На правах рукописи

Хлюпин Сергей Алексеевич

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛНОРАЦИОННЫХ КОМБИКОРМОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ПРОТЕИНОВОЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ В КОРМЛЕНИИ МОНГОЛЬСКИХ ПЕСЧАНОК

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва – 2026

Работа выполнена на кафедре кормления животных в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Научный руководитель:	**Ксенофонтова Анжелика Александровна**, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры кормления животных ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
Официальные оппоненты:	**Балакирев Николай Александрович,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, профессор кафедры частной зоотехнии ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина» **Беспятых Олег Юрьевич,** доктор биологических наук, доцент, доцент кафедры медико-биологических дисциплин ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»
Ведущая организация:	ФГБНУ «Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева»

Защита диссертации состоится «23» декабря 2026 г. в 14:00 ч. на заседании диссертационного совета 35.2.030.10 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел: 8 (499) 976-17-14.

Юридический адрес для отправки почтовой корреспонденции (отзывов): 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте университета: www.timacad.ru.

Автореферат разослан «___»_____2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 35.2.030.10,
кандидат биологических наук, доцент — Заикина Анастасия Сергеевна

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Современное развитие экспериментальной биологии, ветеринарной медицины и биомедицинских технологий невозможно без использования адекватных лабораторных моделей, позволяющих воспроизводить физиологические и патологические процессы, протекающие в организме человека и животных. На протяжении многих десятилетий основными видами лабораторных животных являются мыши (*Mus musculus*) и крысы (*Rattus norvegicus*), однако расширение спектра научных исследований обусловило необходимость поиска альтернативных экспериментальных моделей, обладающих специфическими биологическими особенностями и позволяющих более полно воспроизводить отдельные патологические состояния. Одним из наиболее перспективных объектов современной лабораторной практики является монгольская песчанка (*Meriones unguiculatus,* Milne-Edwards, 1867), интерес к которой неуклонно возрастает как в фундаментальной, так и в прикладной науке (Harkness, Wagner, 1989; Scheibler, Waiblinger, 2019; Ruiz et al., 2023; Рыбакова, 2017; ГОСТ 33215-2014; ГОСТ 33216-2014). Несмотря на широкое использование монгольских песчанок в научных исследованиях, вопросы их полноценного кормления разработаны значительно хуже, чем аналогичные аспекты содержания лабораторных мышей и крыс. Большинство существующих рекомендаций основано либо на исследованиях, выполненных во второй половине XX века, либо на экстраполяции данных, полученных для других видов лабораторных грызунов. (Fuller, 2004) Между тем физиологические особенности *Meriones unguiculatus*, обусловленные адаптацией к аридным условиям существования, позволяют предполагать наличие специфических потребностей в отдельных питательных веществах, прежде всего в белке, незаменимых жирных кислотах, минеральных веществах и витаминах. Это подтверждается результатами экспериментальных исследований, посвящённых разработке полусинтетических рационов, изучению белкового обмена и определению потребности животных в отдельных компонентах питания (Zeman, 1967; Harriman, 1969; Chu, Hegsted, 1981).

Степень разработанности темы исследования. Изучение монгольской песчанки (*Meriones unguiculatus*) как лабораторного животного продолжается более шестидесяти лет. За этот период накоплен значительный объем сведений, касающихся биологии вида, физиологических особенностей, поведения, репродуктивной функции, а также использования песчанок в качестве экспериментальной модели при исследовании различных патологических процессов. Вместе с тем анализ отечественной и зарубежной литературы показывает, что вопросы, связанные с научным обоснованием рационов кормления данного вида, до настоящего времени разработаны недостаточно полно (Самохвалова, 1984).

Первые фундаментальные исследования были посвящены биологии, систематическому положению и экологическим особенностям представителей подсемейства Gerbillinae. За последние десятилетия был внесен существенный

вклад в изучение морфологии, поведения и физиологии монгольских песчанок (Norris, Adams, 1972, 1982; Roper, Polioudakis, 1977; Wagner, Farrar, 1987; Harkness, Wagner, 1989; Володин и соавт. 1996; Ding et al., 2018; Donnelly, 2015; Electrophoretic study of lactate dehydrogenase…,1996). В указанных работах подробно рассмотрены вопросы морфологии животных, репродуктивной биологии, социального поведения, содержания в условиях виварием и формирования лабораторных популяций (Neumann et al., 2001).

Несмотря на значительное количество публикаций, большинство исследований посвящено отдельным аспектам физиологии питания или особенностям содержания животных (Nutrient Requirements of Laboratory Animals, 1995; Nutrient Requirements of the Laboratory Rat, 1995; Otken et al., 1984; Waiblinger, König, 2004; Carbone, 2019). Вопросы комплексной оценки влияния уровня белковой обеспеченности рационов на показатели роста, биохимические показатели крови, переваримость питательных веществ и состав фекальной микробиоты монгольских песчанок изучены недостаточно. Отсутствуют также рекомендации по использованию специализированных полнорационных комбикормов отечественного производства для данного вида лабораторных животных.

Цель исследований. Целью исследования явилась разработка рецептов полнорационных комбикормов с разным уровнем сырого протеина и оценка эффективности их использования в кормлении модельных животных на примере монгольских песчанок (*Meriones unguiculatus*).

Задачи исследования:

1. Разработать рецепты полнорационных комбикормов с разным уровнем протеиновой питательности, предназначенные для кормления монгольских песчанок.
2. Изучить динамику массы тела животных при использовании комбикормов с различным содержанием сырого протеина.
3. Исследовать биохимические показатели крови животных и оценить особенности белкового, углеводного и липидного обменов при разном уровне протеинового питания.
4. Определить переваримость питательных веществ и баланс азота у монгольских песчанок при использовании разработанных комбикормов с разным содержанием сырого протеина.
5. Изучить влияние уровня протеиновой обеспеченности на состав фекальной микробиоты монгольских песчанок.
6. Провести оценку показателей плодовитости монгольских песчанок при использовании разработанных кормов с разной концентрацией сырого протеина.
7. Установить влияние уровня протеиновой питательности полнорационных комбикормов на показатели роста молодняка монгольских песчанок.
8. Оценить экономическую эффективность использования полнорационных комбикормов с разной протеиновой питательностью в кормлении монгольских песчанок.

Научная новизна. Впервые в практике отечественной зоотехнии лабораторных животных был разработан специализированный полноценный гранулированный комбикорм для монгольских песчанок.

На основании комплексных экспериментальных исследований впервые дана сравнительная оценка влияния полнорационных комбикормов с различным уровнем протеиновой питательности на плодовитость и показатели роста животных, переваримость питательных веществ и баланс азота, состав фекальной микробиоты и биохимический статус крови, характеризующий интенсивность белкового, углеводного и липидного обменов у монгольских песчанок.

Полученные результаты расширяют современные представления о физиологии питания монгольской песчанки и могут служить научной основой для разработки отечественных полнорационных комбикормов, предназначенных для содержания данного вида животных в условиях вивариев, научно-исследовательских лабораторий и зоопарков.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость настоящего исследования заключается в расширении существующих представлений о физиологии питания монгольских песчанок (*Meriones unguiculatus*), особенностях обмена веществ при различных уровнях белкового обеспечения организма и механизмах адаптации лабораторных животных к изменению состава рационов. Полученные результаты дополняют имеющиеся сведения о биохимических показателях крови данного вида и позволяют уточнить влияние уровня сырого протеина в полнорационных комбикормах на функциональное состояние организма животных. Оценка переваримости питательных веществ позволяет охарактеризовать использование компонентов разработанных рационов, а данные о балансе азота – особенности белкового обмена при различной обеспеченности животных протеином. Состав фекальной микробиоты животных может служить неинвазивным индикатором, характеризующим сбалансированность протеиновой питательности рациона. Практическая значимость исследования определяется возможностью использования полученных результатов при разработке полнорационных комбикормов для монгольских песчанок в условиях вивариев, в научно-исследовательских организациях и в коллекциях зоопарков. Научно обоснованный выбор уровня белковой питательности рационов позволит обеспечить физиологические потребности животных, повысить воспроизводимость экспериментальных исследований и снизить влияние кормового фактора на вариабельность изучаемых показателей.

Положения диссертации, выносимые на защиту.

