

На правах рукописи



**РАКИТИН  
ГЛЕБ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

**ДИАГНОСТИКА И КОРРЕКЦИЯ НАРУШЕНИЙ ОБМЕНА ПРИ ГЕПАТОЗЕ У  
СЛУЖЕБНЫХ СОБАК**

4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата ветеринарных наук

Барнаул 2025

Работа выполнена на кафедре терапии и фармакологии факультета ветеринарной медицины федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет»

Научный руководитель: **Требухов Алексей Владимирович**  
доктор ветеринарных наук, доцент.

Официальные оппоненты: **Герман Александр Михайлович**  
доктор ветеринарных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой незаразных болезней имени профессора Кабыша А.А.  
**Прусаков Алексей Викторович**  
доктор ветеринарных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», заведующий кафедрой внутренних болезней животных имени Синева А.В.

Ведущая организация: ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

Защита состоится «29» августа 2025 г. в 12:00 часов на заседании диссертационного совета 35.2.003.02, созданного на базе ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» по адресу: 656049, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, тел./факс +7(3852)20-33-69, e-mail: fodorovag@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» и сайте <http://www.asau.ru>.

Автореферат разослан « » 20\_\_ г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета

Фёдорова Галина Анатольевна

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Гепатоз представляет собой одно из наиболее распространённых заболеваний печени у служебных собак. По данным ряда исследователей, Б.М. Анохин, В.А. Карнушина, А.Б. Анохин (1999), М.Э. Онуфриенко (2000), Н.А. Кудинова (2005), Д.М. Мухутдинова, Г.А. Пахомов (2006), Н.А. Кудинова (2011), И.С. Заиграева, С.В. Семенченко (2015), А.А. Ковалев, В.С. Григорьев (2017), G. Molyanova (2019), А.В. Шумихина (2021), N.O. Kashliak, V.V. Vlizlo (2023) из всех диагностируемых заболеваний печени у собак, характеризующихся дистрофическими изменениями её паренхимы при отсутствии выраженных признаков воспаления, до 80% приходится на жировой гепатоз. В питомниках служебного собаководства данная патология по частоте встречаемости уступает лишь различным заболеваниям желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и обмена веществ, сердечно-сосудистым патологиям и травмам (Ноздрин Г.А., 2003; Мельникова Л.Б., 2008; Кузьмина Ю.В., Пименов Н.В., Иванникова Р.Ф., 2022). При этом нередко жировой гепатоз сопровождается указанными заболеваниями.

Ввиду высокой частоты заболеваний печени у служебных собак и их значительной предрасположенности к ним, вследствие условий применения, содержания и кормления, одной из приоритетных задач становится поиск действенных лечебно-профилактических методов. Одним из таких методов является использование пробиотических средств (Калинин В.А., 1993; Субботин В.В., 1998; Субботин В.В., Данилевская Н., 1998; Субботин В.В., 1999; Малик Н.И., Панин А.Н., 2001; Ноздрин Г.А., Иванова А.Б., 2003; Шевченко А.И., 2003; Ноздрин Г.А., 2007; Ноздрин Г.А., Шевченко А.И., Шевченко С.А., 2009; Шевченко А.И., 2010; Садовская Т.А., Соколова О.А., Храмов А.П., 2022; Челнокова В.В., Прусаков А.В., Яшин А.В., 2023; Фокина А.В., 2024; Гертман А.М., Максимович Д.М., 2024; Гертман А.М., Нурмухamedов А.Х., 2025).

Таким образом, для обеспечения высокой эффективности служебных собак, основанной на поддержании их здоровья, необходима разработка нового комплексного подхода, который включает своевременную диагностику и эффективные лечебно-профилактические методы.

**Степень её разработанности.** Многочисленные исследования отечественных и зарубежных учёных посвящены изучению метаболических нарушений, возникающих вследствие дисфункции печени при жировом гепатозе, что подчёркивает важность и необходимость непрерывного расширения и углубления знаний в этой области. Наиболее значимый вклад в изучения жирового гепатоза собак внесли Ю.А. Ватников, С.В. Козлов, Е.П. Краснолобова, Н.А. Кудинова, И.А. Попова, О.А. Петрухина, А.В. Севрюков, G. Molyanova и др.

Несмотря на проведённые ранее многочисленные исследования вопросы лечения, профилактики, ранней диагностики жирового гепатоза, а также изучения связи между изменениями обмена веществ у собак и прогнозированием данной патологии остаются недостаточно изученными.

### **Цель и задачи.**

**Цель:** разработать методы диагностики и способ коррекции нарушений обмена при жировом гепатозе у служебных собак.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить клинический статус, белковый, жировой, ферментный, пигментный и минеральный обмен при жировом гепатозе у собак;
2. Разработать фотоколориметрический метод определения уровня общего билирубина и гемоглобина в крови у собак;
3. Создать метод ранней диагностики жирового гепатоза у собак;
4. Разработать способ коррекции патологии обмена при жировом гепатозе у собак;
5. Провести оценку экономической эффективности применения пробиотика Ветом 1.1 при коррекции нарушений обмена веществ у собак с жировым гепатозом.

**Научная новизна.** Получены новые данные о течении и клинико-биохимическом проявлении жирового гепатоза у рабочего поголовья служебных собак породы немецкая овчарка, в начальный период заболевания, когда отсутствуют ярко выраженные клинические признаки болезни. Впервые установлены пороговые концентрации и зависимость между общей щелочной фосфатазой, общим глобулином, триглицеридом, общим билирубином, гемоглобином в крови у больных жировым гепатозом служебных собак, на основании которых предложен биомаркер для диагностики данной патологии у собак. Установлено, что применение пробиотического препарата Ветом 1.1 при жировом гепатозе у служебных собак в условиях интенсивных нагрузок обеспечивает нормализацию основных биохимических показателей белкового, жирового, пигментного и ферментного обмена. Определена оптимальная локализация у собак для неинвазивного определения в крови фотоколориметрическим методом уровня общего билирубина и гемоглобина.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** В условиях питомника служебных собак, действующего подразделением Федеральной службы исполнения наказаний (ФСИН), научно обоснован и апробирован с положительным эффектом способ коррекции обменных процессов при жировом гепатозе у служебных собак пробиотическим препаратом Ветом 1.1. Полученные в ходе исследования данные расширяют и дополняют имеющиеся сведения о клинико-биохимическом статусе при жировом гепатозе служебных собак породы немецкая овчарка. Создан прибор для неинвазивного определения в крови у собак уровня билирубина и гемоглобина (решение о выдаче патента №2024133786/14(074977) от 11.11.2024 г., выдано Роспатентом 29.01.2025 г.).

Разработаны рекомендации «Диагностика и коррекция гепатоза у служебных собак» (утверждены научно-техническим советом ФГБОУ ВО Алтайского ГАУ, от 11.12.2024 г.).

Результаты исследования используются в практической деятельности ветеринарных учреждений Алтайского края (Центральной ветеринарной лечебнице КГБУ «Управление ветеринарии по г. Барнаул»; ветеринарно-диагностическом центре «АверсVet»), Приморского края (Ветеринарная клиника «Клык+»), Кемеровской области (Зооветцентра «Агрос»).

Результаты исследований используются в учебном процессе ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, ФГБОУ ВО Бурятский ГСХА, ФГБОУ ВО Вавиловский университет, ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ, ФГБОУ ВО Пермский ГАУ.

**Методология и методы исследования.** Методологическая основа проведённых исследований базировалась на системном подходе, заключавшемся в использовании аналитических данных научной литературы, классических и современных методах

исследования, сравнительном анализе и обобщении полученных результатов. В ходе исследований использованы методы: общеклинические, гематологические (bioхимические), фотоколориметрические, статистические и экономические. Все исследования были проведены с использованием современного оборудования и программного обеспечения.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Клинико-физиологические и биохимические показатели крови при жировом гепатозе у служебных собак;

2. Биомаркер для ранней диагностики жирового гепатоза у собак на основе изменения концентрации биохимических показателей крови (общей щелочной фосфатазы, общего глобулина, триглицеридов, общего билирубина и гемоглобина);

3. Фотоколориметрический метод определения уровня общего билирубина и гемоглобина в крови у собак с использованием биохимических фотоколориметров v1.3.2 и v2.1;

4. Способ коррекции патологии обмена при жировом гепатозе у собак путём применения пробиотического препарата Ветом 1.1;

5. Экономическая эффективность способа коррекции жирового гепатоза у собак.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность полученных результатов, основных положений и выводов подтверждается проведением большого объёма экспериментальных исследований с использованием современных методов на высокотехнологичном оборудовании. Экспериментальные данные обработаны методами вариационной статистики.

