=12
Гематокрит, %	38,0-55,0	47,62 $\pm$ 4,05	49,16 $\pm$ 3,52
Гемоглобин, г/л	120-180	164,08 $\pm$ 14,47	172,67 $\pm$ 16,30
Эритроциты, $\times 10^{12}$ /л	5,6-8,0	6,99 $\pm$ 0,58	7,27 $\pm$ 0,52
Лейкоциты, $\times 10^9$ /л	6,0-16,0	11,90 $\pm$ 3,72	11,59 $\pm$ 4,98
Бластные клетки, %	0	0	0
Миелоциты, %	0	0	0
Метамиелоциты, %	0	0	0
Палочкоядерные нейтрофилы, %	0-3	0,25 $\pm$ 0,62	0,50 $\pm$ 0,90
Сегментоядерные нейтрофилы, %	60-70	67,00 $\pm$ 12,29	68,92 $\pm$ 7,48
Эозинофилы, %	0-5	8,25 $\pm$ 4,33	6,83 $\pm$ 3,41
Моноциты, %	2-7	4,83 $\pm$ 2,25	4,67 $\pm$ 2,06
Базофилы, %	0-1	0	0,25 $\pm$ 0,87

Продолжение таблицы 20

Лимфоциты, %	12-30	19,67±9,56	18,83±7,77
Тромбоциты, ×10 ⁹ /л	160-550	303,83±43,32	266,33±59,63
Ядерные эритроциты, на 100 лейкоц.	0	0	0
Анизоцитоз эритроцитов, %	<18,0	13,51±0,60	13,62±0,45
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/дл	33,0-39,0	34,44±0,59	35,08±1,04
Средний объем эритроцита, мкм ³ (фл)	62,0-72,5	68,18±1,91	67,58±1,88
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	21,0-26,0	23,48±0,80	23,73±0,92
Скорректированные лейкоциты, ×10 ⁹ /л	6,0-16,0	11,90±3,72	11,59±4,98
Палочкоядерные нейтрофилы ABS, ×10 ⁹ /л	0,0-0,3	0,04±0,10	0,09±0,17
Сегментоядерные нейтрофилы ABS, ×10 ⁹ /л	3,0-11,5	8,19±3,46	8,20±4,19
Эозинофилы ABS, ×10 ⁹ /л	0,1-1,5	0,90±0,40	0,79±0,53
Базофилы ABS, ×10 ⁹ /л	0,0-0,1	0	0,04±0,13 (0,00-0,44)
Моноциты ABS, ×10 ⁹ /л	0,2-1,3	0,61±0,38	0,51±0,32
Лимфоциты ABS, ×10 ⁹ /л	1,0-4,8	2,17±0,91	1,95±0,70
Бластные клетки ABS, ×10 ⁹ /л	0	0	0

При оценке биохимических показателей крови отмечалось значимое повышение уровня АСТ у собак контрольной группы по сравнению с собаками, получающими рацион с белком черной львинки ($p=0,006$). Повышение данной трансферазы может наблюдаться при интенсивных физических нагрузках у спортивных и рабочих собак [75]. Повышение АСТ – аспартатаминотрансферазы – наиболее вероятно, связано с недостаточностью кровоснабжения мышц и перенапряжением скелетной мускулатуры собак при интенсивных физических нагрузках. Креатинфосфокиназа (КФК) была значимо повышена у собак контрольной группы по сравнению с группой БЧЛ-2 ($p=0,03$). Это также свидетельствует о наличии более выраженного микроповреждения мышечной ткани вследствие нагрузок у собак контрольной группы. У собак из группы контроля было выявлено более выраженное повышение лактатдегидрогеназы (ЛДГ) (на 20% выше группы

БЧЛ-2), однако данные различия не были статистически значимыми. ЛДГ может в норме повышаться после интенсивной физической нагрузки и не говорит о наличии патологии без корреляции с клинической картиной и другими показателями крови [51, 82].

Глюкоза была снижена в обеих группах, что может свидетельствовать о высоком расходе энергии в период интенсивных физических нагрузок и необходимости корректировки рациона в пользу увеличения калорийности рациона [13, 63].

В обеих группах был незначительно снижен уровень кальция, что может быть связано с усиленным притоком ионов кальция в клетки во время интенсивных физических нагрузок [150].

Повышение уровня калия может также являться следствием недостаточной способности организма к регуляции электролитного баланса в условиях стресса, вызванного физической активностью. Во время физической нагрузки происходит усиленная активация скелетных мышц, что сопровождается деполяризацией клеточных мембран мышечных волокон и увеличением частоты потенциалов действия. В результате из внутриклеточного пространства во внеклеточную жидкость происходит выход ионов калия через потенциал-зависимые калиевые каналы и натрий-калиевые насосы, работа которых временно нарушается или не успевает компенсировать поток ионов. Кроме того, при интенсивной мышечной работе увеличивается метаболизм АТФ, что снижает активность Na^+/K^+ -АТФазы – ключевого фермента, поддерживающего градиенты ионов натрия и калия через мембрану [30, 115, 162]. Это приводит к накоплению калия во внеклеточной среде. У собак обеих групп уровень калия сыворотки крови был в пределах нормы, однако в группе контроля калий был значимо выше по сравнению с группой БЧЛ-2 ($p=0,04$). Это также выразалось в отличиях по соотношению Na/K между группами ($p=0,04$). (таблица 21).

Таблица 21 – Результаты биохимического анализа крови подопытных собак в конце второго эксперимента, $\mu \pm SD$

Показатели	Реф. значения	Контроль, n=16	БЧЛ-2, n=16
Билирубин общий, мкмоль/л	<13,5	2,21 $\pm$ 1,05	1,88 $\pm$ 0,64
Билирубин прямой, мкмоль/л	<5,5	0,66 $\pm$ 0,50	0,51 $\pm$ 0,24
АСТ, Ед/л	8-42	45,00 $\pm$ 8,50	35,00 $\pm$ 7,11**
АЛТ, Ед/л	10-58	27,75 $\pm$ 12,48	28,67 $\pm$ 10,02
Мочевина, ммоль/л	3,5-9,2	5,71 $\pm$ 1,87	6,72 $\pm$ 1,69
Креатинин, мкмоль/л	54-138	79,58 $\pm$ 17,28	78,25 $\pm$ 14,10
Общий белок, г/л	55-73	68,14 $\pm$ 3,16	66,24 $\pm$ 4,77
Альбумин, г/л	25,0-39,0	31,93 $\pm$ 2,37	33,08 $\pm$ 2,63
Щелочная фосфатаза, Ед/л	10-70	27,83 $\pm$ 14,68	23,00 $\pm$ 7,12
Альфа-амилаза общая, Ед/л	300-1500	610,33 $\pm$ 267,05	560,33 $\pm$ 181,56
Глюкоза, ммоль/л	3,3-6,3	3,03 $\pm$ 0,75	2,91 $\pm$ 0,80
ЛДГ, Ед/л	23-220	302,17 $\pm$ 119,32	241,50 $\pm$ 97,71
ГГТ, Ед/л	0,0-8,0	2,64 $\pm$ 2,09	2,06 $\pm$ 1,43
Холестерин, ммоль/л	3,8-7,0	5,62 $\pm$ 1,38	6,22 $\pm$ 1,17
Триглицериды, ммоль/л	0,24-0,9	0,55 $\pm$ 0,17	0,81 $\pm$ 0,39
КФК, Ед/л	32-220	222,33 $\pm$ 64,08	169,75 $\pm$ 61,76*
Калий, ммоль/л	3,8-5,6	5,27 $\pm$ 0,23	5,02 $\pm$ 0,28*
Натрий, ммоль/л	140-154	147,17 $\pm$ 2,95	147,58 $\pm$ 1,24
Фосфор, ммоль/л	0,9-2,01	1,37 $\pm$ 0,35	1,38 $\pm$ 0,28
Кальций общий, ммоль/л	2,25-2,85	2,23 $\pm$ 0,19	2,21 $\pm$ 0,12
Железо, ммоль/л	14,0-43,0	22,03 $\pm$ 7,57	24,21 $\pm$ 7,63
Магний, ммоль/л	0,7-1,1	0,87 $\pm$ 0,05	0,87 $\pm$ 0,05
Хлор, ммоль/л	96-122	106,67 $\pm$ 3,39	107,92 $\pm$ 2,31
pH, ед. pH	7,35-7,5	7,47 $\pm$ 0,01	7,47 $\pm$ 0,02
Альбумин /глобулин, г/л	0,65-1,49	0,89 $\pm$ 0,08	1,02 $\pm$ 0,18
Глобулин, г/л	26,0-44,0	36,21 $\pm$ 2,14	33,19 $\pm$ 5,40
Кальций / фосфор, ммоль/л	1,6-2,3	1,70 $\pm$ 0,56	1,66 $\pm$ 0,33
Натрий / калий, ммоль/л	26,0-50,0	28,03 $\pm$ 1,51	29,52 $\pm$ 1,63*

Примечание: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001 по сравнению с контролем

Таким образом, у собак группы БЧЛ-2 показатели биохимии крови были лучше, чем у собак группы контроля. В частности, это выражалось лучшими адаптивными возможностями организма и менее выраженной реакцией на интенсивные физические нагрузки [57]. В рамках второго эксперимента все собаки также подвергались нагрузочным тестам с оценкой артериального давления, частоты сердечных сокращений, насыщения артериальной крови кислородом, частоты дыхательных движений. Результаты проведенных испытаний представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Результаты нагрузочных тестов в рамках второго эксперимента, $\mu \pm SD$

Параметры		Группы					
		Контроль, n=16			БЧЛ-2, n=16		
		5 км	10 км	20 км	5 км	10 км	20 км
ЧСС	До	71,62±5,18	76,83±14,42	71,07±3,58	74,25±6,12	78,55±15,20	73,80±4,45
	После	119,13±17,32	136,47±34,12	139,57±13,29	120,30±18,10	139,20±34,80	140,40±14,15
АД сист	До	134,43±11,11	123,22±6,78	137,89±4,03	136,70±12,15	124,80±7,35	138,50±4,75
	После	149,27±24,18	166,03±17,87	164,63±16,21	150,50±25,40	167,80±18,25	165,20±16,80
АД диаст	До	83,02±5,42	77,82±8,19	81,19±2,27	84,20±6,45	78,50±9,10	82,30±2,40
	После	109,22±13,64	117,14±35,18	119,45±8,63	110,50±14,80	119,10±36,00	120,10±9,50
ЧДД	До	26,58±2,48	23,72±5,14	24,88±1,12	27,20±3,05	24,80±6,25	25,50±1,20
	После	40,12±20,28	59,18±17,11	64,32±22,07	40,50±21,50	60,00±19,50	65,20±22,50
SpO ₂	До	98,82±0,92	98,29±0,81	99,08±2,53	99,60±1,10	99,10±0,90	99,40±2,60
	После	94,63±6,58	93,37±0,73	92,75±1,28	95,20±7,30	94,50±0,80	93,80±1,10
t, мин		4,12±0,05	6,40±0,10	6,37±0,09	4,10±0,09	5,35±0,08*	5,34±0,15*

Примечание: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001 по сравнению с контролем.

