

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

*Бабин Никита Андреевич*

**ВЛИЯНИЕ ВИТАМИНА ПАРААМИНОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ НА  
ПРОДУКТИВНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ЕСТЕСТВЕННУЮ  
РЕЗИСТЕНТНОСТЬ КРОЛИКОВ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

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

Диссертация  
на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:  
доктор биологических наук, профессор  
Смолин Сергей Григорьевич

Красноярск — 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
Глава I ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	11
1.1 Роль витаминов, макро- и микроэлементов в кормовых добавках в области кролиководства .....	11
1.2 Витамин парааминобензойная кислота и особенности ее биологического воздействия .....	16
1.3 Характеристика пищеварительной системы кроликов .....	31
1.4 Особенности обменных процессов у кроликов .....	34
1.5 Влияние применения витамина парааминобензойной кислоты в рационах кормления сельскохозяйственных животных .....	41
Глава II МАТЕРИАЛЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	48
2.1 Природно-климатические условия Красноярского края .....	48
2.2 Характеристика условий проведения опытов .....	48
2.3 Собственные исследования .....	51
2.3.1 Материал и методы исследований .....	51
2.3.2 Математические методы исследования .....	53
Глава III РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	54
3.1 Воздействие витамина парааминобензойной кислоты на продуктивные качества кроликов породы «Серебристый» .....	54
3.2 Влияние парааминобензойной кислоты на морфологические показатели крови кроликов породы «Серебристый» .....	58
3.3 Влияние парааминобензойной кислоты на концентрацию общего белка в крови кроликов породы «Серебристый» .....	69
3.4 Содержание общего кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови у кроликов породы «Серебристый» при основном рационе и при применении витамина парааминобензойной кислоты в весенний и летний периоды года .....	72
3.5 Естественная резистентность у кроликов породы «Серебристый» при включении в рацион кормления витамина парааминобензойной кислоты .....	77
Глава IV ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	92

Глава V ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВИТАМИНА ПАРААМИНОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ В РАЦИОНЕ КРОЛИКОВ ПОРОДЫ «СЕРЕБРИСТЫЙ» .....	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	102
ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	104
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	105
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	134
Приложение А Акты внедрения результатов научно-исследовательской работы .....	135
Приложение Б Карты обратной связи.....	136

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Обеспечение населения России качественной продукцией животноводства является актуальным вопросом в современных реалиях. Важное значение при этом имеет увеличение объемов продукции животноводства и снижение затрат на единицу продукции.

Кролиководство представляет собой одну из перспективных отраслей сельского хозяйства России, продукция которой – высококачественное диетическое мясо, шкурки и пух. Кролики характеризуются высокой плодовитостью и скороспелостью, что позволяет достигать хороших результатов в получении продукции их убоя в относительно короткие сроки (И.Ф. Горлов, 2015; С.А. Веремеева, 2014; Н.А. Балакирев, Ю.А. Калугин, 2015).

На данный момент наиболее изученной является сфера разведения и содержания кроликов, но вопросы кормления и влияния кормовых добавок изучены в меньшей степени, несмотря на имеющуюся базу экспериментальных материалов по витаминному и минеральному питанию кроликов, как со стороны их участия в обмене веществ, так и влиянии витаминных добавок на системы организма и физиологическое состояние животных. Большое практическое значение имеет изучение воздействия витаминных добавок и их дозировка для обеспечения нормального физиологического состояния животных, их более интенсивного роста, развития и профилактики патологических состояний. Одной из главных причин, препятствующих реализации потенциала продуктивности животных, является нарушение обмена веществ, снижение уровня естественной резистентности организма и ухудшение воспроизводительной функции, что обусловлено недостатком или низким усвоением биологически активных веществ. В связи с вопросами полноценности кормления кроликов целесообразно находить наиболее эффективные и перспективные решения, способствующие повышению оплаты корма продукцией, получению, полезной для здоровья диетической продукции кролиководства.

**Степень разработанности темы.** Научная литература располагает данными об использовании витамина парааминобензойной кислоты (ПАБК) для улучшения

жизнеспособности, повышения приростов живой массы, а также сохранности у птиц и некоторых млекопитающих (Рыжова А. Ф., 1963; Шангин-Березовский Г. Н. и др., 1976, 1983, 1992; Свечин Ю. К., 1983, 1990; Арлащенко Н. И., 1991; Дикун В. М., 2000; Кириллов Н. А., 2002; Стенышин В. В., 2002; Борисов М. Ю., 2003; Демидчик Л. Г., 2003; Шилов А. В., 2003; Карпушина О. В., 2004; Воронова И. В., 2004; Черенков А. Ю., 2005; Смолин С. Г., 2010; Манукян В. А., Байковская Е. Ю., Миронова О. Б. и др., 2016; Зобова Н. С., 2013, 2015; Игнатьева Н. Л., 2020).

Применение витамина ПАБК для кроликов породы «Серебристый» и влияние ее на продуктивно-биологические показатели, естественную резистентность, а также сохранность в научной литературе не найдено.

Добавление в рацион кормления кроликов породы «Серебристый» биологически активных веществ будет оказывать стимулирующее воздействие на органы, ткани и организм в целом. Исходя из этого, следует считать, что задача создания эффективных, безопасных и высокодоступных средств для организма, усиливающих его резистентность, иммунную реактивность, и, в конечном итоге, реализующих потенциал высокой продуктивности, весьма актуальна.

Особую ценность имеют породы кроликов, которые хорошо приспособлены и адаптированы к климатическим условиям России. При разведении кроликов тип, уровень и технологию содержания определяют природные и хозяйственныес условия.

**Цель и задачи исследования.** Цель работы — определить влияние витамина парааминобензойной кислоты на продуктивно-биологические показатели и естественную резистентность у кроликов породы «Серебристый» в условиях Красноярского края.

В соответствии с целью работы были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать динамику роста и развития кроликов (данные прироста живой массы, сохранность) при содержании их на основном рационе и с включением в него витамина парааминобензойной кислоты.
2. Исследовать морфологические и биохимические параметры крови кроликов при содержании их на основном рационе и с включением витамина ПАБК.

3. Исследовать естественную резистентность кроликов при содержании их на основном рационе и с включением витамина парааминобензойной кислоты.

4. Определить экономическую рациональность применения витамина парааминобензойной кислоты в качестве добавки в рацион кормления кроликов.

5. Разработать и внедрить практические предложения по применению витамина ПАБК как витаминной добавки в рацион кормления кроликов.

**Объект исследования.** Объектом для проведения исследований послужили клинически здоровые кролики породы «Серебристый» в возрасте от 2-х до 4-х месяцев.

**Научная новизна полученных результатов** состоит в том, что впервые в условиях Красноярского края в зависимости от возраста и сезонов года изучено влияние витамина ПАБК на продуктивно-биологические показатели (прирост живой массы, сохранность), морфогематологические показатели (количество эритроцитов, гемоглобина и лейкоцитов, особенности лейкоцитарной формулы), биохимические показатели (уровень общего белка, общего кальция и неорганического фосфора) и естественную резистентность (БАСК, ЛАСК, фагоцитарная активность, белковые фракции) кроликов породы «Серебристый».

Проведенные в местных производственных условиях исследования показали, что добавление в корм парааминобензойной кислоты (10 мг/кг массы тела) у кроликов породы Серебристый приводит к увеличению прироста живой массы и повышению сохранности животных. Применение ПАБК сопровождается увеличением количества эритроцитов и уровня гемоглобина, нормализацией лейкоцитарного профиля, выравниванием белкового и минерального обменов, ростом концентраций общего кальция и неорганического фосфора, а также усилением бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови и фагоцитоза.

Впервые полученные для кроликов породы «Серебристый» результаты позволяют предметно и доказательно охарактеризовать механизмы положительного эффекта ПАБК на усвоение питательных веществ и, как следствие, на повышение продуктивности.

**Теоретическая значимость работы.** Экспериментальные данные и материалы об изменениях продуктивно-биологических показателей и естественной резистентности у кроликов породы «Серебристый» при применении витамина парааминобензойной кислоты позволяют расширить представление о его свойствах.

**Практическая значимость работы.** Практическая значимость работы заключается в том, что витамин ПАБК необходимо использовать в качестве добавки 10 мг на 1 кг живой массы в рацион кроликов для повышения продуктивности и сохранности.

Данные, полученные в результате проделанной работы, внедрены в ЛПХ кролиководческой фермы по разведению кроликов породы «Серебристый» в п. Камарчага Манского района Красноярского края и могут быть востребованы для специалистов других кролиководческих хозяйств, применены в учебном процессе при изучении курсов физиологии и кормления, написании учебной и научной литературы.

**Методология и методы исследования.** Методологической основой являлся системный подход к анализу научных положений и комплекса данных, изложенных в работах исследователей по изучаемой теме и полученных с использованием клинического, морфологического и биохимического методов исследования. Комплекс клинических, морфологических и биохимических исследований был проведен на оборудовании в Научно-исследовательском испытательном центре ФГБОУ ВО Красноярского ГАУ по контролю качества с/х сырья и пищевых продуктов. В период проведения исследований использовался комплексный подход, включающий оценку клинического состояния кроликов, а также морфологического и биохимического исследования крови до применения витамина парааминобензойной кислоты и после включения его в рацион животных.

### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Повышение продуктивно-биологических показателей кроликов породы «Серебристый» при включении в рацион кормления витамина

парааминобензойной кислоты с учетом возрастных особенностей в условиях Красноярского края.

2. Повышение естественной резистентности и изменение концентрации общего кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови у кроликов породы «Серебристый» с учетом возрастных особенностей и сезонов года при добавлении в основной рацион кормления витамина парааминобензойной кислоты в отличие от содержания животных только на основном рационе.

3. Экономическая эффективность выращивания кроликов с учетом их возрастных особенностей и в разные сезоны года при применении витамина парааминобензойной кислоты в рационе кормления.

**Степень достоверности результатов исследований.** Достоверность результатов исследований обусловлена достаточным количеством подопытных животных и статистической обработкой полученных данных. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы теоретическими решениями и экспериментальными данными, полученными в работе, не противоречат известным положениям биологических наук: базируются на строго доказанных выводах и предложениях.

**Апробация результатов исследований.** Материалы диссертации обсуждались на IX, X, XI международных научно-практических конференциях молодых ученых «Инновационные тенденции развития Российской науки в Красноярском ГАУ, г. Красноярск 2016, 2017, 2018 гг., на юбилейном XXXIII съезде Российского физиологического общества имени И. П. Павлова, в г. Воронеже в ВГМУ имени Н. Н. Бурденко в 2017 г., на региональной научной конференции аспирантов, магистров и студентов в Красноярском ГАУ 2021 г. на XIV съезде физиологического общества им. И. П. Павлова в Санкт-Петербурге в 2023 г., на заседании, посвященном 70-летию образования Красноярского отделения Российского физиологического общества им. Павлова и 85-летию со дня рождения д. м. н. проф. Ю. И. Савченкова.

**Внедрение результатов исследований.** Результаты исследований внедрены в ЛПХ кролиководческой фермы п. Камарчага по разведению кроликов породы

«Серебристый» Манского района Красноярского края и могут быть востребованы специалистами других кролиководческих хозяйств. Данные, полученные в результате исследования, используются в учебном процессе ряда вузов: на кафедре медицинской биологии Института фундаментальной биологии и биотехнологии ФГБОУ ВО Сибирского федерального университета, на кафедре физиологии им. проф. А.Т. Пшоника Красноярского государственного медицинского университета им В.Ф. Войно-Ясенецкого, на кафедре физиологии и биохимии человека и животных ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, на кафедре зоотехнии ФГБОУ ВО Кузбасского государственного аграрного университета им. В. Н. Полецкова, на кафедре внутренних незаразных болезней, акушерства и физиологии с.-х. животных ФГБОУ ВО Красноярского ГАУ, , на кафедре биологии, химии и экологии ФГБОУ ВО Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева, на кафедре физиологии, этиологии и биохимии животных Института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета МСХА имени К. А. Тимирязева, на кафедре кормления, разведения, зоогигиены и производства продуктов животноводства факультета ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии ФГБОУ ВО Дальневосточного ГАУ.

**Публикации результатов исследований.** По результатам исследований опубликовано 12 научных статей, 5 из которых в рецензируемых научных журналах, согласно перечню ВАК Российской Федерации.

**Личный вклад соискателя.** Диссертационная работа является результатом исследований, выполненных автором лично, проведенных с 2014 по 2020 год. Экспериментальные исследования были проведены в ЛПХ кролиководческой ферме в п. Камарчага Манского района Красноярского края. Также автором лично проведена статистическая обработка данных, проведен анализ и обобщение всего фактического материала, составлены презентации и написан текст к выступлениям на конференциях. В соавторстве с научным руководителем д. б. н. профессором Смолиным С. Г. опубликовано 3 статьи. Большинство опубликованных статей написаны лично соискателем.

**Объем и структура диссертации.**

Диссертация изложена на 144 страницах. Содержит введение, обзор литературы, материалы и методы, результаты исследования, обсуждение результатов, выводы, практические предложения и приложение. Список использованной литературы включает 249 источников, в том числе 49 источников иностранных авторов. Работа иллюстрирована 23 таблицами и 14 рисунками.

## Глава I ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Роль витаминов, макро- и микроэлементов в кормовых добавках в области кролиководства

Развитие современного кролиководства напрямую связано с уровнем обеспечения животных сбалансированными, безопасными и биологически полноценными кормами. Важным направлением научных исследований является поиск экономически эффективных и физиологически обоснованных кормовых добавок, которые способны оптимизировать обмен веществ, повысить продуктивность и улучшить качество продукции.

Источниками биологически активных веществ являются корма. В совместном применении приемов селекции и технологии содержания они значительным образом влияют на продуктивность животных, но в практическом отношении они зачастую не сбалансированы в виду недостаточного содержания в них незаменимых компонентов (Гаумова Г. В., Кветковская А.В., Макарова Н.Л., 2009). Не менее важным фактором является применение кормовых добавок, которые способствуют наилучшему усвоению необходимых питательных веществ корма и являются катализаторами метаболизма, что в конечном счете приводит к повышению продуктивности и усилию резистентности животных. При недостаточном или несбалансированном питании организма значительным образом снижается продуктивность, рост поголовья, возникновение патологических состояний, которые могут привести к гибели животных, ухудшению качества продукции. Вместе с повышением продуктивности значительно возрастают требования к обеспечению животных минеральными веществами. Неправильный баланс, недостаток или избыток веществ в составе рациона кормления животных приводит к снижению роста и развития животных, нарушению воспроизводительной функции и возникновению различных заболеваний. В современном животноводстве задача наращивания объема производства и сохранения потребительских свойств мясной продукции решается, в том числе, за счет целенаправленного обогащения рационов

полифункциональными кормовыми добавками. Набор применяемых средств крайне разнороден и может классифицироваться по традиционным основаниям: по происхождению исходов (минеральные, фитогенные/растительные и животные), по профилю получения активных биологических компонентов (белковые, витаминные, липидные, белково-витаминные и минеральные формы, а также композиции антиоксидантов, иммуномодуляторов и пробиотиков) и по особенностям технологий. Подобные решения ориентированы на коррекцию метаболических процессов, поддержание иммунной реактивности и улучшение показателей роста и качества мяса, что отражено в ряде отечественных и международных публикаций (Фисинин В.И., 2008; Ноздрин Г.А., 2009; Миронова И.В., 2015; Косилов В.И., 2015; Черненков Е.Н., 2015; Carabano R. et al., 2008).

Как отмечают Абилов Б.Т., Бобрышова Г.Т. и Пашкова Л.А. (2018), применение добавок позволяет не только компенсировать дефицит нутриентов, но и регулировать физиологические реакции, влияя на рост, развитие и воспроизводительные функции кроликов. Доказано, что нарушение соотношения питательных веществ в рационе — будь то избыток или дефицит — приводит к снижению продуктивности, ослаблению иммунитета и возникновению метаболических заболеваний.

В высокоинтенсивных содержательных животноводствах введение рационов кормления животных проектируется с опорой не только на общий химический профиль кормов, но и на реальную биодоступность и усваиваемость организмом нутриентов. Такой принцип позволяет полнее раскрыть питательный потенциал рациона, повысить коэффициенты использования корма и, таким образом, улучшить технологические и потребительские характеристики продукции животноводства (Carabano R. et al., 2008).

По данным Н. А. Табакова и соавт. (2017), применяемые в отрасли кормовые добавки проявляют исключительно неспецифическое действие: поступая в организм, они модулируют базовые клеточные функции, оптимизируют обменные процессы и укрепляют базовую резистентность. При соблюдении обеспечения

качества, сбалансированного питания это транслируется в прирост продуктивности и выпуска продукции, отвечающей требованиям экологической безопасности.

Витамины выступают в роли биологических катализаторов, участвующих в регуляции энергетического и пластического обмена. Они влияют на работу ферментных систем, синтеза гормонов и функционирования иммунной защиты. При высоких темпах роста и продуктивности кролики особенно нуждаются в дополнительном введении витаминов, так как многие из них разрушаются при термической обработке кормов или теряются в процессе хранения. В промышленном кролиководстве для поддержания нормальной жизнедеятельности животных в рацион включают витаминные добавки в виде премиксов, что позволяет обеспечить постоянство поступления необходимых веществ.

Витамины занимают особое место в системе кормления. Эти органические соединения участвуют в регуляции большинства обменных процессов, выполняя роль коферментов, активаторов и стабилизаторов биохимических реакций. Недостаток витаминов приводит к нарушению обмена белков, жиров и углеводов, ослаблению защитных функций организма и замедлению роста животных (Шевченко А.А., Шевченко Л.В., Зеркалев Д.Ю., Черных О.Ю., 2018).

В научных трудах отмечается, что витамины выполняют коферментные функции, участвуют в синтезе гормонов и ферментов, поддерживают структурную целостность клеток и регулируют репродуктивные процессы (Березовский В.М., 1959; Zucker-Franklin D., Greaves M.F., Grossi C.E., 1981; Конопатов Ю.В., Федоров Б.М., Федорова Ю.Г., 1987; Калюжный И.И., 2017). Их дефицит особенно опасен в условиях содержания интенсивного выращивания, когда физиологическая нагрузка на организм кроликов существенно увеличивается.

Современное промышленное кролиководство делает проблему витаминной обеспеченности особенно актуальной.

Развитие промышленного кролиководства еще в большей мере подтверждает актуальность витаминного обеспечения организма кроликов. Это обусловлено особенностями технологий кормления: термической обработкой и гранулированием компонентов рациона, использованием нестабилизированных

жиров, снижением доли кормов животного происхождения, включением нетрадиционных ингредиентов и антибиотических добавок. Дополнительный рост потребности в витаминах связан с клеточным содержанием и частыми стресс-факторами, включая инфекционные и инвазионные заболевания. В связи с этим в рационы, сбалансированные по протеину, обменной энергии, микроэлементам и другим нутриентам, целесообразно вводить витамины в составе премиксов. Критически важен именно комплекс витаминов, поскольку их совместное действие обладает выраженным синергизмом в регуляции обмена веществ (Ленинджер А., 1974; Микулец Ю. И., 2019).

После того как была установлена фундаментальная роль витаминов, научное сообщество стало уделять все больше внимания их участию в поддержании врожденной устойчивости к заболеваниям у млекопитающих и птиц.

Рацион кроликов должен обеспечивать не только адекватный уровень витаминов, но и полноценное поступление минеральных компонентов; на практике именно минералы нередко становятся лимитирующим звеном и могут недопоступать с кормами (Титова А. В., 2010). Минеральная часть питания традиционно делится на две группы. К макроэлементам относят кальций, фосфор, магний, калий, натрий, хлор и серу. К микроэлементам — железо, медь, цинк, марганец, йод, селен и кобальт. Каждый из этих элементов выполняет конкретные, строго определённые биохимические и регуляторные роли, поддерживая гомеостаз и стабильное течение основных физиологических процессов организма (Лысов В.Ф., 2004; Харламов К.В., 2015). Состав указанных групп отражает специфические особенности минерального обмена у кроликов и должен учитываться при формировании рационов.

Ряд исследований показал, что плазма диких кроликов содержит более высокий уровень кальция, чем у других млекопитающих. Скармливание кормов со сниженными концентрациями кальция не понижают его уровень в крови, что говорит о том, что более высокие показатели кальция в крови кроликов в сравнении с другими млекопитающими, являются нормальной физиологией для кроликов (Eckermann-Ross, С., 2008).

Витамин D оказывает большое влияние на усвоемость организмом кроликов кальция и фосфора. Кальций и фосфор из молока крольчихи крольчатами усваиваются на 80-90 %, в то время как из кормов растительного происхождения и минеральных прикормов это происходит в значительно меньшей мере (порядка 20%). Однако, не стоит отрицать значение таких ежедневных подкормок, ведь при недостатке кальция и фосфора в рационе кроликов у молодых крольчат задерживается рост костей и происходит повышение их ломкости, у самцов ухудшается качество спермы, у сукрольных крольчих возникают нарушения в развитии зародыша. У лактирующих крольчих существует большая потребность в кальции ввиду большого его содержания в их молоке (больше, чем у коров и коз в 2 раза). Лактирующим крольчихам и растущему молодняку требуется 1,5-2 г кальция на голову в день, а потребность фосфора составляет 60-70 % от нормы кальция (Кузнецов С. Г., 1993; Богданов Г. А., 1990; Бейшенова Г. А., 2015).

Недостаток макро- и микроэлементов негативно отражается на обмене веществ, приводит к замедлению роста, снижению репродуктивной функции и ослаблению иммунной защиты. Для компенсации дефицита применяются комплексные минеральные добавки, которые обеспечивают поступление необходимых элементов в оптимальных соотношениях (Омельченко Н.Н., Лысенко А.А., Омельченко Н.А., Осепчук Д.В., 2015).

В целом, обеспечение рационов сбалансированным содержанием витаминов и минеральных веществ является важнейшим фактором стабильного функционирования организма кроликов, повышения их продуктивности и устойчивости к неблагоприятным условиям среды. Научные данные подтверждают, что грамотная организация минерально-витаминного питания способствует улучшению показателей роста, укреплению резистентности и повышению качества мясной продукции (Абилов Б.Т. и др., 2018; Carabano R. et al., 2008).

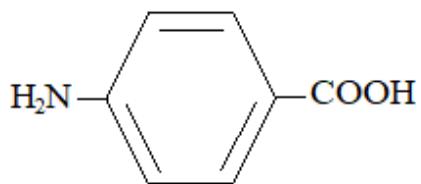
## 1.2 Витамин парааминобензойная кислота и особенности ее биологического воздействия

Парааминобензойная кислота (4-аминобензойная кислота, п-аминобензойная кислота; ПАБК) – циклическая кислота витамин В10 производной бензойной кислоты, синтезируется и используется в качестве субстрата для синтеза фолиевой кислоты у многих видов растений, дрожжей и бактерий, в частности бактериальной флорой кишечника, играя решающую роль в этом метаболическом пути. Кроме метаболизма фолиевой кислоты, ПАБК была идентифицирована как предшественник кофермента Q и один из факторов, необходимых для микробной вирулентности. С традиционной точки зрения это соединение относится к группе витаминов В (витамин В<sub>x</sub> или В<sub>10</sub>). Однако, ПАБК не является ни незаменимой, ни биосинтезируемой у млекопитающих. Он продуцируется симбиотическими бактериями, особенно *Escherichia coli*, и всасывается из пищи (Patel H.M. et al., 2019; Akberova S.I., 2002; Kadhum W.R., Oshizaka T., Ichiro H., Todo H., Sugibayashi, K., 2016; Crisan M.E., Bourosh P., Maffei M.E., Forni A., Pieraccini S., Sironi M., Chumakov Y.M., 2014; Sowinska M., Morawiak M., Bochy'nska-Czy'z M., Lipkowski A.W., Ziemi'nska E., Zabłocka B., Urbanczyk-Lipkowska Z., 2019).

Парааминобензойная кислота — кристаллическое вещество белого цвета с легким желтоватым оттенком, практически без запаха. В воде растворяется слабо, тогда как в спиртах и эфирах — хорошо. Соединение отличается высокой термостабильностью: выдерживает автоклавирование и сохраняет химическую устойчивость как в кислой, так и в щелочной среде. (Рапопорт И. А., 1989; Бекузарова С. А. и др., 2011). Парааминобензойная кислота и ее производные характеризуются низкой токсичностью и обладают широким спектром биологического действия.

Исторически ПАБК известна как фактор роста микроорганизмов. В 1940 году Вудс выделили ПАБК и установил ее строение, а также что она участвует в синтезе фолиевой кислоты и ослабляет действие сульфаниламидов, что стало важным этапом в развитии химиотерапии. ПАБК как химическое соединение была известна

с 1863 года, а ее свойства витамина были установлены в 1939 году (Yung-Jato L. L., Durie P. R., Soldin S. J., 1988; Rong N., Selhub J., Goldin B. R., Rosenberg I. H.; 1991; Roux B., Walsh C. T. 1992).



Вследствие нетоксичности, ПАБК считается мощным агентом, регулирующим работу важных ферментативных и гормональных систем не только *in vitro*, но и в живой клетке. В частности, парааминобензойная кислота способна полностью восстанавливать активность, утраченную некоторыми ферментами вследствие физико-химических воздействий. Побочные эффекты системного воздействия преимущественно неспецифичны (тошнота, кожная сыпь), хотя имеет место проявление гепатотоксичности (Кожевникова Н. А., 1993; Кожевникова Н. А., 1993; Basset G. J., Quinlivan E. P., Ravanel S. et al., 2004; Hanson A. D., Gregory J. F. III, 2002; Weinstein S. J., Hartman T. J., Stolzenberg-Solomon R., Pietinen P., Barrett M. J., Taylor P. R., Virtamo J., Albanes D., 2003).

Дрожжи и печень являются наиболее богатыми ПАБК продуктами питания. Растительные и животные продукты питания содержат ПАБК в основном в связанном состоянии, а дрожжи – главным образом в свободном.

У млекопитающих нет собственных путей биосинтеза парааминобензойной кислоты. Тем не менее она включается в метаболические процессы организма за счет двух источников: поступления с кормом/пищей и продукции кишечной микробиоты. Симбиотические микроорганизмы, в том числе *Escherichia coli*, эндогенно образуют ПАБК (как звено их фолатного пути), обеспечивая ее постоянное наличие в просвете кишечника и косвенное участие в обмене веществ хозяина. Согласно исследованиям, клетки кишечника, а также эритроциты имеют специальные сайты связывания с парааминобензойной кислотой. Благодаря симбиозу с производящими ПАБК бактериями, организм млекопитающих эволюционно выработал механизмы транспорта и метаболизма

парааминобензойной кислоты. Биосинтез осуществляется из хоризмовой кислоты с участием ферментов PabA, PabB и PabC, кодируемых соответствующими генами. Эта реакция завершается образованием парааминобензойной кислоты и пирувата (Švarcová M., Krátký M., Vinšová J., 2015).

Структура ПАБК очень специфична, и минимальные структурные изменения приводят к ингибированию ферментов, которые используют ПАБК или участвуют в последующих стадиях метаболизма. Например, сульфаниламиды, применяемые для лечения многих бактериальных и протозойных инфекций, действуют как структурные аналоги парааминобензойной кислоты, конкурентно ингибируя дигидроптероатсингазу (Yun M.-K. et al., 2012). В организме человека и животных ПАБК легко всасывается, быстро метаболизируется и выводится с мочой, при этом, являясь липофильной, обладает способностью проникать через биологические барьеры, включая гематоэнцефалический. Период полужизни ПАБК короткий — около десяти минут, что свидетельствует о её активном участии в обменных процессах. (Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К., 1991).

Благодаря благоприятному профилю безопасности и выраженной биологической активности парааминобензойная кислота применяется не только как кормовая добавка, но и как компонент диагностических процедур. В частности, она используется в ПАБА-тесте, который служит для функциональной оценки экзокринной деятельности поджелудочной железы.

Производные ПАБК нашли широкое применение в фармакологии и медицине. Парааминобензойная кислота состоит в основе структуры современных анестетиков. (Солдатенков А. Т., Колядина Н. М., Шендрик И. В., 2001; Машковский М. Д., 2017; Беликов В. Г., 2009). В частности, парааминобензойная кислота может использоваться в производстве важного хирургического анестетика новокаина, который является ее непосредственным производным (Куклина Л. Б. и др., 2017).