Основные положения диссертационной работы были доложены, обсуждены и одобрены на: VIII Региональной молодёжной научной конференции «Теория и практика инновационного развития в представлениях нового поколения» (г. Барнаул, 2022); Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых учёных аграрных образовательных и научных организаций России (г. Барнаул, I этап (2023, 2024), II этап (2024, 2025)); XIX Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (г. Барнаул, 2024); Международной научно-практической конференции «Антибиотики в ветеринарии» (г. Барнаул, 2024).

**Публикации материалов исследований.** По материалам исследования опубликовано 8 научных работ, из них 4 – в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК РФ, в т.ч. в RSCI – 2.

**Личный вклад.** Автор совместно с научным руководителем выбрал тему исследования, определил её цели и задачи, составил план проведения экспериментальных исследований. Лично участвовал в диспансеризации служебных собак, проводил клиническое обследование собак, забор крови, морфо-биохимическое исследование крови, а также статистическую обработку полученных результатов. Автором самостоятельно проведён анализ научной литературы, сформулированы основные положения и выводы диссертации, подготовлены доклады и публикации по результатам диссертационного исследования. Статьи опубликованы в соавторстве с А.В. Требуховым, предоставившим своё согласие на использование полученных результатов. Основная часть работы в опубликованных статьях выполнена диссертантом.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 139 страницах и состоит из введения, основной части (обзора литературы, собственных исследований, результатов исследования), заключения, списка литературы и приложений. Иллюстрирована 10 таблицами и 26 рисунками. Список литературы включает 182 источников, в том числе 25 иностранных.

## **2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **2.1. Материалы и методы исследований**

Исследование проводилось на кафедре терапии и фармакологии факультета ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Алтайского ГАУ. Клинико-экспериментальная часть исследований выполнялась в кинологическом подразделении ФСИН России по Алтайскому краю (г. Барнаула) в весенне-летний период 2022 г. Исследования выполнялись на собаках породы немецкая овчарка, в возрасте – 4-5 лет, обоих полов, массой  $29,3 \pm 4,7$  кг, больных жировым гепатозом.

Служебные собаки в кинологическом подразделении (городке) размещались в индивидуальных вольерах. Кормление собак в кинологическом подразделении индивидуальное, с использованием полнорационного сухого корма для взрослых собак. Обеспечение кормами осуществлялось централизовано посредством госзакупок. Суточная норма кормления сухого рациона для взрослых собак массой 29,3 кг, используемого в период исследований, составляла 470 г/гол. (16,0 г/кг), в соответствии с рекомендацией производителя корма, разделённое на два приёма. Поение из индивидуальных поилок водопроводной водой или водой из резервуаров, с полной её заменой 2 раза в день.

Диагноз жировой гепатоз ставился на основании данных клинического, биохимического исследования, а также по результатам специального метода исследования.

Клинические исследования включали общеклинические методы. При биохимических исследованиях учитывали в крови: концентрацию общего белка, альбуминов, общего глобулина, гемоглобин, общего билирубина, мочевины, мочевой кислоты, креатинина, холестерина, триглицеридов, общего кальция (Са), неорганического фосфора (Р), хлоридов, креатинкиназы (КК), активность общей щелочной фосфатазы (ЩФ), гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспаратаминотрансферазы (АСТ). Специальный метод исследования включал – ультразвуковое исследование печени.

Биохимические анализы крови проводились в клинической лаборатории кафедры терапии и фармакологии ФГБОУ ВО Алтайского ГАУ и в лаборатории ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологии». Забор крови проводился четырёхкратно: в начале исследования и затем ежемесячно на протяжении 3 месяцев из подкожной вены предплечья животных, в утренние часы до приёма корма.

Образцы крови, изучались с помощью автоматического иммуноферментного и биохимического анализатора Chem WELL Combi 2910 (США), с использованием наборов реагентов ЗАО «Вектор-Бест» (РФ).

Ультразвуковые исследования проводили с использованием ультразвукового аппарата Mindray Vetus 5 с конвексным датчиком Mindray 6C2.

Общая схема исследований представлена на рисунке 1.

С целью изучения корректирующего влияния пробиотика Ветом 1.1 на обменные процессы при жировом гепатозе собак (опыт №1), было отобрано 24 собаки с жировым

гепатозом на стадии инфильтрации (по классификации А.С. Струкова (2015)), без чётко выраженной клинической картины. Отобранные животные были разделены поровну на опытную и контрольную группу. Опытная группа индивидуально перед рационом питания в утренние кормления, однократно в день получала пробиотик, контрольная – только рацион питания. Доза пробиотического препарата Ветом 1.1 составляла 75 мг/кг, в течение 3 месяцев.



Рисунок 1 – Общая схема исследований.

Второй опыт проводился с целью создания биомаркера ранней диагностики жирового гепатоза. Материалом для данного опыта являлись результаты клинико-биохимического статуса здоровых и больных жировым гепатозом собак, полученные в ходе диспансерного обследования собак породы немецкая овчарка. При проведении данного опыта использовались методы многофакторного анализа.

С целью создания неинвазивного метода диагностики общего билирубина и гемоглобина в крови у собак через склеру глаза был проведён третий опыт, состоящий из нескольких этапов.

На первом этапе осуществлялась разработка принципиальной схемы биохимических фотоколориметров и сборка экспериментальных моделей.

На втором этапе проводилось изучение влияния цвета, влажности, отёчности, блеска, нарушения целостности слизистых оболочек и кожи на результаты определения концентрации гемоглобина и общего билирубина в крови экспериментальными биохимическими фотоколориметрами (БФК) в сравнении со значениями, полученными автоматическим анализатором Chem WELL Combi 2910. По результатам данных исследований проводилась коррекция алгоритмов и (или) конструкции БФК, после которой вновь проводилось исследование. Исследование на данном этапе продолжалось до момента выяснения наиболее оптимального места проведения неинвазивного исследования гемоглобина и общего билирубина и получения необходимой точности получаемых результатов.

На третьем этапе проводились заключительные испытания разработанных нами БФК анализаторов на оптимальном месте определения (через склеру глаза) и анализ их точности определения в сравнении с автоматическим анализатором Chem WELL Combi 2910.

После завершения эксперимента по оценке эффективности коррекции обмена веществ при жировом гепатозе и оценки динамики развития данного заболевания у собак, входящих в опытную и контрольную группу, было проведено лечение собак, у которых в последующий период (в среднем спустя месяц) отмечался жировой гепатоз с развитием клинической картины заболевания в соответствии со схемой, принятой в кинологических городках ФСИН.

Все исследования проведены в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 18.03.1986, ETS № 123).

Оценка экономической эффективности корректирующей терапии при нарушениях обмена веществ, связанных с жировым гепатозом, проводилась согласно «Организация и экономика ветеринарного дела» (Никитин И.Н., 2022) и «Экономический ущерб, причиняемый болезнями собак и кошек» (Трофимова Е.Н., 2011).

Результаты исследования обрабатывались с помощью компьютерной программы Microsoft Office Excel 2021. Все данные в работе подвергнуты статистической обработке методами вариационной статистики (Лакин Г.Ф., 1990), включавшими определение достоверности различий посредством *t*-критерия Стьюдента методом парных сравнений. Различие значений считали достоверными при  $p<0,05$ .

## **2.2. Результаты исследования**

### **2.2.1. Клинико-биохимический статус служебных собак**

Ключевым моментом своевременной диагностики нарушения гомеостаза любого живого организма является диспансеризация. С этой целью нами была проведена диспансеризация 86 собак породы немецкая овчарка рабочего поголовья ФСИН по Алтайскому краю по методике В.М. Карпова (1990).