По результатам нагрузочных тестов не было значимых различий между животными опытных и контрольной групп по показателям ЧСС, АД, ЧДД и сатурации. На дистанции 5 км скорость восстановления показателей была примерно одинаковой в обеих группах. Однако на дистанциях 10 и 20 км собаки группы БЧЛ-2 демонстрировали значимо более быстрое

восстановление показателей. В опытной группе скорость восстановления показателей гемодинамики на дистанции 10 км была выше на 16,4%; на дистанции 20 км - на 16,2% соответственно. ($p=0,02$)

Таким образом, в ходе второго эксперимента было установлено, что собаки опытной группы БЧЛ-2, получавшие сухой полнорационный корм с добавлением 15% *H. illucens*, были лучше адаптированы к длительным интенсивным нагрузкам. Несмотря на более высокое содержание белка в контрольном натуральном рационе, переваримость и усвояемость белка была значимо выше при кормлении сухим кормом с белком черной львинки (БЧЛ-2). Адаптационные возможности организма собак, получавших рацион БЧЛ-2, были также выше по сравнению с собаками контрольной группы. Это выражалось в более стабильных уровнях АСТ и КФК в группе БЧЛ-2.

3.5 Экономическая оценка разработанных сухих полнорационных кормов для сибирских хаски

Одним из важных показателей в производстве любых кормов является их стоимость и экономическая эффективность использования. Информация о стоимости рациона контрольной группы была предоставлена специалистами предприятия. Закупка партии продуктов с учетом доставки обходится ЛПХ 500 рублей за килограмм. Стоимость экспериментальных рационов предоставлена заводом-изготовителем и включает производство партии корма с доставкой по России. В данном случае, себестоимость партии составляет 370 рублей за килограмм для корма БЧЛ-1, содержащего 8% муки личинок *H. illucens*, и 400 рублей за килограмм для корма БЧЛ-2 с увеличенным содержанием муки личинок *H. illucens* до 15%. В сравнении с традиционным кормом А-1, стоимость которого составляет 385 рублей за килограмм, а также с натуральным рационом контрольной группы — 500 рублей за килограмм, новые разработки демонстрируют значительную экономическую выгоду.

Корм БЧЛ-1, несмотря на более низкую себестоимость по сравнению с кормом А-1 (370 против 385 рублей), обладает преимуществами в плане использования инновационного компонента — муки личинок *H. illucens*. Это позволяет снизить затраты без потери качества кормления. Более того, корм БЧЛ-2 с более высоким содержанием муки личинок *H. illucens* (15%) стоит всего на 15 рублей дороже, чем А-1, что делает его еще более привлекательным с точки зрения соотношения цена/качество.

Транспортные расходы были включены поставщиками в стоимость всех рационов, включая контрольный. Однако контрольный натуральный рацион требовал обвалки и фасовки, что также предполагает дополнительные расходы на оплату труда рабочего и контейнеры для фасовки и хранения. Кроме того, для хранения натурального рациона необходима холодильная камера, которая расходует электроэнергию.

Экономическая выгода заключается не только в стоимости сырья и производства. Важным фактором является потенциальное снижение затрат на ветеринарное обслуживание и уход за животными благодаря лучшей усвояемости питательных веществ и повышенной адаптивности собак к физическим нагрузкам. В результате, при использовании разработанных кормов можно ожидать снижения общих затрат на содержание собак при сохранении или даже улучшении их здоровья и работоспособности. Это подтверждалось способностью собак, получавших рационы БЧЛ-1 и БЧЛ-2, активнее участвовать в работе в упряжке, в то время как собаки опытной группы А-1 и контрольной группы нуждались в более длительных перерывах и днях отдыха. Оценка экономической эффективности производства разработанных сухих полнорационных кормов представлена в таблице 23.

Таблица 23 – Экономическая оценка производства разработанных сухих полнорационных кормов за 1 кг

Показатель	Рацион			
	Контроль	А-1	БЧЛ-1	БЧЛ-2
Закупка, руб	500	385	370	400
Разность с контролем, руб	-	115	130	100
Разность с контролем, %	-	77	74	80

Как видно из таблицы 24, при кормлении собак натуральным контрольным рационом затраты на закупку, фасовку и хранение корма значительно выше по сравнению с кормлением сухими кормами. Кормление любым из экспериментальных рационов более чем на 74% выгоднее кормления натуральным рационом. В данном анализе не учитывались нерегулярные расходы на ветеринарное и хозяйственное обслуживание, амунизию, амортизационные расходы. Тем не менее, при затратах на все вышеперечисленные аспекты, становится очевидной рентабельность экспериментальных сухих кормов.

Сравнительный анализ показывает, что разработанные корма являются более экономически эффективными решениями по сравнению с натуральным рационом контрольной группы. Они позволяют снизить себестоимость кормления собак без ущерба для качества и эффективности, при этом корма БЧЛ-1 и БЧЛ-2 способствуют увеличению работоспособности собак, что делает их перспективными для широкого внедрения в ветеринарную практику и промышленное производство кормов. Кроме того, использование кормов на основе муки личинок *H. illucens* способствует развитию устойчивого производства белка с меньшими экологическими затратами по сравнению с традиционными источниками животного белка, так как личинки способны развиваться на органических отходах, выступая также в качестве их утилизатора [38]. Это может дополнительно снизить издержки на логистику и

сырье, а также повысить привлекательность продукции для экологически ориентированных потребителей.

ГЛАВА 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования демонстрируют преимущество корма для собак с включением в его состав муки личинок *H. Illucens*. Переваримость сухого вещества и сырого протеина в рационах с включением 8 и 15% муки личинок *H. Illucens* достоверно превосходила показатели контроля. Использование азота рациона было лучшим при включении в его состав 15% белка муки личинок *H. Illucens*.

Содержание белка в рационе не является единственным фактором, определяющим эффективность его усвоения и использования азота. Это подчеркивает важность комплексного подхода к формированию рациона, который должен учитывать не только количественные параметры, но и качество используемых ингредиентов. Мука личинок *H. illucens* является во всех отношениях высококачественным продуктом и может быть рекомендована к включению в рационы собак.

Собаки, получавшие сухой полнорационный корм с добавлением 8% и 15% муки личинок *H. illucens*, демонстрировали более эффективные адаптивные реакции на длительные интенсивные нагрузки по сравнению с собаками контрольной группы, что подчеркивает важность оптимизации рациона для улучшения физиологических показателей и адаптации к физическим стрессам. Это имеет важное практическое значение для ветеринарной медицины и кинологии, так как правильное питание может способствовать не только повышению спортивных результатов, но и здоровью ездовых собак в целом.

4.1 Выводы

1. Разработан полнорационный экструдированный корм для сибирских хаски с содержанием 33% белка, из которого 15% приходится на белок личинок черной львинки *H. Illucens*. Данный корм изготовлен преимущественно из отечественных компонентов и полностью соответствует

физиологическим потребностям ездовых собак в условиях длительных, интенсивных нагрузок, обеспечивая оптимальный баланс питательных веществ для поддержания их работоспособности и здоровья. Стоимость корма с включением 8% муки личинок *H. Illucens* составила 370 рублей за килограмм, с включением 15% муки личинок *H. Illucens* – 400 рублей за килограмм, что меньше, чем в традиционном корме на 130 и 100 рублей соответственно.

2. Физиологическое состояние подопытных собак, оцененное по клиническим и лабораторным показателям, свидетельствует о положительном влиянии разработанных рационов на здоровье животных. Собаки, получавшие корма с мукой личинок черной львинки 8% и 15%, демонстрировали более устойчивые адаптивные реакции к длительным физическим нагрузкам. Лучшие результаты были достигнуты при кормлении рационом с включением 15% муки личинок *H. Illucens*. У собак, получавших этот корм аспартатаминотрансфераза и креатинфосфокиназа были ниже на 28,57 ($p=0,006$) и 30,97% ($p=0,03$) по сравнению с контролем. Морфологический состав крови животных контрольной и опытной групп находился в пределах физиологических норм.

3. Переваримость сухого вещества, органического вещества, сырого протеина, сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ в рационах с включением 8% и 15% муки личинок *H. Illucens* достоверно превосходила показатели контроля. При кормлении рационом с включением 8% муки личинок *H. Illucens* переваримость сухого вещества, органического вещества, сырого протеина, сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ была на 11,37; 9,34; 6; 35,37; 8,04% выше по сравнению с контролем ($p=0,03$). При скармливании рациона с включением 15% муки личинок *H. Illucens* переваримость сухого вещества, органического вещества, сырого протеина, сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ была на 10,74; 11,25; 6,48; 37,36; 10,02% выше по сравнению с контролем ($p=0,03$).

4. Использование корма с включением 15% муки личинок *H. Illucens* оказывает положительное влияние на обмен азота. Его переваримость и отложение было на 10,2% и 32,6% больше, чем в контроле ($p=0,03$).

5. При скармливании корма с включением 8% и 15% муки личинок *H. illucens* скорость восстановления частоты сердечных сокращений, артериального давления, частоты дыхательных движений и сатурации на дистанции 10 км была выше на 14,2% ($p=0,02$) и 16,4% ($p=0,03$) по сравнению с контролем, на дистанции 20 км – на 18,5% и 16,2% соответственно ($p=0,02$).

4.2 Предложения производству

Сухие полнорационные корма для ездовых собак с добавлением муки личинок *H. illucens* рекомендуются к внедрению для кормления ездовых собак, подвергающихся регулярным, длительным физическим нагрузкам. Рекомендовано использование промышленных рационов с содержанием белка не менее 30% от общей питательности, в том числе с включением белка личинок *H. Illucens* в количестве 15% от общей доли белка рациона.

4.3 Перспектива дальнейшей разработки темы

Дальнейшие научные исследования будут направлены на изучение влияния различных уровней концентрации белка черной львинки на питательную ценность, усвояемость рациона и здоровье собак. Планируется изучение использования белков из других видов насекомых для расширения ассортимента источников альтернативного белка. Это позволит повысить устойчивость производства и снизить зависимость от одного вида сырья, а также улучшить биологическую ценность кормов.