1. Разработанные специализированные полнорационные комбикорма для монгольских песчанок содержат 16 и 19% сырого протеина.
2. Комбикорм с уровнем сырого протеина 16% характеризуется лучшей механической прочностью гранул.
3. Полнорационный комбикорм с уровнем сырого протеина 16% обеспечивает лучшие показатели плодовитости и роста у монгольских песчанок.

4. При использовании комбикормов с уровнем сырого протеина 16 и 19% повышается переваримость сырого протеина и сырого жира. Полнорационный комбикорм, содержащий 16% сырого протеина способствовал максимальной эффективности удержания азота от принятого с кормом (63%) при минимальном значении выделенного с мочой (22%).

5. Показано, что полнорационный гранулированный комбикорм с уровнем сырого протеина 16% обеспечивает наиболее благоприятный метаболический статус монгольских песчанок, большинство изученных параметров находятся в пределах или наиболее близко к опубликованным референсным значениям.

6. Использование полнорационного гранулированного комбикорма с уровнем сырого протеина 16% в кормлении монгольских песчанок обеспечило формирование наиболее оптимального состава фекальной микробиоты.

7. Затраты на корма (на 1 голову в сутки) составили 3,22 руб. при использовании натуральных кормов; 0,78 руб. и 0,91 руб. – при использовании комбикормов с уровнем сырого протеина 16 и 19% соответственно.

Методология и методы исследований. Методологической основой работы послужили представления о физиологии питания и нормированном кормлении лабораторных животных. Объект исследования – монгольские песчанки (*Meriones unguiculatus*), предмет исследования – влияние разработанных полнорационных комбикормов с различным содержанием сырого протеина на показатели плодовитости, рост животных, переваримость питательных веществ, баланс азота, состав фекальной микробиоты и биохимические показатели крови животных. Использованы зоотехнические, балансовые, биохимические и статистические методы (Biometry: the principles and practice of statistics…, 2012).

Личный вклад соискателя. Автором, овладевшим методиками исследований, были организованы и проведены научный опыт и производственная проверка; проанализированы полученные результаты, систематизированные с последующим логическим анализом; сделаны выводы и сформулированы предложения производству; подготовлены научные публикации, апробированные на конференциях различного уровня; выполнены все разделы диссертационной работы.

Апробация работы. Материалы, выводы и предложения производству, перспективы дальнейшей разработки темы, изложенные в диссертации, базируются на исследованиях, проведенных на достаточном количестве животных с применением современных, апробированных методик и с биометрической обработкой полученных результатов.

Полученные в ходе экспериментальных исследований цифровой материал, научные положения, выводы и предложения производству, отраженные в диссертационной работе, опираются на современные методы и методики исследований. Степень их достоверности доказана биометрической обработкой исходного материала.

Основные материалы и результаты научного исследования доложены, обсуждены, получили положительные отзывы на конференциях:

– в рамках Международного научного симпозиума, посвященного 150-летию со дня рождения выдающегося ученого в области зоотехнии академика Е.Ф. Лискуна «Достижения зоотехнической науки в решении актуальных задач животноводства и аквакультуры» (г. Москва, 2023 г.);

– в рамках Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича (г. Москва, 2024 г.);

– в рамках Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённая 160-летию Тимирязевской академии (г. Москва, 2025 г.).;

– в рамках Международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся (г. Санкт-Петербург, 2025 г.).

Публикация. По теме диссертационной работы опубликованы 6 научных работ, в том числе 2 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Министерством образования и науки РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 162 страницах машинописного текста, содержит 26 рисунков, 19 таблиц и 2 приложения. Библиографический список включает в себя 199 источников, в том числе 145 источников – на иностранных языках.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в несколько последовательных этапов на базе ГАУ «Московский зоопарк» и кафедры кормления животных Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева в период с ноября 2023 г. по июль 2026 г. Общая схема научных исследований представлена на рисунке 1.

Первый этап исследований включал определение питательной ценности рациона, рекомендованного для кормления монгольских песчанок в Московском зоопарке, который включал натуральные корма. Отбор проб кормов осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 6497-2014. Химический анализ проводили по действующим государственным стандартам и общепринятым методикам ВНИИФБиП и ВИЖ в учебной лаборатории кафедры кормления животных в РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, а также в Центре коллективного пользования.

В образцах определяли содержание влаги, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, золы, кальция, магния и фосфора, а также рассчитывали энергетическую ценность рационов (ГОСТ ISO 5983-2-2016; ГОСТ Р 56374-2015; ГОСТ 31640-2012; ГОСТ 32044.1-2012; ГОСТ 13496.4-2019; ГОСТ 26889-86; ГОСТ Р ИСО 734-2021; ГОСТ 13496.15-2016; ГОСТ 32904 – 2014; ГОСТ 22001-87; ГОСТ 31675-2012; ГОСТ 26657-97; ГОСТ 13979.6-69; ГОСТ 26226-95; ГОСТ 32933-2014).

На основании данных химического анализа были разработаны рецепты полнорационных комбикормов с уровнем сырого протеина 16 и 19%

соответствующих физиологическим потребностям монгольских песчанок (ГОСТ 34566 – 2019).

Производство комбикормов осуществляли по разработанной рецептуре с использованием общепринятой технологии гранулирования в цехе кормов ГНЦ РФ ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии «ВНИРО». Готовый комбикорм представлял собой гранулы цилиндрической формы длиной около 7 мм и диаметром около 3 мм. Размер гранул был выбран с учетом биологических особенностей монгольских песчанок, что обеспечивало удобство потребления корма и способствовало снижению его потерь при кормлении. Также была проведена оценка крепости гранул на приборе для определения крепости гранул «Holmen NHP-100» в ООО Научно-испытательный центр «Черкизово».

В июне 2024 г. в условиях научного отдела ГАУ «Московский зоопарк» были сформированы 12 пар половозрелых племенных монгольских песчанок для получения потомства, которое использовали в последующих экспериментальных исследованиях. После достижения молодняком 45-дневного возраста осуществляли отъем животных от родителей и методом аналогов распределяли на три группы: одну контрольную и две опытные. В контрольную группу вошли 24 самца и 24 самки, в первую опытную – 24 самца и 24 самки, во вторую опытную – 22 самца и 24 самки.

Животных 1 опытной группы постепенно переводили на полнорационный гранулированный комбикорм с уровнем содержания сырого протеина 16%, а животных 2 опытной группы – на аналогичный комбикорм с уровнем содержания сырого протеина 19%.

Массу тела животных определяли один раз в две недели для оценки динамики роста животных.

В период с 24 февраля по 2 марта 2025 г. был проведен балансовый опыт. Из каждой экспериментальной группы методом пар-аналогов отбирали животных: 18 самцов и 23 самки в контрольную группу, 19 самцов и 24 самки в первую опытную группу, 17 самцов и 24 самки во вторую опытную группу. В течение всего периода ежесуточно учитывали количество потребленного корма, а также осуществляли раздельный сбор мочи и кала, что позволяло оценить переваримость питательных веществ и баланс азота.

Также в образцах кала животных контрольной и опытных групп была проведена идентификация микроорганизмов методом MALDI. Анализ проводился на базе ООО НИЦ «Черкизово».

Для проведения биохимических исследований крови, методом случайной выборки, из каждой группы животных было отобрано по 6 самцов и 6 самок. Забор крови у животных осуществляли под ингаляционной анестезией изофлураном из краниальной полой вены. Полученные образцы крови направляли в ветеринарные лаборатории клиник «Белый Клык» и «Vet Union».

Для оценки влияния разработанных полнорационных комбикормов на показатели плодовитости монгольских песчанок были сформированы три экспериментальные группы, по три самца и три самки в каждой. Эффективность

разработанных рационов оценивали по показателям плодовитости родительских пар и показателям роста их потомства. Измерения проводили еженедельно с 1 по 8-ю неделю жизни.