При клиническом обследовании нами было установлено, что 51,1% (44 собак) – клинически здоровы, у 37,2% (32 собак) – отмечаются различные патологии ЖКТ, преимущественно в хронической форме (энтериты, колиты), у 32,6% (28 собак) – жировой гепатоз с не явной или отсутствующей клинической картиной, у 17,5% – повреждения опорно-двигательного аппарата (10,5% (9 собак) – артриты, 7% (6 собак) – растяжение связок), у 10,5% (9 собак) – нарушения в сердечно-сосудистой системе, у 5,8% (5 собак) – отодектоз.

Результаты биохимического исследования крови клинически здоровых собак (44 собаки) находятся в следующих диапазонах: общий белок – 50–65 г/л, альбумин – 22–34 г/л, общие глобулины – 23–37 г/л, креатинин – 49–112 мкмоль/л, мочевина – 5,5–7,9 ммоль/л, мочевая кислота – 26–96 мкмоль/л, общий билирубин – 1,7–3,6 мкмоль/л, гемоглобин – 101–188 г/л, ЩФ – 10–61 Ед/л, АСТ – 21–40 Ед/л, АЛТ – 29–44 Ед/л, ГГТ – 1–5 Ед/л, КК – 40–232 Ед/л. общего холестерина – 2,9–6,3 ммоль/л, триглицеридов – 1,1–1,3 ммоль/л, общий кальций – 2,4–2,57 ммоль/л, неорганический фосфор – 0,8–1,8 ммоль/л, хлориды – 110–114 ммоль/л. Полученные результаты биохимического исследования крови клинически здоровых собак совпадают с аналогичными данными полученными Т.Т. Березовым, Б.Ф. Коровкиным (1998); Л.Б. Мельниковой (2008); Е.В. Кузьминовой и др. (2013).

Биохимический статус крови всех собак с признаками различных патологий выявленных в ходе диспансеризации (42 собаки) характеризовался изменениями в белковом обмене, что проявилось увеличением общего белка до  $76,42\pm4,10$  г/л и общего

глобулина до  $49,34 \pm 3,17$  г/л при сохранении нормальных уровней альбумина ( $27,08 \pm 1,80$  г/л), мочевой кислоты ( $48,29 \pm 8,71$  мкмоль/л), мочевины ( $5,01 \pm 1,59$  ммоль/л) и креатинина ( $110,18 \pm 9,66$  мкмоль/л). В ферментном обмене наблюдалось повышение активности АЛТ до  $79,67 \pm 7,11$  Ед/л, ЩФ до  $93,36 \pm 12,00$  Ед/л и ГГТ до  $7,56 \pm 0,92$  Ед/л, тогда как показатели АСТ ( $39,43 \pm 5,98$  Ед/л) и КК ( $186,23 \pm 31,55$  Ед/л) оставались в пределах референсных значений. Липидный профиль демонстрировал рост уровня холестерина до  $8,13 \pm 0,91$  ммоль/л при неизменной концентрации триглицеридов ( $0,56 \pm 0,12$  ммоль/л). В пигментном обмене зафиксирован стабильный уровень общего билирубина ( $7,51 \pm 1,54$  мкмоль/л) и гемоглобина ( $166,25 \pm 9,24$  г/л). Минеральный обмен не показал значимых отклонений: общий кальций ( $2,31 \pm 0,52$  ммоль/л), неорганический фосфор ( $1,54 \pm 0,32$  ммоль/л) и хлориды ( $110,52 \pm 3,04$  ммоль/л) соответствовали физиологической норме.

При ультразвуковом исследовании области печени данных 42 собак (с признаками различных патологий выявленных в ходе диспансеризации) было установлено, что у 28 собак наблюдалось повышение эхогенности паренхимы с размытием сосудистого рисунка и мелкозернистой структурой, в сравнении с паренхимой собак без клинико-биохимических изменений.

При анализе условий содержания, кормление и эксплуатации, нами установлено, что у служебных собак отмечалось нарушение режима кормления во время их использования (отмечаются случаи нерегулярности кормления ввиду выполнения службы, например во время конвоирования). Кроме того, в весенние периоды имеют место случаи попадания талых вод в резервуары с питьевой водой. Условия содержания собак в кинологическом городке соответствуют установленным требованиям. При этом данные животные подвергаются интенсивным тренировкам и работе. Отмечаются случаи превышения соотношения работы/отдыха.

Установленные в ходе диспансеризации наличие погрешностей в кормление и обеспечении водой, наличие высокого количества заболеваний ЖКТ у собак, может быть причиной нарушения обмена и интоксикации организма. Полученные результаты биохимического исследования свидетельствуют о патологии белкового, ферментного, липидного обмена и нарушении функции печени, последнее также подтверждается результатами ультразвукового исследования.

Таким образом, у служебных собак в кинологическом подразделении, вероятно, отмечается хроническая интоксикация эндогенными токсинами поступающими, как из кишечника, так и возникающими, вследствие, нарушенного обменных процессов и перетренировки, что, в свою очередь, вызывает нарушение деятельности печени.

При клиническом исследовании собак с жировым гепатозом (28 голов), отмечалось увеличение частоты дыхательных движений (ЧДД) до 43 движений в минуту у 1 собаки, учащение частоты сердечных сокращений (ЧСС) до 128 ударов в минуту у 2 собак; взъерошенность и тускость шерсти, плохо удерживающийся волос в волосяных фолликулах; сформированные, светло-коричневые каловые массы у 4 собак; болезненностью при пальпации рёберной дуги справа у 4 собак. У 2 собак отмечалось увеличение печени, при этом область печёночного притупления выходила за пределы 13 ребра справа и достигала 13 ребра слева.

При биохимическом анализе крови собак с признаками жирового гепатоза (28 собак) были установлены изменения в белковом обмене характеризовавшиеся увеличение общего белка до  $71,40 \pm 2,50$  г/л и общего глобулина до  $40,68 \pm 1,73$  г/л при сохранении нормальных уровней альбумина ( $29,08 \pm 0,96$  г/л), мочевой кислоты

( $38,83 \pm 5,14$  мкмоль/л), мочевины ( $8,95 \pm 1,09$  ммоль/л) и креатинина ( $90,88 \pm 3,87$  мкмоль/л). В ферментном обмене наблюдалось повышение активности АЛТ до  $61,42 \pm 4,57$  Ед/л, ЩФ до  $78,78 \pm 6,37$  Ед/л и ГГТ до  $5,42 \pm 0,72$  Ед/л, тогда как показатели АСТ ( $35,50 \pm 1,77$  Ед/л) и КК ( $110,22 \pm 16,80$  Ед/л) оставались в пределах физиологического уровня. Липидный профиль демонстрировал рост уровня холестерина до  $7,80 \pm 0,41$  ммоль/л, при этом концентрация триглицеридов находилась в пределах физиологических значений ( $0,63 \pm 0,03$  ммоль/л). В пигментном обмене зафиксировано снижение общего билирубина до  $1,49 \pm 0,29$  мкмоль/л на фоне стабильного уровня гемоглобина ( $181,25 \pm 6,78$  г/л). Минеральный обмен не показал значимых отклонений: общий кальций ( $3,05 \pm 0,08$  ммоль/л), неорганический фосфор ( $1,54 \pm 0,12$  ммоль/л) и хлориды ( $107,52 \pm 1,10$  ммоль/л) соответствовали физиологической норме.

Таким образом, жировой гепатоз у служебных собак в кинологическом подразделении ФСИН по Алтайскому краю (в г. Барнауле) характеризовался гиперпротеинемией, гиперглобулинемией, азотемией, гиперфосфатаземией, гиперхолестеринемией, гипергаммаглутамил-трансфераземией, гипераланинотрансфераземией.

В соответствии с поставленными целью и задачами исследования, из 28 собак с диагнозом жировой гепатоз, который был поставлен на основании комплексного клинико-биохимического и УЗ исследования, были отобраны 24 животных-аналогах без явно выраженных клинических признаков жирового гепатоза, но имевших изменения в биохимических показателях крови характерных для жирового гепатоза. Эти животные были поделены на опытную и контрольную группу.