Парааминобензойная кислота обладает широким спектром терапевтических применений в качестве антиоксиданта, antimутагенного, антибактериального, цитопротектора, прямого антикоагулянта, фибринолитического и

иммуномодулирующего агента, а также в диагностических тестах состояния ЖКТ (Маркитанова Ю.В., Акберова С. И., Рябцева А. А., Строева О. Г., 2018; Akberova S. I., 2002; Crisan M. E. et al., 2014; Nisa Z. U., 2020; Chang T.-Y., Hu M.-L., 1996; Васильева С. В., Махова Е. В., Мошковская Е. Ю., Жижина Г. П., 2000; Эйгес Н. С., Волченко Г. А., Волченко С. Г., Вайсфельд Л. И., Козлов В. С., Донец Н. В., 2012). ПАБК также применяется в составе фотозащитных средств и биодобавок для коррекции витаминного баланса.

ПАБК выступает незаменимым предшественником в пути биосинтеза фолиевой кислоты и ее восстановленных коферментных форм. На этапе включения ПАБК формируются тетрагидрофолат и тетрагидрометаноптерин — ключевые коферменты одноуглеродного обмена, обеспечивающие перенос С1-фрагментов и, как следствие, участие в биосинтезе пуриновых и пиримидиновых оснований, а также в множестве реакций метилирования. При отсутствии ПАБК указанные пути блокируются (Blakley R. Z., 1969; Андреева Н. А., 1974).

Наряду с ролью предшественника фолатов, ПАБК рассматривается как самостоятельный физиологический фактор для представителей как прокариот, так и эукариот. Эксперименты с молочнокислыми бактериями показали, что ПАБК может образовываться из аминокислоты фенилаланина; само соединение обнаруживается в клетках микроорганизмов, а также в тканях растений и животных. Как фактор роста ПАБК охарактеризована для ряда микроорганизмов, включая лактобациллы, бифидобактерии и *Escherichia coli* (Каримов Х. М., 1977).

В отличие от своей незаменимости для некоторых бактерий, в сочетании с несколькими антибиотиками ПАБК проявляет синергическую антибактериальную эффективность в отношении различных штаммов бактерий, включая золотистый стафилококк или синегнойную палочку. Установлена также и прямая антибактериальная активность парааминобензойной кислоты в отношении *P. Aeruginosa*, *E. Cloacae*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis* и *E. Coli*. Низкие значения pH усиливают это действие. Аналогичные выводы о дополнительной/синергической активности парааминобензойной кислоты были получены для противовирусных препаратов (Patel H. M. et al., 2019; Akberova S.I,

2002; Kadhum W.R., Oshizaka T., Ichiro H., Todo H., Sugibayashi, K., 2016; Michael R., Richards E., Xing Dorothy K. L., 1992; Richards R.M., Xing D.K., King, T.P., 1995; Маркитантова Ю.В., Акберова С. И., Рябцева А. А., Строева О. Г., 2018).

По мнению исследователей, молекулярные механизмы работы парааминобензойной кислоты действуют не только в связи с процессами синтеза, но также принимают участие в окислительно-восстановительных реакциях в клетках. Эти реакции реализуются, вероятно, посредством соответствующих антиоксидантных ферментов, которые, как показывают опыты *in vivo*, реагировали на прекондиционирование этим веществом (Lu Z., Kong X., Lu Z., Xiao M., Chen M. et al., 2014; Гуськов Е. П., Шкурат Т. П., Милютина Н. П., 2004; Акберова С. И., Мусаев П. И., Магомедов Н. М. и др., 1998). При воздействии ПАБК в условиях рентгеновского облучения, гипербарической оксигенации (Гуськов Е. П., Шкурат Т. П., Милютина Н. П. и др., 2004) и гипоксии (Акберова С. И., Мусаев П. И., Магомедов Н. М. и др., 1998) в некоторых исследуемых тканях происходило изменение активности антиоксидантных ферментов (катализы и супероксиддисмутазы) и показателей перекисного окисления липидов.

В исследованиях Lu Z., Kong X., Lu Z., Xiao M., Chen M. et al. (2014) описывается прямое участие парааминобензойной кислоты в защите от теплового стресса. Авторы считают, что один из механизмов такого защитного действия ПАБК связан с активацией антиоксидантных ферментов. Было установлено, что с повышением температуры среды происходило усиление экспрессии не только белков теплового шока, но также и транскрипция гена *Pabs*, который кодирует фермент ПАБК-синтазу, результатом чего было повышение содержания эндогенной ПАБК и возрастание термотолерантности гриба. Соответствующий эффект был замечен также и с экзогенной ПАБК – повышение активности ферментов каталазы и супероксиддисмутазы. Описанное выше демонстрировало важную роль парааминобензойной кислоты в процессах усиления термотолерантности гриба посредством двух механизмов: повышения уровня специфических белков защиты и удаления  $H_2O_2$  с участием антиоксидантных ферментов.

Результаты исследований Сироты Т. В. и др. (2017) наглядно показали, что парааминобензойная кислота и ее натриевая соль в условиях *in vitro* проявили активность антиоксиданта. Возможно, такой механизм действия связан с воздействием как на собственный процесс химического превращения адреналина в ходе окисления, так и на связанный с ним процесс переноса электронов от промежуточных продуктов подверженного окислению адреналина на кислород, который растворен в среде. В этом случае авторы не исключают вероятность прямого участия парааминобензойной кислоты в этих окислительно-восстановительных процессах в клетках.

В сельском хозяйстве ПАБК продемонстрировала повышение устойчивости к бактериальным и вирусным патогенам растений и свойства модулятора роста растений (Crisan M.E. et al., 2014).

ПАБК была изучена также в совместном воздействии с солевыми растворами на семенах ячменя с пониженной устойчивостью к засолению (Эйгес Н. С. и др., 2010).

Парааминобензойную кислоту применяли, в том числе, для фенотипической коррекции морфологических признаков. В результате опрыскивания соцветий амаранта повышалась масса семян на растении. Концентрация ПАБК 0,02 % показала наилучшие результаты (Эйгес Н. С. и др., 2011). Исследования по предпосевной обработке семян овощного амаранта водным раствором ПАБК показали повышение всхожести и улучшение биометрических и физиологобиохимических показателей растений, в частности повышение скорости развития проростков, увеличение роста, продуктивности и пищевой ценности в фазу скрытого роста (Кириллова Л. Л., 2016). Также ПАБК оказывает стимулирующее воздействие на прорастание и всхожесть труднопрорастающих семян (Бекузарова С. А., Боме Н. А., Вайсфельд Л. И., Цомартова Ф. Т., Лущенко Г. В., 2012).

Изучено также воздействие парааминобензойной кислоты на устойчивость перца к патогенам, в частности вирус мозаики огурца. Эти исследования показали, что накопление РНК вируса мозаики огурца снижалось в обработанных ПАБК растениях перца через 40 и 105 дней после обработки, а также урожай плодов у

этих растений был выше, что указывало на то, что системная приобретенная устойчивость, опосредованная парааминобензойной кислотой, успешно защищает растения перца от заражения бактериальными и вирусными патогенами (Song G. C., Choi H. K., Ryu C. M., 2013).

Совместное использование соли амбазона с ПАБК выявило высокую антибактериальную активность в отношении грамотрицательных бактерий *Escherichia coli* и *Salmonella* (Mureşan-Pop M., Kacsó I. Martin F. et al., 2015).

Исследования, проводимые сотрудниками лаборатории мутационной селекции и профилактической защиты окружающей среды окружающей среды ИБХФ РАН, направлены на изучение закономерностей как наследственной, так и ненаследственной изменчивости у различных сельскохозяйственных растений. Работы охватывают такие культуры, как овощные, зерновые и кормовые, и фокусируются на исследовании модификационной изменчивости, вызванной применением парааминобензойной кислоты. Уникальные свойства ПАБК были впервые выявлены И. А. Рапопортом при работе с классическим объектом генетики — дрозофилой *Drosophila melanogaster*. Ученые обнаружили, что парааминобензойная кислота вызывает морфозы с высокой частотой и значительным разнообразием, что превышает эффект других известных модификаторов, открытых Рапопортом и его коллегами (Рапопорт И. А., Дроздовская Л. Н., 1978; Рапопорт И. А., Дроздовская Л. Н., 1979; Рапопорт И. А., 1984). В серии работ, выполненных коллективом И. А. Рапопорта в Отделе химической генетики в сотрудничестве с Институтом химической физики РАН, было показано, что парааминобензойная кислота (ПАБК) в условиях *in vitro* способна усиливать каталитическую активность ряда ферментов, включая дезоксирибонуклеазу (ДНКазу), рибонуклеазу (РНКазу) и ДНК-полимеразу. Совокупность этих результатов послужила основанием отнести ПАБК к категории «фенотипических активаторов». Подробные экспериментальные данные и обоснование концепции представлены в публикациях: Васильевой С. В., Давниченко Л. С., Луцковой Е. В., Рапопорта И. А., 1979; Васильевой С. В., Жижиной Г. П., Рапопорта И. А., 1980; Тонкаль Т. Е., Васильевой С. В.,

Городецкого С. И., 1981; Васильевой С. В., Давниченко Л. С., Рапопорта И. А., 1982; Кожевниковой Н. А., Рапопорта И. А., 1983; Карпова А. В., Васильевой С. В., Рапопорта И. А., 1984; Рапопорта И. А., 1989.

Парааминобензойная кислота способна не только активировать, но и восстанавливать активность ферментов, которые были инактивированы воздействием высоких доз ультрафиолетового излучения и ионизирующих излучений (Рапопорт И. А., Васильева С. А., Давниченко Л. С., 1970; Camara D. et al., 2012).

За счёт поддержания работы репарационных и репликативных комплексов ПАБК способствует сохранению структурной целостности хромосом, что коррелирует с её антимутагенными и радиопротекторными эффектами при высокодозовом облучении (Рапопорт И. А., 1989; Рапопорт И. А., Васильева С. А., Давниченко Л. С., 1982; Vasilieva, S., 2001). Пример с дрозофилой демонстрирует, что при воздействии ПАБК происходит повышение активности различных хромосомных локусов (Рапопорт И. А., Дроздовская Л. Н., 1991), а также, вероятно, усиление экспрессии генов. Также не без участия ПАБК происходит синтез предшественников ДНК (Helen C., Dimicoli J. L., Brun F., 1971; Sinha B. K., Arnold J. T., Chignell C. F., 1982). Эти свойства ПАБК позволили И. А. Рапопорту считать ее генетически значимым веществом (Рапопорт И. А., 1984).

Функциональная связь ПАБК с фолатным обменом придаёт особый интерес комбинированному воздействию этих соединений. Поскольку ПАБК входит в состав молекулы фолиевой кислоты, были выполнены эксперименты, в которых варьировали соотношения доз ПАБК и фолата; при этом концентрации, по отдельности снижавшие жизнеспособность, в определённых комбинациях приводили к выраженному падению выживаемости *D. melanogaster* на личиночной стадии (Дроздовская Л. Н., Рапопорт И. А., 1978; Дроздовская Л. Н., 1981, 1984; Карпов А. В., Васильева С. В., Рапопорт И. А., 1984). Эти результаты указывают на дозо-зависимые эффекты взаимодействия компонентов одноуглеродного обмена и необходимость точного подбора условий при моделировании фолат-завис процессов развития.

С биохимических позиций ПАБК необходима для фолат-зависимого синтеза пуриновых оснований — ключевых предшественников ДНК. Как естественный метаболит, ПАБК отнесена к IV классу малотоксичных соединений; при применении рабочих дозировок токсические проявления, как правило, не регистрируются, что подтверждено заключениями ВНИИГИТОКС и ГосНИИ стандартизации и контроля медико-биологических препаратов им. Л. А. Тарасевича (1985).

Под руководством О. Г. Строевой с соавторами в Институте биологии развития РАН были открыты антиоксидантные свойства парааминобензойной кислоты, которыми также можно объяснить антимутагенные и протекторные эффекты ПАБК (Акберова С. И., Тазулахова Э. Б., Мусаев-Галбинур П. И. и др., 1998; Акберова С. И., Леонтьева Н. А., Строева О. Г., Галегов Г. А., 1995; Акберова С. И., Мусаев П. И., Магомедов Н. М. и др., 1998). Совокупность экспериментальных данных показывает, что ПАБК обладает выраженными свойствами регулятора ферментативной активности: этот эффект воспроизводится на моделях, относящихся к разнородным таксономическим группам. В биомедицинских работах также отмечено терапевтическое действие при офтальмологических заболеваниях и сосудистых нарушениях (Строева О. Г., Акберова С. И., Макаров В. А. и соавт., 1999; Строева О. Г., 2000). Парааминобензойная кислота проявляет высокую антиоксидантную активность, не оказывая токсичного воздействия при различных способах введения в ткани сетчатки, что открывает возможности для ее использования в офтальмологии. Введение ПАБК животным внутриперitoneально и парабульбарно в дозировке 10 мг/кг массы тела за день до гипоксии способствует значительному снижению уровня продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) и сохраняет активность каталазы в сетчатке морских свинок и крыс.

Ю. В. Маркитанова и др. (2018) проводила исследования процессов апоптотического поражения конъюнктивы и эпителия роговицы глаз взрослых крыс *in vivo* в моделируемых условиях острой гипобарической гипоксии и действие парааминобензойной кислоты. Результат работы показал, что инъекция препарата

парааминобензойной кислоты за 24 часа до гипоксии оказывает купирующее воздействие на процессы апоптоза в конъюнктиве, таким образом выполняя защитную функцию. Совместные исследования медиков разных клиник позволили Фармкомитету России разрешить препарат ПАБК к применению для лечения глазных болезней.

В работах Т. П. Гальбинура (2012; 2013) изучали мышей линии rd10 — модель прогрессирующей дегенерации сетчатки, обусловленной мутациями в ряде генов. Животным вводили ПАБК интраперитонеально в физиологическом растворе по 50 мг/кг шесть раз в неделю, начиная с третьих суток после рождения и до достижения возраста 4,5 недели. Такой режим терапии обеспечивал улучшение функционального состояния сетчатки у мышей rd10. Результаты исследований выявили снижение окислительного повреждения липидов и белков в сетчатке мышей линии rd10 и сохранение функциональной активности колбочек и предотвращение их гибели. Введение внутрибрюшинно парааминобензойной кислоты в физиологическом растворе в дозе 50 мг/кг показало стабилизирующее воздействие парааминобензойной кислоты на процессы дегенерации, развивающиеся в наружном ядерном слое сетчатки мышей линии rd10. Результаты показывают, что ПАБК является эффективной в отношении терапии пигментного ретинита.

Исследования, проведенные С. И. Акберовой (1995, 1998, 1999, 2002), подтвердили гипотезу о наличии антивирусной активности парааминобензойной кислоты при офтальмогерпесе. В дальнейшем было установлено, что ПАБК проявляет радиопротекторную активность, регулирует процессы клеточной пролиферации, обладает свойствами антикоагулянта и активирует фибринолиз. Парааминобензойная кислота (ПАБК) проявляет антитромботические свойства, ассоциированные со снижением продукции тромбоксана и, как следствие, с ограничением тромбообразования и поддержанием гемостатического баланса. Эффект подтверждён в условиях *in vivo* на модели венозного стаза у крыс: однократное внутривенное введение ПАБК в дозе 1,5 мг/кг предотвращало формирование тромба уже примерно через 1,5 ч после инъекции; максимальная

выраженность действия фиксировалась к третьему часу, после чего к пятому часу эффект угасал (Строева О. Г., Акберова С. И., Макаров В. А. и др., 1999; Дрозд Н. А., 2009).

Помимо влияния на тромбоцитарно-сосудистое звено гемостаза, ПАБК способна модифицировать пролиферативную активность клеток в системах с активным клеточным циклом. Также показано, что ПАБК ускоряет репарацию тканей, обладает противовоспалительным действием и оказывает быстрое анальгетическое влияние. При этом молекулярные механизмы перечисленных эффектов остаются недостаточно охарактеризованными и требуют дальнейшего экспериментального анализа.

Исследования влияния 0,007%-го раствора парааминобензойной кислоты в виде глазных капель в течение одного месяца, проведенные на больных сахарным диабетом от 35 до 70 лет при синдроме «сухого глаза» показали, что ПАБК оказывает противовоспалительное действие, подавляя продукцию sIL-6R и нейтрофильной эластазы в слезной жидкости у больных сахарным диабетом (Рябцева А. А., Ализаде Г. Х., Акберова С. И. и др., 2021).

В экспериментальных моделях офтальмологических тканей препарат на основе парааминобензойной кислоты (ПАБК) проявляет выраженную антиоксидантную активность в диапазоне концентраций 0,007–0,08%; при этом для сетчатки наилучший функциональный эффект достигается при около 0,04% (Акберова С. И., Мусаев-Галбинур П. И., Магомедов Н. М. и др., 1998).

Помимо прямого антиоксидантного действия, ПАБК характеризуется как индуктор интерферона и способна усиливать иммунные реакции. Показано, что локальное введение ПАБК в ткани глаза здоровых кроликов инициирует синтез интерферона, который, согласно классическим представлениям, участвует в регуляции морфогенеза наружных сегментов фоторецепторных клеток на этапах развития сетчатки (Brown G. M., 1962; Brown G. M., 1971; Coates M. E., Gregory D. E., Porter J. W. et al., 1963).

Исследования, выполненные на тромбоцитах человека, показали, что витамин ПАБК ингибирует индуцируемую тромбином продукцию тромбоксана B2,

а также ингибируют агрегацию, вызванную аденоzinифосфатом и арахидоновой кислотой (Barbieri B. et al., 1999).

Laborda P. и соавт. (2018) обнаружено свойство ПАБК в высоких концентрациях (IC50 1–3 мМ) как противогрибковое вещество *Lysobacter antibioticus*, подавляющее фитопатогенные грибы.

Оптимальные концентрации ПАБК снижают токсические эффекты некоторых химических соединений. Например, избыточное количество азота, внесенное на пастбище одного из подмосковных хозяйств, вызвало у телят сильные судороги. Часть телят отпили раствором ПАБК низкой концентрации, и они выжили. Быстрое выведение и отсутствие кумулятивного эффекта также характеризует ПАБК с положительной стороны (заключение ВНИИГИТОКС, 1985 г.).

Парааминобензойная кислота (ПАБК) необходима для полноценного меланогенеза, который обеспечивает нормальную окраску кожи, радужки глаз и волос. При этом меланин выполняет не только функцию пигмента, определяющего цвет, но и играет адаптационную и трофическую роль. Наибольшие его накопления отмечаются в структурах головного мозга, где этот пигмент влияет на характер и подвижность нервных процессов. Этот пигмент оказывает влияние на нервные процессы и их подвижность. Некоторые авторы полагают, что синтез катехоламинов может происходить из меланина. Витамин ПАБК скапливается в наружных слоях кожи. Интенсивное солнечное излучение вызывает химические изменения парааминобензойной кислоты (ПАБК), что, в свою очередь, стимулирует выработку меланина. На основе этих исследований можно предположить, что появление седых волос связано с истощением катехоламинов в организме с возрастом. Эти вещества играют важную роль в синтезе меланина, и когда их количество уменьшается, организм больше не может обеспечить достаточное количество этого пигмента для волос. Воздействие ультрафиолетовых лучей вызывает фотохимические реакции с витамином В<sub>6</sub>, результатом которых являются вещества, стимулирующие синтез меланина. Эти процессы приводят к изменению цвета кожи и образованию «загара». Включение парааминобензойной

кислоты в рацион может способствовать восстановлению естественного цвета волос у людей с седыми волосами, если причина этого явления связана с дефицитом питательных веществ или стрессом (Алмоева Д. А., 1952; Гальбинур Т. П., 2012).

Парааминобензойная кислота (ПАБК) демонстрирует ряд терапевтических эффектов. В дерматологических моделях на кроликах внутривенное введение 0,5% раствора ПАБК существенно ослабляло кожные реакции на ультрафиолетовое облучение. При местном применении 2% тёплого водного раствора на участки кожи, подвергшиеся УФ-воздействию, эритема не отмечалась; на основании этих наблюдений ПАБК была рекомендована как компонент профилактических мазей при ожогах ультрафиолетом (Алмоева Д. А., 1952). В дальнейшем ПАБК использовали в составе наружных средств для предупреждения солнечных ожогов и терапии отдельных кожных заболеваний (Матусис И. И., 1975).

В экспериментах на крысах ПАБК повышала устойчивость к гипоксии: при барокамерном моделировании высоты 11 000 м выживаемость животных, получавших ПАБК, была вдвое выше, чем в контроле (Удалов Ю. Ф., 1962). Автор интерпретировал наблюдаемый эффект как результат снижения интенсивности газообмена и потребления кислорода; уменьшение кислородного запроса частично нивелировалось препаратами, модулирующими функцию щитовидной железы, что согласуется с известной зависимостью между тиреоидным статусом и скоростью обменных процессов. Парааминобензойная кислота заметно влияет на щитовидную регуляцию: при пролонгированном введении высоких (токсичных) доз фиксировали угнетение секреции тироксина и гиперпластические изменения ткани железы, тогда как малые дозы (100–200 мг) ослабляли признаки гиперфункции и способствовали нормализации показателей основного обмена (Удалов Ю. Ф., 1962).

Воздействие ПАБК затрагивает и центральную нервную систему. По данным ранних исследований, препарат способствует нормализации коркового торможения и может рассматриваться как умеренный стимулятор ЦНС, при этом

по ряду характеристик превосходя традиционные стимуляторы, такие как фенамин (Лепорский Н. И., Каракулина Т. Т., 1952).

Известная способность ПАБК стимулировать физическую выносливость за счет положительного действия на центральную нервную систему привели к исследованиям на крысах совместного действия клатрата и конъюгата  $\beta$ -циклогексстрина с парааминобензойной кислотой (ПАБК). Результаты выявили положительное воздействие клатрата и конъюгата циклогексстрина с ПАБК на время подвижности в teste Порсолта, что говорит о снижении стресса и тревожных состояний животных (Баталова Т. А., Доровских В. А., Грачев М. К. и др., 2011).

Согласно экспериментальным данным, парааминобензойная кислота подавляет прогрессирование холестерин-индуцированного атеросклероза и проявляет выраженную кардиопротективную активность в моделях инфаркта миокарда (Рыжова А. Ф., 1963; Мельникова Т. А., Рыжова А. Ф., 1967). В клинической практике у пациентов с атеросклерозом и артериальной гипертензией курсовое назначение ПАБК по 0,1–0,5 г в течение 20 суток сопровождалось нормализацией показателей белкового и липидного обменов, а также улучшением работоспособности и общего самочувствия.

Влияние парааминобензойной кислоты на систему гемостаза изучали при ее внутримышечном введении, уделяя основное внимание показателям фибринолитической активности в крови и тканях. Установлено, что на фоне ПАБК уменьшается выраженность мышечных кровотечений; кроме того, описан положительный клинический опыт применения при кровотечениях маточного происхождения (Удалов Ю. Ф., 1974).

Репродуктивно-биологические эффекты ПАБК исследовались на сперме сельскохозяйственных животных. Для кроликов установлено, что высокие концентрации (600–300 мг/%) снижают подвижность сперматозоидов до уровня около 0,3 идерживают её лишь в пределах 2 часов (контроль — примерно 0,7). В диапазоне 75–37 мг/% подвижность поддерживается на уровне 0,2–0,3 в течение 8–10 часов, при том что в контроле к 10-му часу она составляла около 0,4.

Практический вывод: для осеменения крольчих возможно использование спермы, обработанной ПАБК при концентрациях 75 мг/% и ниже (Чхеидзе М. И., 1983).

У баранов экспозиция спермы с ПАБК в диапазоне 150–4,6 мг/% на протяжении 17 часов приводила к умеренному снижению подвижности: 0,7–0,8 против 0,8–0,9 в контроле; такие режимы предложены для применения при осеменении овец. Для быков инкубация сперматозоидов с ПАБК в концентрациях 600–150 мг/% до 48 часов не выявила токсического действия и не изменила показатели подвижности (Соколовская И. И., Рапопорт И. А., Бронская А. В., 1969).

Модулирующий эффект ПАБК в отношении энергетического обмена подтверждён в моделях выносливости: внутриперitoneальное введение препарата в дозе 25 мг/кг по трёхкратной схеме с 10-дневными паузами, повторённой также перед экспозицией на кобальтовом источнике излучения, приводило к уменьшению утомляемости и увеличению толерантности к нагрузке у животных как без облучения, так и после него (Арлащенко Н. И. и соавт., 1991). Эффект носил пролонгированный характер: в течение месяца наблюдений выносливость возрастила приблизительно на 60%; у утомлённых животных скорость плавания на заданной дистанции удваивалась относительно облучённых без терапии, а у интактных животных, получавших ПАБК, физическая работоспособность превышала контрольные значения примерно в 1,5 раза и сохранялась после окончания введения. Дополнительно отмечены признаки роста общей резистентности: повышение выживаемости облучённых животных на ~20%, уменьшение частоты патологических кровотечений и улучшение кислородной устойчивости.

Применительно к спортивному коневодству добавление ПАБК в рацион в дозе 500 мг на голову в сутки ассоциировалось с активацией анаэробных путей окисления, нормализацией гематологических показателей и улучшением кислородтранспортной функции, что вместе указывает на потенциал препарата в восстановлении работоспособности лошадей (Дикун В. М., 2000).

Данные исследователей показали, что парааминобензойная кислота усиливает противоопухолевую активность ионизирующего излучения за счет

механизма, включающего измененную экспрессию белков, которые, как известно, регулируют остановку клеточного цикла, т. е. комбинация ПАБК и лучевой терапии увеличивала апоптоз опухоли (Xavier S. et al., 2006).

Сопоставление данных литературы указывает, что парааминонензойная кислота (ПАБК) выступает системным модификатором физиологических функций. Её применение ассоциируется с повышением неспецифической резистентности и выживаемости, устойчивым ростом толерантности к физическим нагрузкам, а также с нормализацией и, в ряде моделей, с активацией работы ключевых функциональных систем организма. Дополнительно показано, что ПАБК ослабляет проявления геморрагических нарушений у облучённых животных и может уменьшать токсическое действие отдельных химических агентов. Выраженность перечисленных эффектов зависит от дозы, режима введения и биологического контекста (вид, состояние организма, модель воздействия).

### **1.3 Характеристика пищеварительной системы кроликов**

Пищеварение – это первое и важнейшее звено в цикле сложного процесса обмена веществ и энергии. Решающее значение в повышении продуктивности кроликов имеет знание особенностей пищеварения и обмена веществ.

У кроликов пищеварительный тракт выраженно адаптирован к переработке волокнистых, структурных кормов, отличающихся высоким содержанием клетчатки. Поскольку такие корма труднодоступны для переваривания, они требуют интенсивной предварительной обработки в отделах ЖКТ. Начальным звеном системы является ротовая полость, где запускается первичная подготовка корма: он тщательно измельчается зубами и обильно смачивается слюной, что облегчает формирование пищевого комка. Четыре пары слюнных желез обеспечивают постоянное фоновое слюноотделение, которое усиливается при приёме пищи. Объём слюны возрастает по мере увеличения сухости корма, что указывает на прямую зависимость между влажностью рациона и секрецией. В

составе слюны присутствуют ферменты, включая амилазу, а также рибонуклеазу и дезоксирибонуклеазу.

Особенности пищеварения кроликов состоят в том, что у них очень плохо развита мускулатура желудка и кишечника. Поэтому пища у этих животных передвигается по пищеварительному тракту не за счет мышечных сокращений, а за счет поступления нового корма.

В однокамерном желудке кролика, как и у многих млекопитающих, различают три отдела: кардиальный, фундальный и пилорический. Корм, который поступает в желудок, располагается в нем слоями. Кислый желудочный сок не сразу пропитывает содержимое и некоторое время его переваривание осуществляют ферменты слюны. Фундальные железы вырабатывают желудочный сок, который имеет кислую реакцию (рН 2,3-2,5). В основном выработкой кислоты занимаются клетки свода желудка, пепсин-клетки большой кривизны. Желудочный сок кроликов имеет также уреазную, небольшую амилолитическую и липолитическую активность. Вследствие развитой у кроликов цекотрофии и цекотрофофагии, свод желудка часто заполнен цекотрофами – гроздьями химуса, которые прошли слепую кишку, перемешанные с непереваренными растительными клетками и обогащенные продуктами метаболизма микробиома (Лактионов К. С., 2016; Куликов Н. Е., 2017; Агейкин А. Г., 2020). Эти катышки кролики проглатывают не пережевывая целиком, не смешивая с кормом. В фундальной части желудка, помимо пепсинового пищеварения, сбраживается глюкоза с образованием летучих жирных кислот и молочной кислоты. Прием корма усиливает секрецию и без того постоянно секретирующих желудочных желез.