<table>
<tr><td colspan="7">Научно-хозяйственный опыт</td></tr>
<tr><td colspan="2">Контрольная группа (n=24 ♂, + 24 ♀)</td><td colspan="2">1 опытная группа (n=24 ♂, + 24 ♀)</td><td colspan="3">1 опытная группа (n=24 ♂, + 24 ♀)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Натуральный рацион</td><td colspan="2">Полнорационный гранулированный комбикорм с уровнем содержания сырого протеина 16%</td><td colspan="3">Полнорационный гранулированный комбикорм с уровнем содержания сырого протеина 19%</td></tr>
<tr><td colspan="7">Изучаемые показатели</td></tr>
<tr><td>Рост песчанок 1 поколения (племенное поголовье) (n=142): масса тела</td><td>Балансовый опыт (n= 125)</td><td>Оценка фекального микробиома</td><td>Переваримость питательных веществ, баланс азота</td><td>Биохимический анализ крови (n=36): активность ферментов, показатели белкового, углеводного, липидного обменов</td><td>Плодовитость племенного поголовья (n=3 ♂, + 3 ♀): количество детёнышей в помёте, сохранность потомства</td><td>Рост песчанок 2 поколения (1-8 недели жизни): масса тела, длина головы, тела и хвоста</td></tr>
</table>

Рисунок 1 – Схема исследования

Математическую и статистическую обработку экспериментальных данных проводили в Microsoft Excel методами описательной и вариационной статистики. Статистическую значимость межгрупповых различий оценивали по t-критерию Стьюдента, изменений массы тела одних и тех же животных – по парному двустороннему t-критерию Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Химический состав натурального рациона и полнорационных комбикормов

На первом этапе собственных исследований оценили химический состав натурального рациона, использовавшегося для кормления монгольских песчанок в ГАУ «Московский зоопарк» (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав натурального рациона и комбикормов с уровнем сырого протеина 16 и 19%

Показатель	Натуральный рацион	Комбикорм с уровнем СП 16%	Комбикорм с уровнем СП 19%
Суточная масса рациона, г	49,63	7,59	8,24
Сухое вещество (СВ), г	28,93	5,23	5,86
Сухое вещество (СВ), %	58,29	68,92	71,09
Сырой протеин (СП), г	2,63	1,22	1,56
Сырой протеин (СП), %	5,29	16,00	19,00
Сырой жир (СЖ), г	0,72	0,23	0,27
Сырой жир (СЖ), %	1,45	3,08	3,25
Сырая клетчатка (СК), г	7,61	0,35	0,35
Сырая клетчатка (СК), %	15,34	4,57	4,21
Сырая зола (СЗ), г	2,85	0,33	0,43
Сырая зола (СЗ), %	5,75	4,39	5,23
Азот (N), г	0,42	0,20	0,25
Азот (N), %	0,85	2,57	3,04
Органическое вещество (ОВ), г	26,08	4,90	5,42
Органическое вещество (ОВ), %	52,54	64,54	65,86
БЭВ, г	15,12	3,10	3,25
БЭВ, %	30,45	40,79	39,41
Фосфор (Р), г	0,06	0,03	0,04
Фосфор (Р), %	0,12	0,43	0,49
Магний (Mg), г	0,10	0,01	0,01
Магний (Mg), %	0,21	0,15	0,15
Кальций (Са), г	0,83	0,05	0,07
Кальций (Са), %	1,67	0,70	0,88
Валовая энергия, кДж/голову в сутки	848,39	134,25	144,51

Таким образом, анализ химического состава натурального рациона и оценка его обеспеченности питательными веществами послужили основой для разработки двух рецептур полнорационных комбикормов для монгольских песчанок с уровнем сырого протеина 16 и 19%.

3.2. Производство комбикормов с уровнем сырого протеина 16 и 19% и совершенствование способов их подачи к скармливанию

По результатам анализа рациона монгольских песчанок, в состав которого входили натуральные корма, были разработаны два рецепта полнорационного

комбикорма с уровнем сырого протеина 16 и 19%. Готовый корм представлял собой цилиндрические гранулы длиной около 7 мм и диаметром около 3 мм.

Для характеристики физических свойств комбикорма было проведено исследование крепости гранул на приборе Holmen NHP-100. Испытывали пробы исходной массой 50 г при продолжительности воздействия 30 и 60 секунд.

3.3. Динамика живой массы монгольских песчанок

В результате проведенных исследований установлено, что при оценке способности комбикорма сохранять целостность в процессе транспортировки и хранении при продолжительности испытания 30 секунд крепость гранул комбикорма с уровнем сырого протеина 16% в пробах №1 и №2 составила 86,00 и 84% соответственно. Величина аналогичного показателя для комбикорма с содержанием сырого протеина 19% в пробах №1 и №2 составила соответственно 84,36 и 84,26%.

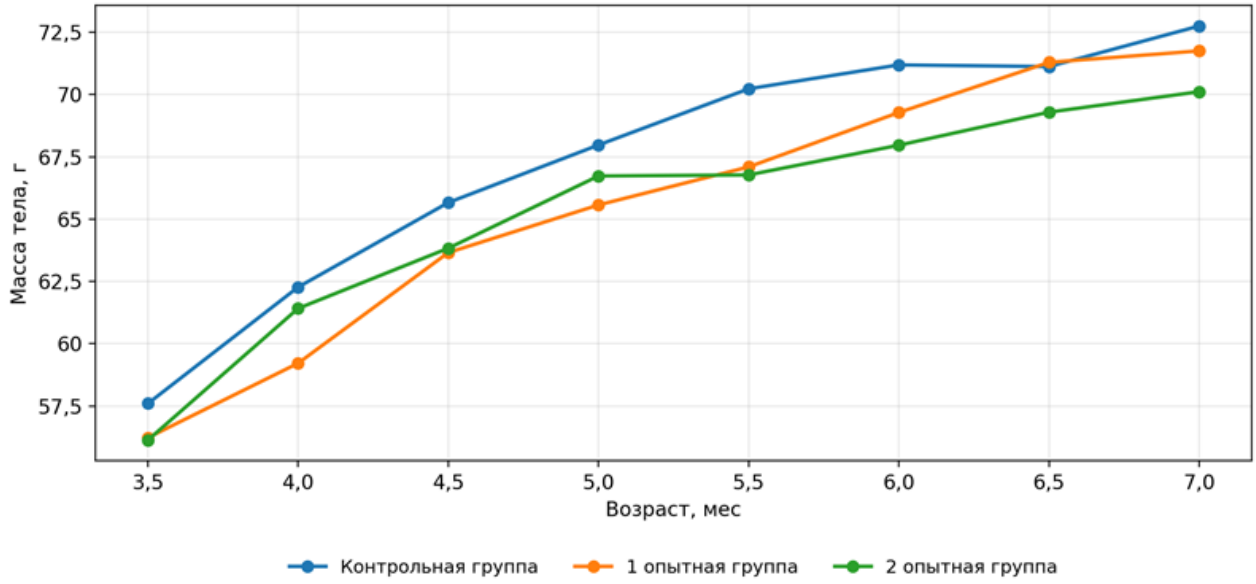


Рисунок 2 – Динамика массы тела самцов и самок монгольских песчанок

К 7 месяцам масса самцов и самок монгольских песчанок составила 72,75 ± 1,67 г в контроле, 71,75 ± 0,96 г при уровне сырого протеина 16% и 70,11 ± 0,99 г при уровне сырого протеина 19% (рис. 2). Комбикорм с уровнем содержания СП 16% обеспечивал статистически значимое увеличение массы животных обоих полов. При взвешивании в 7 месяцев не выявлено различий с натуральным рационом ни у самцов, ни у самок.

3.4. Проведение балансового опыта

Таблица 2 – Коэффициенты переваримости питательных веществ у самок и самцов, %

Показатель	Контрольная группа	1 опытная группа	2 опытная группа
Сухое вещество	80,86±0,64	77,01±0,71x	77,97±1,48
Органическое вещество	86,67±1,71	82,20±0,70	82,89±1,13
Сырой протеин	76,83±0,08	86,17±0,38^{x}	89,41±0,64^{xy}
Сырой жир	85,67±0,66	91,26±2,18^{x}	91,34±2,26
Сырая клетчатка	69,50±0,03	65,82±0,52^{x}	64,73±3,28
БЭВ	88,83±0,18	83,79±0,79^{x}	84,83±1,05^{x}

Примечания: Данные представлены в виде M±m. x – $p<0,05$ по сравнению с контрольной группой; y – $p<0,05$ по сравнению с 1 опытной группой

Коэффициент переваримости сырого протеина увеличился с 76,83% в контрольной группе до 86,17% в 1 опытной и до 89,41% во 2 опытной группе (табл. 2). Результаты обеих опытных групп достоверно превосходили контроль, при этом данный показатель во 2 опытной группе был достоверно выше значения 1 опытной группы ($p<0,05$). Коэффициент переваримости сырого жира вырос с 85,67% в контроле до 91,26 и 91,34% в 1 и 2 опытных группах соответственно.