## 2.2.2. Коррекция биохимического статуса служебных собак

### 2.2.2.1. Белковый обмен

Сложные и разнообразные процессы белкового обмена в организме неразрывно связаны с функциями печени. Концентрация общего белка в сыворотке крови в значительной степени зависит от синтеза двух основных белковых фракций - альбумина и глобулинов, которые преимущественно производятся в клетках печени и мононуклеарно-фагоцитарной системе (Келина Н.Ю. и др., 2008; Киффи Э.Б., Бэкон Б.Р., 2014; Берг Дж.М., Таймочки Дж.Л., Страйер Л., 2015; Каспер Д.Л. и др., 2015; Девлин Т., 2019; Пантелеева А.И., Бахта А.А., 2021).

Результаты исследования белкового обмена у служебных собак представлены в таблице 1, рисунке 2.

Таблица 1 – Показатели белкового обмена в крови служебных собак (n=24, M±m)

Показатель		Общий белок, г/л	Альбумин, г/л	Общий глобулин, г/л	Мочевина, ммоль/л	Мочевая кислота, мкмоль/л	Креатинин, мкмоль/л
Исследование	Опытная группа	71,40±2,50	30,73±1,82	40,67±1,73	8,95±1,09	38,83±5,14	90,33±3,01
		67,36±2,38	30,82±1,56	36,54±1,38	7,94±1,29	31,58±5,06	96,75±4,11
		66,10±2,28	30,47±1,91	35,63±1,60	6,77±1,02	38,58±2,96	101,19±4,26
		65,82±1,38	30,58±1,43	35,23±1,25	6,43±1,27	41,83±4,27	90,40±1,39
Исследование	Контрольная группа	71,34±2,32	30,74±1,26	40,60±2,01	8,93±1,41	38,67±3,75	90,88±3,87
		70,60±3,22	30,71±1,93	39,89±1,75	6,79±1,08	32,08±4,13	94,53±5,02
		71,22±3,32	30,43±2,14	40,78*±1,89	6,13±1,23	35,75±2,46	90,15±3,06

4	70,40* $\pm$ 1,16	29,08 $\pm$ 0,96	41,32* $\pm$ 1,85	6,07 $\pm$ 1,20	33,17 $\pm$ 3,61	88,25 $\pm$ 2,88
---	-------------------	------------------	-------------------	-----------------	------------------	------------------

Примечание: \* – разница достоверна между группами,  $p<0,05$

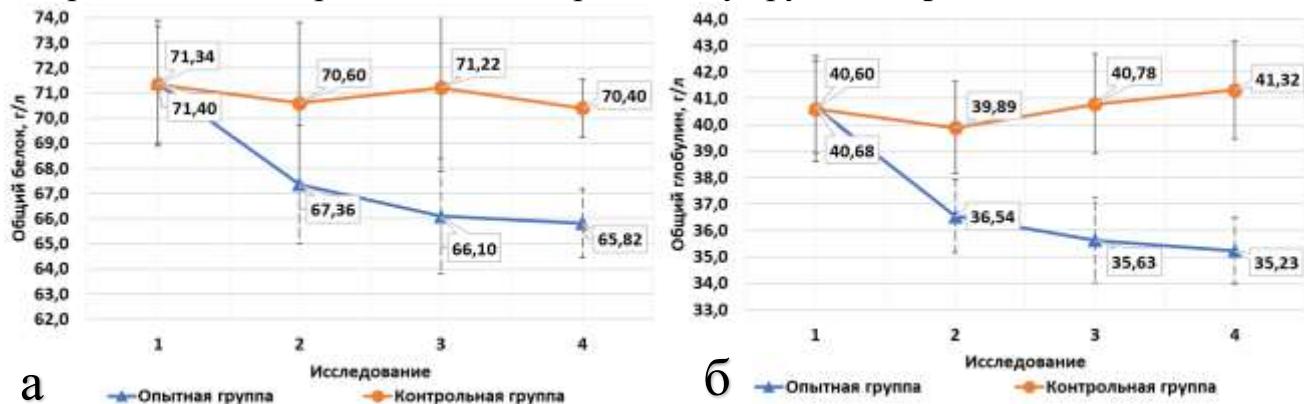


Рисунок 2 – Содержание общего белка (а) и глобулина (б) в сыворотке крови собак ( $n=24$ ,  $M\pm m$ )

Из таблицы 1 и рисунка 2 (а) видно, что к четвёртому исследованию в крови опытной группы собак уровень общего белка снизился на 8%, а в контрольной группе, напротив, к четвёртому исследованию не было зафиксировано статистически значимых различий на протяжении всех исследований. При четвёртом исследовании уровень общего белка в крови контрольных собак был достоверно выше на 7% ( $p<0,05$ ) по сравнению с опытной.

Результаты исследования общего глобулина представлены в таблице 1 и рисунке 2 (б) из которых видно, что в четвёртом исследовании уровень общего глобулина в крови у собак получавших пробиотик Ветом 1.1 оказался ниже на 13% по сравнению с первым исследованием. В противоположность этому в контрольной группе собак за этот период данный показатель увеличился на 2%. При этом у контрольных собак относительно опытных уровень общего глобулина к заключительному исследованию был достоверно выше на 17% ( $p<0,05$ ), чем у опытных.

Как видно из таблицы 1 изменение концентрации альбумина в крови у собак из опытной группы не претерпевали значительных изменений на протяжении всех исследований. Противоположность этому, в крови собак не получавших пробиотик уровень альбумина к заключительному исследованию снизился на 5% в сравнении с исходным исследованием, и был ниже на 5% в сравнении с опытными собаками.

Таким образом, у собак, не имевших в своём рационе пробиотика Ветом 1.1, в крови отмечался рост концентрации общего глобулина, при одновременном снижении уровня альбумина. С другой стороны, введение пробиотика собакам опытной группы способствовало снижению уровня общего глобулина и стабилизации концентрации альбумина, что указывает на позитивное воздействие данного пробиотического препарата на метаболизм белков.

В наших исследованиях, представленные в таблице 1, концентрация креатинина на протяжении всего исследования в крови собак обеих групп существенно не отличалась между собой и не имела достоверных различий, что свидетельствует об отсутствии патологических изменений в почках при жировом гепатозе и мышечной ткани, а также отсутствии заметного воздействия на метаболизм креатинина у исследуемых животных пробиотического препарата Ветом 1.1.

В обеих группах собак в течении всего периода исследований наблюдалась динамика снижения мочевины в крови (таблица 1). Однако у собак, получавшие

пробиотик Ветом 1.1 вместе с кормом мочевина в крови к заключительному исследованию, относительно первого, снизилась на 28%, а у контрольных собак – на 32%. При печёночной дистрофии происходит нарушение синтеза мочевины, вероятно, из-за снижения скорости орнитинового цикла в митохондриях печени, а также вследствие уменьшения концентрации ферментов, которые синтезируются исключительно в печени и участвуют в этом процессе (Киффи Э.Б., Бэкон Б.Р., 2014; Берг Дж.М., Таймочко Дж.Л., Страйер Л., 2015; Лазебник Л.Б. с др., 2019; Тарасенко Е.И. и др., 2020).

Как видно из таблицы 1, к четвёртому исследованию отмечалось увеличение уровня мочевой кислоты, относительно первого, на 8% в крови собак, получавших пробиотик Ветом 1.1. При этом у контрольных собак, в этот же период, отмечалась динамика уменьшения концентрации исследуемого показателя на 14% относительно исходных данных. Межгрупповые различия при заключительном исследовании были на 26% ( $p<0,05$ ) выше в опытной группе собак по сравнению с контрольными аналогами.

Метаболизм мочевой кислоты осуществляется в пуриново-нуклеотидном цикле, который преимущественно протекает в гепатоцитах печени. Здесь пурины метаболизируются до мочевой кислоты благодаря ферментам печени (Шарова Е.В. и др., 2019). На основании полученных данных мы предполагаем, что снижение уровня мочевой кислоты в группе собак, не получавших пробиотик, обусловлено снижением абсорбции пуриновых оснований из ЖКТ. Напротив, у собак, которым был назначен пробиотический препарат Ветом 1.1, наблюдалось повышение уровня мочевой кислоты, вероятно, вследствие усиления всасывания пуринов.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что применение пробиотика Ветом 1.1 у собак способствует нормализации основных показателей белкового обмена.