Поступивший из желудка химус у кроликов направляется в тонкий кишечник, представленный двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишками. В двенадцатиперстной кишке протекает интенсивная ферментативная стадия: к субстрату добавляются ферменты поджелудочной железы, а также компоненты печёночной секреции (желчь), что усиливает последующий гидролиз. Длина тонкой кишки у кролика обычно составляет 3–4 м. Именно здесь происходит основное расщепление и всасывание ключевых нутриентов — углеводов, белков

и жиров, которые в нативном виде организмом не используются. Далее содержимое продвигается в толстую кишку. Суммарно кишечник кролика примерно в 9–10 раз превышает длину тела, при этом особое значение имеет слепая кишка: её объём больше желудка в 7–8 раз. Микроорганизмы, колонизирующие слепую кишку, синтезируют разнообразные ферменты; благодаря этому сок слепой кишки активно расщепляет клетчатку (Зусман Н. С., 1966; Житникова Ю., 2004).

В толстом кишечнике формируется кал. У кроликов два вида кала: мягкий (ночной) и твердый. Ночью снижается всасываемая активность слизистой оболочки прямой кишки. Таким образом кролики выделяют мягкий неоформленный кал, который содержит до 75% воды, до 28% белка, витамины К и группы В и другие биологически активные вещества, его катышки мелкие, более темные, грозевидные длиной до 40 см. Мягкий кал содержит примерно на 80% больше аминокислот, чем твердый. Среди этих аминокислот большое количество глутаминовых, аспаргиновых кислот, лейцина, валина. В нормальных, спокойных условиях содержания мягкий кал кролики поедают прямо из ануса и не пережевывая проглатывают. Твердый кал имеет вид шариков, состоит в основном из непереваренной клетчатки и воды примерно на 50%. Как правило, он не поедается, или поедается в крайнем случае. Скорость движения корма по пищеварительному тракту замедляется и таким образом копрофагия позволяет лучше переваривать питательные вещества корма. Более того, происходит обогащение желудочно-кишечного тракта легкоперевариваемым белком микроорганизмов, витаминами К и группы В, элементами минерального питания (фосфор, калий, натрий). Исключение копрофагии приводит к ряду нежелательных явлений, таких как уменьшение скорости прохождения питательных веществ через пищеварительный тракт, понижение их перевариваемости, снижение количества необходимой для пищеварения микрофлоры, возникновение расстройств обмена веществ. Все это может повлечь за собой снижение прироста живой массы и даже гибель животного (Живаева К. А., 2017).

Таким образом, интенсификация ферментативных процессов в желудочно-кишечном тракте при одновременном поддержании метаболического гомеостаза ведёт к улучшению трофической обеспеченности, потенцированию иммунного ответа и росту неспецифической устойчивости кроликов.

#### **1.4 Особенности обменных процессов у кроликов**

При правильном и сбалансированном кормлении кролики могут хорошо переносить низкие температуры. Поэтому для обеспечения их нормальной жизнедеятельности необходимо, чтобы кролик получал достаточно питательных, минеральных веществ и витаминов. Оптимальное кормление — это такой режим, который позволяет достичь высокой продуктивности и поддержания здоровья животных при минимальных затратах кормов. В отличие от других сельскохозяйственных животных, кролики не имеют доступа к пастбищам и выгулу на свежем воздухе, что делает особенно важным обеспечение их полноценным рационом. Правильный рацион кормления напрямую влияет на здоровье животных, их рост, развитие и сопротивляемость заболеваниям. Корм должен включать все необходимые для организма питательные вещества. Основными источниками энергии для кроликов служат органические соединения, такие как белки, жиры и углеводы, которые при попадании в организм освобождают энергию, распадаясь и проходя различные метаболические преобразования (Андреев Я. П., Игнатенко, П. К, 2007; Алексеева Е. А., 2007; Soyebo K. O., 2006; Лесняк А. Н., Добудько А. Н., 2006; Александрова В. С., 2002; Dalle Zotte A., Szendro Z., 2011; Калугин Ю. А., 2012; Балакирев Н. А., 2007; Колмацкий В. И., 2014; Обухов Г. В., 2017; Carabano R., Badiola I., Chamorro S. et al. 2008; Квартникова Е. Г., 2020; Квартникова Е. Г., 2017).

Белки входят в состав тканей организма, являются незаменимой частью корма. Их роль и значение в поддержании естественной резистентности и общего физиологического состояния организма кроликов очевидны. Некоторые системы белков крови тесно связаны с признаками продуктивности кроликов.

Концентрация белка в плазме крови определяется скоростью его синтеза и скоростью удаления, а также объемом распределения. По ряду этих причин концентрация белков в крови зависит от физиологического состояния печени, нарушения в работе которой приводят к снижению синтеза белков и процессов их обновления. Поэтому при составлении рационов кормления большое значение имеет содержание в них белков, качество которых в свою очередь определяет набор аминокислот, принимающих непосредственное участие в образовании белковых компонентов иммунных систем организма (Томмэ М. Ф., 1949; Маркович Л. Г., 2012; Кондрахин И. П., 2004; Сидорова К. А., 2004; Гараева С. Н., 2009).

Среди углеводов особое место занимает клетчатка, в частности целлюлоза и лигнин. Она не обладает высокой перевариваемостью, но играет большую роль в регуляции процессов пищеварения и бактериального синтеза жизненно необходимых веществ. Кроме структурных волокон, в рационе важны быстро усваиваемые углеводы и безазотистые экстрактивные вещества: сахара, крахмал, отдельные фракции гемицеллюлоз, а также органические кислоты и глюкозиды, влияющие на регуляцию обмена веществ. Их дефицит нарушает соотношение белкового и жирового обмена и может приводить к ацидозу из-за накопления кетоновых тел и уменьшения щёлочного резерва крови.

Жиры являются необходимыми макронутриентами: они обеспечивают организм энергией и теплом, входят в состав клеточных структур и депонируются в подкожной клетчатке и перивисцеральной рыхлой соединительной ткани. Поскольку калорийность липидов примерно в 2,5 раза выше, чем у углеводов, их роль как энергоисточника особенно велика. Линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты не синтезируются в организме и должны поступать с кормами. Рациональная доля жира улучшает переваривание и абсорбцию нутриентов в кишечнике и является носителем жирорастворимых витаминов.

Переваримость питательных веществ корма является важным параметром, который определяет его качество. Этот показатель зависит от множества факторов, таких как возраст и физиологическое состояние животного, состав и объем корма, химический состав рациона и др. Например, молодые кролики способны лучше

усваивать питательные вещества из корма, чем взрослые особи. К тому же, кормовая смесь для кроликов является более эффективной формой питания по сравнению с кормами, которые они едят по отдельности. Высокое содержание клетчатки в корме, напротив, снижает усвоемость других питательных веществ. Наибольшую переваримость для кроликов обеспечивают рационы с высоким уровнем белка (Scrimshaw N. S., Taylor C. E., Gordon J. E., 1968; Помытко В.Н., 1985).

Поддержание физиологического роста, корректного обмена веществ и высокой иммунной реактивности возможно лишь при адекватном обеспечении животных минеральными веществами. Рацион должен покрывать потребность как в макроэлементах (Ca, P, Na, K, Mg, Cl), так и в микроэлементах (Fe, Cu, Mn, Zn, I, Co, Se). Дополнительно необходимы витамины с ограниченным эндогенным синтезом — в частности токоферол (Е), филлохинон (К) и витамины группы В (Штутман Ц. М., Чаговец Р. В., 1976; Stoerk H. C., 1946; Johnson W. D., Storts R. W., 1988; Сидорова К. А., Есенбаева К. С., Череменина Н. А., Веремеева С. А., Бекташева А. А., 2008; Обухов Г. В., 2016).

Минеральные вещества составляют примерно 5 % общей массы тела животных и играют ключевую роль в многочисленных физиологических процессах, таких как рост, размножение и поддержание гомеостаза организма. Они также участвуют в активации иммунной системы и защите организма от заболеваний. Микроэлементы важны для функционирования металлоферментов, которые поддерживают клеточные процессы, в том числе те, которые отвечают за устойчивость организма (Берестов В. А., 1971).

Для нормального функционирования кроликов особенно важны кальций и фосфор, которые составляют около 60-70 % всех минеральных веществ в их теле. Примерно 99% кальция и 85% фосфора содержится в костных тканях, являющихся основным хранилищем этих элементов. Лактирующие самки выводят значительные количества Са и Р с молоком; по этому показателю они примерно вдвое превосходят коров и коз. Дефицит кальция и фосфора приводит к задержке остеогенеза, повышенной ломкости костей и нарушениям внутриутробного

развития плода у сукрольных крольчих. С возрастом у животных концентрация кальция и фосфора увеличивается. У большинства пород кроликов у новорожденных и взрослых особей соотношение кальция и фосфора составляют порядка 2,69 и 1,94 раза соответственно, а оптимальным для растущих животных и крольчих в стадии репродукции являются соотношения 1,8 и 2,0 соответственно (Lebas F., 2004).

Предполагается, что относительно низкое содержание Са и Р в организме новорождённых крольчат связано с перераспределением этих элементов у самок в пользу молока. На протяжении сукрольного периода кальций и фосфор накапливаются в органах репродуктивной системы и в плодах; в конце беременности организм самки перенаправляет часть питательных веществ, включая фосфор, на нужды быстро растущих крольчат. С началом лактации значительные количества Са и Р переходят в молоко, характеризующееся высоким уровнем этих минералов (Са — 499 мг%, Р — 281 мг%). У лактирующих крольчих отмечают выраженное снижение концентраций в плазме: фосфора на 37,6% и кальция на 26,5%; в трубчатых костях падение составляет 5,9%. Хотя корм обычно богаче кальцием, чем фосфором, в желудочном химусе и содержимом слепой кишки фосфор преобладает — его в 2,5–2,9 раза больше, что связывают с поеданием мягких фекалий, богатых фосфором (Помытко В. Н., 1985; Киселев Г. И., 1960; Хенниг А., 1972; Штерн-лес ландес А., 2014; Аджиев Д. Д., Драганов И. Ф., Иванов А. А., Гальянова И. А., 2013).

Кальций в организме задействован в сокращении мышц и функции свертывания крови, пищеварении, обеспечивает возбудимость нервной и мышечной тканей, понижает проницаемость кровеносных сосудов, повышает защитные силы организма, повышает защитную функцию лейкоцитов, активизирует ряд ферментов и гормонов.

У кроликов подавляющая доля кальция — порядка 99% — депонируется в костной ткани; оставшаяся часть распределена по мягким тканям и биологическим жидкостям. Минеральная матрица костей представлена преимущественно фосфатами и карбонатами кальция  $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$  и  $\text{CaCO}_3$ , при этом в меньших

количествах встречаются и фториды кальция. Незначительная фракция кальция присутствует в эритроцитах, где он связан с белковыми компонентами цитоскелета и мембранны.

Поддержание концентрации кальция в физиологических пределах обеспечивается витамином D в сочетании с гормональными регуляторами кальций-фосфорного обмена, что совместно стабилизирует содержание элемента в тканях и внеклеточной жидкости.

Основной канал поступления Ca — его абсорбция в тонком кишечнике. Её эффективность зависит от фосфорного обеспечения и статуса витаминов D, C и B<sub>2</sub>. В кислой среде желудка часть кальция кормового происхождения переводится в более растворимые формы, включая CaCl<sub>2</sub>, что облегчает последующее всасывание. В просвете тонкой кишки при щелочном pH часть ионов выпадает в труднодоступные для абсорбции карбонатные и фосфатные соли. Желчные кислоты образуют с кальциевыми солями комплексы, способные эффективно пересекать кишечный эпителий; одновременно часть кальция образует «мыла» с жирными кислотами, и присутствие желчи способствует их транспорту (Калугин Ю. А., 2012; Современный справочник врача ветеринарной медицины, 2008).

Регуляторы гомеостаза кальция в организме кроликов представлены паратиреоидным гормоном (ПТГ), кальцитонином и активным витамином D<sub>3</sub>. Паратиреоидный гормон вырабатывают паращитовидные железы. Он является регулятором всасывания кальция из желудочно-кишечного тракта, реабсорбирует кальций почками и высвобождает кальций из костной ткани. Повышение содержания кальция выше пороговых значений приостанавливает выработку ПТГ, снижая уровень кальция, поэтому высокий физиологический уровень ионов кальция у кроликов поддерживается паращитовидными железами. Рационы кормления с низкими количествами кальция приводят к нежелательным последствиям, которым способствует вымывание кальция из костной ткани (Косова Т. И., Александров С. Н., 2004).

Интенсивность кишечной абсорбции фосфора в значительной мере определяется его соотношением с кальцием, а также текущей физиологической

потребностью организма. Фосфор — универсальный биогенный элемент: он входит в состав фосфолипидов клеточных мембран, ряда белков, липидов, углеводов и коферментов, обеспечивая ключевые звенья энергетического обмена. Существенную часть фосфатного пула составляют фосфорсодержащие биополимеры (ДНК и РНК) и высокоэнергетические метаболиты, в том числе АТФ и креатинфосфат. Без достаточного фосфатного снабжения невозможно поддерживать нормальные функции центрального и периферического отделов нервной системы, печени, почек и скелетных мышц (Ревазов Ч. В., 2016).

Процесс фосфорилирования имеет большое значение для всасывания и промежуточного обмена ряда веществ (Калашников А.П., 2003). Кролики получают необходимые микроэлементы через корм, поскольку для их полноценного питания минеральные вещества постоянно добавляются в комбикорма в форме солей (Балакирев Н.А., 2006).

В просвете кишечника фосфатазы гидролизуют фосфоэфирные связи органических соединений, высвобождая неорганический фосфат. Образующиеся фосфаты легко абсорбируются, а часть из них в последующем используется в реакциях ферментативного фосфорилирования липидов и углеводов, что ведёт к формированию фосфолипидов и фосфоэфиров углеводов в составе внутриклеточных метаболических путей. Оптимальное соотношение кальция и фосфора 1:1 в химусе кишечника влияет на эффективность всасывания фосфора. Избыточные количества кальция понижают усвоение фосфора, обмен которого происходит при содействии витамина D. Однако, в пищеварительном тракте млекопитающих обмен фосфора наиболее интенсивен в сравнении с обменом кальция (Макарцев Н.Г., 2012).

Исследования показывают, что мышцы являются основным депо фосфора у крольчих и их потомства. Самое большое количество фосфора переходит из мышц крольчих (12%) и меньше из сердца (6%). У самок наибольшая доля фосфора мобилизуется из скелетных мышц — 12%, тогда как из сердечной мышцы — 6%. У плодов самый выраженный прирост концентрации отмечен в сердце (15%), а минимальный — в печени (8%) (Киселев Г.И., 1960).

Витамины представляют собой незаменимые низкомолекулярные органические соединения, без которых невозможны поддержание жизнедеятельности, рост и формирование неспецифической резистентности. Биологическое значение витаминов определяется тем, что они выступают коферментами и модуляторами активности множества ферментов, управляющих путями метаболизма белков, липидов и углеводов. Помимо этого, ряд витаминов участвует в синтезе гормонов и некоторых витаминов и способствует сохранению целостности структуры и функций клеточных мембран и внутриклеточных органелл. Существенен вклад витаминов в процессы воспроизведения, формирование и работу иммунокомпетентных клеток и поддержание противоинфекционной защиты организма — это лишь часть их многообразных метаболических и физиологических функций (Конопатов Ю. В., Федоров Б. М., Федорова Ю. Г., 1987; Березовский В. М., 1959; Zucker-Franklin D., Greaves M. F., Grossi C. E., 1981).

С учетом физико-химических свойств, прежде всего растворимости, витамины традиционно разделяют на две категории: липофильные и гидрофильные. Жирорастворимые витамины А, D, Е и К в большей мере участвуют в регуляции морфогенеза и дифференцировки тканей, а также в поддержании структурной целостности клеточных мембран и других субклеточных компонентов. Водорастворимые витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>, РР, В<sub>6</sub>, В<sub>c</sub>, В<sub>12</sub>, биотин, аскорбиновая кислота, мезоинозит преимущественно функционируют как коферментные факторы ферментативных систем клеточного метаболизма (Чайка Н. А., 2020; Combs G. F. Jr., McClung J. P., 2017; Jez J., 2021; Anitha A., Viswambharan V., Thanseem I. et al., 2021; Савинова А. А., 2017; Rucker R. B., 2017; Akimbekov N. S., Digel I. S., Razzaque M., 2021).

Особое значение для кроликов имеют витамины, которые не синтезируются у них в организме: витамины А, D, Е и В<sub>12</sub>. Недостаток или избыток этих витаминов может вызвать различные заболевания и авитаминозы, что негативно сказывается на здоровье животных и снижает их продуктивность (Сысоев В. С., 1985). Потребность в витаминах возрастает в периоды активного роста, беременности и

лактации. В полноценно сбалансированных рационах — при адекватном уровне протеина, энергии и микроэлементов — витаминное обеспечение формируется за счёт премиксов, содержащих комплекс витаминов, причём синергизм их действия на обмен подчёркивает значимость грамотного подбора состава (Ленинджер А., 1974; Микулец Ю. И., 2015; Шумилина Н. Н., 2016; Шенцова Е. С., Шенцов А. А., Лыткина Л. И., Пономарев А. В., 2009; Харламов К. В., Майоров А. И., Василевич Ф. И. и др., 2014; Квартникова Е. Г., 2017).

Роль витаминов в обеспечении естественной резистентности животных подтверждается как экспериментально, так и эпидемиологически: состав рациона коррелирует с восприимчивостью к инфекциям (Beisel W. R., 1977; Яшин А. В., Куляков Г. В., Щербаков Г. Г., Лунегов А. М., Барышев В. А., Калюжный И. И., 2019). Ещё в классических опытах было показано, что исключение витаминов группы В из рациона крыс или мышей приводит к выраженной лимфопении и атрофии лимфоидных тканей (Cramer et al., 1921), что подчёркивает ключевую роль витаминного статуса в поддержании иммунной системы.

Таким образом, сбалансированное кормление является основой здоровья кроликов и обеспечивает их высокую продуктивность. Современные исследования направлены на разработку новых методов повышения питательной ценности кормов с улучшением их качества и использованием различных кормовых добавок.

## **1.5 Влияние применения витамина парааминобензойной кислоты в рационах кормления сельскохозяйственных животных**

В последние годы в научном и прикладном сообществе усилилось критическое отношение к разным группам биостимуляторов из-за риска накопления биологически активных веществ в природных и пищевых продуктах животного и растительного происхождения. Подобная аккумуляция может отрицательно отражаться на состоянии иммунитета человека. Одновременно с этим интенсификация агропроизводства, в частности кролиководства, диктует необходимость максимально полного использования наследственных

способностей животных. В этих условиях принципиально важны научно обоснованные подходы к дозированию и разумная схема применения биологических активных веществ с учетом сложных технологических и биологических факторов. Среди рассматриваемых средств выделяют парааминобензойную кислоту — витаминоподобное соединение с выраженной ростостимулирующей активностью. ПАБК способна снижать межиндивидуальную вариабельность показателей онтогенетического развития и ускорять прирост живой массы.

В серии опытов со свиноматками включение ПАБК во вторую половину супоросности, а также введение препарата поросятам на 3–10-е сутки постнатального развития сопровождалось увеличением массы головного мозга, ускорением среднесуточных приростов и ростом сохранности молодняка. Прием назначали в заключительные 30 суток супоросности в дозировке 0,5 мг/кг массы тела; при этом масса поросла при свечении увеличилась на 4,8–9%, сохранность достигла 88,7–90,95% против 79,8–87,9% в контроле. В производственном опыте зафиксировано характерное повышение сохранности на 11,13%. Наилучшие результаты получены при комбинированном подходе, когда ПАБК давали и свиноматкам (0,5 мг/кг массы тела), и поросятам (1,5 мг/голову в сутки). Включение ПАБК в состав стартовой подкормки подсосных поросят сопровождалось улучшением гематологических показателей и общим следствием молодняка (Стеньшин В. В., 2002).

Исследования применения ПАБК Демидчиком Л. Г. (2003) на поросятах-гипотрофиках показали ее ростостимулирующее и профилактическое действие. Парааминобензойная бензойная кислота способствовала усилиению гемоэритропоэтических функций крови и ее буферных свойств.

В Челябинском ЦНТИ зафиксированы материалы, свидетельствующие о положительном эффекте парааминобензойной кислоты при ее пероральном назначении двухмесячного возраста в дозе 1,0 мг/кг живой массы: отмечены ускорение роста и более развитое развитие. Для животных, отстающих в живой массе и темпах развития, применяли парентеральное введение препарата: ПАБК

вводили внутримышечно из расчета 1 мг/кг, используя рабочий раствор на дистиллированной воде в разведении 1:170.

На фоне использования ПАБК у молодняка улучшились морфофункциональные показатели внутренних органов: сердце, печень, легкие, селезенка, желудок и кишечник имели большую массу по сравнению с ровесниками из группы оставшихся. В тушах опытных свиней увеличилась доля мышечной ткани — прибавка составляла примерно 1,1–2,0 процентных пункта. Химический состав мяса также смешался в сторону большей питательной ценности: фиксировалось повышение содержания белка, жира и минерального остатка (золы) на 0,65–0,77; 1,69 и 0,02–0,42 процентной точки относительно контроля. При этом твердая ткань (сало) характеризовалась несколькими меньшими долями липидов и большей влажностью, что можно интерпретировать как снижение интенсивности липогенеза на фоне усиления общего метаболизма у животных опытной группы.

В исследованиях Н. А. Кириллова (2002) оценивалось действие парааминобензойной кислоты на ягнят, а также грызунов: кроликов и морских свинок. Препарат вводили курсово: каждые 10 суток животным назначали 0,05% раствор ПАБК из расчета 1 г на голову. По итогам шестимесячного наблюдения установлено, что масса тела ягнят в опытной группе была на 17% больше, чем у контрольных аналогов. Кроме того, у животных, получавших ПАБК, отмечены более высокие среднесуточные привесы и большая живая масса, превышающие показатели контроля на 6–16%.

По данным Н. А. Кириллова (2002), в тимусе и ассоциированных с ним иммунных микросредах выявлены статистически достоверные ассоциативные связи между целым рядом клеточных пулов. В частности, отмечена согласованная динамика между премедуллярными клетками и тимоцитами кортикальной зоны; мастоцитами (тучными клетками) и клетками субкапсулярного компартмента; тимоцитами коркового вещества долек и мастоцитами. Корреляционные зависимости прослеживаются между маргинальными («береговыми») и интрафолликулярными макрофагами, а также между фолликулярными лимфоцитами и интрафолликулярными макрофагами; между макрофагами и

лимфоцитами красной пульпы. Совокупность этих наблюдений свидетельствует об активном участии локальных регуляторных циклов микросредств в клеточных взаимодействиях, обсуждаемых на основе иммунного ответа.

Многоцентровые производственно-опытные и экспериментальные исследования выполненные в ряде регионов, показали, что применение парааминобензойной кислоты повышает сохранность и стрессоустойчивость молодняка, усиливает среднесуточные привесы у сельско-хозяйственных животных: крупного рогатого скота и свиней, а также повышает яйценоскость у кур-несушек (Шангин-Березовский Г. Н. и др., 1976; Шангин-Березовский Г. Н., Молоскин С. А., 1983; Свечин Ю. К., Михеева Н. Н., 1990; Шангин-Березовский Г. Н., Костин А. В., 1992). Было отмечено, что шерсть животных становилась более блестящей и гладкой, что свидетельствовало о хорошем состоянии их здоровья. В условиях сильной засухи в Подмосковье 1992 года, когда корма сильно сократились или полностью отсутствовали, многие стельные коровы ослабели, что привело к высокому уровню падежа новорожденных телят. Исследовательская группа лаборатории мутационной селекции и профилактической защиты окружающей среды Института биофизики РАН включила парааминобензойную кислоту (ПАБК) в программу профилактических мероприятий, в результате интеграции которой показатель выживаемости телят повысился вдвое.

Эффективное управление ростом и продуктивностью животных основано на знании общих закономерностей онтогенеза и особенностей морфогенеза органов и систем. Исследования Н. Н. Новиковой с соавт. (2001) выявили, что включение ПАБК в рацион щенков песца в дозах 0,5; 1,0 и 1,5 мг сопровождается перестройкой кишечника — относительным укорочением толстого отдела и удлинением тонкого. При этом признаков патологических изменений не выявлено. В селезенке животных опытных групп наблюдались лимфатические фолликулы с различными уровнями размножения, что согласуется с наблюдениями других авторов и указывает на модуляцию лимфоидной ткани на фоне применения ПАБК. Применение парааминобензойной кислоты в сельском хозяйстве предполагает

использование чистых технологий и способствует получению экологически чистых продуктов.

Серии опытов, проведенные Н. С. Зобовой (2013, 2015) и Н. Л. Игнатьевой (2020), были посвящены оценке воздействия парааминобензойной кислоты (ПАБК) на тела. При включении этого витаминоподобного соединения в рацион молодняка крупного рогатого скота в дозировке 0,5–1,0 мг на 1 кг живой массы фиксировалось ускорение темпов роста: прибавки живой массы превышали контроль на 7,5–10,6%. Одновременно отмечается увеличение зоотехнических индексов телосложения — растянутости и костистости.

Гематологический профиль также изменялся в благоприятную сторону: в опытных группах количество эритроцитов было выше на 14,1–14,8%, концентрация гемоглобина — на 6,2–6,5% по сравнению с контрольными животными. В биохимических показателях крови зарегистрирован рост уровня общего белка на 6,3–6,9%. В приведенных данных указан положительный эффект ПАБК на рост и функциональное состояние организма молодняка крупного рогатого скота.

Стимулирующее влияние парааминобензойной кислоты (ПАБК) на эмбриональное и постэмбриональное развитие на протяжении всего периода исследовали Г. Н. Шангин-Березовский, С. А. Молоскин, О. С. Рыхлецкая и В. Я. Адамов (1983). Перед закладкой в инкубатор яйца в герметичной камере обрабатывают растворами ПАБК в дозах  $10^{-6}$  и  $10^{-24}$  г на яйцо. Такая обработка не вызвала летальных последствий, при ультрамалой дозировке  $10^{-24}$  г риска побочных исходов. Отмечено улучшение вывода цыплят. К 30-м суткам выращивания массы птицы группы данных свидетельствовали о положительном эффекте как мелких, так и ультрамалых концентраций ПАБК: увеличивалась живая средняя масса и традиционно развивались показатели по массе. В культуре эмбриональных тканей *in vitro* зарегистрирован резкий рост митотической активности фибробластов — более шестикратный (порядка +642%). Одновременно зафиксировалось повышение содержания РНК: на 16% при малых дозах и на 8% при воздействии ультрамалых количеств вещества. Совокупность выводов

свидетельствует о том, что ПАБК инициирует системный ответ как при воздействии клеток на бластодиск до начала инкубации, так и на более поздних стадиях онтогенеза птицы. Использование микродоз ПАБК происходит путем тонкой модификации онтогенетических процессов. Предполагается, что один из методов связан с переходом воды, цитоплазмы, яиц и клеточных культур *in vitro* в более «активное» функциональное состояние.

В работе О. В. Карпушкиной (2004), выполненном в условиях Приамурского региона, исследовалось влияние парааминобензойной кислоты (ПАБК) в дозе 10 мг/кг живой массы на минеральный обмен и устойчивость бройлеров. На фоне применения ПАБК отмечен рост общего уровня образования в сыворотке в 1,1–1,3 раза, а неорганического фосфора — в 1,1–1,2 раза, а при исходных нарушениях наблюдалась стабилизация кальций-фосфорного обмена. Параллельно фиксировалось улучшение продуктивных и иммунобиологических показателей: абсолютные приrostы живой массы увеличивались на 5–17%; Показатели врожденной гуморальной защиты — бактерицидная и лизоцимная активность сыворотки — увеличились на 6% и 11% соответственно. Гематологический профиль смешался в сторону функционально более благоприятного: количество эритроцитов увеличивалось на 13%, концентрация гемоглобина — на 8%, количество лейкоцитов — на 11%. Совокупность данных свидетельствует о том, что ПАБК в указанной дозировке способствует оптимизации минералообменных процессов, обеспечивающих неспецифическую резистентность и увеличение темпов роста бройлеров.

Включение парааминобензойной кислоты в рацион бройлеров из расчета 10 мг на 1 кг живой массы сопровождается увеличением печеночных запасов витаминов А и Е. На этом фоне улучшаются показатели продуктивности и повышается естественная (неспецифическая) резистентность птицы (Манукян В. А., Байковская Е. Ю., Миронова О. Б. и др., 2016).