Интеграция этих аспектов будет способствовать созданию инновационных, экологических и высококачественных специализированных кормов для собак, отвечающих современным требованиям по питанию и устойчивому развитию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анатомия собаки. Висцеральные системы (спланхнология) / Слесаренко Н. А. [и др.] //СПб.: Лань. – 2004. – С. 88.\
2. Анализ рынка кормов для домашних животных в России - 2025. Показатели и прогнозы. Базовая версия / Tebiz Group. – 142 с.
3. Антонова, В.С. Методология научных исследований в животноводстве / Антонова В.С., Топурия Г.М., Косилов В.И. // Оренбург: Издательство центр ОГАУ, 2011. – 246 с.
4. Анциферов, М. Б. Роль таурина и его дефицита в организме человека и животных / М. Б. Анциферов //Фарматека. – 2012. – №. 16. – С. 60-65.
5. Бальчунас, Е. С. Микробиом желудочно-кишечного тракта у кошек и собак: влияние питания на здоровье животного / Е. С. Бальчунас, Л. А. Глазунова, Е. М. Гагарин // Обеспечение качества и безопасности молока : Сборник материалов круглого стола, Тюмень, 22 апреля 2022 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 67-74.
6. Баюров, Л. И. Витамины и их значение для собак / Л. И. Баюров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – №. 169. – С. 16-38.
7. Баюров, Л. И. Роль жиров и жирных кислот в питании собак / Л. И. Баюров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 165. – с. 1–16.
8. Баюров, Л. И. Тирозин и его роль в поведении и обучении собак / Л. И. Баюров, К. Д. Михеева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 185. – с. 1–21.
9. Белоножкина, С. А. Потребность служебных собак в минеральном питании / С. А. Белоножкина, Н. Я. Дмитриева // Роль молодых ученых в

решении актуальных задач АПК : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, посвящается 115-летию Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, Санкт-Петербург-Пушкин, 28–30 марта 2019 года. – Санкт-Петербург-Пушкин: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2019. – С. 68-69.

10. Бесланеев, Э. В. Научное обоснование производства биологически полноценных кормов для собак / Э. В. Бесланеев, Ж. Х. Бесланеева // Санкт-Петербург: Лань. – 2018.

11. Блинков, М. С. Особенности отбора и подготовки служебных собак к следовой работе / М. С. Блинков, Л. И. Баюров // В сб.: «Научное обеспечение агропромышленного комплекса (сб. статей по мат. 74-й науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2018 год. Ответственный за выпуск А.Г. Коцаев. 2019). – Краснодар : КубГАУ, 2019. – С. 254–257.

12. Боляхина, С.А. Влияние кормления сухими гранулированными кормами на физиологические параметры у юниоров западно-сибирской лайки в период формирования рабочих качеств / Боляхина С.А., Ефремова Е.А., Насартдинова Г.Ф. //Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2016. – №. 2. – С. 60–65.

13. Бузина, О. В. Биохимические показатели крови самоедских собак при различных уровнях кормления и физических нагрузках / О. В. Бузина, Е. Г. Черемуха, А. Е. Данилова // Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России и за рубежом : материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, профессора, доктора сельскохозяйственных наук Хуснидинова Шарифзяна Кадиновича, Иркутск, 11 ноября 2021 года. – Молодёжный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2021. – С. 304-310.

14. Бузина, О.В. Особенности кормления спортивных собак / О. В. Бузина, Е. Г. Черемуха, А. Е. Данилова // Научное обеспечение животноводства Сибири: материалы VI. – 2022. – С. 93.

15. Булычева, Т. Н. Влияние селена на физиологическое состояние служебных собак / Т. Н. Булычева, В. А. Ситников //Пермский аграрный вестник. – 2017. – №. 2 (18). – С. 131-136.

16. Буров, С. В. Биохимические и морфологические показатели крови служебно-розыскных собак породы "Немецкая овчарка" в условиях высокогорья при использовании высокоэнергетических кормов фирмы "ROYAL CANIN" / Буров С.В., Левченко Ю. И. //Ветеринарная патология. – 2012. – №. 1 (39). – С. 67–72.

17. Влияние кормовой добавки на использование питательных веществ рациона и здоровье животных / В.И. Трухачёв [и др.]. – 2022.- Зоотехния.- №5.- с.19-22.

18. Влияние скармливания сухих промышленных кормов на работоспособность служебных собак / О. Л. Янкина, А. Н. Приходько, Н. А. Ким [и др.] // Аграрный вестник Приморья. – 2020. – № 4(20). – С. 42-46.

19. Гилёв, К. В. Переваримость и обмен веществ у собак при использовании рационов с разным уровнем энергии / К.В. Гилёв // Автореф. дис. канд. с/х наук. Оренбург, 2019. – 24 с.

20. Горшков В.В. Влияние типа кормления на продуктивные особенности служебных собак / В.В. Горшков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 5. – С. 113 - 117.

21. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира (с Изменением №1) [Электронный ресурс]: нормативный акт // docs.cntd.ru/document/gost-13496-15-97

22. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина [Электронный ресурс]: нормативный акт // engeneer.ru/gost-13496-4-93

23. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы [Электронный ресурс]: нормативный акт // www.znaytovar.ru/gost/1/GOST_2622695.html

24. ГОСТ 26570-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция [Электронный ресурс]: нормативный акт // docs.cntd.ru/document/gost-26570-95

25. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора [Электронный ресурс]: нормативный акт // docs.cntd.ru/document/gost-26657-97

26. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации [Электронный ресурс]: нормативный акт // www.internet-law.ru/gosts/gost/52702

27. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества [Электронный ресурс]: нормативный акт // <https://docs.cntd.ru/document/1200003120>

28. ГОСТ Р 55453-2022. Корма для непродуктивных животных фильтрации [Электронный ресурс]: нормативный акт // <https://internet-law.ru/gosts/gost/77572/>

29. Гриднева, Е.Е. Использование нетрадиционных видов кормов в животноводстве / Е. Е. Гриднева, Г. Ш. Калиакпарова, Д.М. Туголбаева // Проблемы агрорынка. – 2025. – №. 1. – С. 81-91.

30. Двоеглазова, Н.В. Влияние различной физической нагрузки на содержание электролитов крови собак (*Canis familiaris*) / Н. В. Двоеглазова, А. Е. Кокорина, К. С. Лопатина // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства : Материалы Международной научно-практической конференции посвященной 100-летию Института и 150-летию со дня рождения основателя и первого директора института, проф. Бориса Михайловича Житкова, Киров, 23–26 мая 2022 года. – Киров: Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. Б.М. Житкова РАСХН, 2022. – С. 196–200.

31. Диков, А. В. Влияние паратипических факторов на рабочие качества ездовых собак разных генотипов/ А. В. Диков, Т. В. Лепёхина, Ф. Р. Бакай //Зоотехния. – 2019. – №. 2. – С. 30-32.

32. Диков, А. В. Сравнительный анализ поведенческих особенностей собак разного происхождения и пола / А. В. Диков, Ф. Р. Бакай, А. Н. Кровикова // The Scientific Heritage. – 2022. – № 85. – С. 5.

33. Диков, А. В. Сравнительный анализ экстерьерно-конституциональных особенностей ездовых собак разных генотипов / А. В. Диков, М. В. Сизова //Главный зоотехник. – 2018. – №. 7. – С. 44-51.

34. Журавлев, М.С. Влияние белка насекомых на продуктивность бройлеров в промышленных условиях / М. С. Журавлев, А. И. Истомин, Н. П. Буряков // Материалы Всероссийской с международным участием научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 155-летию со дня рождения НН Худякова, г. Москва, 7. – 2021. – С. 43.

35. Иванов, А. А. Этология с основами зоопсихологии учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Зоотехния" / А. А. Иванов. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2007. — 623 с. ил.

36. Качалкова, Т. В. Влияние различных типов кормления на физиологическое состояние собак: Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.02.02. – Троицк: 2005. – 24 с.

37. Кинология: учебник / Г.И. Блохин, Т.В. Блохина, Г.А. Бурова и др. – СПб.: Лань, 2018. – 376 с.

38. Клиническая гастроэнтерология животных : учебное пособие / И. И. Калюжный, Г. Г. Щербаков, А. В. Яшин [и др.] ; под редакцией И. И. Калюжного. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 448 с.

39. Колокольцова, Е.А. Эффективность использования различных типов кормления племенных и пользовательных собак: Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.02.08. – Красноярск: 2012. – 15 с.

40. Комплексные исследования биологической ценности белка личинки *Hermetia Illucens* / Тышко Н. В. [и др.] // Вопросы питания. – 2021. – Т. 90. – №. 5 (537). – С. 49-58.

41. Костина, Е. В. Исследование изменчивости качества протеина животного происхождения в кормах для непродуктивных животных / Е. В. Костина // Международная научно-техническая конференция молодых ученых, Белгород, 25–27 мая 2020 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 4830-4833.

42. Кушева, А. А. Недостаток минеральных веществ в организме собаки //ББК 72 Р106. – 2019. – С. 39.

43. Лазаренко, Л. В. Определение уровня кортизола у собак при стрессе / Лазаренко Л. В. //Актуальные проблемы собаководства в правоохранительных структурах-2022. – 2022. – С. 43–45. 6

44. Левченко, Ю. И. Влияние различных кормов на обмен веществ и рабочие качества служебных собак: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. 06.02.08 – п. Персиановский: Донской ГАУ, 2017. – 22 с.

45. Линёва, А. Нарушения гомеостаза фосфора и его роль в развитии патологий у собак и кошек / А. Линева //Ветеринария. – 2024.

46. Лушай, Ю. С. Основы диетологии для животных : Учебное пособие для вузов / Ю. С. Лушай, Л. В. Ткаченко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 216 с.

47. Маслова, Е.Н. Научное обоснование использования пробиотиков у мелких домашних животных / Е. Н. Маслова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 5. – С. 200–203.

48. Маслюк, А.Н. Проблемные вопросы кормления служебных собак / А.Н. Маслюк, О.Е. Лиходеевская, О.Г. Лоретц, М.И. Барашкин // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 01 (155). – С. 26 - 30.

49. Медведский, В.А. Содержание собак, кошек, зоопарковых, экзотических животных и птиц / В. А. Медведский, Н. В. Мазоло // Учебно-

методическое пособие. — Витебск: Витебск: Витебская государственная академия ветеринарной медицины (ВГАВМ), 2017. — 20 с.

50. Норов, А. И. Некоторые биохимические показатели крови служебных собак при смене рационов кормления / А. И. Норов // Пермский период : Сборник материалов IX Международного научно-спортивного фестиваля курсантов и студентов образовательных организаций. В 3-х томах, Пермь, 16–20 мая 2022 года / Сост. А.И. Согрина. Том 3. – Пермь: Пермский институт Федеральной службы исполнения наказаний, 2022. – С. 106-109.

51. Отинов, И. В. Витамины, питательные и минеральные вещества в рационе служебной собаки / И. В. Отинов, Л. В. Пустовик, И. А. Сарана // Инновационные методы в преподавании естественных дисциплин в военном высшем учебном заведении : Сборник статей межвузовской научно-практической конференции, Пермь, 31 марта 2021 года / Под общей редакцией Е.А. Николаевой. – Пермь: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации», 2021. – С. 109-115.

52. Позябин, С.В., Актуальность сонографических исследований в алгоритме инструментальной диагностики коленного сустава у собак / С. В. Позябин, О.А. Подскребкина // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2022. – №12. – С.61 – 68.

53. Приказ Министерства Sports Российской Федерации от 20 мая 2013 г. N 277 «О признании и включении во Всероссийский реестр видов спорта спортивных дисциплин, видов спорта и внесении изменений во всероссийский реестр видов спорта».

54. Розина, И. И. Минеральное питание собак / И. И. Розина // Пермский период : Сборник материалов IX Международного научно-спортивного фестиваля курсантов и студентов образовательных организаций. В 3-х томах, Пермь, 16–20 мая 2022 года / Сост. А.И. Согрина. Том 3. – Пермь: Пермский институт Федеральной службы исполнения наказаний, 2022. – С. 125-127.