Во всех группах переваримость органического вещества и безазотистых экстрактивных веществ превышала переваримость сухого вещества. Это указывает на более эффективное использование органической части рациона по сравнению с сухим веществом в целом, включающим минеральную фракцию. Отмечена линейная тенденция снижения переваримости сырой клетчатки, коэффициент переваримости составил 69,50% в контроле, 65,82% в 1 и 64,73% во 2 опытных группах. Таким образом, более эффективное переваривание протеина корма не сопровождалось аналогичными изменениями в переваримости структурных углеводов. Переваримость клетчатки у монгольских песчанок зависит от её количества и структуры, скорости прохождения через пищеварительный тракт и активности ферментации в слепой кишке.

При анализе результатов, полученных в ходе физиологических опытов установлено, что в организме животных всех групп баланс азота был положительным. Количество принятого азота возрастало с 66,3 мг в контрольной группе до 94,8 мг в 1 и 121,1 мг во 2 опытных группах, а количество переваренного азота – с 51,1 до 81,8 и 108,6 мг соответственно. Выделение азота с калом в контрольной группе было максимальным и составило 15,2 ± 0,3 мг, тогда как в 1 и 2 опытных группах оно снизилось до 13,0 ± 1,6 и 12,5 ± 1,2 мг соответственно. Несмотря на большее потребление азота, животные опытных групп выделяли его с калом в меньшем количестве. Наблюдаемая картина свидетельствует о том, что полнорационные комбикорма содержали легко доступные источники белка, были сбалансированы по аминокислотному составу и, вероятно, имели меньшую долю трудноперевариимых фракций, таких как клетчатка и лигнин, а также

антипитательных факторов, которые связывают азот и увеличивают его эндогенные потери.

Таблица 3 – Средние показатели азотистого обмена у самок и самцов

Показатель	Контрольная группа	1 опытная группа	2 опытная группа
Принято азота, мг	66,3±6,00	94,8±14,20	121,1±18,50^{x}
Выделено с калом, мг	15,2±0,30	13,0±1,60	12,5±1,20
Переварено азота, мг	51,1±5,80	81,8±12,60	108,6±17,30^{x}
Коэффициент переваримости азота, %	76,83±0,08	86,17±0,38^{x}	89,41±0,64^{xy}
Выделено с мочой, мг	35,89±9,93	20,55±8,69	36,63±7,25
Усвоено от принятого, %	22,60±2,34	62,91±10,69^{x}	56,35±12,44^{x}
Усвоено от переваренного, %	29,32±2,43	72,96±12,29^{x}	62,88±13,67
Баланс азота, мг	+15,21±5,01	+61,26±16,14^{x}	+71,96±22,06^{x}

Примечания: данные представлены в виде M±m. x – $p<0,05$ по сравнению с контрольной группой; y – $p<0,05$ по сравнению с 1 опытной группой

Наиболее высокая эффективность использования азота отмечена в 1 опытной группе: доля усвоенного азота от принятого составила 62,91%, а от переваренного – 72,96% (табл. 3). Во 2 опытной группе эти показатели составляли 56,35 и 62,88%, в контрольной – 22,60 и 29,32% соответственно. Выделение азота с мочой было минимальным в 1 опытной группе – 20,553 мг против 35,897 мг в контроле и 36,630 мг во 2 опытной группе. Комбикорм с уровнем сырого протеина 16%, обеспечивал наиболее эффективное использование азота корма: высокую переваримость протеина и максимальное количество усвоенного азота. При использовании комбикорма, содержащего 19% сырого протеина баланс азота, имел наиболее высокое значение, однако, дополнительное поступление азота с кормом использовалось менее эффективно.

3.5. Оценка видового состава фекальной микробиоты монгольских песчанок

В 1 опытной группе, несмотря на наименьшее количество обнаруженных в кале таксонов микроорганизмов, выявляется ряд признаков, которые при сопоставлении с данными контрольной и 2 опытной групп могут рассматриваться как потенциально благоприятные для микробиоценоза. Необходимо отметить, что, только в этой группе обнаружен *Limosilactobacillus reuteri* – вид, который повышает экспрессию генов плотных контактов в эпителиальных клетках кишечника, что лежит в основе его барьерной функции, а также участвует в модуляции иммунного ответа, снижая провоспалительные реакции. Сохранение *Lactobacillus kitasatonis* в кале животных 1 опытной группы, при его отсутствии во 2 – также может рассматриваться как позитивный признак поскольку данный вид демонстрирует наиболее высокую ауто-агрегацию среди протестированных лактобацилл, что способствует устойчивости к механическому вымыванию из кишечника и колонизации эпителия, а также выраженную ко-агрегацию с *Salmonella Typhimurium*, указывающую на потенциал конкурентного исключения патогенов. Это подтверждается отсутствием ряда потенциально патогенных и

оппортунистических микроорганизмов, выявленных в других группах, – в частности *Clostridium perfringens* и *Staphylococcus aureus*, а также *Bacillus cereus, Acinetobacter baumannii* и *Acinetobacter pittii*.

3.6. Биохимические показатели крови монгольских песчанок

Проведенные исследования показали, что состав рационов оказывает влияние на ряд биохимических показателей плазмы крови, отражающих особенности обмена веществ и физиологическое состояние организма монгольских песчанок. Несмотря на то, что большинство исследованных показателей во всех группах находилось в пределах или вблизи референсных значений, использование разных рационов отражалось на специфике белкового, углеводного и липидного обменов животных (Хлюпин, Ксенофонтова, 2026 (а)).

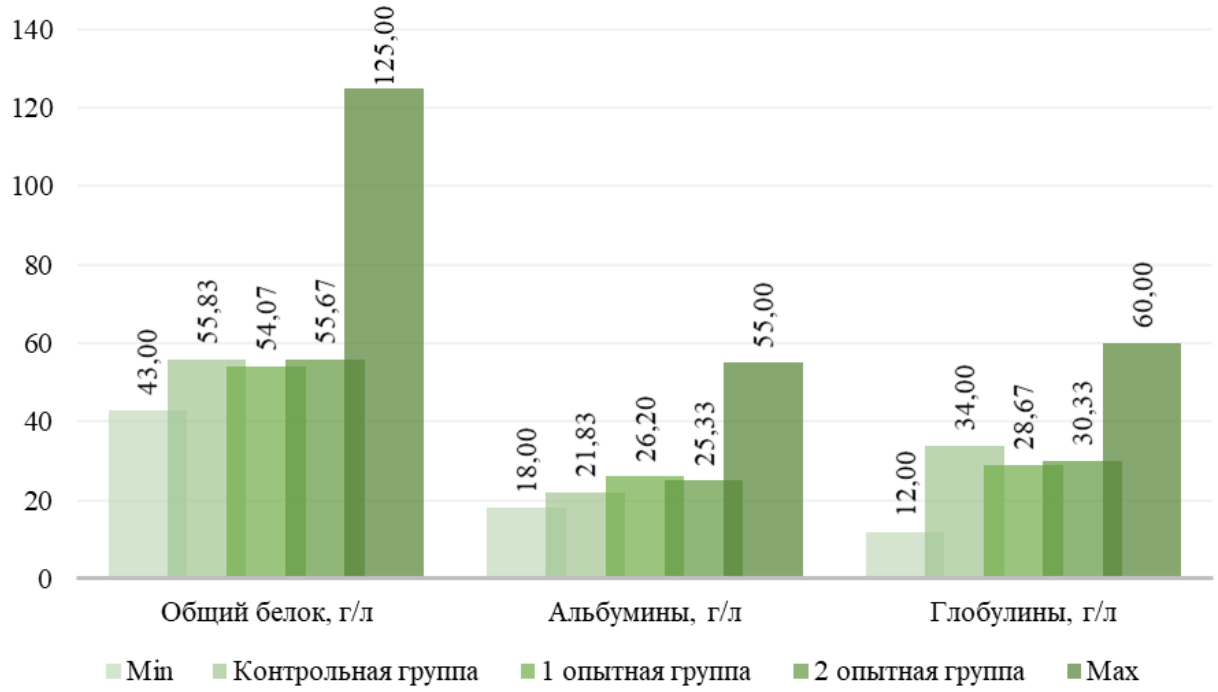


Рисунок 3 – Показатели белкового профиля плазмы крови монгольских песчанок, г/л

В ходе исследования уровень общего белка во всех группах находился в пределах референсного интервала на одном уровне и составлял в среднем 54-55 г/л (рис. 3). Это свидетельствует о том, что все исследованные рационы обеспечивали адекватное поступление белка и поддерживали общий белковый пул организма животных на физиологическом уровне, без признаков гипо- и гиперпротеинемии. В ходе исследования уровень альбумина во всех экспериментальных группах не выходил за границы референсного интервала (18,00–55,00 г/л), что свидетельствует о сохранении компенсаторных возможностей гепатоцитов даже при изменении белковой нагрузки. В крови монгольских песчанок контрольной группы средний уровень глобулинов составил 34,00 г/л, в 1 опытной группе зафиксировано снижение данного показателя на 15,68%. Вероятно, при использовании натуральных кормов, которые могут содержать значительное количество бактериальных липополисахаридов, микотоксинов и др., наблюдается повышение

антигенной нагрузки, обусловленной, с одной стороны, возможной быстрой порчей таких кормов, с другой – отсутствием их баротермической обработки.