Сопоставление данных, представленных в документе, показывает, что парааминобензойная кислота широко внедряется в практику сельского хозяйства, ветеринарии и медицины. Большинство исследований показали выраженное и

многоплановое влияние ПАБК на продуктивность животных и их функциональное состояние в целом.

В то же время обнаружены дополнительные пробелы: влияние ПАБК на биохимический и гематологический профиль крови кроликов изучено недостаточно, особенно в сезонной динамике и с учетом региональных климатических факторов. Аналогичная нехватка раскрывает характер и область мясного кролиководства. Эти обстоятельства диктуют необходимость целенаправленных исследований, ориентированных на показатель действия ПАБК на продуктивные и биологические показатели, а также на естественную резистентность кроликов с учетом возрастных условий и сезонности, адаптированных к природно-климатическим условиям Красноярского края.

## Глава II МАТЕРИАЛЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Природно-климатические условия Красноярского края

Красноярский край располагается в Сибирском федеральном округе в бассейне реки Енисей большей своей территорией в пределах Восточной Сибири. По левому берегу Енисея расположена низменная долина, а по правому - Среднесибирское плоскогорье, достигающее высоту 500-700 метров выше уровня моря. Север края омывается морем Лаптевых и Карским морем. С севера на юг протяженность края составляет почти 3000 км. В связи с этим его климат неоднороден. По территории Красноярского края проходят три климатических пояса: арктический, субарктический и умеренный. Средние температуры января колеблются от  $-36^0\text{C}$  на северных территориях до  $-18^0\text{C}$  на южных. Средняя температура июля составляет от  $+13^0\text{C}$  на севере до  $+20-25^0\text{C}$  на юге.

В крае выделяют 5 климатических областей: северную, центральную, южную, западную и восточную. В северной климатической области суровый климат, сопровождающийся продолжительной зимой с сильными ветрами и высокой влажностью и прохладным, коротким летом. Центральная равнинная область характеризуется продолжительной холодной зимой и относительно жарким и коротким летом, а также значительными колебаниями температур. В южной части края тепло летом и умеренная зима. Благоприятные климатические условия для лечения и отдыха создают обилие солнечных дней, сухой и чистый воздух, целебные воды. Западная часть края отличается большим количеством осадков (Красноярский край. Официальный портал. Современный Красноярский край, 20.01.2018 [сайт]. URL: <http://www.krskstate.ru/80/krai>).

### 2.2 Характеристика условий проведения опытов

Экспериментальные и лабораторные исследования проводились в центральной климатической области Красноярского края на базе ЛПХ кролиководческой фермы в п. Камарчага Манского района Красноярского края,

физиологической лаборатории Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины Красноярского государственного аграрного университета, кафедры внутренних и незаразных болезней, акушерства и физиологии сельскохозяйственных животных и в Научно-исследовательском испытательном центре ФГБОУ ВО Красноярского ГАУ по контролю качества с/х сырья и пищевых продуктов с 2016 по 2018 год. Кролиководческая ферма благополучна в отношении инфекционных и инвазионных заболеваний.

Материалом для исследования являлись кролики породы «Серебристый». Прародителями этой породы являются особи из французской провинции Шампань. Впервые на территорию России кролики этой породы были завезены из Германии в 1927-1928 годах. Кролики породы «Серебристый» крупные, отличаются интенсивным ростом и высокой мясной склонностью (Шумилина Н. Н., 2016).

Были сформированы две группы кроликов – контрольная и опытная по 10 голов в каждой. Содержание, взятие крови и вывод из эксперимента проводились согласно биоэтическим нормам.

Контрольная группа кроликов получала основной рацион, представленный водой, сеном и комбикормом полнорационным для кроликов в измельченной, наилучшей для усвоения форме в виде гранул: ПЗК91 ГОСТ 32897-2014, изготовитель ЗАО «Алейскзернопродукт» имени С. Н. Старовойтова (таблица 1). Кроме основного в рацион опытной группы животных в течение 10 дней добавляли парааминобензойную кислоту в дозе 10 мг на 1 кг живой массы 1 раз в сутки в утреннее кормление. Животные каждой группы отбирались по принципу аналогов – учитывались возраст, пол, уровень развития, конституции и физиологическое состояние. Наиболее интенсивный рост кроликов происходит до 4-месячного возраста, в котором кролики могут достигать до 86% размеров и до 65% живой массы взрослых кроликов (Агейкин А. Г., 2020).

Все кролики взвешивались в начале проведения опыта, а затем в конце эксперимента. Ежедневно учитывалась сохранность животных контрольной и опытной групп.

Схема проведения исследований представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 — Схема проведения исследований

Витамин задавали кроликам с кормом в дозе 10 мг на 1 кг живой массы 1 раз в сутки в утреннее кормление.

В период проведения опыта кролики содержались в ЛПХ кролиководческой ферме в п. Камарчага Манского района Красноярского края в специальных клетках на открытом воздухе. Наличие в конструкции клеток эффективного электроподогрева позволяло животным находиться в комфортных условиях даже в холодный период года. Обе группы кроликов находились в одинаковых условиях содержания. Благодаря конструкции клеток животные имели постоянный доступ к

воде, в том числе в холодное время года, условия содержания были оптимальные. Доступ кроликов к поилкам и кормушкам на протяжении всего периода исследований был свободным.

Как видно из таблицы 1, основной рацион для кроликов содержит все необходимые основные питательные ингредиенты и соответствует нормам кормления.

Таблица 1 — Рацион кормления кроликов ПЗК91 ГОСТ 32897-2014, изготовитель ЗАО «Алейскзернопродукт» имени С. Н. Старовойтова

Состав рецепта, %		Добавки витаминов на 1 тонну, мг		Добавки солей на 1 тонну, мг		Показатели качества, %	
Ячмень	10	A	6,0 тысМЕ	меди	20,0	влажность	12,4
Пшеница	14,4	D3	1,0 тысМЕ	железа	100,0	сырой протеин	15,5
Овес	50	B1	2,0	марганца	30,0	сырая клетчатка	8,48
Горох	10	B2	3,0	цинка	50,0	Ккал обменной энергии	284,5
		B3	15,0				
Соя	13,5	B5	25,0	йода	2,0	кальций	2,13
Молоко	0,3	K	0,20				
Мел	0,8	E	40,0	кобальта	0,40	фосфор	0,45
Премикс П 90-1	1,0	B12	0,03				
		Bc	0,5				

## 2.3 Собственные исследования

### 2.3.1 Материал и методы исследований

Полученные результаты оценивали на основе изучения физиологического состояния кроликов и по результатам гематологических и биохимических исследований.

Продуктивность определяли взвешиванием на первый и последний день эксперимента. На основании полученных данных рассчитывали абсолютный

среднесуточный и относительный прирост живой массы (Лущенко А. Е., Черногорцева Т. Г., Бодрова С. В., Бабкова Н. М., 2009).

Забор крови производили из латеральной ушной вены в утренние часы до кормления путем прокола иглой небольшого диаметра с наружной стороны тонкого края предварительно растертого уха, так как исследователями отмечается, что там могут застаиваться клетки крови (Медянцев П. Л., 2006; Битюков И. П., 1990).

Количество эритроцитов и лейкоцитов подсчитывали с помощью счетной камеры Горяева. Подсчет эритроцитов проводили в пяти больших квадратах (80 малых квадратиках), расположенных по диагонали. Количество лейкоцитов считали в камере Горяева под малым увеличением микроскопа в 100 больших нерасчерченных квадратах (Битюков И. П., 1990; Сивкова Т. Н., 2017).

В крови определяли количество гемоглобина (по Сали) при помощи гемоглобинометра ГС-3.

Для подсчета лейкоцитарной формулы готовили окрашенные мазки крови и под иммерсионной системой микроскопа рассчитывали лейкоцитарную формулу с помощью счетчика с 11 клавишами общепринятыми методами (Смолин С. Г., 2014; Никитин В. Н., 1949).

Полученные пробы крови направлялись в Научно-исследовательский испытательный центр ФГБОУ ВО Красноярского ГАУ по контролю качества с/х сырья и пищевых продуктов, где в крови оценивали фагоцитарную активность лейкоцитов, а в сыворотке крови определяли количество общего белка, фракций белка, общего кальция, неорганического фосфора общепринятыми в ветеринарии методами.

Естественную резистентность организма кроликов оценивали по показателям гуморальной и клеточной защиты организма: бактерицидной активности сыворотки крови (БАСК) с использованием тест-культуры кишечной палочки по методике О. В. Смирновой и Т. А. Кузьминой (1966), по лизоцимной активности сыворотки крови (ЛАСК), которую определяли с культурой *Mc. Lysodeiticys* по

методу В.Г. Дорофейчука (1968) и фагоцитарной активности лейкоцитов с постановкой опсоно-фагоцитарной реакции (Алексеева Е. А., 2016).

Экономический эффект, полученный от применения ПАБК, рассчитывали на основе данных о сохранности поголовья, привеса по каждой группе, затратах кормов, электроэнергии. Расчет экономического эффекта вели по методике, которая применяется для определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений (Лоза Г. М., 1980).

### **2.3.2 Математические методы исследования**

Математическую обработку экспериментальных материалов по результатам проведенных опытов осуществляли в программах Statistica 8 и Microsoft Excel, с помощью которых определялись:

М — средняя арифметическая;

м — средняя ошибка средней арифметической;

р — достоверность различия.

Достоверность различий определяли по  $t$  — критерию Стьюдента. При этом применялись три порога достоверности ( $*p<0,05$ ;  $**p<0,01$ ;  $***p<0,001$ ). Достоверным различием считали уровень вероятности не менее  $p<0,05$ .

## Глава III РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 3.1 Воздействие витамина парааминонензойной кислоты на продуктивные качества кроликов породы «Серебристый»

Во время всего эксперимента кролики опытной группы, в рацион кормления которых добавляли ПАБК в дозе 10 мг на 1 кг живой массы, росли быстрее.

Необходимо отметить, что, находясь в одинаковых условиях содержания и кормления, кролики опытной группы имели неодинаковую интенсивность развития в различные периоды года.

Значения абсолютного среднесуточного прироста живой массы в весенний период года в опытной группе росли интенсивнее, чем в контрольной группе (рисунок 2). В возрасте 2 месяцев абсолютный среднесуточный прирост живой массы в опытной группе был выше, чем в контрольной группе на 27% ( $p<0,05$ ), в 3 месяца выше на 28% ( $p<0,05$ ), а в 4 месяца выше на 35% ( $p<0,01$ ). Показатель абсолютного прироста живой массы за весь сезон в опытной группе превышал данные контрольной группы на 30% ( $p<0,001$ ).

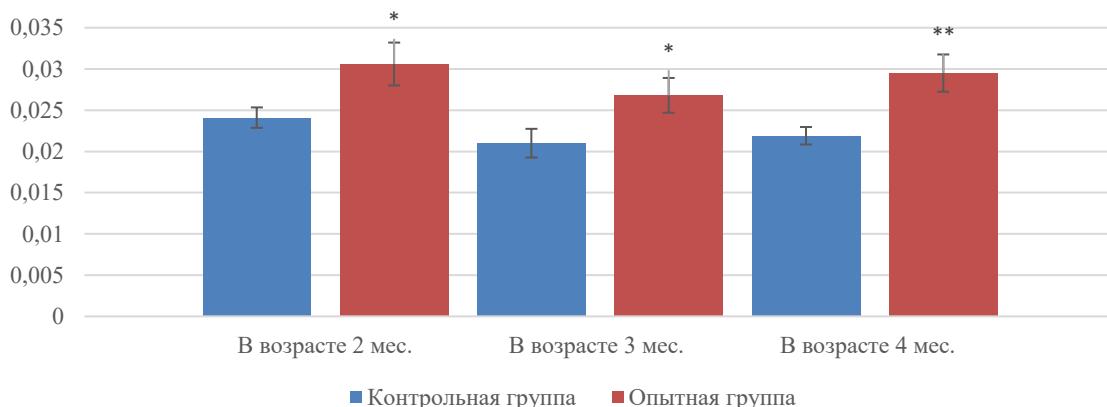


Рисунок 2 — Абсолютный среднесуточный прирост живой массы кроликов породы «Серебристый» в весенний период года

В летний период года набор живой массы кроликами опытной группы также был выше, чем животными контрольной группы (рисунок 3). В возрасте 2 месяцев показатели абсолютного среднесуточного прироста в опытной и контрольной

группе разнились. Однако, на 3 и 4 месяц значения абсолютного среднесуточного прироста живой массы опытной группы превышали контрольные данные на 26% ( $p<0,05$ ) и 34% ( $p<0,05$ ) соответственно. За весь период абсолютный прирост живой массы кроликов опытной группы был выше, чем в контрольной группе на 25% ( $p<0,001$ ).

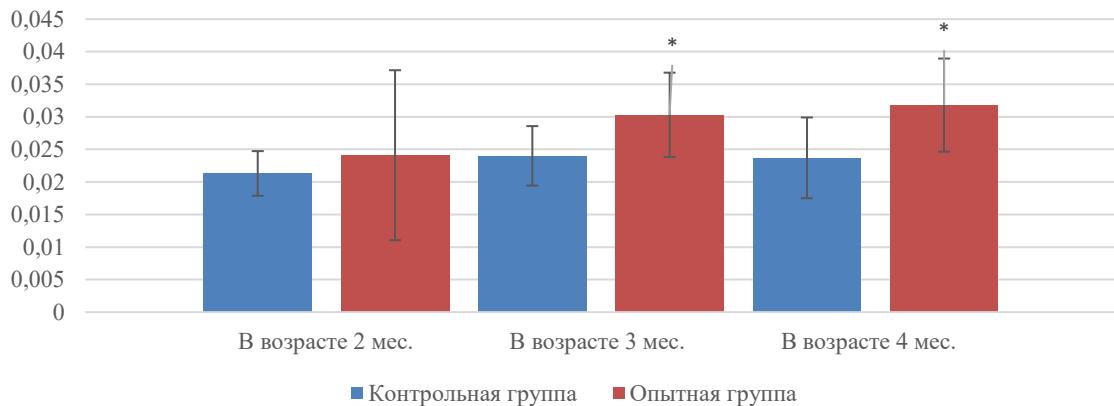


Рисунок 3 — Абсолютный среднесуточный прирост живой массы кроликов породы «Серебристый» в летний период года

Осенью наблюдалась схожая тенденция к наибольшему набору живой массы у кроликов опытной группы в сравнении с контрольной (рисунок 4). В возрасте 2 месяцев кролики опытной группы имели абсолютный среднесуточный прирост живой массы выше, чем кролики контрольной группы на 17% ( $p<0,05$ ). В 3-х месячном возрасте этот показатель в опытной группе был выше на 27% ( $p<0,05$ ), а в возрасте 4 месяцев был недостоверно выше лишь на 9%. За весь период абсолютный прирост живой массы в опытной группе был выше на 18% ( $p<0,05$ ).

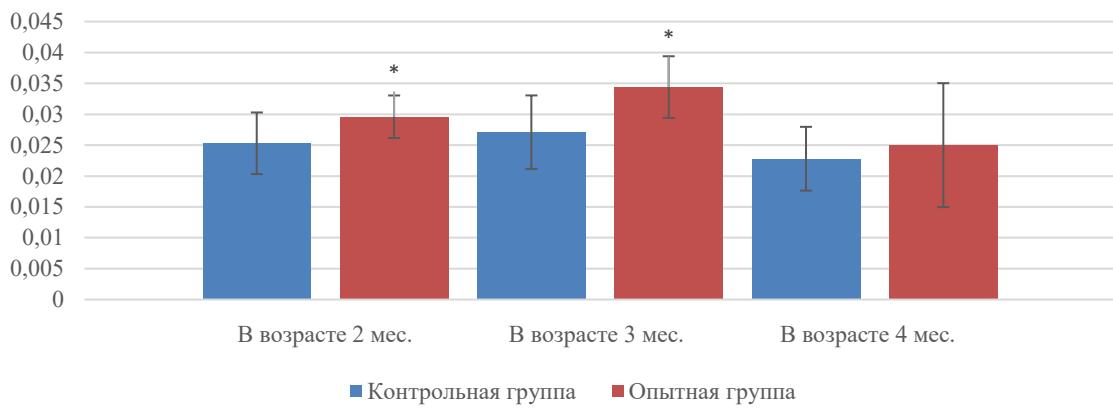


Рисунок 4 — Абсолютный среднесуточный прирост живой массы кроликов породы «Серебристый» в осенний период года

В зимний сезон года в возрасте 2 и 3 месяца абсолютный среднесуточный прирост живой массы в опытной группе был недостоверно выше на 16 %, но на 4 месяц этот показатель был выше уже на 29% ( $p<0,05$ ) (рисунок 5). За весь экспериментальный период в зимнее время года показатель абсолютного прироста живой массы в опытной группе был выше, чем в контрольной группе на 20% ( $p<0,01$ ).

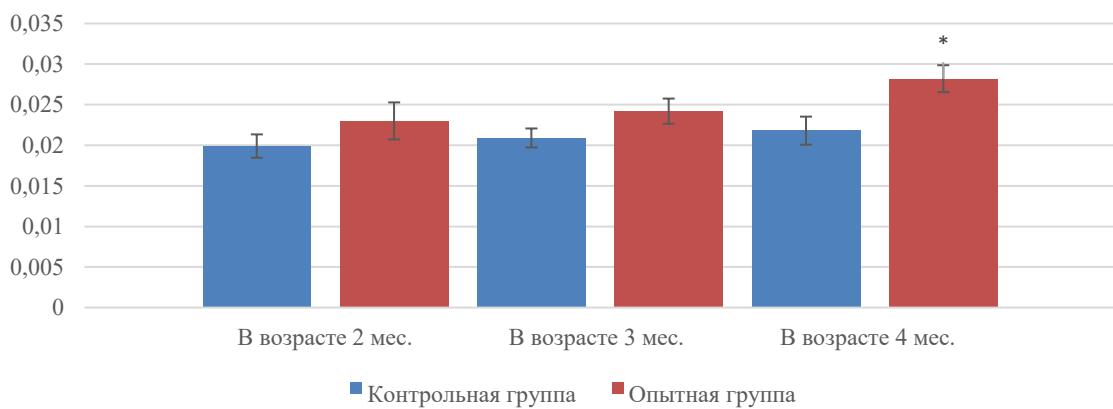


Рисунок 5 — Абсолютный среднесуточный прирост живой массы кроликов породы «Серебристый» в зимний период года

Во все периоды года кролики опытной группы показали достоверно стабильные более высокие приrostы живой массы. Наиболее интенсивный рост наблюдался у кроликов в весенний, а также в летний сезон года. В среднем

среднесуточный привес за весь период проведения эксперимента составил 22,8 г/гол/сут в контрольной группе и 28,1 г/гол/сут в опытной группе, что на 23% больше ( $p<0,01$ ).

Сохранность во всех группах за весь период эксперимента составила 100%.

Также для определения истинной скорости роста был вычислен относительный прирост живой массы кроликов опытной и контрольной групп (рисунок 6). Этот показатель был достоверно выше у кроликов опытной группы во все периоды года. В весеннее время года относительный прирост живой массы в опытной группе был выше на 28% ( $p<0,001$ ). В летнее время это значение в опытной группе было выше, чем в контрольной группе кроликов на 22% ( $p<0,05$ ). Осенью эта разница составила 18 % ( $p<0,05$ ), а зимой 19% ( $p<0,001$ ).

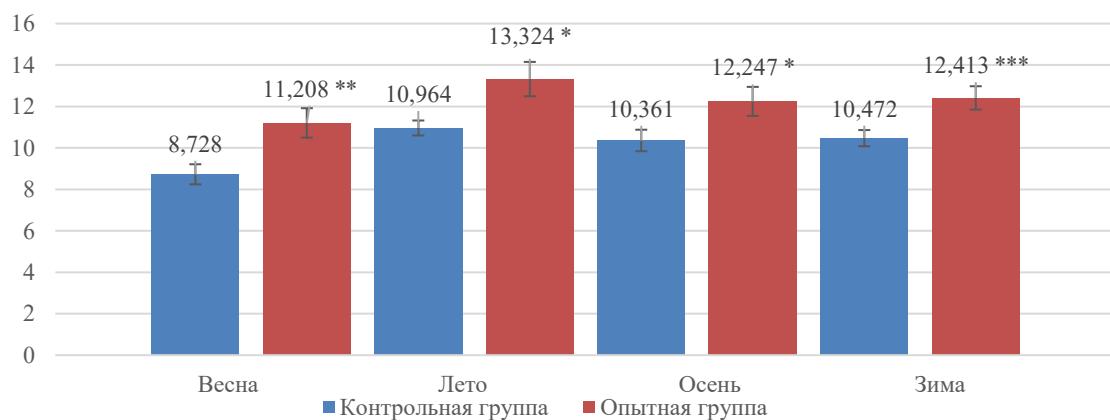


Рисунок 6 — Изменения относительного прироста живой массы кроликов породы «Серебристый» при применении парааминобензойной кислоты в дозе 10 мг на 1 кг живой массы в зависимости от сезонов года

Применение ПАБК в качестве витаминной добавки к основному рациону кормления кроликов породы «Серебристый» позволяет увеличить абсолютный прирост живой массы животных от 18% до 30 % (таблица 2). Это повышение прироста живой массы достигается за счет положительной тенденции изменения среднесуточного привеса, а также усилением парааминобензойной кислотой активизации ферментативных процессов в кишечнике, интенсивному всасыванию питательных веществ и усвоению их в организме.

Таблица 2 — Показатели абсолютного прироста живой массы кроликов породы «Серебристый» при применении парааминобензойной кислоты в разные сезоны года

Сезон года	Весна		Лето		Осень		Зима	
	контрольная	опытная	контрольная	опытная	контрольная	опытная	контрольная	опытная
Группа кроликов								
Абсолютный прирост, г	223,3 ±7,8	289,7 ±11,9	230,0 ±9,0	287,3 ±17,9	250,7 ±10,2	296,7 ±14,1	208,7 ±7,5	251,3 ±10,8
Среднесуточный прирост, г/гол/сут	22,3± 0,8	29,0± 1,2	23,0± 0,9	28,7± 1,8	25,1± 1,0	29,7± 1,4	20,9± 0,7	25,1± 1,1
Опытная группа в сравнении с контрольной, %	100	130***	100	125**	100	118*	100	120**

Примечание: \*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$ ; \*\*\*  $p<0,001$

### 3.2 Влияние парааминобензойной кислоты на морфологические показатели крови кроликов породы «Серебристый»

В нормальных условиях картина крови здоровых животных относительно стабильна. Органы кроветворения имеют чувствительную реакцию на патологические воздействия на организм нарушениями гемопоэза. В ходе исследований было установлено определенное воздействие парааминобензойной кислоты на физиологическое состояние кроликов опытной группы.

Таблица 3 — Возрастная динамика морфологического состава крови у кроликов породы «Серебристый» при применении парааминобензойной кислоты в весенне-летний период года

Сезон года	Возраст кроликов, месяцев	Группа кроликов	Гемоглобин, г/л	Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	Лейкоциты, $10^9/\text{л}$
Весна	2	контрольная	80,4 $\pm$ 2,84	6,1 $\pm$ 0,12	9,4 $\pm$ 0,07
		опытная	101,4 $\pm$ 4,74**	6,5 $\pm$ 0,04*	9,1 $\pm$ 0,08*
	3	контрольная	88,6 $\pm$ 4,13	5,1 $\pm$ 0,18	9,6 $\pm$ 0,19
		опытная	109,5 $\pm$ 5,13***	6,1 $\pm$ 0,21**	8,9 $\pm$ 0,14**
	4	контрольная	93,0 $\pm$ 3,46	6,3 $\pm$ 0,09	8,9 $\pm$ 0,07
		опытная	106,5 $\pm$ 3,55*	6,8 $\pm$ 0,15*	9,1 $\pm$ 0,07
Лето	2	контрольная	98,9 $\pm$ 2,47	4,91 $\pm$ 0,08	13,1 $\pm$ 0,80
		опытная	111,7 $\pm$ 4,13**	5,15 $\pm$ 0,04*	10,6 $\pm$ 0,45*
	3	контрольная	105,5 $\pm$ 3,33	5,53 $\pm$ 0,07	11,2 $\pm$ 0,52
		опытная	117,2 $\pm$ 2,41*	5,72 $\pm$ 0,12	9,3 $\pm$ 0,39*
	4	контрольная	112,4 $\pm$ 3,46	5,41 $\pm$ 0,13	9,2 $\pm$ 0,3
		опытная	120,4 $\pm$ 0,80*	5,89 $\pm$ 0,13*	8,49 $\pm$ 0,19

Примечание: \*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$ ; \*\*\*  $p<0,001$

Морфологические показатели крови в весенне-летний период года в опытной группе находились в пределах физиологической нормы. Как видно из таблицы 3 в контрольной группе наблюдалось снижение показателей гемоглобина в весенне время. В этот период года наблюдалась положительная динамика и более высокие показатели гемоглобина и эритроцитов в опытной группе кроликов. В весенне время года содержание гемоглобина в возрасте 2-х месяцев у кроликов опытной группы было выше на 26% ( $p<0,01$ ), в возрасте 3-х месяцев выше на 24% ( $p<0,01$ ), а в 4-х месячном возрасте выше на 15% ( $p<0,05$ ). Количество эритроцитов в опытной группе также было выше, чем в контрольной группе в 2-х, 3-х и 4-х месячном возрасте на 7% ( $p<0,05$ ), 20% ( $p<0,01$ ) и 8% ( $p<0,05$ ) соответственно. Количество лейкоцитов показало обратную динамику – в возрасте 2-х месяцев результаты в контрольной группе были выше на 3% ( $p<0,05$ ), в возрасте 3-х месяцев – выше на 8% ( $p<0,01$ ).

В летний период уровень гемоглобина года в крови кроликов в обеих группах находился в пределах физиологической нормы. Но в возрасте 2-х месяцев

результаты в опытной группе животных были выше на 13% ( $p<0,01$ ). В возрасте 3-х месяцев количество гемоглобина в опытной группе было выше на 11% ( $p<0,05$ ). В 4-х месячном возрасте содержание гемоглобина в крови кроликов контрольной группы было ниже на 7% ( $p<0,05$ ). Количество эритроцитов в возрасте 2-х месяцев в крови кроликов опытной группы было выше на 5% ( $p<0,05$ ), в 3-х месячном возрасте – на 3%, а в возрасте 4-х месяцев на 9% ( $p<0,05$ ). Количество лейкоцитов было выше в контрольной группе в возрасте 2-х месяцев на 24% ( $p<0,05$ ), в возрасте 3-х месяцев – на 20% ( $p<0,05$ ), а в 4 месяца – на 8%.

Таблица 4 — Возрастная динамика морфологического состава крови у кроликов породы «Серебристый» при применении парааминобензойной кислоты в осенне-зимний период года

Сезон года	Возраст, месяцев	Группа кроликов	Гемоглобин, г/л	Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	Лейкоциты, $10^9/\text{л}$
Осень	2	контрольная	100,9±4,16	4,1±0,07	8,48±0,35
		опытная	117,9±6,99*	4,3±0,07	7,32±0,20
	3	контрольная	99,4±1,66	4,2±0,06	10,08±0,53
		опытная	115,0±5,32*	4,4±0,09*	8,55±0,20**
	4	контрольная	116,4±5,53	4,0±0,07	9,44±0,50
		опытная	128,5±0,98*	4,7±0,08***	8,32±0,20**
Зима	2	контрольная	89,5±1,34	2,7±0,03	12,0±0,69
		опытная	96,3±2,86*	2,8±0,03	9,81±0,31*
	3	контрольная	87,1±1,08	2,6±0,01	5,28±0,17
		опытная	90,1±1,95	2,6±0,01	6,22±0,28*
	4	контрольная	92,2±1,09	3,0±0,07	8,41±0,17
		опытная	93,4±0,71	3,2±0,02*	7,32±0,22**

Примечание: \*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$ ; \*\*\*  $p<0,001$

В осенний сезон года все морфогематологические показатели крови в обеих группах находились в пределах физиологических норм, за исключением гемоглобина контрольной группы кроликов 3-х месячного возраста, который был немного ниже нормативных показателей (таблица 4). В целом наблюдается позитивная динамика от применения парааминобензойной кислоты в этот период года. Содержание гемоглобина в опытной группе было выше в 2-х, 3-х и 4-х месячном возрастах на 17% ( $p<0,05$ ), на 16% ( $p<0,05$ ) и на 10% ( $p<0,05$ )

соответственно. Количество эритроцитов в опытной группе также было выше в возрасте 2-х и 3-х месяцев на 5% и 6% ( $p<0,05$ ) соответственно, и 4-х месяцев на 17% ( $p<0,001$ ). Показатели количества лейкоцитов в контрольной группе были выше, чем в опытной группе в 2 месяца – на 16% ( $p<0,01$ ), в 3 месяца – на 18% ( $p<0,01$ ), а в возрасте 4-х месяцев – на 13%.