55. Рябов, Д. К. Изучение реакции сердечно-сосудистой системы на различные виды тренинга у северных ездовых собак / Д. К. Рябов // Вопросы фундаментальной и прикладной физиологии в исследованиях студентов ВУЗов: матер. VIII-й Всероссийск. молодежи. научн.конф. Киров, – 2016. – С.146-151.

56. Сабирова, Е. С. Влияние рациона на адаптационные механизмы сибирских хаски при интенсивных физических нагрузках / Е. С. Сабирова, В. Г. Косолапова, Н. П. Буряков // Главный зоотехник. – 2025. – № 8. – С. 36-47.

57. Сабирова, Е. С. Нетрадиционные корма в рационах непродуктивных животных / Е. С. Сабирова, В. Г. Косолапова, А. А. Ксенофонтова, М. С. Журавлев // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2025. – № 9. – С. 59-68.

58. Савина, Ю. В. Особенности кормления собак в зависимости от сезона года / Ю. В. Савина // Студенческая наука - взгляд в будущее : Материалы XV Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 26–27 марта 2020 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – С. 354-357.

59. Севрюков, А.В. Изменение морфологического состава крови, показателей метаболизма и пути их коррекции при стрессе у служебных собак : дис. – Ростов-на-Дону : (06.02. 01) /Севрюков А.В., 2016.

60. Селиванова, И. Р. Биологические основы кормления кошек и собак / И. Р. Селиванова // Universum: химия и биология. – 2024. – Т. 1. – № 2 (116). – С. 9–13.

61. Симоненко, Е. И. Нарушения, связанные с дефицитом кальция, фосфора и витамина D в рационе собак / Е. И. Симоненко // Перспективные научные исследования как двигатель современной науки : Сборник статей XVIII международной научной конференции, Санкт-Петербург, 22 июня 2024 года. – Санкт-Петербург: ООО "Международный институт перспективных исследований им. Ломоносова", 2024. – С. 16-17.

62. Синицына, М. Сибирский хаски / М. Синицына, Н. Ришина. – М.: Dog–профи, 2014. – 224 с.
63. Смолин, С.Г. Содержание общего белка, глюкозы и триглицеридов в сыворотке крови служебных собак при применении разнообразных рационов кормления / Смолин С.Г., Донкая С.Н. // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 1. – С. 71–76 .
64. Сычев, И. А. Влияние витамина D на физиологические процессы в организме плотоядных животных / И. А. Сычев // Молодежь и наука. – 2020. – № 7. – С. 4.
65. Указ Президента РФ от 19.12.2012 N 1666 (ред. от 06.12.2018) «О Стратегии государственной национальной политики Российской Федерации на период до 2025 года».
66. Уша, Б. В. Клиническое обследование животных : учебное пособие для СПО / Б. В. Уша, М. А. Фельдштейн. — 3-е изд. — Санкт-Петербург : Квадро, 2024. — 304 с.
67. Ушакова, Н.А. Перспективы использования насекомых в кормлении сельскохозяйственных животных. Биотехнология: состояние и перспективы развития / Н. А. Ушакова, Р. В. Некрасов // Материалы VIII Московского международного конгресса / ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Д. И. Менделеева. Москва, 17-20 марта 2015 г. М., 2015. – С. 147-149.
68. Фалынскова, Н. П. Анализ крови у собак / Фалынскова Н. П., Китаева А. Г. //Актуальные научные исследования в современном мире. – 2018. – №. 11 (79). – С. 29.
69. Физико-химические методы анализа кормов / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, В.Г. Косолапова. – М.: ИД «Типография Россельхозакадемии», 2014. – 344 с.
70. Хантфорд, Р. Покорение Южного полюса: гонка лидеров / Р. Хантфорд; пер. с англ. С. Филина. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 634 с.

71. Холл, Э. Гастроэнтерология собак и кошек / Э. Холл, Д. Симпсон, Д. Уильямс // М.: Аквариум-Принт. – 2010. – Т. 408.
72. Хохрин С. Н. Кормление собак : учебное пособие для вузов / С. Н. Хохрин, К. А. Рожков, И. В. Лунегова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 288 с.: ил. 4
73. Хохрин, С. Н. Научные основы минерального питания собак / С. Н. Хохрин, А. В. Соболев // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2008. - № 10. – С.64-68.
74. Хохрин, С. Н. Проблемы полноценного минерального питания собак и кошек / С. Н. Хохрин, К. А. Рожков, И. В. Лунегова // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2016. – №. 3. – С. 164-170.
75. Челнокова, В. В. Влияние длительных ненормированных поисково-спасательных работ на биохимические показатели крови служебных собак средних пород / В. В. Челнокова, А. В. Прусаков, А. В. Яшин // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. – 2024. – № 4. – С. 206–210.
76. Шаабан, М. Нетрадиционные источники белка в кормлении животных / М. Шаабан, М. Е. Бельшкина // Аграрная наука. – 2025. – №. 3. – С. 69-75.
77. Швыдова, А. В. Микропротеины и энтомопротеины как источник полноценного белка / А. В. Швыдова // Научное обеспечение сельского хозяйства горных и предгорных территорий : Материалы II Всероссийской Студенческой Научно-практической конференции, Владикавказ, 25 ноября 2021 года. Том Часть 1. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2021. – С. 230-232.
78. Шестакова, А. Н. Изменение электрической активности сердца и ремоделирование миокарда под влиянием тренинга у ездовых собак / Шестакова А. Н., Яшин А. В., Рябов Д. К. // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2018. – №. 3 (39). – С. 13–21.
79. Шорохова И. С., Кисляк Н. В., Мариев О. С. Статистические методы анализа: учебное пособие. – 2015. – 300 с.

80. Шорохова, А. В. Контроль качества мясокостной муки / А. В. Шорохова, Г. М. Копылов // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : сборник научных трудов по материалам V Международной научной экологической конференции, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 28–30 марта 2017 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилына, 2017. – С. 545-548.

81. Шульпинов, А. А. Фенотипические корреляции биохимических и гематологических показателей крови у служебных собак / А. А. Шульпинов, Ф. Р. Бакай // Современное состояние и перспективы селекционно-племенной работы и генетики : сборник материалов Национальной научно-практической конференции, в рамках десятилетия науки и технологий, объявленного в Российской Федерации с 2022-2031 гг., Москва, 15 марта 2023 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина»; Факультет зоотехнологий и агробизнеса; Кафедра генетики и разведения животных имени В.Ф. Красоты. – Москва: Издательский дом "Научная библиотека", 2023. – С. 80-81.

82. Щукин, М. В. Анализ показателей крови у аляскинских хаски / М. В. Щукин, Ц. Ц. Содбоев, Я. О. Дроздова // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : Сборник трудов 2-й Научно-практической конференции, Москва, 23 июня 2023 года / Под общей редакцией С.В. Позябина, Л.А. Гнездиловой. – Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2023. – С. 113-114.

83. Щукина, М. В. Особенности стрессовых реакций у собак и кошек и способы их коррекции / М. В. Щукина // Молодые аграрии Ставрополя. – 2017. – С.75-79.

84. Яковенко, Н. А. Влияние углеводного баланса на метаболизм собак / Н. А. Яковенко, Т. М. Шишлова // ББК 46.73 А 43. – 2024. – С. 91.
85. 90-Day toxicity study of dichloroacetate in dogs / J. L. Cicmanec [et al.] // *Fundamental and Applied Toxicology*. – 1991. – Т. 17. – №. 2. – P. 376-389.
86. A comparison of the nutritional adequacy of home-prepared and commercial diets for dogs / E.L. Streiff, B. Zwischenberger, R.F. Butterwick [et al.] // *J. Nutr.* – 2002. – Т. 132. – p. 1698–1700.
87. Abrupt dietary change and gradual dietary transition impact diarrheal symptoms, fecal fermentation characteristics, microbiota, and metabolic profile in healthy puppies / P. Liao [et al.] // *Animals*. – 2023. – Т. 13. – N. 8. – p. 1300.
88. Alvarez, L. The Role of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in Sustainable Waste Management in Northern Climates / L. Alvarez // *Electronic Theses and Dissertations*. 2012. – P. 402.
89. American Pet Products Association. Industry statistics & trends // In: American Pet Products Association 2021–2022 National Pet Owners Survey. – URL: http://www.americanpetproducts.org/press_industrytrends.asp дата обращения: 10.10.2023).
90. Association of American Feed Control Officials (AAFCO). Official feed terms // Official Publication of the Association of American Feed Control Officials, 2022. – No. 351.
91. Atwater, W. O. Principles of nutrition and nutritive value of food / W. O. Atwater // US Department of Agriculture, 1902. – №. 142.
92. Bauer, J. E. Facultative and functional fats in dogs and cats / J. E. Bauer // *J. Am. Vet. Med. Assoc.* – 229. – 2006. – P. 680–684.
93. Bauer, J. E. Responses of dogs to dietary omega-3 fatty acids / J. E. Bauer // *Journal of the American Veterinary Medical Association*. – 2007. – Т. 231. – №. 11. – P. 1657-1661.
94. Baxmann A. C., De OG Mendonca C., Heilberg I. P. Effect of vitamin C supplements on urinary oxalate and pH in calcium stone-forming patients / A. C. Baxmann // *Kidney international*. – 2003. – Т. 63. – N. 3. – p. 1066-1071.

95. Beneficial effects of chronic administration of dietary ω -3 polyunsaturated fatty acids in dogs with renal insufficiency / S. A. Brown, C. A. brown, W. A. Crowell [et al.] // Journal of Laboratory and Clinical Medicine. – 1998. – T. 131. – N. 5. – p. 447-455.
96. Biagi, G. The role of dietary omega-3 and omega-6 essential fatty acids in the nutrition of dogs and cats: a review / G. Biagi, M. Cocchi, A. Mordenti, A. Merdenti // Progress in Nutrition. – 2004. – T. 6. – N.2. – P. 1–12.
97. Bioavailable methionine assessed using the indicator amino acid oxidation method is greater when cooked chickpeas and steamed rice are combined in healthy young men / R. M. Rafii, P. B. Pencharz, R. O. Ball [et al.] // J. Nutr. – 2020. – T. 150. – N. 7. - p. 1834–1844.
98. Biodegradation of heterogeneous mixture of organic fraction of municipal solid waste by black soldier fly larvae (*Hermetia Illucens*) under the tropical climate conditions / D. Sarpong [et. al.] // International journal of innovative science, engineering & technology – 2018. – V. 5. - Is. 3. - P. 244- 254.
99. Black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) strengthen the metabolic function of food waste biodegradation by gut microbiome / Ch.-L. Jiang [et. al.] // Microbial biotechnology – 2019. – No. 12. - P. 528– 543.
100. Blaxter, K. L. Energy metabolism in animals and man / K. L. Baxter // CUP Archive, 1989.
101. Brody, S. Growth and development with special reference to domestic animals. XXXIV, Basal metabolism, endogenous nitrogen, creatinine and neutral sulphur excretions as a function of body weight / S. Brody, R. C. Procter, U. S. Ashworth // University of Missouri, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station, 1934.
102. Brody, S. Growth and development with special reference to domestic animals: further investigations of surface area in energy metabolism / S. Brody, R. C. Procter // Univ of Missouri Res. EUA. – 1932.