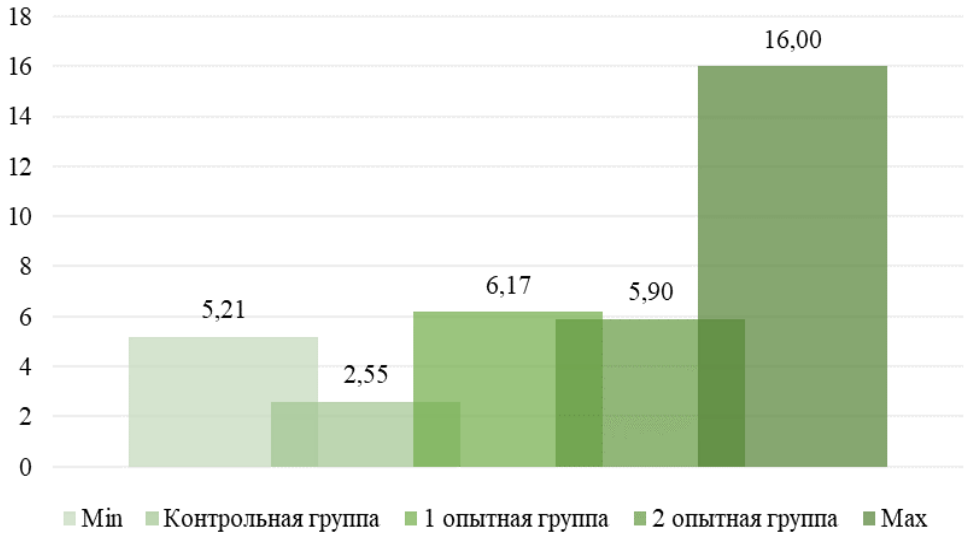


Рисунок 4 – Уровень мочевины в крови монгольских песчанок, ммоль/л

Замена натурального рациона на полнорационный экструдированный комбикорм с уровнем содержания сырого протеина 16% привела к повышению уровня мочевины в 2,42 раза – до 6,17 ммоль/л (наблюдается выраженная тенденция), что соответствует референсному интервалу и свидетельствует о нормализации азотистого обмена (рис. 4).

При замене натурального рациона на полнорационный экструдированный комбикорм, содержащий 16% сырого протеина, уровень глюкозы в крови животных снижался до 5,24 ммоль/л (наблюдалась выраженная тенденция), что находится в пределах референсного интервала и оказывается на 27,92% ниже значения в контрольной группе, свидетельствуя о стабилизации углеводного обмена при оптимальном энергетическом обеспечении без избыточной гликемической нагрузки (рис. 5). Сбалансированный состав корма, включающий оптимальное соотношение углеводов, белков и жиров, а также более медленное высвобождение глюкозы благодаря экструдированным гранулам при отсутствии возможности у животных сортировать корма, предотвращает резкие постпрандиальные пики. Кроме того, адекватное поступление белка и аминокислот, вероятно, способствует поддержанию нормальной инсулиновой чувствительности, что подтверждается также улучшением показателей белкового обмена (рост уровня альбумина, снижение концентрации глобулинов) (Wu, 2022).

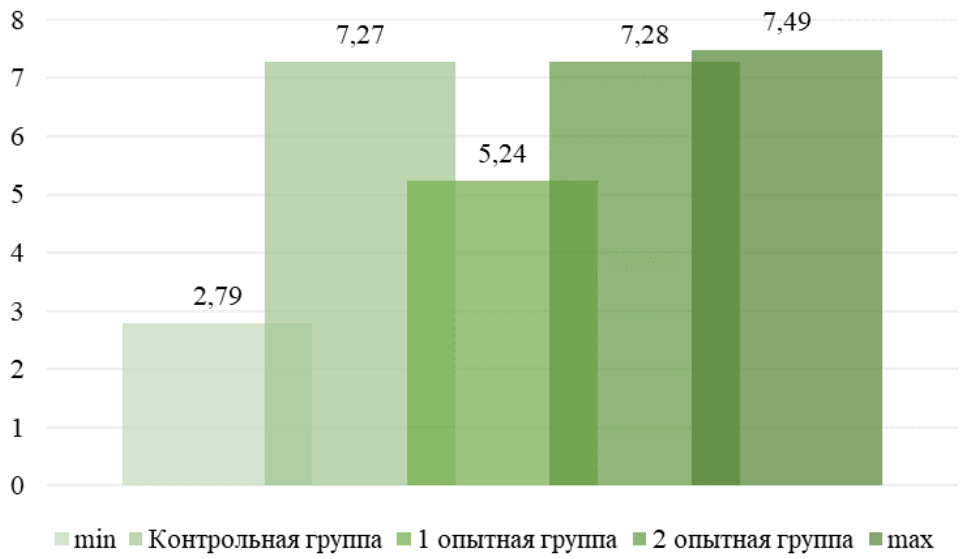


Рисунок 5 – Концентрация глюкозы в крови монгольских песчанок, ммоль/л

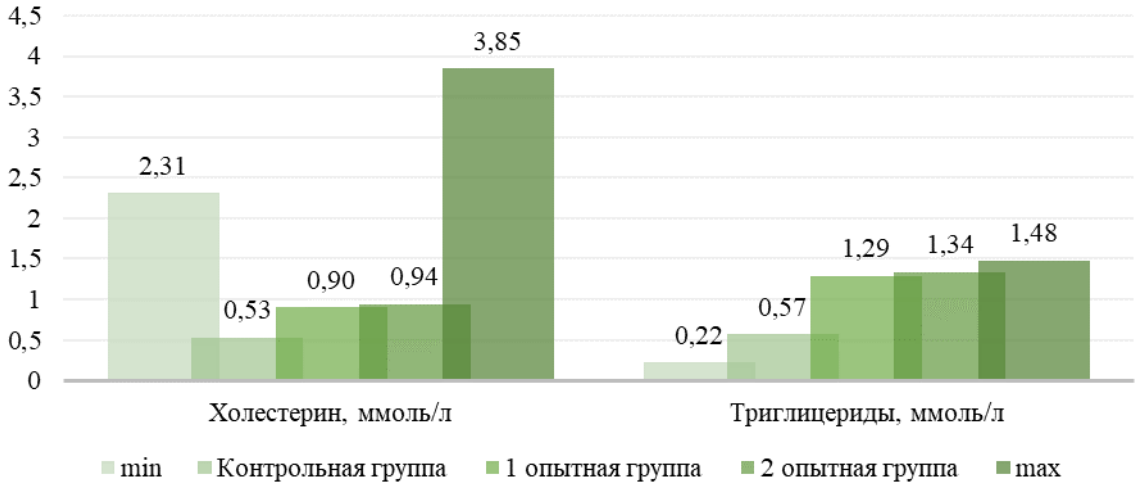


Рисунок 6 – Липидный профиль сыворотки крови монгольских песчанок, ммоль/л

При переходе на полнорационный экструдированный комбикорм, содержащий 16% сырого протеина, уровень холестерина в крови песчанок повышается до 0,90 ммоль/л, что в 1,7 раза выше контрольного значения, однако оно остаётся на 61,04% ниже минимальной границы референсного интервала (рис. 6). Во 2 опытной группе данный показатель сохраняется практически на том же уровне – 0,94 ммоль/л, что указывает на отсутствие эффекта при увеличении протеиновой нагрузки. По-видимому, комбикорма, хотя и содержат определённое количество растительных масел, не обеспечивают достаточного поступления холестерина или его предшественников, необходимых для достижения физиологических значений. Положительная динамика при переходе на полнорационные комбикорма свидетельствует о некотором улучшении липидного статуса, что коррелирует с нормализацией белкового обмена (рост альбумина) и углеводного гомеостаза (снижение глюкозы). В отличие от холестерина, динамика триглицеридов носит противоположный характер. В контрольной группе их концентрация составила 0,57 ммоль/л, что находится в середине референсного

диапазона. Это указывает на сбалансированный уровень эндогенных жиров при натуральном кормлении, несмотря на низкую концентрацию холестерина. Однако при замене натурального рациона на комбикорма в крови животных опытных групп отмечается повышение уровня триглицеридов в плазме крови в среднем до 1,32 ммоль/л, что в 2,32 раза выше, чем контрольной группе.