В зимний период года показатели гемоглобина и эритроцитов были снижены у всех животных относительно нормы. Показатели лейкоцитов находились в пределах физиологической нормы, за исключением контрольной группы кроликов в возрасте 3-х месяцев. Количество гемоглобина у кроликов опытной группы в возрасте 2-х месяцев было выше на 8% ( $p<0,05$ ), в 3 и 4 месяца эти различия составили лишь 3% и 1% соответственно. Показатели количества эритроцитов в крови кроликов опытной группы были немного выше в 4 месяца на 6% ( $p<0,05$ ). Количество лейкоцитов в опытной группе кроликов было ниже в возрасте 2-х и 4-х месяцев на 22% ( $p<0,05$ ) и 15 % ( $p<0,01$ ) соответственно, а в возрасте 3-х месяцев показатель лейкоцитов опытной группы был выше на 18% ( $p<0,05$ ), однако в отличие от лейкоцитов контрольной группы полученные данные находились в пределах физиологической нормы.

Как правило, у кроликов лимфоцитарный профиль крови, где лимфоциты могут иметь долю до 83% лейкоцитов (Любин Н. А., 2005; Турицына Е. Г., Есакова А. А., Жемер Ю. А., Зайцева Ю. А., 2018).

Данные о распределении форм лейкоцитов в пределах лимфоцитарной формулы по сезонам года представлены в таблицах 5-6.

Таблица 5 — Лейкоцитарная формула крови кроликов породы «Серебристый» в весенне-летний период года

Сезон года	Возраст кроликов, месяцев	Группа кроликов	Лейкоцитарная формула крови кроликов породы «Серебристый» в весенне-летний период года					
			Сементоядерные нейтрофилы, %	Палочкоядерные нейтрофилы, %	Базофилы, %	Эозинофилы, %	Моноциты, %	
Весна	2	контрольная	30,0±1,56	1,0±0,31	1,9±0,37	1,1±0,29	2,0±0,54	64±2,23
		опытная	37,0±1,87*	1,0±0,42	0,3±0,16***	0,8±0,21	1,3±0,39	59,6±1,97
	3	контрольная	41,0±1,47	0,5±0,32	1,8±0,38	3,6±0,39	2,7±0,54	50,6±1,43
		опытная	43,0±1,30	0,3±0,16	0,4±0,17**	1,1±0,29***	1,0±0,35*	54,0±1,64
Лето	4	контрольная	26,0±1,69	1,9±0,40	2,2±0,44	2,7±0,50	2,7±0,59	66,2±1,84
		опытная	32,0±1,71*	0,2±0,14***	1,8±0,41	1,7±0,27	1,0±0,50*	61,6±2,10
	2	контрольная	23,1±0,43	0,9±0,29	0,2±0,14	0,3±0,22	4,0±0,38	72,0±0,67
		опытная	19,3±0,50***	0,4±0,23	0,3±0,16	0,8±0,21	3,0±0,31	75,7±0,65***
	3	контрольная	24,9±0,43	3,6±0,48	0,6±0,23	0,9±0,29	1,9±0,43	69,8±0,87
		опытная	31,1±0,71***	2,0±0,44*	0,1±0,11	0,8±0,31	4,6±0,42**	59,8±1,00***
	4	контрольная	57,2±1,37	0,4±0,23	2,5±0,24	1,9±0,43	4,9±0,40	33,2±1,39
		опытная	56,3±1,22	0,3±0,16	0,1±0,11***	0,3±0,16**	3,0±0,44**	39,9±1,5**

Примечание: \* $p<0,05$ ; \*\* $p<0,01$ ; \*\*\* $p<0,001$

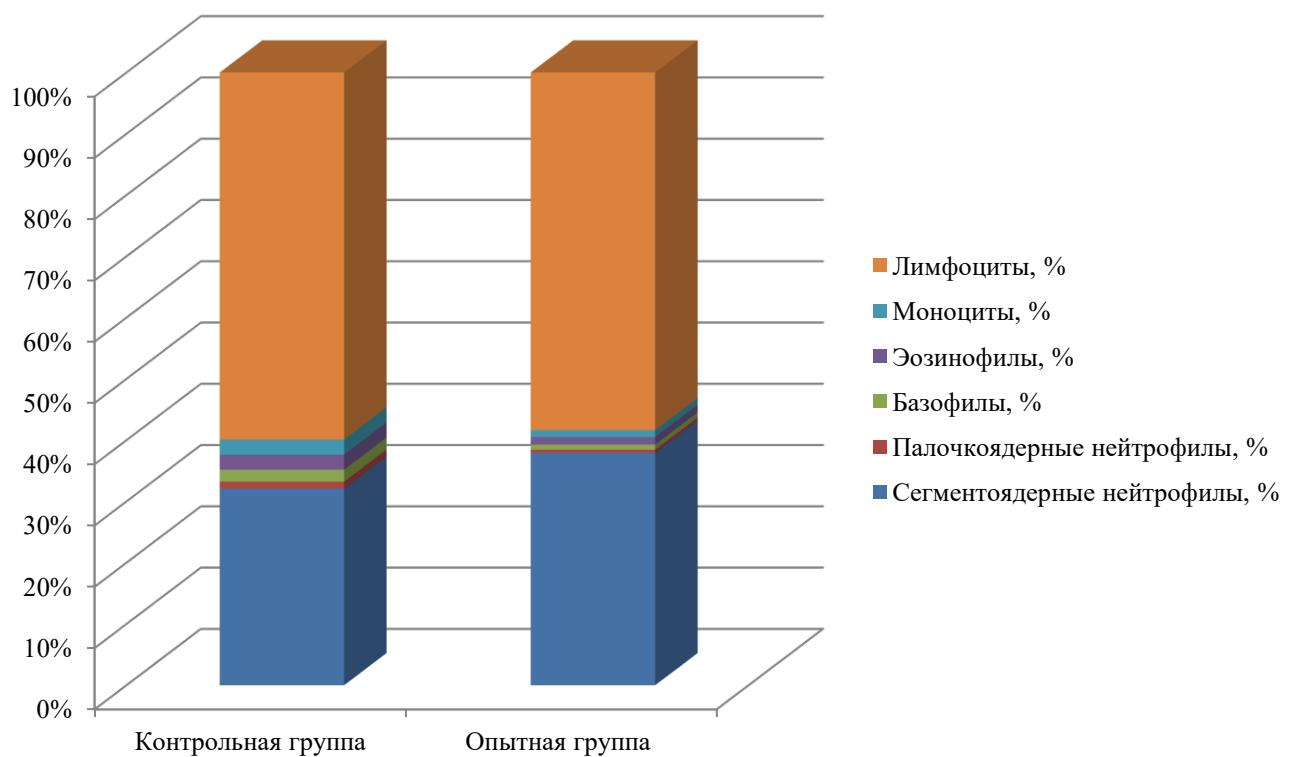


Рисунок 7 — Данные полученных исследований по расчёту лейкоцитарной формулы крови кроликов породы «Серебристый» в весенний период года после применения парааминобензойной кислоты

Как видно из рисунка 7, в весенне время отмечено некоторое снижение количества сегментоядерных нейтрофилов с 37,3% в опытной группе до 32,3% в контрольной группе ( $p<0,05$ ), а также палочкоядерных нейтрофилов с 1,1% в контрольной группе до 0,5% в опытной группе ( $p<0,01$ ). Также в опытной группе по сравнению с контрольной группой снижаются отдельные формы лейкоцитов, в частности, базофилы и эозинофилы более чем в 2 раза с 2% до 0,8% ( $p<0,001$ ) и с 2,5% до 1,2% ( $p<0,001$ ). Схожим образом снижаются и моноциты с 2,47% в контрольной группе до 1,1% в опытной группе животных ( $p<0,001$ ). Отмечается также некоторое недостоверное снижение уровня лимфоцитов. Следует отметить, что все показатели находились в пределах физиологической нормы.

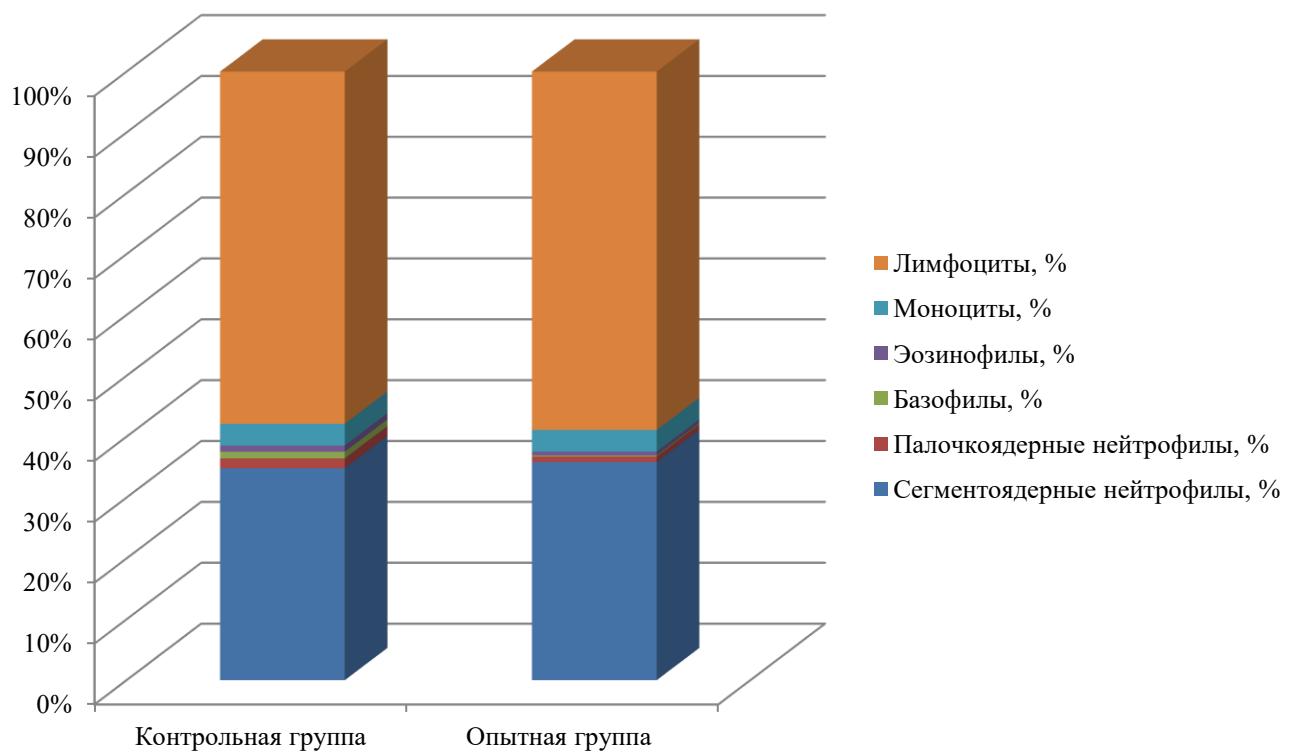


Рисунок 8 — Данные полученных исследований по расчёту лейкоцитарной формулы крови кроликов породы «Серебристый» летний период года после применения парааминобензойной кислоты

В летний сезон года в лейкоцитарной формуле значительных сдвигов обнаружено не было. Все показатели находились примерно на одном уровне и в пределах физиологических норм (рисунок 8). Достоверные различия показала лишь разница процента базофилов, который был ниже в опытной группе по сравнению с контрольной группой более чем в 6 раз ( $p<0,001$ ).

Таблица 6 – Лейкоцитарная формула крови кроликов породы «Серебристый» в осенне-зимний период года

Осень	Сезон года	Возраст кроликов, месяцев	Группа кроликов	Лейкоцитарная формула крови кроликов породы «Серебристый» в осенне-зимний период года				
				Сегментоядерные нейтрофилы, %	Палочкоядерные нейтрофилы, %	Базофилы, %	Эозинофилы, %	
Зима	2	контрольная	44,0±0,67	0,4±0,23	1,8±0,41	0,4±0,17	5±0,38	48,6±1,14
		опытная	49,0±0,70***	0,2±0,14	0,3±0,16**	0,2±0,14	1,9±0,48***	48,2±0,91
	3	контрольная	38,9±1,02	0,7±0,27	0,4±0,23	0,9±0,25	6,8±0,44	52,7±1,34
		опытная	45,0±0,92***	0,3±0,22	0,9±0,25	0,3±0,16	3±0,52***	50,1±1,00
	4	контрольная	41,0±0,77	4,8±0,64	1,9±0,33	3,9±0,25	9±0,38	41,2±1,23
		опытная	49,0±0,94***	3,0±0,50**	0,9±0,19**	1,1±0,29***	6±0,54***	38,2±1,42
2	2	контрольная	20,3±1,26	3,6±0,61	2,9±0,71	2±0,35	2±0,44	72,5±1,20
		опытная	28,0±1,36***	0,3±0,16***	2±0,67	1±0,42	0,2±0,14**	65,2±1,66**
	3	контрольная	23,0±1,13	3,0±0,54	2±0,57	1,9±0,053	1±0,27	71,5±2,09
		опытная	24,0±0,99	0,6±0,28**	0,3±0,22*	1±0,35	3±0,79*	68,7±1,29
	4	контрольная	21,2±0,58	3,0±0,44	1±0,35	0,3±0,22	2±0,65	74,5±1,21
		опытная	23,0±0,94	1,0±0,42**	0,2±0,14*	0,2±0,14	1±0,22	72,6±1,34

Примечание: \* p&lt;0,05; \*\* p&lt;0,01; \*\*\*p&lt;0,001

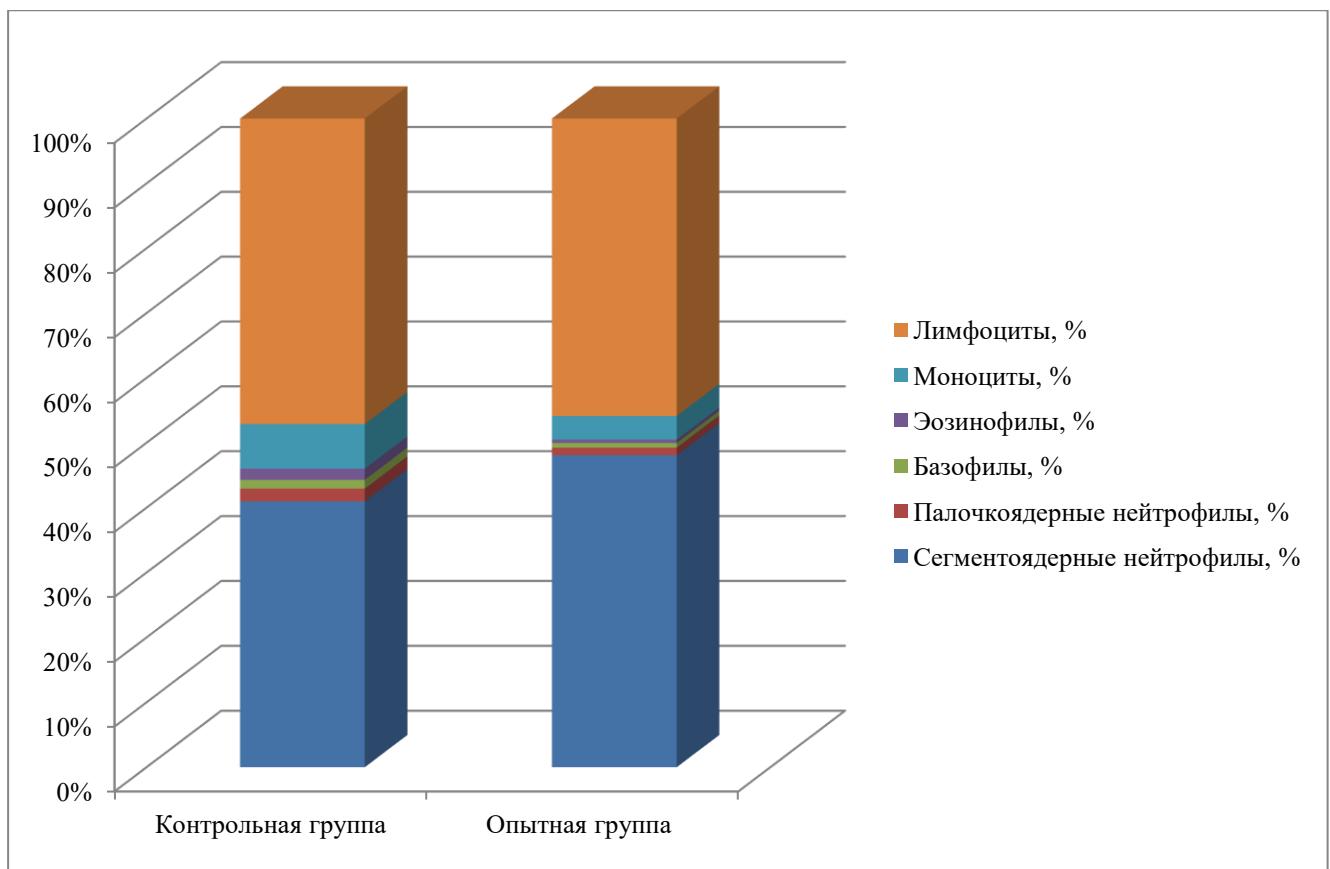


Рисунок 9 — Данные полученных исследований по расчёту лейкоцитарной формулы крови кроликов породы «Серебристый» в осенний период года после применения парааминобензойной кислоты

В осенний сезон года доля сегментоядерных нейтрофилов в опытной группе была выше, чем в контрольной группе на 6,4% ( $p<0,001$ ). Процент базофилов в опытной группе кроликов был ниже, чем в контрольной группе почти в 2 раза ( $p<0,05$ ). Схожая тенденция также наблюдалась в отношении эозинофилов, где эта разница была выше более чем в 3 раза ( $p<0,001$ ). Соотношение моноцитов показало, что доля их в контрольной группе также была почти в 2 раза выше ( $p<0,001$ ), чем в опытной группе. Лимфоциты в обеих группах находились практически на одном уровне. Отмечено, что все показатели находились в пределах физиологических норм (рисунок 9).

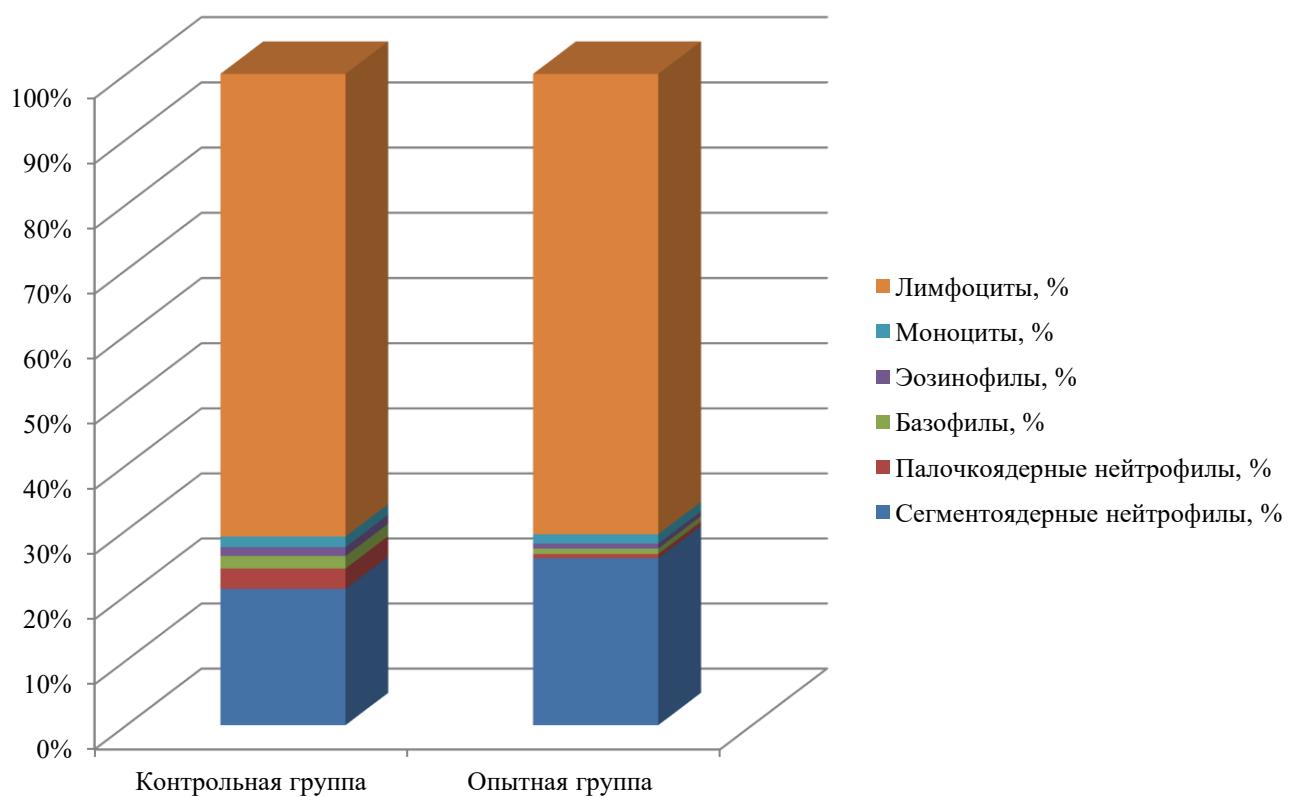


Рисунок 10 — Данные полученных исследований по расчёту лейкоцитарной формулы крови кроликов породы «Серебристый» в зимний период года после применения парааминобензойной кислоты

В зимний период года в лейкоцитарной формуле обеих групп значительно выросло количество лимфоцитов по сравнению с другими сезонами года (рисунок 10). Их число в контрольной группе было немного выше на 4% ( $p<0,01$ ), чем в опытной группе кроликов. Количество сегментоядерных нейтрофилов в контрольной группе по сравнению с опытной группой было ниже на 3,5% ( $p<0,001$ ). Также количество палочкоядерных нейтрофилов в опытной группе было ниже, чем в контрольной в 5 раз ( $p<0,001$ ). Также отмечено снижение эозинофилов в опытной группе по сравнению с контрольной группой в 2 раза ( $p<0,05$ ). Остальные показатели находились практически на одном уровне. Все результаты находились в пределах физиологической нормы.

Содержание эритроцитов показывает напряженность обменных процессов и функцию гемопоэза. Гемоглобин – ключевая часть буферной системы крови,

который поддерживает кислотно-щелочной баланс. Наиболее высокие результаты содержания гемоглобина и эритроцитов были получены в опытной группе кроликов в весенний и летний периоды года. В зимнее время года наблюдаются самые низкие значения всех морфогематологических показателей крови в обеих группах по сравнению с другими сезонами, однако эти данные в опытной группе также были выше, чем в контрольной. Повышение содержания лейкоцитов в здоровом организме характеризует напряжение его защитных функций. Более низкий их уровень в крови в пределах нормы у животных опытной группы говорит о более стабильном физиологическом состоянии организма, что позитивно сказывается на росте и развитии животных.

Таким образом, очевидно воздействие парааминобензойной кислоты в дозе 10 мг на 1 кг живой массы на морфогематологические показатели крови кроликов породы «Серебристый», а именно: увеличение количества эритроцитов и гемоглобина в пределах физиологических норм, что положительно сказывается на обменных процессах в организме и нормальной жизнедеятельности кроликов.

Исследования лейкоцитарной формулы не показали значительного изменения в соотношении различных форм лейкоцитов, однако отмечено, что доля сегментоядерных нейтрофилов снижается в пользу повышения в пределах физиологических норм отдельных форм лейкоцитов, в частности базофилов, эозинофилов и моноцитов в контрольной группе. Количество сегментоядерных нейтрофилов в крови у кроликов опытной группы после применения витамина парааминобензойной кислоты было больше, что указывает на повышение резистентности организма животных. Отмеченное небольшое повышение количества эозинофилов, базофилов и моноцитов в крови животных контрольной группы позволяет судить о том, что витамин парааминобензойная кислота снижает действие неблагоприятных для организма кроликов факторов (Любин Н. А., 2005).

### **3.3 Влияние парааминобензойной кислоты на концентрацию общего белка в крови кроликов породы «Серебристый»**

Белки крови представляют собой необходимую структурную часть в организме и лежат в основе важных физиологических функций, в частности поддержание осмотического давления и образуют буферную систему крови, поддерживая рН крови в норме. Интенсивность белкового обмена можно наблюдать по изменению уровня общего белка и белковых фракций в сыворотке крови. Физиологическое состояние и продуктивные качества кроликов имеют прямую зависимость с содержанием общего белка в сыворотке крови. Витамин парааминобензойная кислота оказывает влияние на усвоение белка у животных (Кожевникова Н. А., 1993).

Содержание общего белка в сыворотке крови кроликов в опытных группах животных в весенний и летний периоды года находилось в пределах физиологической нормы, за исключением повышенного количества общего белка опытной группы 4-месячного возраста весеннего сезона года. Содержание общего белка в весенний период года в возрасте 2 и 3 месяцев в опытной и контрольной группе находилось практически на одном уровне. Далее разница в содержании общего белка в 4-х месячном возрасте в пользу животных опытной группы возросла до 14% ( $p<0,01$ ). В летний период года в возрасте 2 месяцев содержание общего белка в опытной группе оказалось выше, чем в контрольной на 9% ( $p<0,01$ ), в возрасте 3 месяцев этот показатель в опытной группе был выше на 10% ( $p<0,05$ ), чем в контрольной группе, а в возрасте 4 месяцев на 8% ( $p<0,05$ ) (таблицы 7-8).

Таблица 7 — Количество общего белка в сыворотке крови кроликов породы «Серебристый» при применении ПАБК в весенне-летний период года

Сезон года	Количество голов	Возраст кроликов, мес.	Группы кроликов	Общий белок, г/л
Весна	10	2	контрольная	61,7±0,25
	10		опытная	61,9±0,09
	10	3	контрольная	49,6±0,54
	10		опытная	49,4±5,27
	10	4	контрольная	68,7±1,79
	10		опытная	78,0±1,74**
Лето	10	2	контрольная	59,5±1,38
	10		опытная	64,9±0,46**
	10	3	контрольная	60,4±0,83
	10		опытная	66,6±2,46*
	10	4	контрольная	60,4±1,48
	10		опытная	65,0±0,90*

Примечание: \*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$

Таблица 8 — Влияние ПАБК на количество общего белка в сыворотке крови у кроликов породы «Серебристый» в весенне-летний период года

Сезон года	Возраст кроликов, мес.	Общий белок, г/л		
		контрольная группа	опытная группа	опытная в сравн. с контрольной, %
Весна	2	61,7	61,9	100
	3	49,6	49,4	100
	4	68,7	78,0	114**
Лето	2	59,5	64,9	109**
	3	60,4	66,6	110*
	4	60,4	65,0	108*

Примечание: \*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$

В осенне-зимний период года содержание общего белка в опытных и контрольных группах находилось в пределах физиологической нормы. Содержание общего белка за весь сезон в контрольных группах было ниже, чем в опытных группах. Также отмечается тенденция к снижению уровня общего белка к концу осеннего сезона в обеих группах.

В осенний период в возрасте 2 месяцев у кроликов опытной группы

содержание общего белка было выше на 11% ( $p<0,05$ ), в возрасте 3-х месяцев – на 5% ( $p<0,05$ ), а в возрасте 4-х месяцев – на 17% ( $p<0,05$ ). В зимнее время года у кроликов 2-месячного возраста содержание общего белка в сыворотке крови в опытной группе было выше на 4%, в возрасте 3 месяцев – на 16% ( $p<0,05$ ), а в 4-х месячном возрасте – на 11% ( $p<0,05$ ) (таблицы 9-10).