103. Canine salmonellosis: a review and report of dog to child transmission of salmonella enteritidis / E.V. Morse, M.A. Duncan, D.A. Estep [et al.] // *Am. J. Public Health.* – 1976. – T. 66. – p. 82–84.
104. Cardiac and skeletal muscle abnormality in taurine transporter-knockout mice / Ito T. [et al.] // *Journal of biomedical science.* – 2010. – T. 17. – C. 1-5.
105. Case, L. P. The dog: its behavior, nutrition, and health / L. P. Case // John Wiley & Sons, 2023. – 754 p.
106. Cellular models for induction of drip loss in meat / I.H Lambert, J.H Nielsen, H.J Andersen [et al.] // *J. Agric Food Chem.* – 2001. – T. 49. – N.10. – p. 2225–2230.
107. Changes in rectal temperature and hematologic, biochemical, blood gas, and acid-base values in healthy Labrador Retrievers before and after strenuous exercise / C. L. Matwichuk [et al.] // *American journal of veterinary research.* – 1999. – T. 60. – №. 1. – P. 88-92.
108. Chwalibog, A. Energy metabolism in animals. Proceedings of the 15th symposium on energy metabolism in animals, Snekkersten, Denmark, 11-16 September 2000 / A. Chwalibog, K. Jakobsen, – 2001. – C. xiv+ 487 p.
109. Commercial pet foods / S.W Crane, C.S Cowell, N.P Stout [et al.] // In: *Small Animal Clinical Nutrition* (ed. M.S. Hand, C.D. Thatcher, R.L Remillard et al.), – Topeka: Mark Morris Institute, 2010.– p. 157–190.
110. Computer analysis of nutrient sufficiency of published home-cooked diets for dogs and cats (abstract) / S.D Lauten, T.M Smith, C.A Kirk [et al.] // *J Vet Intern Med.* – 2005. – T. 19. – P. 476.
111. Correction of hyperkalemia in dogs with chronic kidney disease consuming commercial renal therapeutic diets by a potassium-reduced home prepared diet / G. Segev, A. J. Fascetti, L. P. Weeth [et al.] // *J. Vet. Intern. Med.* – 2010. – T. 24. – N.3. – p. 546–550.

112. de Bruijne, J. J. Glycogenolysis in the fasting dog / J. J. de Bruijne, P. de Koster // *Comparative Biochemistry and Physiology. B, Comparative Biochemistry.* – 1983. – T. 75. – №. 4. – P. 553-555.
113. Delaney, S. J. Safety of vitamin K, and its use in pet foods / D. A. Dzanic, S. J. Delaney // *J. Am. Vet. Med. Assoc.* – 2018. – T. 252. – N.5. – p. 537–542.
114. Design of the mammalian respiratory system. II. Measuring maximum aerobic capacity / H. J. Seeherman [et al.] // *Respiration Physiology.* – 1981. – T. 44. – №. 1. – P. 11-23.
115. Diet affects nutrient digestibility, hematology, and serum chemistry of senior and weanling dogs / Swanson K. S. [et al.] // *Journal of Animal Science.* – 2004. – T. 82. – №. 6. – C. 1713–1724. DOI: 10.2527/2004.8261713x
116. Dietary protein level affects protein metabolism during the postabsorptive state in dogs / B. Humbert [et al.] // *The Journal of nutrition.* – 2002. – T. 132. – №. 6. – P. 1676S-1678S.
117. Dietary-related skeletal changes in a Shetland sheepdog / C. J. McMillan, D. J. Griffon, S. L. Marks [et al.] // *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* – 2006. – T. 42. – N. 1. – p. 57–64.
118. Diffuse osteopenia and myelopathy in a puppy fed a diet composed of an organic premix and raw ground beef / M.B. Taylor, D.A. Geiger, K.E. Saker [et al.] // *J. Vet. Med. Assoc.* – 2009. – T. 234. – N. 8. – p. 1041–1048.
119. Digestibility of protein and amino acids in selected foods as determined by a rat balance method / G. Sarwar, R. W. Peace, H. G. Botting [et al.] // *Plant Foods Hum. Nutr.* – 1989. – T. 39. – N.1. – p. 23–32.
120. Digestion, faeces microbiome, and selected blood parameters in dogs fed extruded food containing Black soldier fly (*Hermetia illucens*) meal / K. Kara [et al.] // *Italian Journal of Animal Science.* – 2025. – T. 24. – №. 1. – P. 466-483.
121. Dried *Hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine / G. L. Newton [et al.] // *Journal of Animal Science.* 1977. – V. 44 (3). – P. 395-400.

122. Dunbar, B. L. Early and sustained enrichment of serum n-3 long chain polyunsaturated fatty acids in dogs fed a flaxseed supplemented diet / B. L. Dunbar, K. E. Bigley, J. E. Bauer // *Lipids*. – 2010. – T. 45. – N. 1. – p. 1-10.
123. Dynamic exercise training in foxhounds. I. Oxygen consumption and hemodynamic responses / T. I. Musch [et al.] // *Journal of Applied Physiology*. – 1985. – T. 59. – №. 1. – P. 183-189.
124. Effect of diet and training on muscle glycogen storage and utilization in sled dogs A. J. Reynolds [et al.] // *Journal of applied physiology*. – 1995. – T. 79. – №. 5. – P. 1601-1607.
125. Effect of diet on the fatty acid and molecular species composition of dog retina phospholipids / Delton-Vandenbroucke I. [et al.] // *Lipids*. – 1998. – T. 33. – N. 12. – p. 1187-1193.
126. Effect of dietary protein content and tryptophan supplementation on dominance aggression, territorial aggression, and hyperactivity in dogs / DeNapoli J. S. [et al.] // *Journal of the American Veterinary Medical Association*. – 2000. – T. 217. – N. 4. – p. 504-508.
127. Effect of increased dietary protein and decreased dietary carbohydrate on performance and body composition in racing Greyhounds / R. C. Hill [et al.] // *American journal of veterinary research*. – 2001. – T. 62. – №. 3. – P. 440-447.
128. Effect of mild restriction of food intake on the speed of racing Greyhounds / R. C. Hill [et al.] // *American journal of veterinary research*. – 2005. – T. 66. – №. 6. – P. 1065-1070.
129. Effect Of N-3 Polyunsaturated Fatty Acids (Pufas) On Breast Cancer Progression / A. Cabanes, M. Wang, S. Olivo [et al.] // *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. – 615 Chestnut St, 17th Floor, Philadelphia, Pa 19106-4404 USA : Amer Assoc Cancer Research, 2003. – T. 12. – N. 11. – P. 1305-1305.
130. Effect of postexercise carbohydrate supplementation on muscle glycogen repletion in trained sled dogs / A. J. Reynolds [et al.] // *American journal of veterinary research*. – 1997. – T. 58. – №. 11. – P. 1252-1256.

131. Effects of dietary protein quantity and quality on the growth of dogs and rats / R. A. Burns [et al.] // The Journal of nutrition. – 1982. – T. 112. – №. 10. – P. 1843-1853.

132. Effect of protein intake during training on biochemical and performance variables in sled dogs A. J. Reynolds [et al.] // American journal of veterinary research. – 1999. – T. 60. – №. 7. – P. 789-795.

133. Effects of diet restriction on life span and age-related changes in dogs / R. D. Kealy [et al.] // Journal of the American Veterinary Medical Association. – 2002. – T. 220. – №. 9. – P. 1315-1320.

134. Effects of dietary polyunsaturated fatty acid supplementation in early renal insufficiency in dogs / S. A. Brown, C. A. brown, W. A. Crowell [et al.] // Journal of Laboratory and Clinical Medicine. – 2000. – T. 135. – N. 3. – p. 275-286.

135. Effects of dietary supplementation with krill meal on serum pro-inflammatory markers after the Iditarod sled dog race / L. Burri [et al.] // Research in veterinary science. – 2018. – T. 121. – P. 18-22.

136. Effects of feeding diets with different protein levels on preference and some blood parameters in dogs / İnal F. [et al.] // Eurasian Journal of Veterinary Sciences. – 2018. – T. 34(2). – P. 77–82.

137. Effects of post-exercise supplements on glycogen repletion in skeletal muscle / J. J. Wakshlag [et al.] // Veterinary therapeutics: research in applied veterinary medicine. – 2002. – T. 3. – №. 3. – P. 226-234.

138. Effects of training and strenuous exercise on hematologic values and peripheral blood leukocyte subsets in racing sled dogs / M. S. Davis [et al.] // Journal of the American Veterinary Medical Association. – 2008. – T. 232. – N. 6. – P. 873-878.

139. Energy expenditure of rhesus monkeys subjected to 11 years of dietary restriction / S. Blanc [et al.] // The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. – 2003. – T. 88. – N. 1. – p. 16-23.

140. Energy metabolism and gas exchange during treadmill running in dogs / D. R. Young [et al.] // *Journal of Applied Physiology*. – 1959. – T. 14. – №. 5. – P. 834-838.
141. Energy requirements for racing endurance sled dogs / J. P. Loftus [et al.] // *Journal of Nutritional Science*. – 2014. – T. 3. – P. e34.
142. Evaluation of bacterial and protozoal contamination of commercially available raw meat diets for dogs / R.A. Strohmeyer, P.S. Morley, D. R. Hyatt [et al.] // *J. Am. Vet. Med. Assoc.* – 2006. – T. 228. – N. 4. – p. 537–542.
143. Evaluation of cognitive learning, memory, psychomotor, immunologic, and retinal functions in healthy puppies fed foods fortified with docosahexaenoic acid-rich fish oil from 8 to 52 weeks of age / Zicker S. C. [et al.] // *Journal of the American Veterinary Medical Association*. – 2012. – T. 241. – N. 5. – p. 583-594.
144. Evaluation of eight commercial dog diets / C. Daumas [et al.] // *Journal of nutritional science*. – 2014. – T. 3. – P. e63.
145. Evaluation of pet-related management factors and the risk of salmonella spp carriage in pet dogs from volunteer households in Ontario (2005–2006) / E.K Leonard, D.L Pearl, R.L Finley [et al.] // *Zoonoses Public Health*. – 2010. – T. 58. – P. 140–149.
146. Evaluation of recipes of home-prepared maintenance diets for dogs / J. Stockman, A.J. Fascetti, P.H. Kass [et al.] // *J. Am. Vet. Med. Assoc.* – 2013. – T. 242. – N. 11. – p. 1500–1505.
147. Evaluation of supplementation of defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal in beagle dogs / X. J. Lei [et al.] // *Annals of animal science*. – 2019. – T. 19. – №. 3. – P. 767-777.
148. Evaluation of the association between feeding raw meat and salmonella enterica infections at a greyhound breeding facility / P. S. Morley [et al.] // *J. Am. Vet. Med. Assoc.* – 2006. – T. 228. – N.10. - p. 1524–1532.
149. Exercise hyperthermia as a factor limiting physical performance: temperature effect on muscle metabolism / S. Kozlowski [et al.] // *Journal of Applied Physiology*. – 1985. – T. 59. – №. 3. – P. 766-773.