### 2.2.2.2. Ферментный обмен

Аминотрансферазы (АСТ и АЛТ) являются ключевыми показателями функционального состояния печени у собак с жировым гепатозом (Kioukia-Fougia N., 2002; Киффи Э.Б., Бэкон Б.Р., 2014; Лазебник Л.Б. и др., 2019; Барышников П.И., Разумовская В.В., 2022). Повышенная активность АСТ и АЛТ в крови может указывать на повреждение клеток печени, вызванное различными факторами, включая вирусные инфекции и токсическое воздействие лекарств (John R., 1992; Шалабот Н.Е., Садыкова Ю.Р., Аминова И.С., 2007; Киффи Э.Б., Бэкон Б.Р., 2014; Севрюков А.В., 2016).

Результаты исследования ферментного обмена у служебных собак представлены в таблице 2, рисунке 3.

Таблица 2 – Показатели ферментного обмена в крови служебных собак ( $n=24$ ,  $M\pm m$ )

Показатель		АСТ, Ед/л	АЛТ, Ед/л	ЩФ, Ед/л	ГГТ, Ед/л	КК, Ед/л
Исследование	Опытная группа	35,50 $\pm$ 1,77	61,42 $\pm$ 4,57	78,78 $\pm$ 6,37	5,42 $\pm$ 0,72	102,02 $\pm$ 11,21
		36,92 $\pm$ 2,22	50,67 $\pm$ 6,43	68,53 $\pm$ 7,83	5,00 $\pm$ 0,62	177,67 $\pm$ 17,43
		28,75 $\pm$ 1,53	34,75* $\pm$ 3,68	58,83* $\pm$ 4,46	5,50* $\pm$ 0,87	158,28 $\pm$ 18,93
		35,42* $\pm$ 1,91	46,58* $\pm$ 2,75	57,26* $\pm$ 5,56	4,67* $\pm$ 0,79	68,82 $\pm$ 3,60
Исследование	Контрольная группа	35,33 $\pm$ 1,13	60,33 $\pm$ 7,25	77,49 $\pm$ 6,04	5,33 $\pm$ 0,71	110,22 $\pm$ 16,80
		35,00 $\pm$ 2,26	58,58 $\pm$ 5,51	75,62 $\pm$ 4,90	6,00 $\pm$ 1,13	141,98 $\pm$ 12,53
		31,25 $\pm$ 2,98	53,25 $\pm$ 7,49	79,90 $\pm$ 7,71	7,50 $\pm$ 0,74	154,05 $\pm$ 17,82
		44,33 $\pm$ 2,65	70,42 $\pm$ 8,09	84,94 $\pm$ 5,77	6,83 $\pm$ 0,72	83,85 $\pm$ 9,64

Примечание: \* – разница достоверна между группами,  $p<0,05$

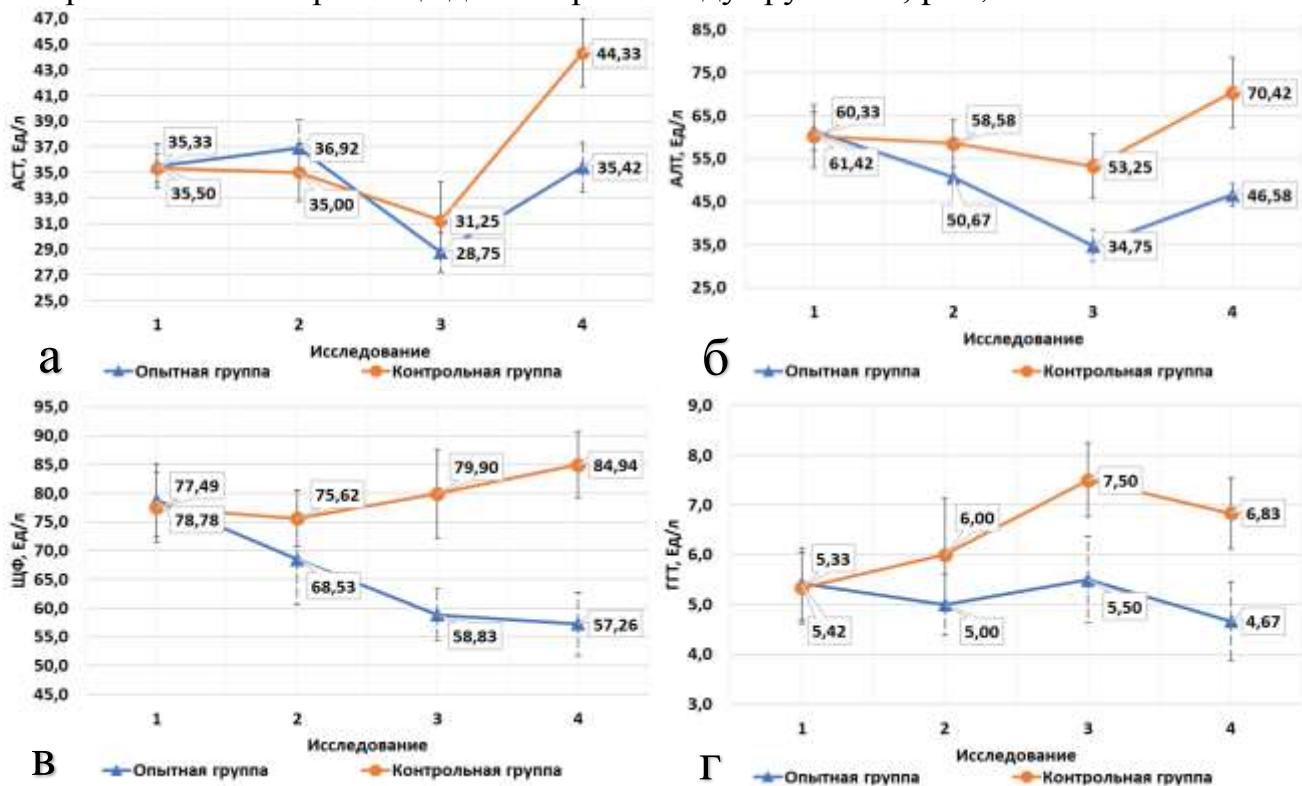


Рисунок 3 – Содержание АСТ (а), АЛТ (б), ЩФ (в) и ГГТ (г) в сыворотки крови собак ( $n=24$ ,  $M\pm m$ )

Согласно таблице 2 и рисунку 3 (а), в третьем исследовании было выявлено снижение уровня АСТ в крови опытной группы собак на 19%, относительно первого исследования, в то время как, в контрольной группе этот показатель за этот же период, снизился на 12%. В четвёртом исследовании концентрация АСТ в крови опытной группы собак увеличилась на 23% по сравнению с третьим исследованием, тогда, как в крови контрольной группы собак рост составил 42%. Среднегрупповые значения при четвёртом исследовании были достоверно ниже у опытной группы собак относительно контрольной на 20% ( $p<0,05$ ).

Как видно из таблицы 2 и рисунка 3 (б), концентрация АЛТ в крови собак контрольной группы в четвёртом исследовании была выше первого исследования на 17%. В крови опытной группы собак при четвёртом исследовании уровень АЛТ был ниже на 24% по сравнению с первым исследованием, и достоверно ниже на 34% ( $p<0,05$ ) уровня АЛТ в четвёртом исследовании относительно контрольной группы.

Таким образом, у собак, получавших пробиотик Ветом 1.1, уровень ферментов АСТ и АЛТ в крови был ниже по сравнению с контрольной группой. По нашему мнению, это связано с улучшенной абсорбцией питательных веществ в ЖКТ, что способствует восстановлению функций печени и, как следствие, снижает концентрацию АСТ и АЛТ в крови у собак опытной группы.