Таблица 9 – Количество общего белка в сыворотке крови у кроликов породы «Серебристый» при применении ПАБК в осенне-зимний период года

Сезон года	Количество голов	Возраст кроликов, мес.	Группы кроликов	Общий белок, г/л
Осень	10	2	контрольная	67,3±2,01
	10		опытная	74,5±1,45*
	10	3	контрольная	57,8±1,21
	10		опытная	60,4±0,23*
	10	4	контрольная	48,0±2,21
	10		опытная	55,9±1,72*
Зима	10	2	контрольная	54,9±3,86
	10		опытная	57,3±1,72
	10	3	контрольная	47,7±1,26
	10		опытная	55,1±2,34*
	10	4	контрольная	50,5±1,07
	10		опытная	56,2±1,74*

Примечание: \* $p<0,05$

Таблица 10 – Влияние ПАБК на количество общего белка в сыворотке крови у кроликов породы «Серебристый» в осенне-зимний сезон года

Сезон года	Возраст кроликов, мес.	Общий белок, г/л		
		контрольная группа	опытная группа	опытная в сравнении с контрольной, %
Осень	2	67,3	74,5	111*
	3	57,8	60,4	105*
	4	48,0	55,9	117*
Зима	2	54,9	57,3	104
	3	47,7	55,1	116*
	4	50,5	56,2	111*

Примечание: \*  $p<0,05$

Добавление парааминобензойной кислоты в рацион кормления кроликов породы «Серебристый» в дозе 10 мг на 1 кг живой массы в течение 10 дней оказывает благоприятное влияние на усвояемость белков корма, повышая уровень общего белка в крови в пределах физиологических норм, что положительным образом сказывается на приросте живой массы кроликов.

Повышение количества общего белка в сыворотке крови опытной группы кроликов является свидетельством более эффективных окислительно-восстановительных процессов организма, показывает усиление функции синтеза белка в печени (Саломатин В. В., 2012). Как указывает Таранов М. Т. (1983), чем выше индекс общего белка, тем эффективнее протекает обмен белков, что в дальнейшем влияет на все метаболические процессы в организме животного.

### **3.4 Содержание общего кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови у кроликов породы «Серебристый» при основном рационе и при применении витамина парааминобензойной кислоты в весенний и летний периоды года**

В весенний и летний периоды года в сыворотке крови кроликов опытной группы содержание кальция находилось в пределах физиологической нормы. Содержание общего кальция в сыворотке крови контрольной группы животных было немного ниже физиологической нормы лишь в весенний период года первые две месяца. Содержание кальция испытуемых животных было выше в оба сезона года (таблицы 11-12). Содержание неорганического фосфора также состояло в пределах физиологической нормы в каждой группе кроликов в весенний и летний сезоны. В оба периода года наблюдается тенденция к увеличению содержания кальция и фосфора в опытной и контрольной группах.

В весенний период года в возрасте 2 месяцев содержание общего кальция по сравнению с контрольной группой было выше на 12% ( $p<0,05$ ), содержание фосфора было выше на 8% ( $p<0,05$ ). Соотношение кальция к фосфору в этом возрасте составило 2,71:1 в контрольной группе и 2,79:1 в опытной. В возрасте 3

месяцев наблюдается наибольшее повышение количества кальция в сыворотке крови у кроликов опытной группы в этот период года - на 18% ( $p<0,01$ ). Показатели фосфора в этом возрасте также были самыми высокими в этот сезон года. В опытной группе этот возрастной период содержание фосфора было выше на 12% ( $p<0,001$ ). Соотношение этих показателей в контрольной группе было 1,16:1 и в опытной группе 1,22:1. Соотношение количественного содержания общего кальция к неорганическому фосфору в это время было практически одинаковым в обеих группах и составило 1,99:1 в контрольной группе и 2,11:1 в опытной группе.

В летнее время года также наблюдается динамика повышения общего кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови кроликов опытной группы по сравнению с контрольной группой. В 2-х и 3-х месячном возрасте разница содержания общего кальция между показателями опытной и контрольной группы кроликов составила 15% ( $p<0,05$ ) и 14% соответственно. В возрасте 2 месяцев содержание неорганического фосфора в опытной группе было выше, чем в контрольной группе на 21% ( $p<0,001$ ), а в 3-х месячном возрасте находилось практически на одном уровне. В возрасте 2 месяцев соотношение кальция к фосфору было почти на одном уровне 1,47:1 в контрольной группе и 1,41:1 в опытной. В возрасте 3 месяцев это соотношение составило 1,17:1 в контрольной группе и 1,37:1 в опытной группе. На 4 месяц показатели общего кальция в опытной группе превышали контрольные на 21% ( $p<0,001$ ), а неорганического фосфора выше на 7% ( $p<0,05$ ). Соотношение общего кальция к неорганическому фосфору в возрасте 4 месяцев составило 1,23:1 в контрольной группе и 1,46:1 в опытной группе.

Таблица 11 – Показатели кальциево-фосфорного обмена в сыворотке крови у кроликов породы «Серебристый» при применении парааминобензойной кислоты в весенне и летнее времена года

Сезон года	Возраст кроликов, месяцев	Группы кроликов	Общий кальций, ммоль/л	Неорганический фосфор, ммоль/л
Весна	2	контрольная	2,25±0,096	0,83±0,015
		опытная	2,51±0,069*	0,90±0,026*
	3	контрольная	2,30±0,042	1,98±0,026
		опытная	2,73±0,101**	2,22±0,023***
Лето	4	контрольная	2,45±0,080	1,23±0,026
		опытная	2,74±0,132	1,30±0,025
	2	контрольная	2,76±0,102	1,86±0,033
		опытная	3,17±0,098*	2,25±0,036***
	3	контрольная	2,77±0,092	2,36±0,054
		опытная	3,15±0,178	2,3±0,062
	4	контрольная	2,95±0,036	2,4±0,037
		опытная	3,75±0,157***	2,56±0,041

Примечание: \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001

Таблица 12 – Влияние ПАБК на показатели общего кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови у кроликов породы «Серебристый» в весенне-летний период года

Сезон года	Возраст кроликов, месяцев	Общий кальций, ммоль/л			Неорганический фосфор, ммоль/л		
		контрольная группа	опытная группа	опытная в сравнении с контрольной, %	контрольная группа	опытная группа	опытная в сравнении с контрольной, %
Весна	2	2,25	2,51	112*	0,83	0,90	108*
	3	2,30	2,71	118**	1,98	2,22	112***
	4	2,45	2,74	112	1,23	1,30	106
Лето	2	2,74	3,17	115*	1,86	2,25	121***
	3	2,77	3,15	114	2,36	2,30	97
	4	2,95	3,75	121***	2,40	2,56	107*

Примечание: \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001

Таким образом, в весенне-летнее время года добавление в рацион кормления кроликов породы «Серебристый» парааминобензойной кислоты в дозе 10 мг на 1 кг живой массы оказывает положительное влияние на кальциево-фосфорный обмен: возрастает всасывание кальция и фосфора в кровь, достигая более высокого уровня, однако, не нарушая пределов физиологических норм (таблицы 13-14).

Осенью содержание общего кальция и в контрольной, и в опытной группе находилось в пределах физиологической нормы, но содержание неорганического фосфора было несколько выше нормы за все время в обеих группах. Содержание общего кальция в опытной группе в осенний сезон года было выше в возрасте 2-х месяцев на 5% ( $p<0,01$ ), в трехмесячном возрасте на 15% ( $p<0,001$ ). Соотношение общего кальция к неорганическому фосфору в возрасте 2 месяцев было 0,90:1 в контрольной группе, а в опытной группе составило 1:1. То же соотношение в 3-х месячном возрасте в контрольной группе составило 0,79:1 и в опытной группе 0,86:1. В 4 месяца это соотношение в контрольной группе стало 0,96:1, а в опытной группе 1,1:1.

В зимний период года все показатели в обеих группах находились в пределах физиологических норм. Показатели общего кальция в опытной группе в 2-х месячном возрасте были выше на 10% ( $p<0,05$ ) и в возрасте 3-х месяцев больше на 14% ( $p<0,05$ ). Показатели неорганического фосфора разнились. В возрасте 2-х и 4-х месяцев содержание неорганического фосфора в опытной группе было выше на 22% ( $p<0,01$ ) и 21% ( $p<0,05$ ) соответственно. Соотношение общего кальция к неорганическому фосфору в этот сезон года в возрасте 2 месяцев составило 2,54:1 в контрольной группе и 2,31:1 в опытной. В возрасте 3 месяцев это соотношение было 2:1 в контрольной группе и 2,43:1 в опытной группе, в возрасте 4 месяцев 2,23:1 в контрольной группе и 1,93:1 в опытной.

Таблица 13 — Показатели кальциево-фосфорного обмена в сыворотке крови у кроликов породы «Серебристый» при применении парааминобензойной кислоты в осенний и зимний период года

Сезон года	Возраст кроликов, месяцев	Группы кроликов	Общий кальций, ммоль/л	Неорганический фосфор, ммоль/л
Осень	2	контрольная	3,00±0,027	3,34±0,059
		опытная	3,16±0,036**	3,16±0,068
	3	контрольная	2,40±0,022	3,03±0,084
		опытная	2,76±0,028***	3,22±0,026*
	4	контрольная	3,02±0,047	3,15±0,096
		опытная	3,11±0,030	2,87±0,105
	2	контрольная	3,56±0,141	1,40±0,056
		опытная	3,93±0,104*	1,70±0,083**
Зима	3	контрольная	2,45±0,057	1,22±0,035
		опытная	2,79±0,082**	1,15±0,046
	4	контрольная	3,90±0,105	1,75±0,107
		опытная	4,09±0,060	2,12±0,069*

Примечание: \*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$ ; \*\*\*  $p<0,001$

Таблица 14 — Влияние ПАБК на показатели содержания общего кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови у кроликов породы «Серебристый» в осенне-зимний период года

Сезон года	Возраст кроликов, месяцев	Общий кальций, ммоль/л			Неорганический фосфор, ммоль/л		
		контрольная группа	опытная группа	опытная в сравнении с контрольной, %	контрольная группа	опытная группа	опытная в сравнении с контрольной, %
Осень	2	3,00	3,16	105**	3,34	3,16	95
	3	2,40	2,76	115***	3,03	3,22	106*
	4	3,02	3,11	103	3,15	2,87	91
Зима	2	3,56	3,93	110*	1,40	1,70	122**
	3	2,45	2,79	114*	1,22	1,15	95
	4	3,90	4,09	105	1,75	2,12	121*

Примечание: \*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$ ; \*\*\*  $p<0,001$

Исходя из полученных данных, можно сказать, что в осенне и зимнее время года витамин ПАБК в дозе 10 мг на 1 кг живой массы нормализует содержание неорганического фосфора в сыворотке крови кроликов, а также оказывает стимулирующее влияние на всасывание кальция и фосфора в кровь.

Таким образом, можно заключить, что наилучшее усвоение кальция и фосфора в организме кроликов происходило в весенне и зимнее время года. Кролики, получавшие витамин парааминобензойную кислоту, компенсируя возможные сезонные недостатки усвоения питательных веществ в холодных климатических условиях, обладали более высокими результатами по данным показателям, а также имели наиболее приближенное к оптимальным нормам кальциево-фосфорное соотношение.

### **3.5 Естественная резистентность у кроликов породы «Серебристый» при включении в рацион кормления витамина парааминобензойной кислоты**

К ключевым индикаторам естественной (неспецифической) резистентности относятся бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК), лизоцимная активность сыворотки (ЛАСК) и фагоцитарная активность лейкоцитов. Эти показатели информативны для оценки адаптационного потенциала, жизнеспособности животных и их общего состояния здоровья.

БАСК представляет собой интегральный показатель, отражающий присутствие в сыворотке комплекса биологически активных факторов, в том числе лизоцима, которые подавляют рост патогенных бактерий или вызывают их гибель. ЛАСК характеризует действие фермента лизоцима, гидролизующего полисахаридные компоненты клеточной стенки микроорганизмов. В результате нарушается целостность клеточной оболочки, меняется осмотический баланс внутри клетки, что приводит к ее лизису. При инфекционных заболеваниях лизоцим также оказывает стимулирующее действие на фагоцитарные процессы,

синтез антител и естественную резистентность в целом (Алексеева Е. А., 2016; Дорофейчук В. Г., 1968).

По итогам оценки врожденного звена иммунитета у кроликов породы «Серебристый» установлено, что изменения бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови, а также фагоцитарной активности лейкоцитов зависят от возрастной группы животных и времени года. Анализ процентного распределения этих показателей между опытной и контрольной группами показал, что значения в опытной группе не во всех случаях были выше контрольных (таблица 15).

Таблица 15 — Влияние парааминобензойной кислоты на показатели естественной резистентности БАСК, ЛАСК и фагоцитарную активность лейкоцитов у кроликов породы «Серебристый» в весенне-летний период

Сезон года	Возраст, мес.	Бактерицидная активность сыворотки крови, %		Лизоцимная активность сыворотки крови, %		Фагоцитарная активность лейкоцитов, %	
		контрольная группа	опытная группа	контрольная группа	опытная группа	контрольная группа	опытная группа
Весна	2	34,1±0,87	33,0±1,36	15,7±1,09	19,6±1,48 *	60,4±2,03	72,3±3,78 *
	3	40,1±1,36	47,8±1,46 **	15,0±1,78	21,7±1,20 **	20,9±1,17	23,9±0,91
	4	48,4±1,89	53,4±1,61	16,1±1,37	23,6±2,34 *	33,8±4,60	45,4±3,01 *
Лето	2	50,5±3,17	52,1±4,90	25,4±1,79	29,9±0,33 *	76,7±2,07	77,3±1,95
	3	74,9±2,00	83,6±2,23 **	27,7±0,55	28,5±0,50	29,5±2,64	43,7±4,05 **
	4	84,3±2,59	91,7±2,18 **	33,5±0,84	35,8±0,83	34,0±3,17	35,6±4,10

Примечание: \*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$

В весенний и летний периоды года с возрастом наблюдалась тенденция к повышению БАСК в опытной и контрольной группах.

В весеннее время года у кроликов 2-х месячного возраста показатель БАСК

находился примерно на одном уровне, у кроликов 3-х месячного возраста в опытной группе БАСК была выше на 7,7% ( $p<0,01$ ).

В летний период года показатель БАСК в опытной группе был к 3 и 4 месяцам был выше на 8,7% ( $p<0,01$ ) и на 7,4% ( $p<0,01$ ) соответственно.

В весеннее время года показатели ЛАСК в опытной группе превышали контрольные показатели в возрасте 2 месяцев на 3,9% ( $p<0,05$ ), в возрасте 3 месяцев на 6,7% ( $p<0,01$ ), а в возрасте 4 месяцев на 7,5 % ( $p<0,05$ ).

ЛАСК в летнее время года у кроликов 2-х месячного данные опытной группы животных были выше на 4,5% ( $p<0,05$ ), а ЛАСК 3-х месячного возраста в опытной и контрольной группах находились примерно на одном уровне.

Фагоцитарная активность кроликов в опытной группе за весь обозначенный период в основном также была выше.

В весенний сезон года в возрасте 2 месяца разница фагоцитарной активности между опытной и контрольной группой составила 11,9% ( $p<0,05$ ), в возрасте 4 месяца 11,6% ( $p<0,05$ ).

В летний период года этот показатель был почти на одном уровне в 2-х месячном возрасте, в 3-х месячном возрасте фагоцитарная активность в опытной группе была выше контрольной группы на 14,2% ( $p<0,01$ ).

В осенне-зимний период показатели БАСК, ЛАСК и фагоцитарной активности лейкоцитов разнились как в зависимости от возраста, так и в отношении групп кроликов (таблица 16).

Бактерицидная активность сыворотки крови кроликов в осенний период года в опытной группе возраста 2-х месяцев была выше, чем в контрольной группе на 20,5% ( $p<0,05$ ). В зимнее время наблюдается схожая тенденция: в 2-х и 3-х месячном возрасте показатели БАСК у кроликов опытной группы были выше, чем у кроликов контрольной группы на 6% ( $p<0,05$ ) и 8,3% ( $p<0,01$ ) соответственно, к 4 месяцам этот показатель в опытной группе стал выше, чем у контрольной группы животных на 6,1% ( $p<0,05$ ).

Показатели лизоцимной активности сыворотки крови за осенний и зимний период в основном имели более высокие результаты в опытной группе по

сравнению с контрольной группой кроликов. В осенний период года данные ЛАСК в опытной группе и контрольной группе не показали достоверных различий. В зимнее время года этот показатель был выше в опытной группе на 5% ( $p<0,05$ ) в возрасте 2 месяцев и на 6,9% ( $p<0,05$ ) в возрасте 3 месяцев.

Фагоцитарная активность лейкоцитов в осенне-зимний периоды года в обеих группах в возрастном аспекте имели схожие тенденции неоднородного характера. В осенний период года разность данных опытной группы с контрольными показателями в возрасте 4-х месяцев составила 12,2% ( $p<0,01$ ). В зимний период года фагоцитарная активность в опытной группе кроликов опытной группы была выше, чем в контрольной группе в возрасте 4-х месяцев на 14,9% ( $p<0,05$ ).

В целом можно проследить иммуностимулирующий эффект при добавлении в рацион кормления кроликов породы «Серебристый» витамина парааминобензойной кислоты.

Таблица 16 — Влияние парааминобензойной кислоты на показатели естественной резистентности БАСК, ЛАСК и фагоцитарной активности лейкоцитов у кроликов породы «Серебристый» в осенне-зимний период

Сезон года	Возраст, мес.	Бактерицидная активность сыворотки крови, %		Лизоцимная активность сыворотки крови, %		Фагоцитарная активность лейкоцитов, %	
		контрольная группа	опытная группа	контрольная группа	опытная группа	контрольная группа	опытная группа
Осень	2	50,1±4,00	70,6±5,87 *	15,9±0,92	18,1±0,87	42,6±2,18	47,5±1,77
	3	44,8±2,14	52,4±3,23	17,6±1,50	20,8±1,16	24,9±2,69	27,8±2,34
	4	64,6±1,10	66,7±0,97	28,3±0,57	29,0±0,63	36±2,17	48,2±2,35 **
Зима	2	38,4±1,55	44,4±1,45 *	14,2±1,55	19,2±1,34 *	20,2±1,02	22,4±0,78
	3	52,1±2,25	60,4±0,57 **	25,5±1,83	32,4±2,15 *	70,1±0,55	70,4±0,61
	2	50,1±4,00	70,6±5,87 *	15,9±0,92	18,1±0,87	42,6±2,18	47,5±1,77

Примечание: \*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$

В весенний период года средние показатели БАСК, ЛАСК и фагоцитарной активности лейкоцитов в контрольной группе составили  $40,87\pm1,35\%$ ,  $15,6\pm0,78\%$  и  $38,37\pm3,50\%$ ; в опытной группе –  $44,73\pm1,78\%$ ,  $21,63\pm0,99\%$  и  $47,2\pm4,04\%$  соответственно.

В летний период года БАСК, ЛАСК и фагоцитарная активность лейкоцитов в контрольной группе составили  $69,90\pm3,04\%$ ,  $28,87\pm0,91\%$  и  $46,73\pm4,26\%$ ; в опытной группе –  $75,80\pm3,70\%$ ,  $31,4\pm0,68\%$  и  $52,20\pm3,90\%$ .

Осенью БАСК, ЛАСК и фагоцитарная активность лейкоцитов в контрольной группе показали средние результаты  $53,17\pm2,14\%$ ,  $20,60\pm1,19\%$  и  $34,10\pm1,87\%$ ; в опытной группе -  $63,23\pm2,57\%$ ,  $22,63\pm1,00\%$  и  $41,17\pm2,13\%$ .

В зимний период года БАСК, ЛАСК и фагоцитарная активность лейкоцитов в контрольной группе в среднем составили  $41,33\pm1,85\%$ ,  $21,17\pm1,21\%$  и  $39,93\pm4,19\%$ ; в опытной группе  $48,13\pm1,82\%$ ,  $25,90\pm1,38\%$  и  $45,73\pm3,98\%$ .

Средние результаты по сезонам года показывают, что БАСК в опытной группе в весенний сезон года было выше контрольной на 3,9%, ЛАСК в опытной группе кроликов была выше, чем в контрольной на 6% ( $p<0,001$ ). Фагоцитарная активность лейкоцитов в этот период в опытной группе была недостоверно выше на 8%.

В летний сезон года БАСК опытной группы недостоверно превышало показатели контрольной группы на 5,9%, а ЛАСК выше на 2,5% ( $p<0,05$ ). Показатель фагоцитарной активности лейкоцитов в опытной группе в этот период недостоверно превышал контрольные данные на 5,5%.

В осенне время года показатели БАСК в опытной группе были выше контрольных данных на 10 % ( $p<0,01$ ), показатели ЛАСК опытной группы недостоверно превышали контрольные на 2%, фагоцитарная активность лейкоцитов была выше на 6,7% ( $p<0,05$ ).

В зимнее время года БАСК в опытной группе был выше контрольных показателей на 6,8% ( $p<0,05$ ), ЛАСК выше на 4,7% ( $p<0,05$ ), а фагоцитарная активность лейкоцитов на 5,8%.

В среднем за год проведения всех исследований БАСК в контрольных

группах составила  $51,32 \pm 1,52\%$ , а в опытных группах –  $57,98 \pm 1,70\%$ , что на 6,7% больше контрольных показателей ( $p < 0,01$ ). ЛАСК в среднем за год исследований составила в опытной группе 25,39%, что на 3,8% больше контрольных данных –  $21,56 \pm 0,67\%$  ( $p < 0,001$ ). Средние показатели фагоцитарной активности за год исследований составили в контрольной группе  $39,89 \pm 1,80\%$ , а в опытной группе  $46,58 \pm 1,79\%$ , что выше контрольных данных на 6,7% ( $p < 0,01$ ). Кролики опытных групп легче переносили воздействие неблагоприятных влияний на организм.

С возрастом и по сезонам года изменения происходили также и в протеинограмме (таблицы 17-18).

Таблица 17 — Влияние парааминобензойной кислоты на изменение фракций белка сыворотки крови у кроликов породы «Серебристый» в весенне-летний период года

Лето	Весна	Сезон года	Возраст кроликов, мес.	Альбумины, %		α-глобулины, %		β-глобулины, %		γ-глобулины, %	
				контрольная группа	опытная группа						
	2	62,6±1,14	56,9±1,23**	8,0±0,50	9,3±0,78	10,1±0,81	13,9±0,81**	19,3±1,29	19,8±0,92		
	3	59,0±0,99	55,8±0,71*	6,5±0,50	4,9±0,47*	9,5±0,63	7,8±0,41*	25,1±1,33	31,6±1,21**		
	4	69,5±1,89	59,7±1,85**	8,7±1,07	13,7±1,19**	4,9±0,43	6,2±0,45*	16,9±1,93	20,4±1,32		
	2	67,0±2,03	57,9±1,53**	8,9±0,37	9,9±0,27*	6,9±0,34	5,5±0,34**	17,2±1,68	26,7±1,84***		
	3	53,2±1,27	51,9±0,86	6,1±0,51	8,1±0,50*	8,2±0,69	8,5±0,59	32,5±1,50	31,4±0,98		
	4	57,4±0,67	50,9±1,47*	11,0±0,86	14,6±1,03*	7,2±0,43	8,9±0,57*	24,4±0,94	25,6±2,03		

Примечание: \*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$ ; \*\*\* $p<0,001$

В весенний сезон года в 2-х месячном возрасте содержание альбуминов в опытной группе было на 5,6% ( $p<0,01$ ) меньше, чем в контрольной группе. Содержание  $\alpha$ -глобулинов в опытной и контрольной группах находилось на одном уровне. Доля  $\beta$ -глобулинов в опытной группе была выше, чем в контрольной группе на 3,8% ( $p<0,01$ ). Количество  $\gamma$ -глобулинов в этот возрастной период и сезон года находилось практически на одном уровне. В возрасте 3 месяцев значения альбуминов в опытной группе были ниже, чем в контрольной на 3,2% ( $p<0,05$ ), а количество  $\alpha$ -глобулинов в опытной группе было ниже, чем в контрольной на 1,6% ( $p<0,01$ ). Процент  $\beta$ -глобулинов также снизился на 1,7% ( $p<0,05$ ) в опытной группе по сравнению с контрольной. В связи с этим, доля  $\gamma$ -глобулинов выросла на 6,4% ( $p<0,01$ ) у кроликов в опытной группе в сравнении с этим показателем у контрольной группы животных. По достижении возраста в 4 месяцах содержание альбуминов в сыворотке крови кроликов опытной группы было ниже, чем в контрольной группе на 9,8% ( $p<0,01$ ), содержание  $\alpha$ -глобулинов в опытной группе в сравнении с контрольной было выше на 4,9% ( $p<0,01$ ), а доля  $\beta$ -глобулинов выше на 1,3% ( $p<0,05$ ). Содержание  $\gamma$ -глобулинов в сыворотке опытных кроликов было выше на 3,5% по сравнению с контрольной группой.

В летний период года у кроликов опытной группы в возрасте 2 месяцев доля альбуминов была на 9,1% ( $p<0,05$ ) ниже контрольных данных, доля  $\alpha$ -глобулинов – выше на 1% ( $p<0,05$ ), доля  $\beta$ -глобулинов в опытной группе была ниже, чем в контрольной на 1,4% ( $p<0,01$ ), а доля  $\gamma$ -глобулинов в опытной группе была выше на 9,51% ( $p<0,001$ ), чем в контрольной. В возрасте трех месяцев количество альбуминов в опытной группе находилось почти на одном уровне с контрольной группой. Доля  $\alpha$ -глобулинов была выше в опытной группе на 2% ( $p<0,05$ ). Соотношение  $\beta$ -глобулинов и  $\gamma$ -глобулинов было практически одинаковым с незначительными недостоверными различиями. В 4-х месячном возрасте доля альбуминов в опытной группе была ниже на 6,6% ( $p<0,05$ ), чем в контрольной. Доля  $\alpha$ -глобулинов в опытной группе была выше на 3,6% ( $p<0,05$ ), а  $\beta$ -глобулинов на 1,7% ( $p<0,05$ ). Содержание  $\gamma$ -глобулинов в опытной группе по сравнению с контрольными показателями находилось практически на одном уровне.

Таблица 18 — Влияние парааминобензойной кислоты на изменение фракций белка сыворотки крови у кроликов породы «Серебристый» в осенне-зимний период года

Зима	Осень	Сезон года	Возраст кроликов, мес.	Альбумины, %		α-глобулины, %		β-глобулины, %		γ-глобулины, %	
				контрольная группа	опытная группа						
	2	61,0±2,57	54,5±1,54*	11,2±0,33	10,4±0,61	6,8±0,36	8,3±0,44*	21,0±2,24	26,8±1,53*		
	3	53,7±1,08	50,2±0,70*	11,4±0,59	12,8±0,57	8,2±0,44	6,7±0,63	26,6±1,34	30,3±1,08*		
	4	54,2±1,62	57,5±1,54*	11,1±0,24	10,1±0,18**	6,2±0,66	9,5±0,59**	28,6±1,81	22,9±2,02		
	2	57,2±1,57	51,9±2,00*	4,6±0,29	5,7±0,28*	6,9±0,31	5,8±0,51	31,2±1,61	36,7±1,97*		
	3	58,8±1,33	47,8±5,07*	7,2±0,45	8,8±0,67	7,8±0,50	8,1±0,38	26,6±1,58	35,3±5,05		
	4	69,5±2,10	64,0±1,45*	5,4±0,28	7,2±0,56**	7,2±0,57	5,8±0,52	17,8±1,88	23,3±1,78*		

Примечание: \*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$

В осенний сезон года в возрасте 2 месяцев у кроликов опытной группы доля альбуминов была снижена по сравнению с контрольной группой на 6,5% ( $p<0,05$ ) в сторону  $\beta$ -глобулинов и  $\gamma$ -глобулинов, показатели которых в опытной группе были выше на 1,5% ( $p<0,05$ ) и 5,8% ( $p<0,05$ ) соответственно. Доля  $\alpha$ -глобулинов в опытной и контрольной группе находились примерно на одном уровне. В возрасте 3 месяцев доля альбуминов в опытной группе была ниже на 3,4% ( $p<0,05$ ). Доля  $\gamma$ -глобулинов в опытной группе была выше, чем в контрольной группе на 3,6% ( $p<0,05$ ). В возрасте 4-х месяцев доля  $\alpha$ -глобулинов в опытной группе упала на 1% ( $p<0,01$ ) по сравнению со значениями контрольной группы, а доля  $\beta$ -глобулинов в опытной группе была выше на 3,3% ( $p<0,01$ ).

В зимнее время года во все возрастные периоды доля альбуминов в опытной группе была снижена в пользу глобулинов, а именно  $\alpha$ -глобулинов и  $\gamma$ -глобулинов. В возрасте 2 месяцев количество альбуминов в опытной группе было ниже на 5,4% ( $p<0,05$ ), в возрасте 3 месяцев – на 11% ( $p<0,05$ ), а в возрасте 4 месяцев – на 5,5% ( $p<0,05$ ). Доля  $\alpha$ -глобулинов в возрасте 2-х месяцев была выше на 1,1% ( $p<0,05$ ) у кроликов опытной группы, а в возрасте 4-х месяцев – на 1,8% ( $p<0,01$ ). Доля  $\beta$ -глобулинов в опытной группе в сравнении с контрольной была недостоверно ниже в 2-х и 4-х месячном возрасте на 1,2% и 1,4% соответственно, а в 3-х месячном возрасте эти показатели находились практически на одном уровне в обеих группах. Количество  $\gamma$ -глобулинов в опытной группе также было выше контрольной в возрасте 2 месяцев – на 5,5% ( $p<0,05$ ), в возрасте 3 месяцев – недостоверно на 8,7%, в возрасте 4 месяцев – на 5,6% ( $p<0,01$ ).