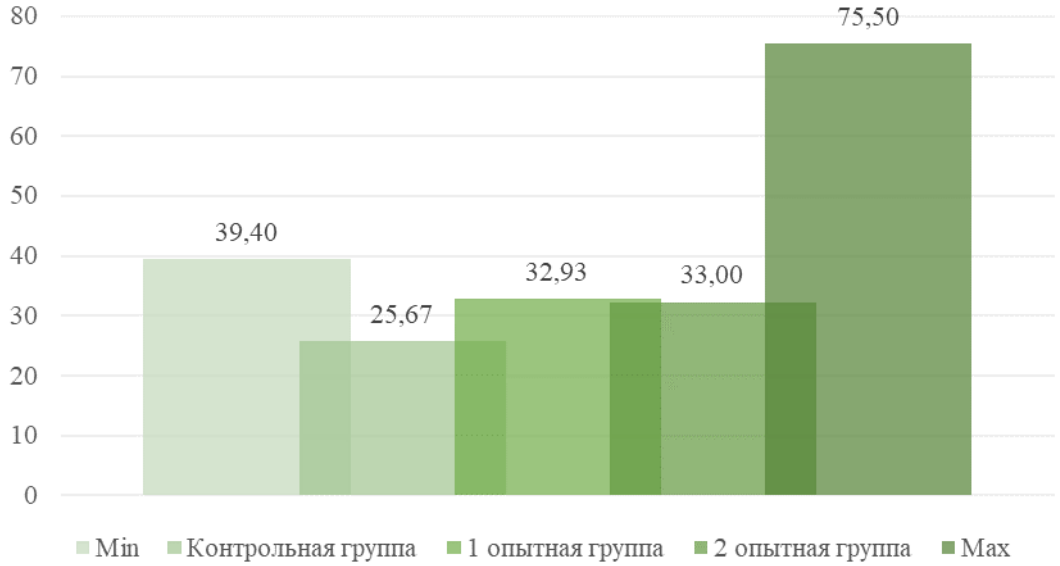


Рисунок 7 – Концентрация креатинина в сыворотке крови монгольских песчанок, мкмоль/л

При замене натурального рациона на полнорационный комбикорм с уровнем содержания сырого протеина 16% уровень креатинина возрастает до 32,93 мкмоль/л, что на 22,05% выше контрольного значения (рис. 7). Этот прирост статистически значим и свидетельствует о восстановлении мышечного анаболизма: сбалансированный аминокислотный состав корма обеспечивает достаточное поступление субстратов для синтеза мышечных белков и креатина, что увеличивает его депо и, следовательно, продукцию креатинина. Однако даже при уровне содержания сырого протеина 16% показатель остаётся на 16,42% ниже нижней референсной границы (39,40), что указывает на то, что мышечная масса песчанок в условиях лабораторного содержания, вероятно, в целом ниже, чем у животных, на которых устанавливались референсные значения, либо что референсный интервал был определён для иного возрастного или полового состава. Тем не менее, повышение креатинина при уровне содержания сырого протеина 16% коррелирует с улучшением альбуминового статуса (рост до 26,20 г/л) и нормализацией азотистого баланса (мочевина 6,17 ммоль/л), что подтверждает общую положительную динамику белкового обмена.

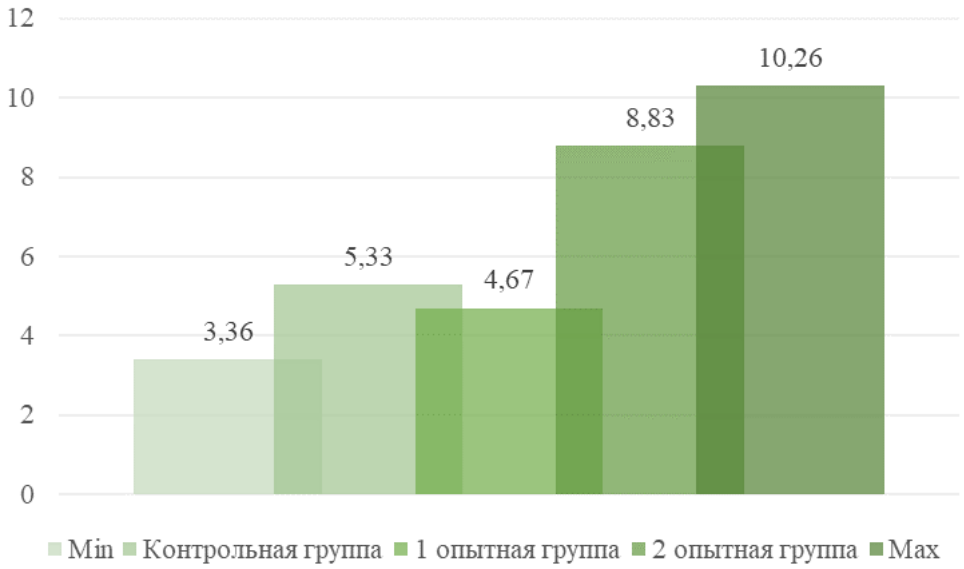


Рисунок 8 – Концентрация общего билирубина в сыворотке крови монгольских песчанок, мкмоль/л

При переходе на комбикорм с 16% сырого протеина отмечено незначительное снижение билирубина до 4,67 мкмоль/л (рис. 8), что на 12,38% ниже контрольного уровня. Данное снижение, хотя и находится в пределах физиологической нормы, может быть обусловлено улучшением антиоксидантного статуса и снижением окислительного стресса в эритроцитах благодаря сбалансированному составу корма, а также более эффективной работе гепатоцитов при оптимальном аминокислотном обеспечении. Снижение билирубина коррелирует с ранее выявленным улучшением белкового обмена (рост альбумина, снижение глобулинов) и может расцениваться как положительный признак оптимизации метаболизма.

В контрольной группе активность АСТ составила 214,83 Ед/л, что находится в нижней половине референсного интервала (167,55-539,63). При 16% протеина наблюдается небольшое снижение до 191,00 Ед/л (на 11,09% ниже контроля), что коррелирует с уменьшением АЛТ и может отражать общее улучшение состояния печени (рис. 9). Однако, при уровне содержания сырого протеина 19% активность АСТ возрастает до 224,17 Ед/л, превышая контрольный уровень на 4,17% и становясь максимальной среди всех групп. Учитывая, что АСТ не является строго печёночно-специфичным ферментом, её повышение при высокобелковом рационе может быть обусловлено не печёночным цитолизом, а усилением метаболической активности в мышцах или других тканях, поскольку избыток аминокислот стимулирует дезаминирование и трансаминирование в скелетной мускулатуре. Отсутствие клинических симптомов и сохранение общего белка и альбумина в норме позволяют считать это адаптивным, а не патологическим сдвигом. Активность щелочной фосфатазы (ЩФ) во всех группах демонстрирует стабильность, все значения находятся в нижней части референсного интервала (32,27–434,30 Ед/л), в связи с чем можно утверждать, что исследуемые рационы не оказывают влияния на активность ЩФ.