Ферменты ЩФ и ГГТ – это чувствительные индикаторы состояния печени у собак с жировым гепатозом. Активность ЩФ повышается при различных заболеваниях, сопровождающихся повреждением ткани печени, костей и других органов. ГГТ играет важную роль в межклеточном обмене веществ, особенно активно работает в митохондриях. Анализ активности ЩФ, ГГТ, АСТ и АЛТ позволяет точнее определить характер и степень повреждения печени, а также прогнозировать исход заболевания

(Златкина А.Р., 1999; Севрюков А.В., 2016; Шинкарева Ю.Е., 2020; Мальцева С.В., Якубович А.С., Грицкевич Е.Р., 2021).

Из таблицы 3 и рисунка 3 (в) видно, что в четвёртом исследовании уровень ЩФ в крови опытной группы собак снизился на 27% по сравнению с первым исследованием, и оказался достоверно ниже на 33% ( $p<0,05$ ) в четвёртом исследовании, относительно контрольной группы.

Из таблицы 2 и рисунка 3 (г) также видно, что к четвёртому исследованию уровень ГГТ в крови контрольной группы собак увеличился на 28%, по сравнению с первым исследованием. Средние значения ГГТ в крови у собак в третьем и четвёртом исследованиях для опытной группы оказались достоверно ниже, на 27% ( $p<0,05$ ) и 32% ( $p<0,05$ ) в сравнении с контрольной группой в аналогичные периоды.

КК – это фермент, играющий ключевую роль в энергетическом обмене организма, особенно в клетках, нуждающихся в быстром восстановлении АТФ, таких, как клетки печени и мышц. Повреждение или разрушение клеток печени может привести к повышению содержания КК в крови (Кузьминова Е.В., 2013). Из таблицы 2 видно, что в крови опытной группы собак при четвёртом исследовании уровень КК снизился на 33%, а в контрольной на 24% по сравнению с первым исследованием. При этом данный показатель в обеих группах при заключительном исследовании достоверных межгрупповых различий не имел. Согласно литературным источникам, снижение концентрации креатинкиназы свидетельствует о том, что повышение активности ферментов АСТ и АЛТ не связано с сердечными патологиями (Севрюков А.В., 2016; Шапирова Д.Р., 2016).

Применение пробиотика Ветом 1.1 в опытной группе собак с жировым гепатозом способствовало нормализации ферментного обмена, что проявилось снижением активности АСТ, АЛТ, ЩФ и ГГТ по сравнению с контрольной группой. Эти изменения свидетельствуют об улучшении функционального состояния печени, уменьшении воспалительных процессов и восстановлении гепатоцитов.

### 2.2.2.3. Липидный обмен

Холестерин – это вторичный моноатомный спирт с циклической структурой. Он поступает в организм, как с пищей, так и синтезируется в печени. Холестерин выполняет важные функции: он является ключевым компонентом клеточных мембран, предшественником стероидных гормонов и желчных кислот (Ноздрин Г.А., 2003; Кудинова Н.А., 2011; Куевда Е.Н., 2015; Kraus A. et al., 2021).

Результаты исследования липидного обмена у служебных собак представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели липидного обмена в крови служебных собак ( $n=24$ ,  $M\pm m$ )

Показатель		Холестерин, ммоль/л	Триглицериды, ммоль/л
Исследование	1	Опытная группа	7,79±0,58
	2		6,33±0,48
	3		5,64±0,20
	4		5,77±0,37
Исследование	1	Контрольная группа	7,80±0,41
	2		4,92*±0,35
	3		4,71*±0,41
	4		5,34±0,16

Примечание: \* – разница достоверна между группами,  $p<0,05$

Согласно нашим исследованиям, представленным в таблице 3 видно, что уровень холестерина в крови собак получавших пробиотик Ветом 1.1 имел тенденцию к снижению, так к заключительному исследованию он уменьшился на 26% по сравнению с исходным. В крови контрольных собак динамика была сходная, однако, уровень холестерина был достоверно ниже на 22% ( $p<0,05$ ) во втором и на 16% ( $p<0,05$ ) в третьем исследовании, в сравнении с опытными собаками. При этом в четвёртом исследовании уровень холестерина в контроле значительно увеличился на 13% относительно третьего исследования. Оставаясь по-прежнему ниже концентрации данного показателя у опытных собак на 7%.

Синтез триглицеридов происходит в процессе липогенеза, происходящего в печени, глицерин объединяется с жирными кислотами, образуя триглицериды. Этот важный этап метаболизма жиров позволяет печени регулировать концентрацию жирных кислот в крови. Таким образом, изменение концентрации триглицеридов может свидетельствовать о нарушениях в работе печени (Синельников И.А., 2017; Абрязанова Ю.А., 2017; Девлин Т., 2019).

Из таблицы 3 видно, что уровень триглицеридов к четвёртому исследованию в крови служебных собак получавших пробиотик Ветом 1.1 увеличился на 71% по сравнению с первым исследованием. Кроме того, этот показатель в крови оказался достоверно выше на 38% ( $p<0,05$ ), чем у собак из контрольной группы.

Данные изменения уровней холестерина и триглицеридов до третьего исследования у собак, не получавших пробиотик, указывают на снижение синтезирующей функции печени. К моменту завершения исследования в контрольной группе отмечается резкий подъем уровня холестерина на 13%, тогда как прирост триглицеридов составил лишь 8% (в опытной группе этот показатель достиг 23%). Эти изменения коррелируют с повышением концентраций общего глобулина, АСТ, АЛТ, что, вероятнее всего, свидетельствует о развитии жирового гепатоза.

В опытной группе собак получавшие пробиотик Ветом 1.1, напротив, наблюдаются признаки восстановления синтезирующей функции печени, выражющиеся в снижении концентрации холестерина и увеличении уровня триглицеридов.

Применение пробиотика Ветом 1.1 у собак с жировым гепатозом привело к снижению уровня холестерина и повышению концентрации триглицеридов в крови. Эти изменения указывают на улучшение липидного обмена, усиление абсорбции жиров в ЖКТ и нормализацию функциональной активности печени у животных с данным заболеванием.

#### **2.2.2.4. Пигментный обмен**

Пигментный обмен представляет собой комплекс биохимических процессов, связанных с образованием, транспортом, преобразованием и выведением пигментов в организме. Эти процессы играют важную роль в поддержании гомеостаза и нормального функционирования органов и тканей. Нарушения пигментного обмена могут приводить к развитию различных патологий, включая заболевания печени, гемолитические анемии и наследственные нарушения метаболизма (Алиев А., Барен В., Братко П., 1986; Карпов В.М., 1990; Чугунова Е.А., Прохорова Т.С., 2004; Гавриш В.Г.,

Калюжный И.И., 2004; Паджетт Дж., 2006, Лазебник Л.Б. и др., 2019; Ergashev A.A., 2022).

Результаты исследования пигментного обмена в сыворотке крови служебных собак представлены в таблице 4, рисунке 4.

Таблица 4 – Показатели пигментного обмена в крови служебных собак (n=24, M±m)

Показатель		Общий билирубин, ммоль/л	Гемоглобин, г/л
Исследование	1	1,49±0,20	180,08±5,52
	2	1,48±0,26	182,33±3,10
	3	1,39±0,19	185,08±2,25
	4	1,35*±0,19	186,67±2,88
Исследование	1	1,49±0,29	181,25±6,76
	2	1,35±0,19	177,42±4,46
	3	1,56±0,33	177,25±3,08
	4	2,23±0,20	175,67*±3,18