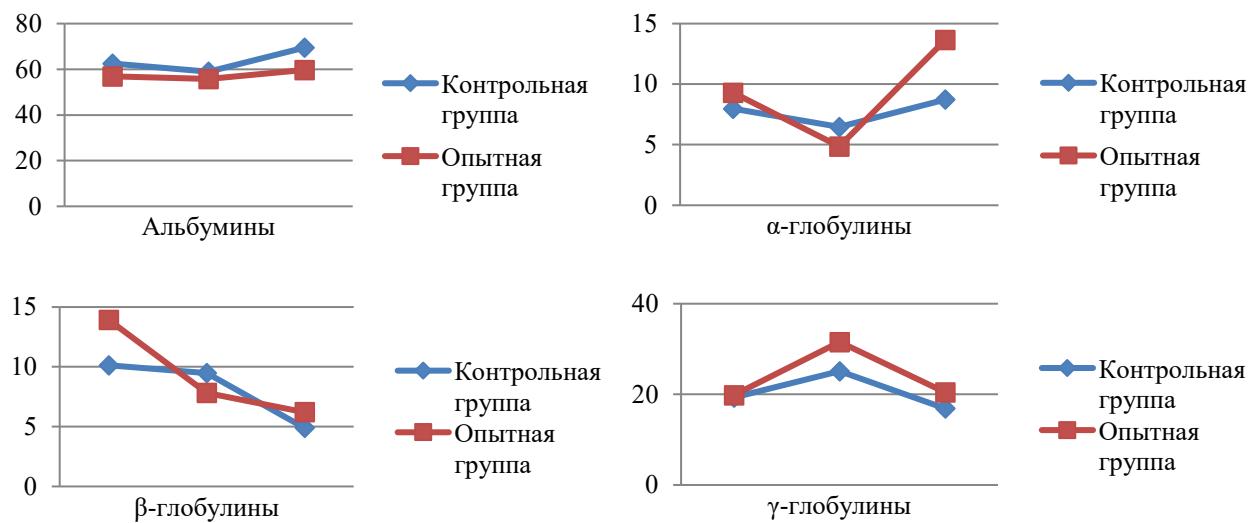


Рисунок 11 — Динамика изменения фракций белка в сыворотке крови у кроликов при применении парааминобензойной кислоты в весеннеое время года

В весенний период года доля альбуминов в контрольной группе в возрасте 3 месяцев снизилась с 62,3 % до 59 % по сравнению с этим значением в 2-х месячном возрасте, однако к 4 месяцу этот показатель возрос до 69,5 % (рисунок 11). В опытной группе животных наблюдается аналогичная тенденция на небольшое уменьшение доли альбуминов с 56,9 % до 55,8 % и некоторое повышение к 4 месяцу до 59,7 %. Схожим образом показали себя и  $\alpha$ -глобулины в контрольной группе, снижаясь с 8 % в 2 месяца до 6,5% в 3 месяца, и возрастая до 8,7 % в 4 месяца. В опытной группе график показателя  $\alpha$ -глобулинов имел похожий характер, но с более резкими колебаниями от 9,3 % в 2 месяца до 4,9 % в 3 месяца и последующим повышением до 13,7 % в 4-х месячном возрасте. Доля  $\beta$ -глобулинов в контрольной группе и опытной группе снижалась на протяжении всего весеннего сезона. В контрольной группе доля  $\beta$ -глобулинов уменьшалась с 10,1 % в начале сезона в 2-месячном возрасте до 4,9% в 4-х месячном возрасте, а в опытной группе с 13,9 % до 6,2 % соответственно. Показатель  $\gamma$ -глобулинов в контрольной группе кроликов в весенний период возрастает с 19,3 % в возрасте 2 месяцев до 25,1 % 3-месячного возраста и снижается до 16,9 % в возрасте 4 месяцев. Доля  $\gamma$ -глобулинов в опытной группе животных также повышается с 19,8% в 2 месяца до 31,6% к 3 месяцу и снижается до 16,9% на 4 месяц.

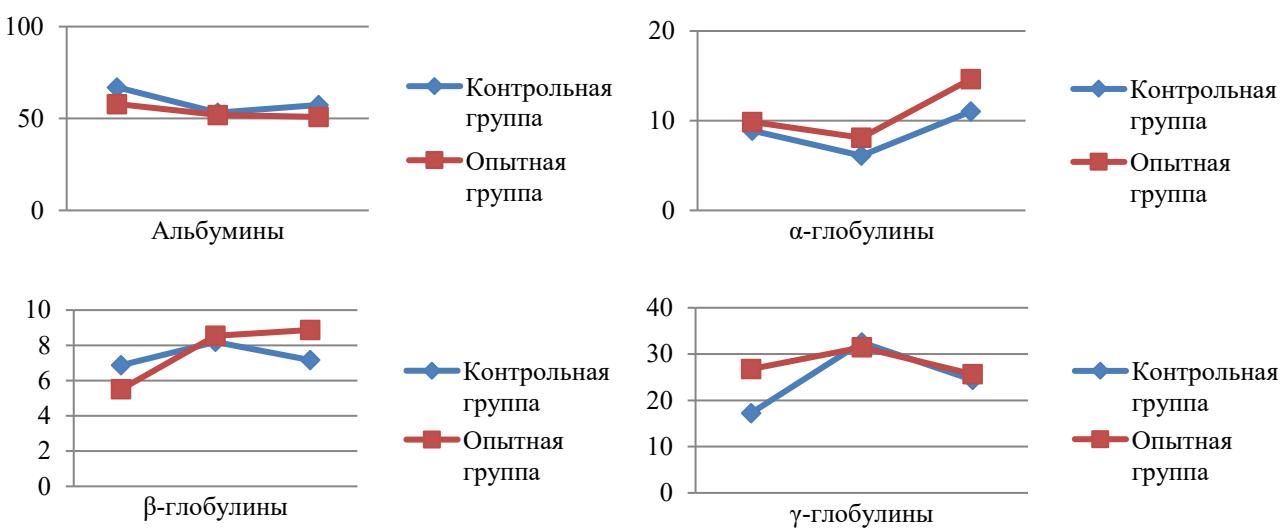


Рисунок 12 — Динамика изменений фракций белка в сыворотке крови у кроликов при применении парааминонбензойной кислоты в летнее время года

В динамике контрольной группы в летний период наблюдается снижение доли альбуминов с 67 % в возрасте 2 месяцев до 53,2 % на 3 месяц жизни кроликов, однако, к 4 месяцу наблюдается повышение этого показателя до 57,4 %. В опытной группе происходило плавное снижение доли альбуминов с 57,9 % во 2 месяц жизни до 50,9 % к возрасту 4 месяцев (рисунок 12). Динамика  $\alpha$ -глобулинов обеих групп имеет схожую динамику: в контрольной группе наблюдается снижение фракции  $\alpha$ -глобулинов с 8,9 % в возрасте 2 месяцев до 6,1 % на 3 месяц, а в опытной группе с 9,9 % до 8,1 % соответственно. На 4 месяц жизни происходит резкое повышение этого показателя до 11 % в контрольной группе и 14,6 % в опытной группе. Доля  $\beta$ -глобулинов в контрольной группе кроликов повысилась с 6,9 % во 2 месяц до 8,2 % на 3 месяц, однако к 4 месяцу снижается до 7,2 %. В опытной группе происходило повышение  $\beta$ -глобулинов за весь период с 5,5 % во 2 месяц до 8,5 % в возрасте 3 месяцев и незначительным повышением к 4 месяцу до 8,9 %. Диаграмма  $\gamma$ -глобулинов в контрольной группе показывает резкое повышение почти в 2 раза с 17,2 % в 2 месяца до 32,5 % в 3 месяца, а затем снижение уровня до 24,4% в 4 месяца. В опытной группе этот показатель возрос с 26,7 % в 2 месяца до 31,1 % в 3 месяца, а затем снизился до 24,4% в 4 месяца.

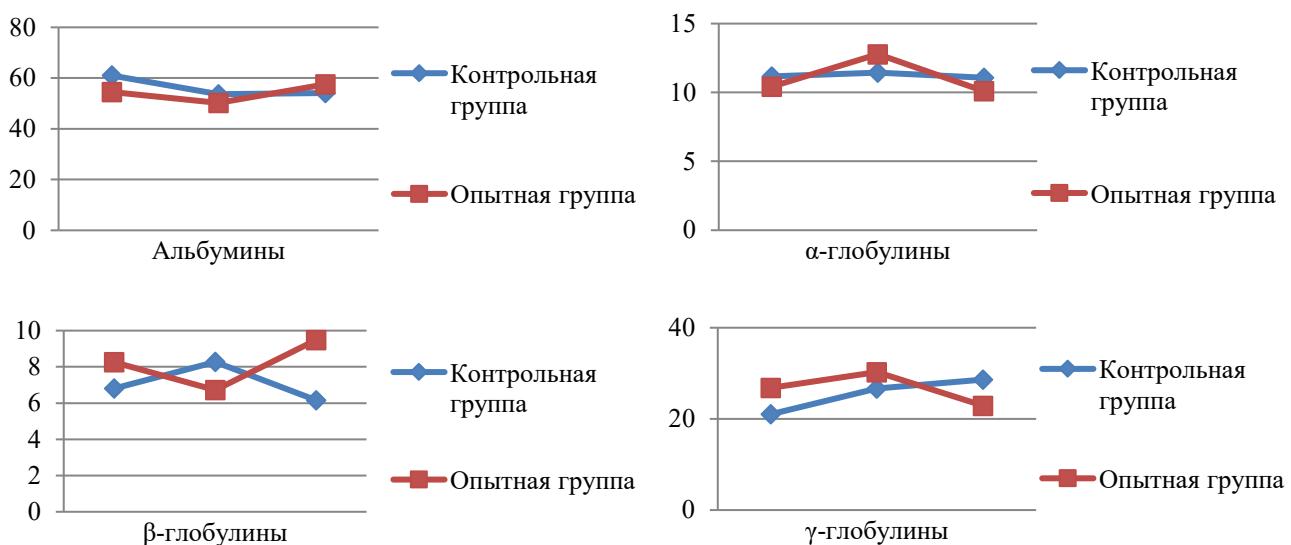


Рисунок 13 — Динамика изменения фракций белка в сыворотке крови у кроликов при применении парааминобензойной кислоты в осенне время года

В осенний период года в контрольной группе происходит снижение уровня альбуминов с 61 % в 2 месяца до 53,7 % в 3 месяца и незначительное их повышение до 54,2% на 4 месяц, тогда как в опытной группе уровень альбуминов сначала снижается с 54,5 % в 2 месяца до 50,2 % в 3 месяца, а затем повышается до 57,5 % в 4 месяца (рисунок 13). Уровень α-глобулинов в отношении в контрольной группе кроликов за весь период находится практически на одном уровне в районе 11 %, однако в опытной группе происходит небольшой скачок графика с 10,4 % в 2-х месячном возрасте до 12,8 % в возрасте 3 месяцев, а затем возвращается в близкий к исходному диапазон 10,1 %. β-глобулины в опытной группе и контрольной группе в этот период демонстрируют противоположные характеры динамики. В контрольной группе кроликов доля β-глобулинов сначала повышается до с 6,8 % в возрасте 2 месяцев до 8,3 % в возрасте 3 месяцев, а затем снижается до 6,2 % в 4 месяца. В опытной группе происходит снижение этого показателя с 8,3 % в возрасте 2 месяцев до 6,7 % в 3 месяце, а на 4 месяц доля β-глобулинов возрастает до 9,5 %. Динамические показатели γ-глобулинов в контрольной группе и опытной группе также имеют неоднородный характер. В контрольной группе эти значения плавно возрастают с 21 % в возрасте 2 месяцев до 28,6 % на 4 месяц жизни, тогда как в опытной группе уровень γ-глобулинов сначала повышается с 26,8 % в

возрасте 2 месяцев до 30,3 % к 3 месяцам, а после снижается до 22,9 % на 4 месяц жизни кроликов.

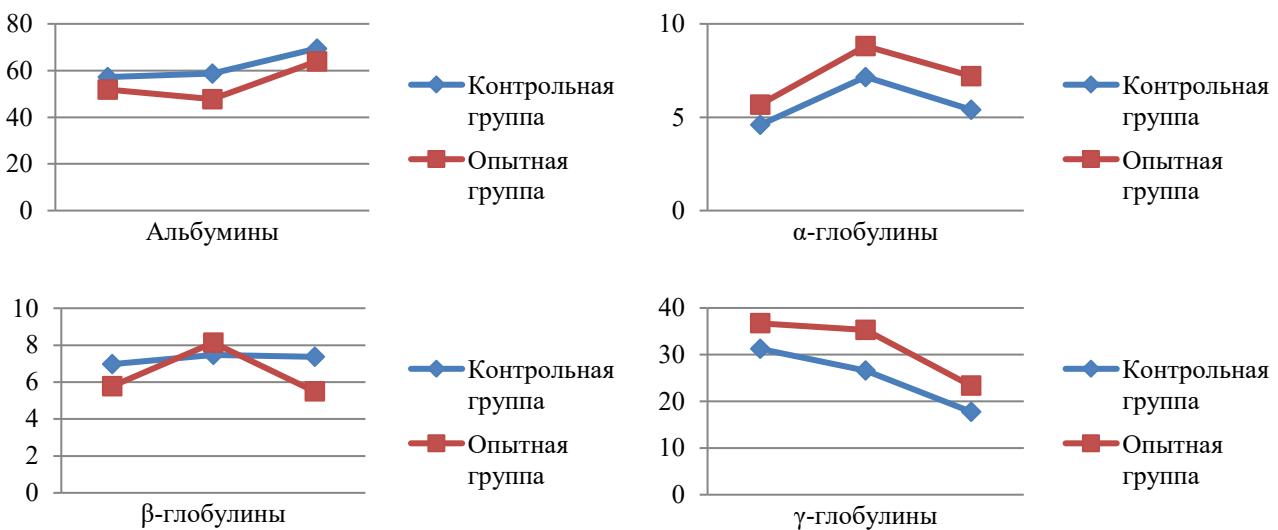


Рисунок 14 — Динамика изменения фракций белка в сыворотке крови у кроликов при применении парааминобензойной кислоты в зимнее время года

Как видно из диаграмм, в этот период года динамика фракций  $\alpha$ -глобулинов и  $\gamma$ -глобулинов в обеих группах имеют схожие динамики (рисунок 14). Доля альбуминов в контрольной группе в зимнее время года плавно возрастает с 57,2 % в 2-х месячном возрасте до 69,5 % к 4 месяцу, а в опытной группе это повышение происходит через небольшое снижение этого показателя с 51,9% в 2 месяца до 47,8 % в 3 месяца и до 64% в 4 месяца.  $\beta$ -глобулины в контрольной группе незначительно колеблются в пределах с 7 % до 7,8%, а затем снижаются до 7,2 % в 2, 3 и 4 месяца соответственно. Схожий характер графика наблюдается и в опытной группе, где доля  $\beta$ -глобулинов сначала повышается с 5,8 % до 8,1 %, а затем снижается до 5,8 % в 2, 3, 4 месяца жизни соответственно.  $\gamma$ -глобулины обеих групп в этот период года показали тенденцию к значительному снижению их доли. Уровень  $\gamma$ -глобулинов в контрольной группе снизился почти в 2 раза с 31,2% в 2 месяца до 17,8% к 4 месяцу, а в опытной группе этот показатель снизился с 36,7% в 2 месяца до 23,3% в 4 месяца.

Добавление витамина парааминобензойной кислоты в рацион кормления кроликов приводит к увеличению доли глобулинов, а именно  $\alpha$ -глобулинов в 4-х

месячном возрасте,  $\beta$ -глобулинов в 2-х и 4-х месячном возрасте, а также  $\gamma$ -глобулинов в 3-х и 4-х месячном возрасте по сравнению с контрольной группой в весенний период года. В летнее время года схожим образом доля глобулинов в опытной группе преобладает над контрольными показателями, а именно  $\alpha$ -глобулинов и  $\beta$ -глобулинов в 3-х и 4-х месячном возрасте. Осенью эта тенденция касалась  $\alpha$ -глобулинов в опытной группе в возрасте 3 месяцев,  $\beta$ -глобулинов в возрасте 2-х месяцев, а  $\gamma$ -глобулинов в 2-х и 3-х месячном возрасте кроликов. В зимний период года доля глобулинов в опытной группе в основном также преобладала над контрольными данными. В частности, это касалось доли  $\alpha$ -глобулинов опытной группы животных в возрасте 2 и 4 месяцев, и  $\gamma$ -глобулинов крови кроликов в возрасте 2 и 3 месяцев. Во все периоды года в подавляющем количестве исследований наблюдалось повышение уровня  $\alpha$ -глобулинов в опытных группах. Значения  $\beta$ -глобулинов в опытных группах в весеннее, летнее и осенне время года также показали значительный перевес по сравнению с контрольными результатами. Повышения доли  $\gamma$ -глобулинов в опытной группе в сравнении с контрольной можно охарактеризовать усилением иммунологического статуса организма.

Полученные результаты повышения доли фракций белка при применении парааминобензойной кислоты в дозе 10 мг на 1 кг живой массы подтверждают исследования Новиковой Н. Н. (2001), Карпушиной О. В. (2004), Черенков А. Ю. (2005), Зобовой Н. С. (2013), связанные с усилением синтеза белка в печени и периферических тканях, а также интенсификацией транспорта белков кровью. Смещение соотношения альбуминов и глобулинов в пользу последних может рассматриваться как индикатор усиления естественной резистентности под воздействием ПАБК.

## Глава IV ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Общая цель наших исследований состояла в наблюдении за изменением продуктивно-биологических показателей и естественной резистентности у кроликов породы «Серебристый» под воздействием витамина парааминобензойной кислоты в условиях Красноярского края. В растениеводстве, животноводстве и медицинской практике парааминобензойная кислота широко используется в качестве фенотипического активатора. Основные результаты исследований главы III представлены и опубликованы в научных изданиях и сборниках материалов научных конференций (Смолин С. Г., Бабин, Н. А., 2017; Бабин Н. А., 2018; Бабин Н. А., 2019; Бабин Н. А., 2021; Бабин Н. А., 2023; Бабин Н. А., 2024; Бабин Н. А., Смолин С. Г., 2025).

В научной литературе нами было обнаружено множество работ, которые посвящены различным областям применения ПАБК (Березовский В. М., 1959; Ленинджер А., 1974; Алмоева Д. А., 1952; Удалов Ю. Ф., 1962, 1974; Рапопорт И. А. и др., 1970, 1978, 1979, 1984, 1989, 1991; Дроздовская Л. Н., 1978, 1981; Тонкаль Т. Е. и др, 1981; Васильева С. В. и др., 1979, 1980, 1982, 2000; Арлащенко Н. И. и др, 1991; Кожевникова Н. А., 1983, 1993; Yung-Jato L. L., 1988; Michael R. et al., 1992; Roux B. et al., 1992; Акберова С. И. и др., 1995, 1998, 1999; Строева О. Г. и др., 1999; Barbieri B. et al., 1999; Стеньшин В. В., 2002; Basset G. J., 2004; Xavier S. et al., 2006; Смолин С. Г., 2010; Эйгес Н. С. и др., 2002, 2010, 2011, 2012; Гальбинур Т. П., 2021, 2013; Camara D. et al., 2012; Song G. C., 2013; Аджиев Д. Д., 2013; Crisan M. E., 2014; Lu Z. et al., 2014; Калюжный И. И., 2017; Сирота Т. В. и др., 2017; Nisa Z. U., 2020; Anitha A. 2021; Mureşan-Pop M. et al., 2015; Рябцева А. А., 2021). В доступной литературе не обнаружено сведений о влиянии парааминобензойной кислоты (ПАБК) на продуктивные и биологические показатели, а также на гуморальные факторы защиты у кроликов породы «Серебристый». С научной и прикладной точек зрения тема представляется особенно актуальной, поскольку использование витаминно-минеральных добавок в качестве биостимуляторов роста в кролиководстве входит в число активно развивающихся направлений современной

биотехнологии (Киселев Г. И., 1960; Богданов Г. А., 1990; Кузнецов С. Г., 1993; Александрова В. С., 2002; Медянцев П. Л., 2006; Xavier S., 2006; Сидорова К. А. и др., 2008; Титова А. В., 2010; Колмацкий В. И., 2014; Омельченко Н. Н. и др., 2015; Харламов К. В., 2015; Черненков Е. Н., 2015; Калугин Ю. А., 2016; Обухов Г. В., 2016, 2017; Куликов Н. Е., 2017; Ревазов Ч. В., 2018; Микулец Ю. И., 2019; Агейкин А. Г., 2020; Квартникова Г. Ю. и др., 2020). Мы выдвинули гипотезу, что возможное улучшение продуктивных качеств под воздействием ПАБК опосредуется ее метаболическим эффектом и связанной с этим модуляцией состояния иммунной системы. Известно, что выраженность действия подобных препаратов определяется как дозой, так и способом введения; в литературе описаны различные режимы применения ПАБК у разных видов животных. Проанализировав публикации и собственные результаты, мы обосновали выбор дозировки 10 мг/кг живой массы при пероральном введении (Бабин Н. А., 2016; Бабин Н. А., 2017; Бабин Н. А., 2017; Бабин Н. А., 2018). Данный путь является наиболее распространенным в практике животноводства и обеспечивает непосредственный контакт вещества со слизистой оболочкой желудочно-кишечного тракта.

Качество кормов в кролиководстве имеет принципиальное значение. Известно, что комбикорма и организм кроликов могут накапливать перекисные соединения — мощные окислители, ускоряющие распад липидов, жирорастворимых витаминов и растительных пигментов, что негативно сказывается на росте молодняка и показателях продуктивности. Эти процессы во многом обусловлены активными формами кислорода, образующимися при распаде перекисей. Применение антиоксидантов позволяет тормозить автоокисление жиров. ПАБК, являясь природным и эндогенным для животных соединением, выступает в роли антиоксиданта и лишена ряда нежелательных эффектов, характерных синтетическим антиоксидантам. Ее эффективность как антиоксиданта, в том числе в дозе 10 мг/кг, подтверждена офтальмологическими исследованиями (Акберова С. И. и др., 1998, 1999; Гальбинур Т. П., 2012, 2013).

Первая задача наших исследований заключалась в определении динамики роста и развития кроликов в разные сезоны года. Исследования А.Ф. Рыжовой

(1963), Т.А. Мельниковой (1967), Карпушиной О. В. (2004), Зобовой Н. С. (2013, 2015) и Игнатьевой Н. Л. (2020) показали, что ПАБК играет роль в нормализации липоидного и белкового обмена. Уровень мясной продуктивности кроликов породы «Серебристый» имеет зависимость в отношении белкового обмена. Повышение прироста живой массы позволяет отметить повышение общего белка в крови.

В научных публикациях имеются сведения о влиянии парааминобензойной кислоты на органы иммуногенеза, прежде всего на тимус и селезенку (Кириллов Н. А., 2002; Новикова Н. Н., 2001). В рамках нашего исследования следующей задачей стала оценка воздействия ПАБК на общую резистентность организма кроликов. Показатели БАСК и ЛАСК рассматриваются как ключевые компоненты неспецифического гуморального звена иммунитета. По данным О. В. Бухарина и Н. В. Васильевой (1985), именно неспецифическое звено служит опорой для специфических иммунных реакций; при этом среди факторов гуморальной неспецифической защиты наиболее выраженно на иммунизацию реагирует лизоцим. В течение всего эксперимента наблюдалась тенденция к повышению БАСК и ЛАСК с возрастом. В течение всего года БАСК и ЛАСК в опытной группе в основном превышали соответствующие показатели по сравнению с контрольной группой. Средние данные за весь год показали, что БАСК в опытной группе животных была выше, чем в контрольной группе на 12% ( $p < 0,01$ ). Средние данные ЛАСК за весь период исследования в опытной группе также были выше контрольных показателей на 18% ( $p < 0,001$ ). В отношении фагоцитарной активности лейкоцитов в течение года данные в опытной группе имели более высокие показатели, чем в контрольной группе на 17% ( $p < 0,01$ ).

Отмечаемый рост долей  $\alpha$ - и  $\beta$ -глобулинов в сыворотке крови кроликов при введении парааминобензойной кислоты (10 мг/кг) в разные времена года свидетельствует об усилении метаболической активности. Это объясняется тем, что указанные фракции содержат белки, участвующие в переносе холестерина, стероидных гормонов и фосфолипидов. Кроме того,  $\beta$ -глобулины выполняют роль транспортёров катионов металлов и включают ключевые белки: трансферрин

(транспорт железа), церулоплазмин (транспорт меди) и протромбин — предшественник тромбина, обеспечивающего образование фибрина из фибриногена (Ленинджер А., 1974; Титова А. В., 2010).

Из таблицы 19 видно, что в среднем по сезонам года наблюдается общая тенденция к снижению альбуминов за счет повышения глобулинов.

Таблица 19 — Изменение фракций белка в сыворотке крови у кроликов породы «Серебристый» при применении парааминобензойной кислоты в разные сезоны года

Сезон года	Группы кроликов	Альбумины, %	α-глобулины, %	β-глобулины, %	γ-глобулины, %
Весна	контрольная	63,67±1,12	7,72±0,44	8,16±0,56	20,44±1,06
	опытная	57,48±0,79	9,27±0,82	9,31±0,70	23,93±1,19
Лето	контрольная	59,20±1,34	8,68±0,50	7,41±0,29	24,71±1,40
	опытная	53,55±0,92	10,87±0,64	7,64±0,40	27,94±1,02
Осень	контрольная	56,27±1,18	11,23±0,23	7,08±0,32	25,43±1,16
	опытная	54,09±0,91	11,1±0,35	8,15±0,39	26,66±1,03
Зима	контрольная	61,82±1,37	5,72±0,28	7,27±0,26	25,19±1,39
	опытная	54,52±2,18	7,23±0,37	6,46±0,34	31,78±2,10

Известна взаимосвязь кальция и фосфора, которая не нарушается в кормах, а также при их всасывании в кровяное русло (Хенниг А., 1976; Москалев Ю. П., 1985; Кузнецов С. Г., 1993; Харламов К. В., 2015).

Попадая в пищеварительный тракт кроликов, парааминобензойная кислота включается в общий обмен веществ, действуя как кислота. Повышается секреция поджелудочной железы и желчи в тонком отделе кишечника. Нерастворимые углекислые и фосфорнокислые соли образуются именно здесь. Через стенку кишечника в кровь происходит всасывание комплексных соединений желчных кислот с кальциевыми солями (Eckermann-Ross С., 2008; Куликов Н. Е., 2017). Отношение содержания кальция и фосфора позволяет проследить общую тенденцию увеличения количества общего кальция в сыворотке крови.

В весенне и зимнее время наилучшим образом происходило усвоение кальция и фосфора в организме кроликов. Это можно связать с наибольшим

аппетитом животных, которые диктуется повышенными энергозатратами, вызванными пониженной температурой окружающей среды. Группы, получавшие парааминобензойную кислоту, показали наиболее приближенное соотношение кальция и фосфора к оптимальным нормам (таблица 20).

Таблица 20 — Изменение отношения общего кальция к неорганическому фосфору в сыворотке крови при добавлении парааминобензойной кислоты в рацион опытной группы кроликов породы «Серебристый»

Сезон года	Возраст кроликов, месяцев	Группа кроликов		Сезон года	Группа кроликов	
		контрольная	опытная		контрольная	опытная
Весна	2	2,71:1	2,80:1	Осень	0,90:1	1:1
	3	1,16:1	1,22:1		0,79:1	0,86:1
	4	2,00:1	2,10:1		0,96:1	1,08:1
Лето	2	1,49:1	1,41:1	Зима	2,54:1	2,31:1
	3	1,17:1	1,37:1		2,01:1	2,42:1
	4	1,23:1	1,46:1		2,23:1	1,93:1

Опыты Ю. Ф. Удалова (1974) повествуют о том, что небольшие дозы парааминобензойной кислоты (100-200 мг) оказывают снижающее воздействие на гиперфункцию щитовидной железы, а также отмечается положительное влияние ПАБК на центральную нервную систему. В связи с этим у нас возникло предположение о том, что кальциево-фосфорный обмен нормализуется за счет действия парааминобензойной кислоты в дозе 10 мг на 1 кг живой массы на гормоны, отвечающие за гомеостаз кальция и фосфора, и функции желез внутренней секреции, в частности, на околощитовидные железы и паратгормон, которые они вырабатывают.