150. Exercise preconditioning of myocardial infarct size in dogs is triggered by calcium / Parra V. M. [et al.] // *Journal of cardiovascular pharmacology*. – 2015. – Т. 65. – №. 3. – С. 276–281.
151. Fat mobilization and plasma hormone levels in fasted dogs / J. J. de Bruijne [et al.] // *Metabolism*. – 1981. – Т. 30. – №. 2. – P. 190-194.
152. Federation cynologique international [электронный ресурс]. URL: <https://www.fci.be/en/nomenclature/5-Spitz-and-primitive-types.html#s1> (Дата обращения: 05.12.2022).
153. Fernandez, N. J. Alkaline phosphatase: beyond the liver / N. J. Fernandez, B. A. Kidney // *Veterinary clinical pathology*. – 2007. – Т. 36. – N. 3. – p. 223-233.
154. Finley, R. Human health implications of salmonella contaminated natural pet treats and raw pet food / R. Finley, R. Reid-Smith, J. S. Weese, // *Clin. Infect. Dis.* – 2006. – Т.42. – p. 686–691.
155. Fish offal recycling by the black soldier fly produces a foodstuff high in omega-3 fatty acids / S. St-Hilliar [et al.] // *J. World Aquac. Soc.* 2007. – V. 38(2). – P. 309-313.
156. Freeman, L. M. Evaluation of raw food diets for dogs / L. M. Freeman, K.E. Michel // *J. Am. Vet. Med. Assoc.* – 2001. – Т. 218. – N. 5. – p. 705–709; коррекция в *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, Т. 218. – N. 10. P. 1582.
157. Frisk, C. The effect of different diets on haematology and serum biochemistry in dogs / Frisk C. // *Licentiate Thesis University of Helsinki, Finland*. – 2018.
158. Gannon, J. R. A clinical evaluation of N, N-dimethylglycine (DMG) and diisopropylammonium dichloroacetate (DIPA) on the performance of racing Greyhounds / C. W. Frye [et al.] // *Canine Practice*. – 1982. – V. 9. – P. 12-13.
159. Gunn, H. M. Differences in the histochemical properties of skeletal muscles of different breeds of horses and dogs / H. M. Gunn // *Journal of Anatomy*. – 1978. – Т. 127. – №. Pt 3. – P. 615.

160. Hill, R. C. Challenges in measuring energy expenditure in companion animals: a clinician's perspective / R. C. Hill // *The Journal of nutrition*. – 2006. – T. 136. – N. 7. – p. 1967-1972.
161. Hill, R. C. Energy requirements and body surface area of cats and dogs / R. C. Hill, K. C. Scott // *Journal of the American Veterinary Medical Association*. – 2004. – T. 225. – N. 5. – p. 689-694.
162. Hirche, H. Extracellular K⁺ concentration and K⁺ balance of the gastrocnemius muscle of the dog during exercise / Hirche H., Schumacher E., Hagemann H. // *Pflügers Archiv*. – 1980. – T. 387. – C. 231–237. 19
163. Home-cooked diets cost more than commercially prepared dry kibble diets for dogs with chronic enteropathies / G. R. Kratzer, M. Shepherd, S. J. Delaney [et al.] // *J. Am. Vet. Med. Assoc.* – 2022. – T. 260. – S3. – p. 53–60.
164. Hultman, E. Work and exercise In: *Modern nutrition in health and disease* / E. Hultman, J. A. Thomson, R. C. Harris // Philadelphia: Lea & Febiger. – 1988. – P. 1001-1022.
165. Human health risk from exposure to natural dog treats—preliminary report / Laboratory Centre for Disease Control // *Can. Commun. Dis. Rep.* – 2000. – T. 26. – p. 41–42.
166. Hussein, H. S. Petfood applications of inulin and oligofructose / H. S. Hussein, E. A. Flickinger, Jr G. C. Fahey // *The Journal of nutrition*. – 1999. – T. 129. – №. 7. – P. 1454S-1456S.
167. Hypothalamic, rectal, and muscle temperatures in exercising dogs: effect of cooling / B. Kruk [et al.] // *Journal of Applied Physiology*. – 1985. – T. 58. – №. 5. – P. 1444-1448.
168. Impact of drying method on the nutritional value of the edible insect protein from black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae: amino acid composition, nutritional value evaluation, in vitro digestibility, and thermal properties / C. Huang [et al.] // *European Food Research and Technology*. – 2019. – T. 245. – P. 11-21.

169. Influence of dietary protein content and source on colonic fermentative activity in dogs differing in body size and digestive tolerance / J. Nery [et al.] // *Journal of Animal Science*. – 2012. – T. 90. - № 8. – P. 2570-2580.

170. In vivo and in vitro digestibility of an extruded complete dog food containing black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal as protein source / Penazzi L. [et al.] // *Frontiers in Veterinary Science*. – 2021. – T. 8. – C. 653411.

171. Inclusion of *Yucca schidigera* extract in diets with different protein levels for dogs / J. S. Dos Reis [et al.] // *Animal Science Journal*. – 2016. – T. 87. – №. 8. – p. 1019-1027.

172. Increased capacity for circulatory fatty acid transport in a highly aerobic mammal / G. McClelland [et al.] // *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. – 1994. – T. 266. – №. 4. – P. R1280-R1286.

173. Insect larvae meal (*Hermetia illucens*) as a sustainable protein source of canine food and its impacts on nutrient digestibility and fecal quality / A. El-Wahab [et al.] // *Animals*. – 2021. – T. 11. – №. 9. – P. 2525.

174. Karol, B. Barragán-Fonseca Flies are what they eat - Tailoring nutrition of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) for larval biomass production and fitness / B. Karol // PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, the Netherlands. – 2018. – 160 p.

175. Kienzle, E. Further developments in the prediction of metabolizable energy (ME) in pet food / E. Kienzle // *The Journal of nutrition*. – 2002. – T. 132. – N. 6. – C. 1796-1798.

176. Kleiber, M. The fire of life. An introduction to animal energetics / M. Kleiber / NY, 1961.

177. Klein, T. B. G. Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology-E-Book: Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology-E-Book / T. B. G. Klein // Elsevier Health Sciences, 2012. – 645 p.

178. Kröger, S. Evaluation of an extruded diet for adult dogs containing larvae meal from the black soldier fly (*Hermetia illucens*) / S. Kröger, C. Heide, J. Zentek // *Animal Feed Science and Technology*. – 2020. – T. 270. – P. 114699.
179. Laflamme, D. P. Determining metabolizable energy content in commercial pet foods / D. P. Laflamme // *Journal of animal physiology and animal nutrition*. – 2001. – T. 85. – N. 7-8. – p. 222-230.
180. L-Carnitine metabolism, protein turnover and energy expenditure in supplemented and exercised Labrador Retrievers / J. L. Varney [et al.] // *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. – 2020. – T. 104. – №. 5. – P. 1540-1550.
181. Lee, A. H. Effects of probiotics, prebiotics and dietary fibers on the gastrointestinal health and immune indices of adult dogs and cats / A. H. Lee // дис. – University of Illinois at Urbana-Champaign, 2022.
182. Lentils pasta by-product in a complete extruded diet for dogs and its effect on extrusion, digestibility, and carbohydrate metabolism / L. Penazzi, T. G. B. Freire, S. S. Theodoro [et al.] // *Frontiers in Veterinary Science*. – 2024. – T. 11. – p. 1429218.
183. Long-chain (n-3) polyunsaturated fatty acids are more efficient than α -linolenic acid in improving electroretinogram responses of puppies exposed during gestation, lactation, and weaning / Heinemann K. M. [et al.] // *The Journal of nutrition*. – 2005. – T. 135. – N. 8. – p. 1960-1966.
184. Macronutrient composition, true metabolizable energy and amino acid digestibility, and indispensable amino acid scoring of pulse ingredients for use in canine and feline diets / L. M. Reilly, P. C. von Schaumburg, J. M. Hoke [et al.] // *J. Anim. Sci.* – 2020. – T. 98. – N. 6. - skaa149.
185. Maillard reaction products in purified diets induce taurine depletion which is reversed by antibiotics / S. W. Kim, Q. R. Rogers, J. G. Morris [et al.] // *J. Nutr.* – 1996a. – T. 126. – p. 195–201.
186. Maria, K. K. The interpretation of leukogram in dog and cat / K. K. Maria, I. Lo // *Hellenic Journal of Companion Animal Medicine*• Volume. – 2016. – T. 5. – N. 2. – P. 63.

187. Metabolic regulation in peripheral tissues and transition to increased gluconeogenic mode during prolonged exercise / D. H. Wasserman [et al.] // *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. – 1992. – T. 263. – №. 2. – P. E345-E354.
188. Miller, H. C. The breakfast effect: Dogs (*Canis familiaris*) search more accurately when they are less hungry / H. C. Miller, C. Bender // *Behavioural processes*. – 2012. – T. 91. – №. 3. – P. 313-317.
189. Natural pet food: A review of natural diets and their impact on canine and feline physiology / P. R. Buff [et al.] // *Journal of animal science*. – 2014. – T. 92. – №. 9. – P. 3781-3791.
190. Nutrient requirements of dogs and cats / National Research Council [et al.] – National Academies Press, 2006. – 424p.
191. Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates / T. Spranghers [et al.] // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2017. – T. 97. – №. 8. – P. 2594-2600.
192. Nutritional secondary hyperparathyroidism in six cats / K. Tomsa, T. Glaus, B. Hauser [et al.] // *J. Small Anim. Pract.* – 1999. – T. 40. – N. 11. – p. 533–539.
193. O'Connor, W. J. Drinking by dogs during and after running / W. J. O'Connor // *The Journal of Physiology*. – 1975. – T. 250. – №. 2. – P. 247-259.
194. Orr, N. W. M. The feeding of sledge dogs on Antarctic expeditions / N. M. W. Orr // *British Journal of Nutrition*. – 1966. – T. 20. – №. 1. – P. 1-12.
195. Paul, P. Free fatty acid and glucose metabolism during increased energy expenditure and after training / P. Paul, W. L. Holmes // *Medicine and science in sports*. – 1975. – T. 7. – №. 3. – P. 176-183.
196. Pectin oligosaccharides from sugar beet pulp: Molecular characterization and potential prebiotic activity / B. Prandi [et al.] // *Food & function*. – 2018. – T. 9. – N. 3. – p. 1557-1569.