Примечание: \* – разница достоверна между группами, p<0,05

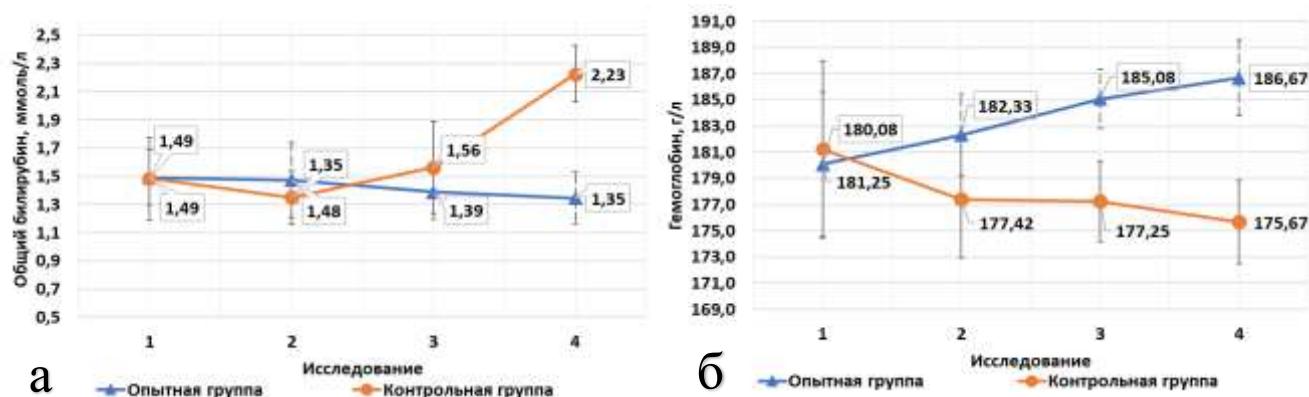


Рисунок 4 – Содержание общего билирубина (а) и гемоглобина (б) в сыворотки крови собак (n=24, M±m)

Как следует из таблицы 4 и рисунка 4 (а), при четвёртом исследовании количество общего билирубина в крови контрольной группы собак было выше на 50%, чем при первом исследовании, и достоверно превышало в этот период значение у собак опытной группы на 65% (p<0,05).

Из таблицы 4 и рисунка 4 (б) видно, что к заключительному исследованию содержание гемоглобина в крови опытной группы собак выросло на 4% по сравнению с первым исследованием. Более того, в сравнении с контрольной группой уровень гемоглобина в четвёртом исследовании был достоверно выше на 6% (p<0,05).

Увеличение уровня общего билирубина в крови контрольной группы собак с одновременным снижением концентрации гемоглобина указывает на усиление разрушения эритроцитов (гемолиз), нарушение конъюгации билирубина в печени или препятствиями в его выведении через желчные пути. Такие состояния, как гепатиты, гепатозы, циррозы, желчнокаменная болезнь, а также наследственные заболевания, могут привести к гипербилирубинемии (Ноздрин А.Г., 2007; Житков И.Г., 2012; Синельников И.А., 2017; Девлин Т., 2019).

Применение пробиотика Ветом 1.1 в опытной группе собак привело к снижению в крови уровня общего билирубина и увеличению содержания гемоглобина. Эти изменения свидетельствуют о нормализации пигментного обмена и улучшении

функционального состояния печени, а также о поддержании процессов кроветворения у животных с жировым гепатозом.

### 2.2.2.5. Минеральный обмен

Минералы играют жизненно важную роль в работе всех клеток организма, начиная с молекулярного уровня и заканчивая сложными системами. Определение концентрации минеральных элементов у животных необходимо для понимания и оценки гомеостатических механизмов их организма (Синельников И.А., 2017; Володькина Г.М., Иващенко С.Ю., 2021; Shyichuk A., 2023).

Результаты исследования минерального обмена у служебных собак представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели минерального обмена в крови служебных собак (n=24, M±m)

Показатель		Общий кальций, ммоль/л	Неорганический фосфор, ммоль/л	Хлориды, ммоль/л
Исследование 1	Опытная группа	3,05±0,08	1,54±0,12	107,52±1,10
		2,77±0,07	1,57±0,05	108,84±2,00
		2,94±0,09	1,44±0,05	109,86±2,02
		2,91±0,11	1,67*±0,07	109,44±2,08
Исследование 2	Контрольная группа	3,02±0,07	1,42±0,15	106,63±2,67
		2,87±0,08	1,44±0,11	109,39±1,95
		2,91±0,04	1,43±0,05	109,11±2,54
		2,90±0,15	1,47±0,07	108,79±1,24

Примечание: \* – разница достоверна между группами, p<0,05

Из таблицы 5 видно, что во втором исследовании было зафиксировано снижение уровня общего кальция в крови опытной группы на 9%. В последующем, в крови опытной группы собак, со второго исследования, содержание общего кальция имело чёткую тенденцию к повышению, увеличившись, к четвёртому наблюдению относительно второго на 5%. В то время, как в контрольной данный показатель за данный период практически не изменился.

Согласно таблице 5 видно, что концентрация неорганического фосфора в крови собак обеих групп имела сходную динамику изменений. При этом в группе собак получавших пробиотик рост рассматриваемого показателя к заключительному исследованию, относительно исходного уровня, составил 8,4%, против 3,5% в контроле. Среднегрупповое значение при заключительном исследовании было достоверно выше в опытной группе собак на 14% (p<0,05) по сравнению с собаками контроля.

Более интенсивное снижение концентрации общего кальция при одновременном повышение неорганического фосфора, а также ростом ЩФ в крови контрольных собак указывает на процессы нарушения обмена веществ, сопровождающиеся деминерализацией костной ткани у данных животных.

В тоже время, повышение общего кальция, неорганического фосфор в крови собак, получавших пробиотик Ветом 1.1 и снижение в ней уровня ЩФ уже с 3 исследования, на наш взгляд, связано с улучшением процессов пищеварения в кишечнике и, как следствие, этого более эффективным всасыванием данных минералов из него.

Из таблицы 5 видно, что колебания уровня хлоридов в крови собак обеих групп в течение всего исследования существенно не различались между группами и не имели достоверных различий.

Таким образом, применение пробиотического препарата Ветом 1.1 у собак оказала положительное влияние на показатели минерального обмена.

### **2.2.3. Разработка биомаркера для диагностики жирового гепатоза у собак**

С целью определения биомаркера ранней диагностики жирового гепатоза, нами был проведён многофакторный анализ клинико-биохимических данных здоровых и больных жировым гепатозом собак, полученных во время диспансеризации. В ходе исследования была установлена: высокая отрицательная корреляция между уровнем гемоглобина и активностью ЩФ, содержанием гемоглобина и общего глобулина. Положительная корреляция между концентрацией общего глобулина и ЩФ, содержанием в крови триглицеридов и ЩФ, а также между уровнем триглицеридов и общего билирубина.

Проведённый корреляционный анализ показал значимую взаимосвязь между различными биохимическими показателями, что позволяет предположить, что изменения в уровне одного показателя могут служить индикаторами изменений в других. В результате исследования были вычислены концентрации биохимических веществ, при которых у служебных собак вскоре появлялся жировой гепатоз. Таким образом, на основании проведённых нами исследований концентрации биохимических показателей в крови больных жировым гепатозом собак, а также корреляционной взаимосвязи изучаемых показателей, нами установлено, что повышение уровня ЩФ от 88 Ед/л, общего глобулина от 41,5 г/л, общего билирубина от 2,53 мкмоль/л и снижение концентрации триглицеридов до 0,66 ммоль/л, гемоглобина до 165 г/л, могут указывать на риск развития жирового гепатоза у собак и может служить биомаркером ранней диагностики данной патологии. Указанный биомаркер может быть использован в ветеринарной практике для мониторинга состояния печени у собак и принятия своевременных мер по предотвращению прогрессирования заболевания.

### **2.3. Разработка фотоколориметрического метода определения общего билирубина и гемоглобина через склеру глаза**

Биохимический фотоколориметр (БФК) представляет собой измерительный прибор, разработанный нами для определения количества общего билирубина и гемоглобина на склере глазного яблока. В ходе нашей работы было разработано два БФК v1.3.2 и v2.1. Для работы БФК v1.3.2 требуется мобильное устройство (смартфон) или любой другой фотоаппарат с функцией съёмки в формате «.RAW», а БФК v2.1 имеет встроенный фотодатчик TCS34725, светодиодное кольцо ws2812 и плату Arduino Nano, благодаря чему он функционирует независимо от внешних устройств, обеспечивая максимальную автономность и удобство использования.

#### **2.3.1. Сравнение результатов биохимического анализа крови с биохимическими фотоколориметрами v1.3.2 и v2.1**

Для оценки точности измерения разработанных нами БФК, было проведено сравнение результатов биохимического анализа крови у служебных собак, полученных

при помощи иммуноферментного и биохимического анализатора крови (Chem WELL Combi 2910) и БФК версий 1.3.2 и 2.1. Определение уровня общего билирубина и гемоглобина через склеру глаза при помощи БФК повторяли по три раза подряд для повышения точности и определяли средние значения.