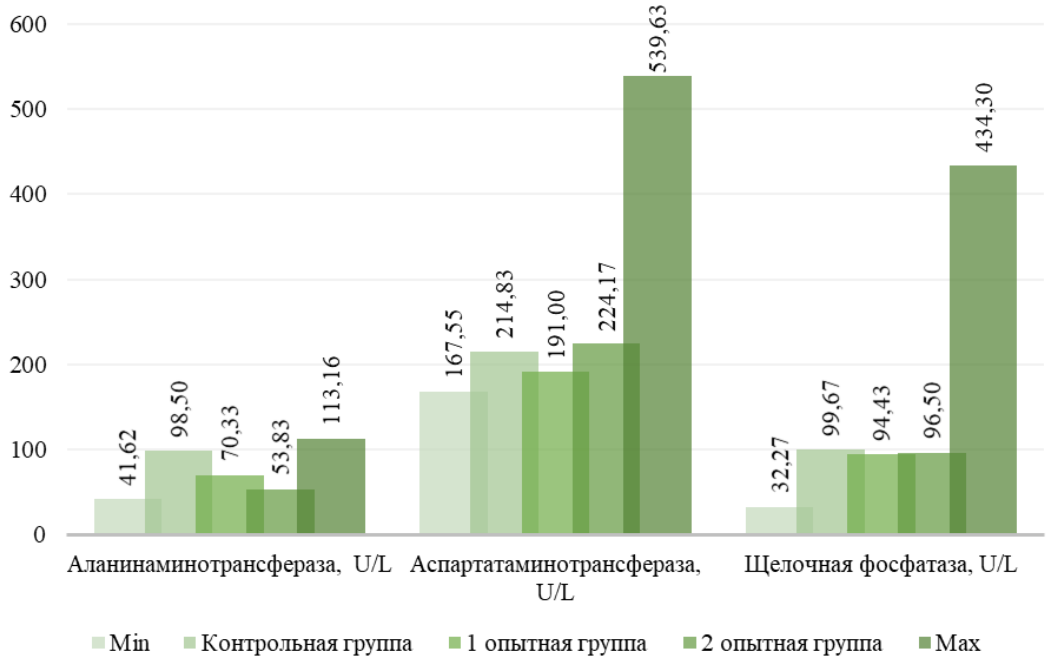


Рисунок 9 – Активность аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы и щелочной фосфатазы

Таким, образом, на основании комплексного анализа биохимических показателей крови установлено, что полнорационный гранулированный комбикорм с содержанием сырого протеина 16% обеспечивает наиболее благоприятный метаболический статус монгольских песчанок. Большинство изученных параметров находятся в пределах или наиболее близко к референсным значениям. Увеличение содержания сырого протеина до 19% не приводит к улучшению физиологического состояния и сопровождается признаками избыточной аминокислотной нагрузки (повышение уровня глюкозы, снижение концентрации альбумина и мочевины), что делает его менее предпочтительным для длительного использования.

3.7. Оценка развития второго поколения монгольских песчанок

В проведённом исследовании в контрольной группе песчанок, получавших натуральные корма, было получено в среднем 6,0 детёнышей на одну родительскую пару. В 1 опытной группе, получавшей полнорационный комбикорм с содержанием сырого протеина 16%, данный показатель составил 6,5 детёныша, тогда как во 2 опытной группе при содержании сырого протеина 19% – 5,0 детёнышей на родительскую пару.

Анализ результатов, полученных при еженедельном взвешивании песчанок от рождения по 8 неделе жизни, показал, что во всех группах была отмечена схожая динамика прироста массы тела. При рождении средняя масса тела детёнышей находилась в диапазоне от 4,05 г в 1 опытной группе до 4,45 г во 2 опытной группе, в возрасте 2 недель отмечалось незначительное отставание по данному показателю детенышей 1 и 2 опытных групп относительно контроля (рис. 10). Это, вероятно,

обусловлено тем, что в возрасте примерно 2 недели детеныши песчанок начинают потреблять твердую пищу (Basic Animal Nutrition and Feeding, 2005).

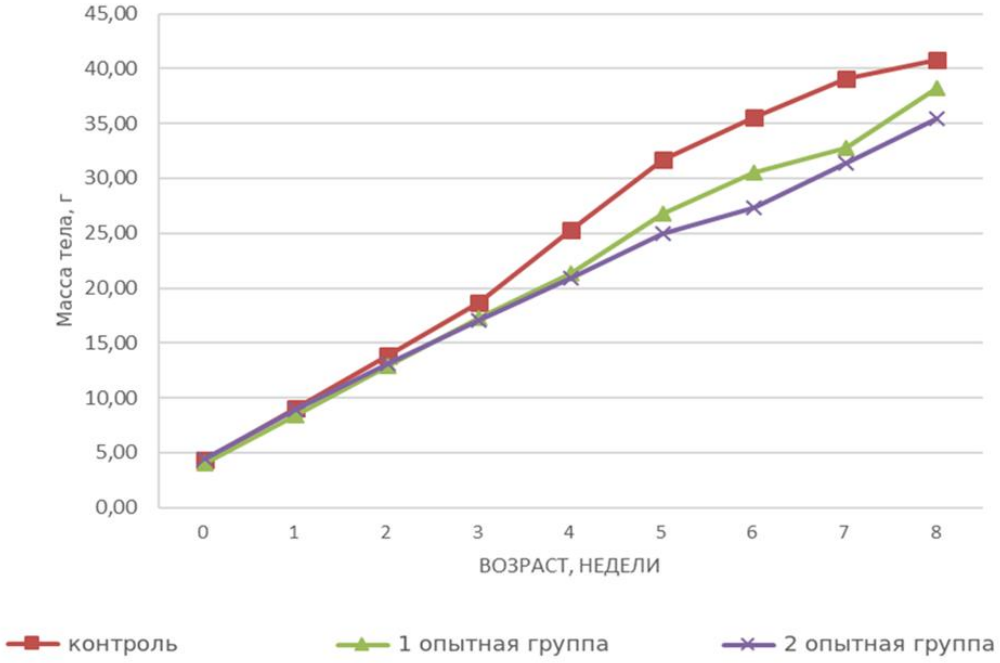


Рисунок 10 – Динамика массы тела потомства монгольских песчанок

Дальнейшие различия по живой массе детенышей контрольной и опытных групп становятся более выраженными. Так, разность контрольной группы по сравнению с 1 и 2 опытными группами на 3 неделе жизни составляла 7,5 и 8,7% соответственно. Данные отличия совпадают с периодом отъема детенышей, который у песчанок происходит в возрасте около 3 недели, и полным переходом на рацион взрослых животных. При этом разность по данному показателю между контрольной, 1 и 2 опытными группами при достижении детенышами монгольских песчанок возраста 8 недель составила 6,4 и 13,1% соответственно, что свидетельствует о более эффективном росте детенышей, родившихся у родительских пар 1 опытной группы относительно потомства 2 опытной группы. Более высокие показатели по приросту живой массы у потомства, полученного от родительских пар контрольной группы, возможно, обусловлены тем, что рацион, включающий натуральные корма, более привлекателен для животных по вкусовым и обонятельным характеристикам, чем комбикорм, что улучшает его поедаемость.

Результаты, полученные при измерении длины тела животных, характеризуются равномерной положительной динамикой. При достижении возраста 8 недели разность в длине тела между средними показателями у контрольной группы по сравнению с 1 и 2 опытными группами составили 5,7 и 7,3% со ответственно (рис. 11).

Анализ морфометрических данных, характеризующих динамику линейных размеров тела потомства песчанок контрольной и опытных групп с рождения по 8 неделю жизни, представленных на, показал, что в течение наблюдаемого периода было отмечено последовательное увеличение показателя, отражающего длину головы животных во всех группах. Начиная с 5 недели жизни, средние показатели

длины головы во всех группах достигли значения 3 см и в дальнейшем уже не изменялись. Существенных межгрупповых различий по темпам роста длины головы не было выявлено.

Длина хвоста у песчанок всех групп была сопоставима без выраженных отклонений между группами до возраста 3 недели Также стоит отметить, что, начиная с возраста 5 недели, длина хвоста была выше у потомства песчанок контрольной группы по сравнению с 1 и 2 опытными группами, превышая их показатели на 11,1 и 10,7% соответственно. Отмеченные различия сохранились до достижения животными возраста 8 недели. В первые недели жизни у песчанок отмечался интенсивный рост хвоста, он быстро удлинялся, практически достигая размеров пропорциональных длине тела, что важно для терморегуляции, балансировки и социального взаимодействия между особями.

Таким образом, комбикорм с уровнем сырого протеина 16% обеспечивает наилучшие показатели плодовитости и роста у монгольских песчанок. Более высокий уровень сырого протеина в комбикорме, используемом для кормления животных 2 опытной группы, вероятно, увеличивает затраты энергии на его метаболизм и утилизацию азотистых продуктов, что отражается на снижении эффективности кормления.