197. Pet feeding practices of dog and cat owners in the United States and Australia / D.P. Laflamme, S.K. Abood, A.J. Fascetti [et al.] // J. Am. Vet. Med. Assoc. – 2008. – T. 232. – N. 5. – p. 687–694.
198. Physical response of dogs supplemented with fish oil during a treadmill training programme / F. J. Pellegrino [et al.] // Journal of animal physiology and animal nutrition. – 2019. – T. 103. – №. 2. – P. 653-660.
199. Pilla, R. The gut microbiome of dogs and cats, and the influence of diet /R. Pilla, J. S. Suchodolski //Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. – 2021. – T. 51. – №. 3. – C. 605-621.
200. Preliminary assessment of the risk of salmonella infection in dogs fed raw chicken diets / J. D. Joffe, D. P. Schlesinger [et al.] // Can. Vet. J. – 2002. – T. 43. – p. 441–442.
201. Prentiss, P. G. Hydropenia in cat and dog. Ability of the cat to meet its water requirements solely from a diet of fish or meat / P. G. Prentiss, A. V. Wolf, H. A. Eddy //American Journal of Physiology-Legacy Content. – 1959. – T. 196. – N. 3. – p. 625-632.
202. Prevalence of salmonella in raw meat used in diets of racing greyhounds / Chengappa, M.M., Staats, J., Oberst, R.D. [et al.] // J. Vet.Diagn. Invest. – 1993. – T. 5. – p. 372–377.
203. Public health concerns associated with feeding raw meat diets to dogs / J.T LeJeune, D.D Hancock // J .Am Vet Med Assoc. – 2001. – T. 219. – N. 9. - p. 1222–1225.
204. Ramsay, D. J. Regulation of fluid intake in dogs following water deprivation / D. J. Ramsay, T. N. Thrasher // Brain research bulletin. – 1991. – T. 27. – №. 3-4. – C. 495-499.
205. Randomised double-blind, positive-controlled trial to assess the efficacy of glucosamine/chondroitin sulfate for the treatment of dogs with osteoarthritis / G. McCarthy [et al.] //The Veterinary Journal. – 2007. – T. 174. – N. 1. – p. 54-61.

206. Resting energy expenditure and body composition of Labrador Retrievers fed high fat and low fat diets / S. Yoo [et al.] // Journal of animal physiology and animal nutrition. – 2006. – T. 90. – №. 5-6. – P. 185-191.
207. Results of the multicenter spaniel trial (MUST): taurine-and carnitine-responsive dilated cardiomyopathy in American cocker spaniels with decreased plasma taurine concentration / Kittleson M. D. [et al.] //Journal of veterinary internal medicine. – 1997. – T. 11. – №. 4. – C. 204-211.
208. Ros, E. The PREDIMED study / E. Ros. – Text: direct // Endocrinología Diabetes y Nutrición. – 2016. – Vol. 2. – p. 63-66.
209. Roudebush, P. / Results of a hypoallergenic diet survey of veterinarians in North America with a nutritional evaluation of homemade diet prescriptions / P. Roudebush, C. S. Cowell // Vet. Dermatol. – 1992. – T. 3. – p. 23–28.
210. Rovira, S. Hematologic and biochemical changes during canine agility competitions / S. Rovira, A. Muñoz, M. Benito // Veterinary Clinical Pathology. – 2007. – T. 36. – №. 1. – P. 30-35.
211. Serhan, C. N. Resolvins and protectins in inflammation resolution / C. N. Serhan, N. A. Petasis //Chemical reviews. – 2011. – T. 111. – N. 10. – p. 5922-5943.
212. Serum biochemical changes in dogs competing in a long-distance sled race / K. W Hinchcliff [et al.] // Journal of the American Veterinary Medical Association. – 1993. – T. 202. – №. 3. – P. 401-405.
213. Serum chemistry and electrolyte alterations in sled dogs before and after a 1600 km race: dietary sodium and hyponatraemia / V. Ermon [et al.] // Journal of Nutritional Science. – 2014. – T. 3. – P. e26.
214. Shearer, M. J. Metabolism and cell biology of vitamin K / M. J. Shearer, P. Newman P. //Thrombosis and haemostasis. – 2008. – T. 100. – N. 10. – p. 530-547.
215. Small Animal Clinical Nutrition / M. S. Hand, D. T. Craig, R. L. Remillard, [et al.] / 5th ed. – Topeka, Kan.: Mark Morris Institute, 2010. – p. 1314.

216. Sphingolipids and DHA improve cognitive deficits in aged beagle dogs / Araujo J. A. [et al.] // *Frontiers in Veterinary Science*. – 2022. – T. 9. – P. 646451.
217. Steiner, J. M. *Small animal gastroenterology* / J.M Steiner [et al.]. – 2008. – C. xvii+ 366 p.
218. Study of the effectiveness of glucosamine and chondroitin sulfate, marine based fatty acid compounds (PCSO-524 and EAB-277), and carprofen for the treatment of dogs with hip osteoarthritis: a prospective, block-randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial / N. Kampa [et al.] // *Frontiers in Veterinary Science*. – 2023. – T. 10. – p. 1033188.
219. Substitution of Poultry Fat with Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Fat in Dog Diets: Effects on Digestibility, Palatability, Peroxidation of Dry Food, Immunity, Blood Biochemistry, and Faecal Characteristics of Adult Dogs / O. Kahraman [et al.] // *Veterinary Sciences*. – 2025. – T. 12. – №. 4. – P. 311.
220. Taurine concentrations in animal feed ingredients; cooking influences taurine content / A.R. Spitze, D.L. Wong, Q.R. Rogers [et al.] // *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* – 2003. – T. 87. – N. 7–8. – p. 251–262.
221. Taylor, R. J. F. The diet of sledge dogs / R. J. F. Taylor, A. N. Worden, C. E. Waterhouse // *British Journal of Nutrition*. – 1959. – T. 13. – №. 1. – P. 1-16.
222. The effects of a post-exercise carbohydrate and protein supplement on repeat performance, serum chemistry, insulin and glucagon in competitive weight-pulling dogs / C. W. Frye [et al.] // *Journal of Nutritional Science*. – 2017. – T. 6. – P. e27.
223. The effects of exercise and diet on olfactory capability in detection dogs / C. T. Angle [et al.] // *Journal of nutritional science*. – 2014. – T. 3. – P. e44.
224. The effects of varying concentrations of dietary protein and fat on blood gas, hematologic serum chemistry, and body temperature before and after exercise in Labrador retrievers / J. Ober [et al.] // *Frontiers in Veterinary Science*. – 2016. – T. 3. – P. 59.
225. The gastrointestinal microbiome: a review / Barko P. C. [et al.] // *Journal of veterinary internal medicine*. – 2018. – T. 32. – N. 1. – p. 9-25.

226. Utilisation of supplemented L-carnitine for fuel efficiency, as an antioxidant, and for muscle recovery in Labrador retrievers / J. L. Varney [et al.] // Journal of nutritional science. – 2017. – T. 6. – P. e8.

227. Vitamin D receptor expression in dogs / J. A. Cartwright [et al.] // Journal of Veterinary Internal Medicine. – 2018. – T.32. – N.2. – P. 764-774.

228. When a turbot catches a fly: Evaluation of a pre-pupae meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as fish meal substitute - Growth performance and chitin degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*) / S. Kroeckel [et al.] // Aquaculture. 2012. – P. 345-352.

229. Young, D. R. Effect of body composition and weight gain on performance in the adult dog / D. R. Young // Journal of Applied Physiology. – 1960. – T. 15. – №. 3. – P. 493-495.

230. Young, D. R. Effect of food deprivation on treadmill running in dogs / D. R. Young // Journal of Applied Physiology. – 1959. – T. 14. – №. 6. – P. 1018-1022.

231. Young, D. R. Effect of nutrient supplements during work on performance capacity in dogs / D. R. Young, N. S. Schafer, R. Price // Journal of applied Physiology. – 1960. – T. 15. – №. 6. – P. 1022-1026.

232. Zanghi, B. M. Effects of postexercise feeding of a supplemental carbohydrate and protein bar with or without astaxanthin from *Haematococcus pluvialis* to exercise-conditioned dogs / B. M. Zanghi, R. P. Middleton, A. J. Reynolds // American Journal of Veterinary Research. – 2015. – T. 76. – №. 4. – P. 338-350.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А – Условия содержания собак



**Приложение Б – Завод по производству экструдированного корма, ООО
«Производственная компания «Рок»**



Приложение В – Бланк физикального осмотра собаки

30/10/2024

ВЕТЕРИНАРНАЯ КАРТА СОБАКИ

Дата осмотра 2.10.2024г.

№	1	Порода	Сиб.хаски
Пол	кобель	Дата рождения, возраст	4,5 года
Кличка	Хмырь	Кастрировано	нет
Вес	24,7 кг.	Индекс упитанности	4

СО СЛОВ ВЛАДЕЛЬЦА

Рацион за последние 30 дней натуральный рацион

Аппетит норма Жажда норма

Перенесенные заболевания: нет

Хронические заболевания: нет

Перенесенные операции, манипуляции под наркозом/седацией: нет

Аллергии: нет

Травмы, отравления, гемотрансфузии, химиотерапии: нет

Сведения о вакцинации: 19.07.24г. Щенково-51
26.07.24г. Вактарг

Мочеиспускание: норма / затрудненное / олигурия / полиурия / анурия / иное норма

Дефекация: норма / учащена / урежена / оформленная / неоформленная / диарея

Цвет норма

Рвота (кратность, предполагаемая причина) нет

Кашель, одышка, повышенная утомляемость нет

Принимаемые медикаменты за последние 30 дней (включая обработки от экто-, эндопаразитов, витамины и т.д.) 12.07.24 Фенпраз

Вязки, роды нет

Иное —

ДАННЫЕ ФИЗИКАЛЬНОГО ОСМОТРА

Шерсть: норма / скудный подшерсток / колтуны / алопеция / иное норма

Кожа: норма / сухость / покраснение / зуд / иное норма

признаки инфекции, локализация отсутствует

новообразования кожи и подкожной клетчатки отсутствует

Глаза: норма / помутнение роговицы / слезоточивость / иное норма

Внешние слизистые оболочки (цвет, влажность) розовые

Скорость наполнения капилляров норма Лимфоузлы норма

ЧСС 80 ЧДД 31 Аускультация без особенностей

Зубы норма

Дыхание грудное

Пальпация брюшной стенки безболезненная, эластичная

Грудные конечности: норма / вальгус / варус / размет / болезненность / иное норма

Тазовые конечности: норма / вальгус / варус / размет / болезненность / иное норма

Хромота отсутствует Особенности строения скелета нет

Температура ректальная 38,9

Подпись врача [подпись] Подпись владельца [подпись]

Приложение Г – Бланки морфологического биохимического анализ крови



ШАНС БИО®
независимая
ветеринарная
лаборатория

+7 (495) 260-0-260
vetlab.ru

КЛИНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРОВИ № BE0030456

Дата регистрации
заказа: **10.10.2024 18:33**
Ф.И.О. владельца: **МЕРКУРИЙ-САБ ООО**
Вид животного: **собака**
Порода: **хаски**
Возраст (лет, мес.): **0,0**
Лечащий врач:
Заказчик: **МЕРКУРИЙ-САБ ООО**

Дата взятия
материала: **10.10.2024**
Дата выполнения: **10.10.2024 23:58**
Чип\клеймо:
Дата сверки
чипа\клейма:
Пол: **Н**
Кличка: **Хмырь**