БФК v1.3.2 показал точность измерения гемоглобина  $92,56 \pm 10,32\%$  и общего билирубина  $89,34 \pm 21,66\%$  относительно результатов, полученных с помощью биохимического анализатора (эталонного значения). Точность БФК v2.1 оказалась в среднем на 5% выше, по сравнению с v1.3.2. БФК v2.1 демонстрировал точность измерения гемоглобина  $97,11 \pm 6,78\%$  и общего билирубина  $94,57 \pm 12,84\%$  относительно эталонного значения. Таким образом, оба прибора в среднем занижают показатели, что может компенсироваться соответствующей настройкой программного обеспечения.

Для корректного массового применения анализаторов БФК v1.3.2 и v2.1 у собак, необходима предварительная калибровка, учитывающая физиологические особенности различных пород животных. Рекомендуется использовать 5 собак для расчёта коэффициента коррекции. Калибровку нужно повторять при работе с новыми популяциями или через значительные интервалы времени после проведения последней калибровки.

## **2.4. Экономическая эффективность способа коррекции нарушения обмена веществ при жировом гепатозе**

При проведении расчётов экономической эффективности корректирующей терапии было установлено, что использование пробиотического препарата Ветом 1.1 в дозировке 75 мг/кг обеспечило экономическую эффективность коррекции обмена, а следовательно, профилактических мероприятий, направленных на предотвращения нарушения обмена веществ при жировом гепатозе служебных собак, в размере 42,67 рубля на 1 рубль вложенных затрат.

Из выше указанного, следует, что применение пробиотика Ветом 1.1 является не только терапевтически эффективным, но и экономически оправданным средством, способствующим нормализации обменных процессов при жировом гепатозе у служебных собак.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ** **Итоги выполненного исследования**

На основании проведённых исследований нами были сделаны следующие выводы:

1. Клинический статус при жировом гепатозе у собак характеризовался взъерошенной и тусклой шерстью, плохо удерживающимся волосом в волосяных фолликулах; учащением ЧДД до 43 дыхательных движений в минуту и ЧСС до 128 ударов в минуту; оформленными светло-коричневыми каловыми массами; болезненностью и увеличением области печёночного притупления выходящим за пределы 13 ребра справа и в некоторых случаях до 13 ребра слева.

2. Биохимический статус крови у служебных собак с жировым гепатозом характеризовался: в белковом – увеличением уровня общего белка до  $71,40 \pm 2,50$  г/л, общего глобулина до  $40,68 \pm 1,73$  г/л; в жировом – увеличением холестерина до  $7,80 \pm 0,41$  ммоль/л; в пигментном – низким уровнем общего билирубина до  $1,49 \pm 0,29$  мкмоль/л; в

ферментном – повышением активности АЛТ до  $61,42 \pm 4,57$  Ед/л, ЩФ до  $78,78 \pm 6,37$  Ед/л и ГГТ до  $5,42 \pm 0,72$  Ед/л.

3. Повышение уровня ЩФ от 88 Ед/л, общего глобулина от 41,5 г/л, общего билирубина от 2,53 мкмоль/л и снижении концентрации триглицеридов до 0,66 ммоль/л, гемоглобина до 165 г/л, следует рассматривать как биомаркер ранней диагностики жирового гепатоза у собак.

4. Фотоколориметрический метод определения общего билирубина и гемоглобина через склеру глаза у собак позволяет определить данные показатели с точностью измерения для БФК v1.3.2 соответственно:  $92,56 \pm 10,32\%$  и  $89,34 \pm 21,66\%$ ; для БФК v2.1:  $97,11 \pm 6,78\%$  и  $94,57 \pm 12,84\%$  от эталонного значения.

5. Применение пробиотического препарата Ветом 1.1 для коррекции нарушений обмена при жировом гепатозе у служебных собак сопровождалось нормализацией основных биохимических показателей обмена веществ, что выражалось, в белковом обмене снижением уровня общего белка (до  $65,82 \pm 1,38$  г/л), общего глобулина (до  $35,23 \pm 1,25$  г/л), мочевины (до  $6,43 \pm 1,27$  ммоль/л), увеличением концентрации мочевой кислоты (до  $41,83 \pm 2,27$  мкмоль/л); в жировом – повышением уровня триглицеридов (до  $1,08 \pm 0,09$  ммоль/л), уменьшением холестерина (до  $5,77 \pm 0,37$  ммоль/л); в пигментном и ферментном обмене снижением концентрации общего билирубина (до  $1,35 \pm 0,19$  ммоль/л) и активности АЛТ (до  $46,58 \pm 2,75$  Ед/л), ЩФ (до  $57,26 \pm 5,56$  Ед/л), ГГТ (до  $4,67 \pm 0,79$  Ед/л).

6. Экономическая эффективность коррекции обменных процессов при жировом гепатозе у служебных собак пробиотическим препаратом Ветом 1.1, составила 42,67 рубля на 1 рубль затрат.

### **Практические предложения и перспективы дальнейшей разработки темы**

По результатам проведённых исследований предложены следующие практические предложения:

1. Для своевременной диагностики патологии печени у служебных собак необходимо в ходе проведения диспансеризации обязательно проводить комплексное биохимическое исследование, включающее в себя определение уровня гемоглобина, общего билирубина, ЩФ, общего глобулина и триглицеридов.

2. Для восстановления обменных процессов при жировом гепатозе у служебных собак применять пробиотический препарат Ветом 1.1 в дозировках 75 мг/кг, один раз в день с кормом в утренние часы, в течение трёх месяцев подряд.

Результаты наших исследований в ходе, которых были получены данные о применение пробиотического препарата Ветом 1.1 в качестве способа коррекции метаболических нарушений при жировом гепатозе у служебных собак, а также получены данные существенно расширявшие и дополнившие имеющиеся сведения о клинико-биохимическом статусе при данной патологии у собак породы немецкая овчарка служебного назначения, определили перспективы дальнейшей разработки темы. Перспективные направления дальнейших исследований в рамках данной тематики могут быть сосредоточены на изучении влияния указанного препарата на эффективность восстановления обменных процессов и профилактического действия данного препарата при гепатозах у других видов животных, относящихся к разным

возрастным и технологическим группам, а также его влияние на обмен веществ при других патологиях внутренних органов.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Статьи в ведущих научных журналах, рекомендованных ВАК РФ**

1. Требухов, А.В. Применение пробиотика «Ветом 1.1» при патологии печени у собак / А.В. Требухов, **Г.А. Ракитин** // Пермский аграрный вестник. – 2024. – № 1(45). – С. 122-127.
2. Требухов, А.В. Влияние пробиотика на биохимические показатели крови служебных собак / А.В. Требухов, **Г.А. Ракитин** // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2024. - № 11 (241). - С. 47-52.
3. **Ракитин, Г.А.** Применение пробиотика «Ветом 1.1» для профилактики печёночных патологий у служебных собак // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 11 (241). – С. 55–60.
4. **Ракитин, Г.А.** Применение пробиотика «Ветом 1.1» при патологии обмена веществ у служебных собак / **Г.А. Ракитин**, А.В. Требухов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 4(68). – С. 96-102.

### **Другие научные издания**

5. **Ракитин, Г.А.** Влияние «Ветома 1.1» на биохимические показатели сыворотки крови служебных собак / **Г.А. Ракитин**, А.В. Требухов // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах, Барнаул, 08-09 февраля 2024 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2024. – С. 155-156.
6. **Ракитин, Г.А.** Эффективность пробиотика «Ветом 1.1» в регулировании метаболизма у служебных собак // Вестник молодёжной науки Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1. – С. 137-140.
7. Требухов, А.В. Профилактическое действие Ветома на служебных собак. результаты исследований / А.В. Требухов, **Г.А. Ракитин** // Антибиотики в ветеринарии: материалы Международной научно-практической конференции, Барнаул, 30 октября 2024 г. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2024. – С. 113-121.
8. **Ракитин, Г.А.** Диагностика и коррекция гепатоза у служебных собак: научно-практические рекомендации. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2025. – 22 с.