3.8. Экономическая эффективность использования полнорационных комбикормов

Стоимость натурального рациона контрольной группы составляет 3,22 руб. на голову в сутки, комбикорма с уровнем содержания сырого протеина 16% – 0,78 руб., с уровнем содержания сырого протеина 19% – 0,91 руб.

Использование комбикорма с уровнем содержания сырого протеина 16% снижает суточные затраты на корма по сравнению с натуральным рационом на 75,7%. Для комбикорма с уровнем содержания СП 19% снижение составляет 71,7%. Стоимость кормовых компонентов в 1 опытной группе ниже, чем во 2 опытной группе на 13,9%. Таким образом, наименьшие затраты среди исследованных рационов получены при использовании комбикорма с уровнем содержания сырого протеина 16%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексные исследования по изучению эффективности использования полнорационных комбикормов с разным уровнем сырого протеина в кормлении монгольских песчанок позволяют сделать следующие выводы:

1. На основании анализа химического состава натурального рациона для монгольских песчанок и рекомендаций по их нормированному кормлению, разработаны и апробированы 2 рецепта полнорационных гранулированных комбикормов с уровнем сырого протеина 16% и 19%.
2. Анализ роста и развития племенного поголовья монгольских песчанок в возрасте от 3,5 до 7,0 месяцев показал, что при использовании полнорационных гранулированных комбикормов с разным уровнем сырого протеина отмечена слабая тенденция к уменьшению массы тела животных. Конечная масса тела

монгольских песчанок контрольной, 1 и 2 опытных групп составила 72,8 г, 71,7 г и 70,2 г соответственно.

3. На основании комплексного анализа биохимических показателей крови установлено, что полнорационный гранулированный комбикорм с содержанием сырого протеина 16% обеспечивает наиболее благоприятный метаболический статус монгольских песчанок, большинство изученных параметров находятся в пределах или наиболее близких к опубликованным референсным значениям.

При использовании натуральных кормов у животных контрольной группы выявлены признаки скрытого белкового дефицита (содержание в плазме крови альбумина составило 22 г/л, глобулинов – до 34 г/л, мочевины – до 2,6 ммоль/л), отмечена тенденция к развитию гипергликемии (концентрация глюкозы в крови составила 7,27 ммоль/л (верхняя граница нормы) и низкое значение показателей липидного обмена (уровень холестерина составил 0,5 ммоль/л (на 78,3% ниже референсного минимума) и триглицеридов – 0,6 ммоль/л).

У животных 1 опытной группы отмечена стабилизация белкового, углеводного и липидного профилей сыворотки крови: повышение концентрации альбуминов на 18%, мочевины на 50% при снижении уровня глобулинов на 16%, снижение уровня глюкозы на 28,8%, повышение концентрации холестерина на 70%.

Увеличение концентрации сырого протеина в комбикорме до 19% не привело к улучшению биохимического профиля крови монгольских песчанок и сопровождалось признаками избыточной аминокислотной нагрузки (повышение уровня глюкозы на 28,0%, снижение концентрации альбуминов на 4% и мочевины на 4,8%, относительно показателей 1 опытной группы).

4. Переваримость сырого протеина и сырого жира была выше у животных получавших полнорационные комбикорма. В контрольной, 1 и 2 опытных группах переваримость сырого протеина составила 76,8; 86,2 и 89,4 %, сырого жира – 85,7; 91,2 и 91,3% соответственно. Переваримость сухого и органического веществ, сырой клетчатки у животных опытных групп не превышала значений в контрольной группе.

Баланс азота был положительным во всех группах: +15,2 мг – в контрольной группе, +61,3 мг и +71,9 мг – в 1 и 2 опытных группах соответственно. Однако, в 1 опытной группе зафиксирована наибольшая доля усвоенного от принятого азота – 63%, что на 40 и 7% выше, чем в контрольной и 2 опытной группе соответственно.

5. Уровень сырого протеина в полнорационном гранулированном комбикорме оказывает модулирующее влияние на состав фекальной микробиоты монгольских песчанок. Рацион 2 опытной группы ассоциирован с наибольшим таксономическим разнообразием фекальной микробиоты, однако, в кале животных обнаружены условно-патогенные виды (*Bacillus cereus, Clostridium perfringens, Staphylococcus aureus*) и элиминация пробиотического вида (*Limosilactobacillus reuteri)*. В популяции фекальной микробиоты животных 1 опытной группы присутствуют ключевые пробиотические лактобациллы (*Limosilactobacillus reuteri, Lactobacillus kitasatonis*) и отсутствует целый ряд потенциально опасных микроорганизмов (*Enterococcus faecalis, Staphylococcus aureus, Citrobacter amalonaticus и др.*).

6. Экспериментальный комбикорм с уровнем сырого протеина 16% обеспечивал наилучшие показатели плодовитости у монгольских песчанок. Среднее количество детенышей на 1 родительскую пару в контрольной, 1 и 2 опытных группах составило 6,0; 6,5 и 5,0 особей соответственно.

7. Комбикорм с уровнем сырого протеина 16% обеспечивал наилучшие показатели роста детенышей монгольских песчанок, масса тела животных в конце периода исследования была выше на 13,1% по сравнению со 2 опытной группой.

8. Оценка экономической эффективности использования полнорационных гранулированных комбикормов показала, что комбикорм с уровнем сырого протеина 16 % является наиболее оптимальным в кормлении монгольских песчанок, затраты на корма, составили 0,78 руб./гол./сутки против 3,26 руб./гол./сутки и 0,90 руб./гол./сутки в контрольной и 2 опытной группах.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

С целью обеспечения монгольских песчанок необходимым уровнем нутриентов, обеспечивающих оптимальные показатели переваримости питательных веществ, баланса азота, обмена веществ, плодовитости и роста животных, а также снижения затрат на корма в питомниках, научно-исследовательских и зоологических учреждениях рекомендуется использовать специализированный полнорационный гранулированный комбикорм с уровнем сырого протеина 16%.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшие научные исследования будут ориентированы на изучение зоотехнических, физиологических и экономических показателей при использовании полнорационных гранулированных комбикормов в кормлении монгольских песчанок разных половозрастных групп, используемых в качестве модельных животных в биомедицинских исследованиях.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК:

1. **Хлюпин, С.А.** Рецепты полнорационных комбикормов с разным уровнем протеина для монгольских песчанок (*Meriones unguiculatus*) и их эффективность по показателям роста и репродуктивного успеха / С.А. Хлюпин, А.А. Ксенофонтова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2026. – № 7 (252). – С. 3–15.
2. **Хлюпин, С.А.** Влияние полноценных комбикормов с разным уровнем протеина на показатели белкового, углеводного и липидного профиля крови монгольских песчанок (*Meriones unguiculatus*) / С.А. Хлюпин, А.А. Ксенофонтова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2026. – №11. – С. 31–53.

Статьи, опубликованные в других изданиях:

3. Драчикова, А.С. Рацион монгольской песчанки in situ и ex situ / А.С. Драчикова, **С.А. Хлюпин**, М.А. Чербурцева // Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК. Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся. – Санкт-Петербург, 2025. – С. 157–159.
4. **Хлюпин, С.А.** Особенности питания естественных и искусственных популяций монгольской песчанки (*Meriones unguiculatus*) / С.А. Хлюпин, А.А. Ксенофонтова // Материалы Международного научного симпозиума, посвященного 150-летию со дня рождения выдающегося ученого в области зоотехнии академика Е.Ф. Лискуна «Достижения зоотехнической науки в решении актуальных задач животноводства и аквакультуры». Том 2. – Москва : Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 440–445.
5. **Хлюпин, С.А.** Практическое обоснование и алгоритм разработки полнорационного комбикорма для представителей рода *Meriones* на примере монгольской песчанки (*Meriones unguiculatus*) / С.А. Хлюпин // Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича, г. Москва, 3–5 июня 2024 г.: сборник статей. Том 2. [Электронный ресурс]. – Москва : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 236–238.
6. **Хлюпин, С.А.** Разработка комбикормов разной энергетической ценности для монгольских песчанок (*Meriones unguiculatus*) в условиях лабораторного содержания / С.А. Хлюпин, А.А. Ксенофонтова // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 160-летию Тимирязевской академии. Сборник статей. – Москва : Российский государственный аграрный университет, 2025. – Т. 2. – С. 201–205.