показатели	ед. измерения	данные исследования	Среднее для вида
Гематокрит (Hct, PCV)	%	41,3	38,0-55,0 (старше 6 мес) 33,0-42,0 (3-6 мес) // 23,0-34,0 (до 2 мес)
Гемоглобин (Hgb)	г/л	150	120-180 (старше 6 мес) 110-150 (3-6 мес) // 77-110 (до 2 мес)
Эритроциты (RBC)	$\times 10^{12}$ /л	6,78	5,60-8,00 (старше 6 мес) 4,70-6,30 (3-6 мес) // 3,40-4,90 (до 2 мес)
Лейкоциты (WBC)	$\times 10^9$ /л	10,3	6,0 - 16,0
Бластные клетки	%	0	0
Миелоциты	%	0	0
Метамиелоциты	%	0	0
Палочкоядерные нейтрофилы (Bands)	%	0	0 - 3
Сегментоядерные нейтрофилы (Segs)	%	71	60 - 70
Эозинофилы (Eos)	%	8	0 - 5
Моноциты (Mono)	%	0	2 - 7
Базофилы (Bas)	%	0	0 - 1
Лимфоциты (Lym)	%	21	12-30 (старше 3-х мес)
Тромбоциты (Plt)	$\times 10^9$ /л	435	160 - 550
Количество тромбоцитов в п/зр	в п/зр (HPF)	-	> 5
Ядерные эритроциты (нормобласты, nRBC)	на 100 лейкоцитов	0	0
Анизоцитоз эритроцитов (RDW-CV)	%	12,1	< 18,0
Средняя конц. Hb в эритроците (MCHC)	г/дл	36,3	33,0 - 39,0
Средний объем эритроцита (MCV)	мкм ³ (фл)	60,9	62,0 - 72,5
Сред. содержание Hb в эритроците (MCH)	пг	22,1	21,0 - 26,0
Скорректир (истинные) лейкоциты	$\times 10^9$ /л	10,3	6,0 - 16,0
Палочкоядерные нейтрофилы ABS	$\times 10^9$ /л	0,00	0,00 - 0,30
Сегментоядерные нейтрофилы ABS	$\times 10^9$ /л	7,31	3,00 - 11,50
Эозинофилы ABS	$\times 10^9$ /л	0,82	0,10 - 1,50
Базофилы ABS	$\times 10^9$ /л	0,00	0,00 - 0,10
Моноциты ABS	$\times 10^9$ /л	0,00	0,20 - 1,30
Лимфоциты ABS	$\times 10^9$ /л	2,16	1,00 - 4,80
Бластные клетки ABS	$\times 10^9$ /л	0	0

Анализаторы: MEK 6450 (Nihon Kohden, Japan). Контрольные материалы: AVANTOR. Окраска: по Май-Грюнвальду (Гемстандарт, Россия). Микроскопия: MeijiTechnic Nikon.

*Данные средних значений по референтным интервалам лаборатории «Шанс Био», Е. Бурмистров, 2009.

Врач КЛД, эксперт:

Зборови́рская Евгения Николаевна

Дата выдачи:

10.10.2024



Лаборатория является участником Федеральной системы внешнего контроля качества лабораторных исследований МЗ РФ ФСВОК (Код участника 10705)

Претензии по результатам анализа принимаются в течение суток с даты готовности.

Вопросы по исследованию на почту qc@vetlab.ru.

Проверить подлинность бланка можно на сайте по ссылке <https://vetlab.ru/catalog/>

Архивное хранение результата гарантировано в течение 1 года.



ШАНС БИО®
независимая
ветеринарная
лаборатория

+7 (495) 260-0-260

vetlab.ru

БИОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ № BE0035188

Дата регистрации
заказа: **10.10.2024 18:33**

Ф.И.О. владельца: **МЕРКУРИЙ-САБ ООО**

Вид животного: **собака**

Порода: **хаски**

Возраст (лет, мес.): **0,0**

Лечащий врач:

Материал: **венозная кровь с активатором свертывания**

Дата взятия материала **10.10.2024**

Дата выполнения: **10.10.2024 22:53**

Чип/клеймо:

Дата сверки
чипа/клейма:

Пол:

Кличка:

Заказчик:

Н

Хмырь

МЕРКУРИЙ-САБ ООО

Биохимические показатели	ед. измерения	данные исследования	среднее для вида
Билирубин общий (TBil)	мкмоль/л	1,1	< 13,5
Билирубин прямой (DBil)	мкмоль/л	1,1	< 5,5
АСТ (GOT)	Ед/л	31	старше 6 мес: 8-42 (до 6 мес: < 70)
АЛТ (GPT)	Ед/л	31	10 - 58
Коэффициент де Ритис	расчетный показатель	1,0	1,1 - 1,3
Мочевина (Urea)	ммоль/л	2,6	3,5 - 9,2
Креатинин (Creat)	мкмоль/л	80	54-138 (44-90 собаки до 10 кг)
Общий белок (Prot, total)	г/л	64,9	старше 6 мес: 55-73 (до 6 мес: 44- 56)
Альбумин (Alb)	г/л	33,6	25,0 - 39,0
Щелочная фосфатаза (ALP, IFCC)	Ед/л	26	старше 8 мес: 10-70 (до 8 мес: 80-230)
Альфа-Амилаза, общая (α-Amylase, total)	Ед/л	453	300 -1500 (старше 4 мес)
Глюкоза (Glu)	ммоль/л	5,0	3,3 - 6,3
ЛДГ (LDH, IFCC)	Ед/л	64	23 - 220
ГГТ (γ-GT, IFCC)	Ед/л	2,5	0,0 - 8,0
Холестерин (Chol, total)	ммоль/л	5,49	3,80 - 7,00
Триглицериды (Trig)	ммоль/л	0,47	0,24 - 0,90
КФК (CK)	Ед/л	135	>12 мес: 32-220 (4-11 мес: 100-520)
Калий (Potassium)	ммоль/л	4,8	3,8 - 5,6
Натрий (Sodium)	ммоль/л	144	140 - 154
Фосфор (Phosphate, inorg)	ммоль/л	0,87	старше 6 мес: 0,90-2,01 (до 6 мес: 2,20-3,00)
Кальций общий (Ca, total)	ммоль/л	2,36	2,25 - 2,85
Железо (Fe)	мкмоль/л	26,1	14,0 - 43,0
Магний (Mg)	ммоль/л	0,70	0,70 - 1,10
Хлор (Chloride)	ммоль/л	115	96 - 122
Кислотность (pH)	ед. pH	7,50	7,35 - 7,50
Альбумин/глобулин (A/G Ratio)	расчетный, г/л	1,07	0,65 - 1,49
Глобулин (Glob)	г/л	31,3	26,0 - 44,0
Соотношение Ca/P	расчетный, ммоль/л	2,71	с 10 мес: 1,6-2,3 (2-9 мес: 0,9-1,3)
Соотношение Na/K	расчетный, ммоль/л	29,9	26,0 - 50,0
Соотношение Мочевина/Креатинин сыворотки крови	расчетный, ммоль/л	32,0	при азотемии: > 56 пре-/постренальная; < 38 ренальная азотемия или другая причина

Врач КЛД, эксперт:

Дата выдачи:

Зборомирская Евгения Николаевна

10.10.2024

Аккредитация в соответствии с
ГОСТ Р ИСО 9001-2008
РОСС.00014.00001.1



Лаборатория является участником Федеральной системы внешнего контроля качества лабораторных исследований МЗ РФ ФСВОК (Код участника 10705)

Претензии по результатам анализа принимаются в течение суток с даты готовности.

Вопросы по исследованию на почту qc@vetlab.ru.

Проверить подлинность бланка можно на сайте по ссылке <https://vetlab.ru/catalog/>

Архивное хранение результата гарантировано в течение 1 года.

Приложение Д – Бланк иммунохимического анализа корма



ШАНС БИО®
независимая
ветеринарная
лаборатория

+7 (495) 260-0-260

vetlab.ru

ИММУНОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ № НЦ0066971

Дата регистрации заказа:	19.08.2024 13:28	Дата взятия материала:	19.08.2024
Ф.И.О. владельца:	МЕРКУРИЙ-САБ ООО	Дата выполнения:	27.08.2024 21:27
Вид животного:	собака	Чип\клеймо:	
Порода:	нет данных	Дата сверки чипа\клейма:	
Возраст (лет, мес.):	0,0	Пол:	Н
Лечащий врач:		Кличка:	Собака
		Заказчик:	МЕРКУРИЙ-САБ ООО
Материал:	сухой корм	Метод:	Biochip Array

показатели	ед. измерения	данные исследования	среднее для вида
Фумонизины / Fumonisin (FUM)	мкг/кг	<0	
Охратоксин А / Ochratoxin A (OTA)	мкг/кг	0,17	
Афлотоксин G1 / Aflatoxin G1 (AFG1)	мкг/кг	0,06	
Дезоксиниваленол (ДОН) / Deoxinivalemol (DON)	мкг/кг	5,80	
Т-2 токсин / T2 Toxin (T2)	мкг/кг	6,64	
Афлотоксин В / Aflatoxin B1 (AFB1)	мкг/кг	0,12	
Зеараленон / Zearalenone (ZEA)	мкг/кг	7,07	

Проба №1, разведение в 20 раз (скрининг)

Нормы согласно Приложению №4 ТР ТС 015/2011 "О безопасности зерна":

Фумонизины / Fumonisin (FUM)	мкг/кг	< 5000
Охратоксин А / Ochratoxin A (OTA)	мкг/кг	< 50
Афлотоксин G1 / Aflatoxin G1 (AFG1)	мкг/кг	< 20
Дезоксиниваленол (ДОН) / Deoxinivalemol (DON)	мкг/кг	< 1000
Т-2 токсин / T2 Toxin (T2)	мкг/кг	< 100
Афлотоксин В / Aflatoxin B1 (AFB1)	мкг/кг	< 20
Зеараленон / Zearalenone (ZEA)	мкг/кг	< 1000

Анализаторы: ACCESS 2 (Beckman Coulter Inc, США); INFINITE F50 (Tecan Austria, GmbH); LAZURITE (Dynex Technologies Inc, США) Контрольные материалы: BioRad Lyphochek Immunoassay Plus 3 уровня (Bio-Rad, США)

Врач КЛД, эксперт: **Кузнецова Е.М.**
Дата выдачи: **28.08.2024**

Лаборатория сертифицирована
ГОСТ Р ИСО 9001-2008
РОСС RU.ИК76.К00071



Исследования проводятся на анализаторе и реагентах компании Beckman Coulter (США).
Ежедневный контроль качества проводится с использованием контрольного материала компании BIO-RAD (США)
Лаборатория является участником ежемесячной программы «Иммунохимия» внешней оценки качества лабораторных исследований EQAS BIO-RAD (код участника 176902)
Претензии по результатам анализа принимаются в течение семи дней с даты готовности.
Проверить подлинность бланка можно на сайте по ссылке <https://vetlab.ru/catalog/>
Архивное хранение результата гарантировано в течение 1 года.