Нами было определено и установлено, что имеет место связь между кальцием и фосфором с климатическими условиями (таблица 21).

Результат корреляционного анализа результатов исследования содержания кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови кроликов породы «Серебристый» позволил выявить достоверно положительную корреляцию в

опытной группе в летний сезон года ( $r=+0,60$ ) и зимой ( $r=+0,68$ ), а также положительную корреляцию в опытной группе в весенний период года ( $r=+0,18$ ). В осенний период года в опытной группе наблюдается слабая отрицательная корреляция ( $=r-0,32$ ), что является свидетельством обратной корреляционной связи в осенний сезон года и, вероятно, связано с некоторой подготовкой и перестройкой организма кроликов к более холодному зимнему периоду года.

Таблица 21 — Корреляция содержания кальция в сыворотке крови у кроликов породы «Серебристый» с показателями неорганического фосфора в сыворотке крови при применении парааминонензойной кислоты в различные сезоны года ( $n=6$ )

Общий кальций, ммоль/л	Сезон года	Группы кроликов	Их крайние значения в опытах, М	Неорганический фосфор, ммоль/л	Коэффициент корреляции, $r$
			контрольная		
Весна	контрольная	1,8	0,78	+0,16	
		2,9	2,08		
	опытная	2,1	0,78	+0,18	
		3,3	2,34		
Лето	контрольная	2,1	1,69	+0,28	
		3,3	2,58		
	опытная	2,3	1,99	+0,60*	
		4,2	2,75		
Осень	контрольная	2,3	2,69	+0,51*	
		3,3	3,60		
	опытная	2,6	2,30	-0,32	
		3,3	3,50		
Зима	контрольная	2,2	1,00	+0,57*	
		4,5	2,40		
	опытная	2,2	0,94	+0,68*	
		4,6	2,44		

Примечание: \* коэффициент корреляции  $r$  статистически достоверен

Таким образом, можно заключить, что применение парааминонензойной кислоты оказывает положительное воздействие на рост, развитие, физиологический статус, в частности показатели естественной резистентности организма кроликов породы «Серебристый». Это позволяет сказать, что ПАБК оказывает влияние на функции печени, селезенку и лимфатические узлы кроликов,

так как эти органы ответственны за выработку иммунитета и поддержание функций организма в пределах относительных физиологических норм, позволяющих растущему организму кроликов расти и развиваться в условиях интенсивного кролиководства (Балакирев Н. А., 2007; Медянцев П. Л., 2006; Шевченко А. А., 2018).

## Глава V ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВИТАМИНА ПАРААМИНОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ В РАЦИОНЕ КРОЛИКОВ ПОРОДЫ «СЕРЕБРИСТЫЙ»

Добавление в рацион кормления кроликов витамина парааминобензойной кислоты оказало положительное влияние на продуктивные качества кроликов породы «Серебристый» за счет увеличения прироста их живой массы и более рационального использования кормов, что и обусловило повышение абсолютных среднесуточных приростов живой массы.

Из данных таблицы 22 видно, что при одинаковых сроках откорма показатели абсолютного среднесуточного прироста живой массы в опытной и контрольной группе различались. Абсолютный прирост живой массы у кроликов опытной группы был выше на 18-30%, чем в контрольных группах. Об изменении прироста живой массы изложено в предыдущих главах.

Таблица 22 — Производство продукции при применении парааминобензойной кислоты

Сезон года	Группа кроликов	Заселенное поголовье, гол	Среднесуточный прирост, г	Срок откорма, дней	Производство мяса, кг
Весна	контрольная	10	22,3±0,8	30	19,61
	опытная	10	29,0±1,2	30	20,84
Лето	контрольная	10	23,0±0,9	30	15,11
	опытная	10	28,7±1,8	30	16,63
Осень	контрольная	10	25,1±1,0	30	17,78
	опытная	10	29,7±1,4	30	18,55
Зима	контрольная	10	20,9±0,7	30	14,51
	опытная	10	25,1±1,1	30	15,44

По сезонам года общий выход мяса в опытных группах был выше: весной на 6%, летом – на 11%, осенью – на 9%, а зимой на 8%. Общий показатель выхода мяса в опытной группе был выше контрольной на 8,5±1,8%.

Результаты расчета экономического эффекта представлены в таблице 23.

Таблица 23 — Расчет экономического эффекта

	Единицы измерения	Группы	
		контрольная	опытная
Поголовье кроликов в начале опыта	голов	40	40
В конце опыта	голов	40	40
Живая масса 1 кролика в конце опыта	г	2792±330	2977±355*
Прирост живой массы на 1 кролика за период опыта	г	975±37	1215±41***
Выход мяса на 1 кролика за период опыта	г	1675,2	1786,2*
Средняя реализационная цена 1 кг мяса	руб.	400	
Выручка от реализации мяса на 1 кролика	руб.	1116,8	1190,8
Израсходовано витамина ПАБК за время эксперимента	г		
Всего		0	26,687
В т.ч. на 1 кролика		0	0,667
Стоимость 1 кг витамина ПАБК, руб.	руб.	3295,21	
Затраты на витамин ПАБК	руб.		
Всего		0	87,939
В т.ч. на 1 кролика		0	2,19
Экономический эффект, руб. на 1 кролика		-	71,81
Экономический эффект на 1 руб. дополнительных затрат, руб.		-	32,78

Примечание: \*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$ ; \*\*\*  $p<0,001$

Живая масса 1 кролика в конце опыта составила в контрольной группе 2792±330 г, а в опытной группе 2977±355 г. Прирост живой массы на 1 кролика за период опыта составил 975±37 г в контрольной группе и 1215±41 г в опытной группе животных. Выход мяса на 1 кролика за период опыта в контрольной группе составил 1675,2 г, а в опытной группе кроликов 1786,2 г. Средняя рыночная стоимость одного кг мяса кролика на 2018 год составила 400 рублей. Выручка от реализации мяса на 1 кролика составила 1116,8 руб. в контрольной группе и 1190,8 руб. в опытной группе животных. Средняя рыночная стоимость одного кг витамина

парааминобензойной кислоты на момент эксперимента составляла 3295,21 руб. С учетом рыночной стоимости витамина ПАБК, затраты на дополнительный прикорм в качестве витамина ПАБК за весь год составили 87,94 рубля, а на 1 кролика – 2,19 руб.

Экономический эффект на 1 кролика рассчитывали по общепринятой формуле:

$$\mathcal{E} = [(1190,8 - 1116,8) - 2,19] * 40 = 2872,4 \text{ руб.}$$

Соответственно, в расчете на 1 кролика результат составил 71,81 руб.

Имея данные об экономическом эффекте применения витамина парааминобензойной кислоты и себестоимости добавления в рацион на 1 кролика был рассчитан экономический эффект на 1 рубль затрат:

$$\mathcal{E}_\text{e} = 71,81 : 2,19 = 32,78 \text{ руб.}$$

В связи с этим дополнительные затраты на ПАБК легко окупаются за счет большего получения прибыли. Следует отметить, что больший экономический эффект достигается в опытной группе кроликов в любой из сезонов года.

Анализируя экономический эффект по разнице живой массы кроликов породы «Серебристый» в начале и по окончанию эксперимента, видно, что результаты опытной группы кроликов превосходили показатели интактных животных.

Применение любых добавок к рациону кормления животных приводит к некоторому повышению материальных затрат. Однако, на практике видно, что это также позволяет достичь лучшей сохранности поголовья, повышения продуктивности животных и улучшению качества продукции. Определение экономического обоснования применения витамина парааминобензойной кислоты являлось одним из заключительных пунктов в исследовании.

Таким образом, расчет экономического эффекта показал, что применение витамина парааминобензойной кислоты в рационе кормления кроликов породы «Серебристый» в условиях Красноярского края в дозе 10 мг на 1 живой массы позволило увеличить дополнительный выход продукции, при этом снизив расходы на ее производство, тем самым является наиболее экономическим выгодным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Использование витамина парааминобензойной кислоты в качестве добавки к основному рациону кроликов породы «Серебристый» при содержании их в условиях Красноярского края позволяет увеличить живую массу кроликов от 8 до 11 %. Получение большего прироста живой массы достигается за счет положительной тенденции изменения абсолютного среднесуточного прироста живой массы кроликов.

2. При включении в рацион кормления кроликов породы «Серебристый» витамина ПАБК возрастает количество эритроцитов на 8 %, содержание гемоглобина на 13%, нормализуется общее количество и соотношение разных форм лейкоцитов. Доля сегментоядерных нейтрофилов повышается в пользу снижения отдельных форм лейкоцитов, в частности базофилов, эозинофилов и моноцитов у здоровых животных в пределах физиологических норм. Полученные результаты являются свидетельством повышения естественной резистентности организма кроликов и положительном влиянии на обменные процессы и нормальную жизнедеятельность кроликов при использовании витамина парааминобензойной кислоты в рационе кормления.

3. Показатель общего белка в сыворотке напрямую связан с продуктивными качествами кроликов. У кроликов породы «Серебристый» на фоне ПАБК содержание общего кальция увеличивается в 1,2 раза весной–летом и в 1,1 раза осенью–зимой; неорганический фосфор в весенне-летний период возрастает в 1,1 раза. Концентрация неорганического фосфора также увеличивается в весенне-летний сезон в 1,1 раза. Добавление ПАБК приводит к выравниванию кальциево-фосфорного баланса сыворотки. Зафиксирована положительная корреляция между общим кальцием и неорганическим фосфором в опытной группе: весной  $r=+0,18$ , летом  $r=+0,60$  и зимой  $r=+0,68$ .

4. У кроликов породы «Серебристый» при включении в рацион кормления витамина парааминобензойной кислоты повышается бактерицидная и

лизоцимная активность сыворотки крови на 6,7 % и на 3,8 % соответственно, а фагоцитарная активность лейкоцитов возрастает на 6,7%.

5. С учетом рыночной стоимости витамина ПАБК, затраты на введение ПАБК в рацион кормления кроликов за весь год составили 87,94 рубля. Общая живая масса кроликов и выход мяса крольчатины за весь год в опытной группе были выше на 6 %. Экономический эффект на 1 рубль затрат с учетом рыночной стоимости 1 кг крольчатины и затрат на витамин парааминобензойную кислоту составил 32,78 рублей. В связи с этим дополнительные затраты на витамин ПАБК окупаются. Включение в рацион кормления животных витамина парааминобензойной кислоты позволяет получить больший экономический эффект в опытной группе кроликов в любой из сезонов года.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

1. С целью повышения естественной резистентности организма, качества и объема продукции, получаемой от кроликов породы «Серебристый» в условиях Красноярского края, необходимо вводить в рацион кормления витамин парааминобензойную кислоту ежедневно в дозе 10 мг на 1 кг живой массы.

2. Результаты проведенных научно-практических исследований рекомендуется к использованию при составлении и написании монографий, учебников и учебных пособий, чтении лекций и проведении лабораторно-практических занятий по кормлению, физиологии, биохимии, фармакологии, при подготовке специалистов биологического профиля, включая «Зоотехнию» и ветеринарную медицину.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абилов, Б. Т. Эффективность кормовых добавок в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы: монография / Б. Т. Абилов, Г. Т. Бобрышова, Л. А. Пашкова – Ставрополь, 2018. – 319 с.
2. Авоян, И. А. Мясная продуктивность и качество мяса свиней при использовании нетрадиционных кормовых добавок / И.А. Авоян, К. В. Эзергайль // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2010. – Т. 204. – № 1. – С. 3–7.
3. Агейкин, А. Г. Технологии кролиководства: курс лекций [Электронный ресурс] / А. Г. Агейкин // Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2020. – 393 с. – Режим доступа: <http://www.kgau.ru/new/student/43/content/79.pdf> (дата обращения: 01.01.2023).
4. Аджиев, Д. Д. Исследование биохимических показателей крови самок кроликов при введении в рацион антиоксидантного препарата/ Д. Д. Аджиев, И. Ф. Драганов, А. А. Иванов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 2. – С. 54–56.
5. Акберрова, С. И. Действие парааминобензойной кислоты и ее комбинаций с ацикловиром на герпетическую инфекцию / С. И. Акберрова, Н. А. Леонтьева, О. Г. Строева, Г. А. Галегов // Антибиотики и химиотерапия. – 1995. – Т. 40. – № 10. – С. 25–29.
6. Акберрова, С. И. Активность действия парааминобензойной кислоты / С. И. Акберрова, П. И. Мусаев, Н. М. Магомедов и др. // Доклады РАН. – 1998. – Т. 361. – № 3. – С. 419–421.
7. Акберрова, С. И. Парааминобензойная кислота как антиоксидант / С. И. Акберрова, П. И. Мусаев, Н. М. Магомедов и др. // Доклады РАН. – М.: Наука, 1998. – Т. 361. – С. 419-421.
8. Акберрова, С. И. Сравнительная оценка антиоксидантной активности парааминобензойной кислоты и эмоксипина в сетчатке / С. И. Акберрова, П. И.

Мусаев-Галбинур, Н. М. Магомедов и др. // Вестник офтальмологии. – 1998. – Т. 114. – № 6. – С. 39–43.

9. Акберова, С. И. Изучение интерферониндуцирующей активности парааминобензойной кислоты в глазах кроликов при субконъюктивальном введении / С. И. Акберова, Э. Б. Тазулахова, П. И. Мусаев-Галбинур и др. // Вестник офтальмологии. – 1999. – № 1. – С. 24–27.

10. Александрова, В. С. Кормление кроликов / В. С. Александрова // Кролиководство и звероводство. – 2002. – № 2. – С. 29–31.

11. Алексеева, Е. А. Естественная резистентность животных: метод. указания [Электронный ресурс] / Е. А. Алексеева // Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 64 с. – Режим доступа: <http://www.kgau.ru/new/student/do/content/027.pdf> (дата обращения: 01.01.2023).

12. Алексеева, Е. А. Продуктивно-биологические особенности кроликов, выращиваемых по акселерационному способу в Красноярском крае: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01. / Алексеева Елена Александровна. – Красноярск, 2007. – 93 с.

13. Алмоева, Д. А. К вопросу о защитных свойствах парааминобензойной кислоты при действии ультрафиолетовой радиации /Д. А. Алмоева // Фармакология и токсикология. – 1952. – № 1. – С. 36.

14. Андреев, Я. П. Перспективная отрасль – кролиководство / Я. П. Андреев, П. К. Игнатенко // Животноводство России. – 2007. – № 10. – С. 9–11.

15. Андреева, Н. А. Ферменты обмена фолиевой кислоты / Н. А. Андреева. – М.: Наука, 1974. – С. 10–13.

16. Арлащенко, Н. И. Повышение физической выносливости животных под влиянием парааминобензойной кислоты / Н. И. Арлащенко, Д. Я. Опарина, И. А. Рапопорт// Изв. АН СССР. Сер. биология. – 1991. – № 2. – С. 224–231.

17. Бабин, Н. А. Влияние витамина парааминобензойной кислоты на морфологический состав крови и продуктивность кроликов в весенний период года / Н. А. Бабин // Инновационные тенденции развития российской науки: материалы IX Международной научно-практической конференции молодых ученых,

Красноярск, 22–23 марта 2016 года / отв. за вып.: В.Л. Бопп. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2016. – С. 103–106.

18. Бабин, Н. А. Влияние витамина парааминонензойной кислоты на морфологию лейкоцитов, биохимический и минеральный состав крови кроликов в весенний период года / Н. А. Бабин // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 6(129). – С. 167–174.

19. Бабин, Н. А. Содержание общего белка и белковых фракций в сыворотке крови кроликов породы "серебристый" при применении парааминонензойной кислоты в летний период года / Н. А. Бабин // Инновационные тенденции развития российской науки: материалы XI Международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 10–11 апреля 2018 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2018. – С. 62–64.

20. Бабин, Н. А. Влияние витамина парааминонензойной кислоты на продуктивность и морфологический состав крови кроликов в летний период года / Н. А. Бабин // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 6(141). – С. 325–330.

21. Бабин, Н. А. Влияние витамина парааминонензойной кислоты на лейкоциты и их фагоцитарную активность в крови у кроликов породы серебристый в осенний период / Н. А. Бабин // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 8(149). – С. 147–152.

22. Бабин, Н.А. Влияние парааминонензойной кислоты на продуктивные и биохимические показатели кроликов в осенний сезон года / Н. А. Бабин, С. Г. Смолин // Вестник КрасГАУ. – 2025. – № 5(149). – С. 221–229.

23. Бабин, Н. А. Воздействие витамина парааминонензойной кислоты на параметры продуктивности и гематологические показатели крови кроликов в осенний период года / Н. А. Бабин // Вопросы интегративной физиологии: сборник статей, посвященный 70-летию Красноярского отделения Российского физиологического общества имени И.П. Павлова при РАН и 85-летию со дня рождения д.м.н. профессора Ю.И. Савченкова / под ред. Л.А. Михайловой, Т.В.

Толмачевой, Л.М. Майловой [и др.]. – Красноярск: тип. КрасГМУ, 2023. – Вып. 5. – С. 123–128.

24. Бабин, Н. А. Динамика показателей естественной резистентности кроликов при включении в рацион кормления витамина парааминобензойной кислоты / Н. А. Бабин // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2024. – № 3(63). – С. 42–46.

25. Бабин, Н. А. Морфологические и биохимические показатели крови кроликов породы «Серебристый» при применении витамина парааминобензойной кислоты в зимний период года / Н. А. Бабин // Ветеринария, зоотехния непродуктивных животных: Материалы региональной научной конференции аспирантов, магистров и студентов, Красноярск, 23–24 ноября 2021 года / В.Л. Бопп, А.С. Федотова. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 8–11.

26. Бабин, Н. А. Содержание кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови кроликов при применении парааминобензойной кислоты в летний период года / Н. А. Бабин // Инновационные тенденции развития российской науки: материалы X Международной научно-практической конференция молодых ученых, посвященной Году экологии и 65-летию Красноярского ГАУ, Красноярск, 22–23 марта 2017 года. Ч. I. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2017. – С. 74–75.

27. Бажибина, Е. Б. Методологические основы оценки клинико-морфологических показателей крови домашних животных: учебное пособие / Е. Б. Бажибина, А. В. Коробов, С. В. Середа, В. П. Сапрыкин – М.: Аквариум-Принт, 2005. – 128 с.

28. Балакирев, Н. А. Кролиководство / Н. А. Балакирев, Е. А. Тинаева, Н. И. Тинаев, Н. Н. Шумилина – М.: КолосС, 2007. – 232 с.

29. Балакирев, Н. А. Кролиководство - перспективная отрасль животноводства / Н. А. Балакирев, Ю. А. Калугин // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2015. – № 7. – С. 20–23.

30. Балакирев, Н. А., Нигматуллин Р.М., Тинаев Н.И. Породы кроликов: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 111401 - Зоотехния. / Н. А. Балакирев, Р. М. Нигматуллин, Н. И. Тинаев. – Москва: ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА имени К.И. Скрябина, 2010. – 140 с.
31. Баталова, Т. А. К вопросу о влиянии комплексных соединений 6-циклогексстрина с параамиnobензойной кислотой на биоэлектрическую активность коры больших полушарий, работоспособность и инструментальное поведение в эксперименте / Т. А. Баталова, В. А. Доровских, М. К. Грачев и др. // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2011. – № 1. – С. 42–47.
32. Бейшенова, Г. А. Исследование эффективности антиоксидантной терапии приuveите (экспериментальные исследования): дис. ... канд. мед. наук: 14.01.07. / Бейшенова Гульмира Алимовна. – М., 2015. – 161 с.
33. Бекузарова, С. А. Способ ускоренного размножения селекционных образцов зерновых культур / С. А. Бекузарова, Н. А. Боме, Л.И. Вайсфельд и др. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 6. – С. 48–50.
34. Бекузарова, С. А. Изобретение «Способ предпосевной обработки семян селекционных образцов зерновых культур»: пат. 2461185 / С. А. Бекузарова, Н. А. Боме, Л. И. Вайсфельд, Ф. Т. Цомартова, Г. В. Лущенко Рос. Федерация. – Опубл. 20.09.2012.
35. Беликов, В. Г. Фармацевтическая химия / В. Г. Беликов. – М.: Медпресс-информ, 2009. – 615 с.
36. Берестов, В. А. Биохимия и морфология крови пушных зверей / В. А. Берестов. – Петрозаводск: Карелия, 1971. – 292 с.
37. Березовский, В. М. Химия витаминов / В. М. Березовский. – М.: Пищепромиздат, 1959. – 475 с.
38. Биохимические показатели сыворотки крови у различных видов животных [Электронный ресурс] // Московский ветеринарный веб-центр. – 2014. –

Режим доступа: <http://webmvc.com/vet/pokaz/blood2.php> (дата обращения: 01.01.2023).

39. Битюков, И. П. Практикум по физиологии с/х животных / И. П. Битюков и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 123 с.
40. Богданов, Г. А. Кормление сельскохозяйственных животных / Г. А. Богданов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 624 с.
41. Борисов, М. Ю. Повышение эффективности сельскохозяйственного производства на основе управления качеством: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. / Борисов Максим Юрьевич. – Москва, 2003. – 19 с.
42. Бухарин, О. В. Лизоцим микроорганизмов / О. В. Бухарин, Н. В. Васильева, Б. Я. Усвяцков. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1985. – 212 с.
43. Васильев, Ю. Г. Ветеринарная клиническая гематология: учебное пособие / Ю. Г. Васильев, Е. И. Трошин, А. И. Любимов. – СПб.: Лань, 2015. – 656 с.
44. Васильева, С. В. Репарационный эффект генетически активного природного соединения - парааминобензойной кислоты в опыте с N-нитрозометилмочевиной / С. В. Васильева, Л. С. Давниченко, Е. В. Луцкова, И. А. Рапопорт // Доклады АН СССР. – 1979. – Т. 247, № 1. – С. 226.
45. Васильева С.В. Усиление пара-аминобензойной кислотой процессов регенерации ДНК в *Escherichia coli* / С. В. Васильева, Л. С. Давниченко, И. А. Рапопорт // Генетика. – 1982. – Т. 18, № 3. – С. 381–391.
46. Васильева, С. В. Взаимодействие парааминобензойной кислоты с ДНК *in vitro* / С. В. Васильева, Г. П. Жижина, И. А. Рапопорт // Доклады АН СССР. – 1980. – Т. 252, № 3. – С. 755.
47. Васильева, С. В. Роль пара-аминобензойной кислоты в защите ДНК от оксидантов / С. В. Васильева, Е. В. Махова, Е. Ю. Мошковская, Г. П. Жижина // Докл. АН. – 2000. – Т. 375, № 3. – С. 418–420.
48. Веремеева, С. А. Способ повышения продуктивности кроликов / С. А. Веремеева, К. С. Есенбаева, Н. А. Череменина, К. А. Сидорова // Перспективы

развития АПК в работах молодых ученых: мат. регион. науч.-практ. конф. 5 февраля 2014 г. – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2014. – С. 29–33.

49. Воронова, И. В. Влияние изменения живой массы свиноматок в подсосный период на их репродуктивные качества при использовании биологически активных добавок: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04. / Воронова Инна Васильевна. – Чебоксары, 2004. – 24 с.

50. Гальбинур, Т. П. Изучение действия парааминобензойной кислоты на фоторецепторы при пигментной дистрофии сетчатки на модели мышей / Т. П. Гальбинур // Офтальмология. – 2012. – № 3(10). – С. 22–25.

51. Гальбинур, Т. П. Оценка влияния пара-аминобензойной кислоты на морфологическое состояние сетчатки мышей линии rd10 - модели пигментного ретинита / Т. П. Гальбинур, Е. А. Новикова // Офтальмология. – 2012. – Т. 9. – № 3. – С. 57–60.

52. Гальбинур, Т. П. Пара-аминобензойная кислота снижает интенсивность оксидативного повреждения в сетчатке мышей линии rd10 / Т. П. Гальбинур // Врач-аспирант. – 2012. – Т. 55. – № 6.3. – С. 420–423.

53. Гальбинур, Т. П. Экспериментальное изучение влияния пара-аминобензойной кислоты на функциональное состояние сетчатки на модели пигментного ретинита / Гальбинур Т. П. // Офтальмология. – 2013. – № 2(12). – С. 41–45.

54. Гаумова, Г. В. Биологически активные препараты из местного природного сырья и их испытания в качестве кормовых добавок / Г. В. Гаумова, А. В. Кветковская, Н. Л. Макарова // Природопользование. – 2009. – № 15. – С. 241–244.

55. Гараева, С. Н., Редкозубова Г.В., Постолати Г.В. Аминокислоты в живом организме / С. Н. Гараева, Г. В. Редкозубова, Г. В. Постолати. – Кишинев: Ин-т физиологии и санокреатологии АН Молдовы, 2009. – 552 с.

56. Горлов, И. Ф. Интенсивность роста и развитие бычков калмыцкой породы разных типов телосложения / И. Ф. Горлов, У. Э. Гаряев, Б. К. А.

К. Натыров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 2 (38). – С. 156–159.

57. ГОСТ 27747-2016 Мясо кроликов (тушки кроликов, кроликов-бройлеров и их части). Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2019. – 12 с.

58. Гуськов, Е. П. Антиоксидантное средство: пат. 2228744 / Е. П. Гуськов, Т. П. Шкурат, Н. П. Милютина и др. Рос. Федерация. – Опубл. 20.05.2004.

59. Демидчик, Л. Г. Применение парааминобензойной кислоты для профилактики заболеваний и стимуляции роста поросят [Профилактика диареи у поросят-сосунов] / Л. Г. Демидчик // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. – 2003. – № 1. – С. 215.

60. Дерхо, М. А. Зависимость мясной продуктивности бычков герефордской породы от белкового спектра крови / М. А. Дерхо, Н. В. Фомина, А. А. Нурбекова // Ветеринарный врач. – 2008. – № 3. – С. 41–43.

61. Дикун, В. М. Нетрадиционные методы ускорения процессов восстановления у быстроаллюрных тренируемых лошадей: дис. ... канд. биол. наук: 06.02.05. / Дикун Владимир Михайлович. – Дивово, 2000. – 120 с.

62. Дорофейчук, В. Г. Определение активности лизоцима нефелометрическим методом / В. Г. Дорофейчук // Лаб. Дело. – 1968. – № 1. – С. 28–30.

63. Досон, Р. Парааминобензойная кислота // Справочник биохимика: пер. с англ / Р. Досон, Д. Эллиот, У. Эллиот, К. Джонс. – М.: Мир, 1991. – С. 99.

64. Дрозд, Н. Н. Выявление новых антикоагулянтов прямого действия в ряду органических соединений различной химической структуры: дис. ... д-ра биол. наук: 14.03.06 / Дрозд Наталья Николаевна. – Москва, 2009. – 446 с.

65. Дроздовская, Л. Н. Влияние фолиевой кислоты и ПАБК на жизнеспособность дрозофилы / Л. Н. Дроздовская // Химический мутагенез в повышении продуктивности сельскохозяйственных растений. – М., 1984. – С. 220–223.

66. Дроздовская, Л. Н. Действие пара-аминобензойной кислоты на изолированные слюнные железы дрозофилы / Л. Н. Дроздовская // Применение

химических мутагенов в защите среды от загрязнения и в сельскохозяйственной практике. – М.: Наука, 1981. – С. 76–78.

67. Дроздовская, Л. Н. Индукция меланических включений у дрозофилы под влиянием высоких концентраций пара-аминобензойной кислоты / Л. Н. Дроздовская, И. А. Рапопорт // Доклады АН СССР. – 1978. – Т. 243, № 5. – С. 1309–1312.

68. Живаева, К. А. Особенности пищеварения кроликов / К. А. Живаева // Молодежь и наука. – 2017. – № 4-1. – С. 34.

69. Житникова Ю. Кролики: породы, разведение, содержание, уход / Ю. Житникова. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 253 с. – (Серия "Подворье")

70. Зобова, Н. С. Воздействие на рост и развитие молодняка крупного рогатого скота парааминобензойной кислоты / Н. С. Зобова // Вестник Сумского национального аграрного университета. – 2013. – № 7. – С. 143–145.

71. Зобова, Н. С. Исследование влияния парааминобензойной кислоты на качество мяса молодняка крупного рогатого скота / Н. С. Зобова, А. В. Шилов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2013. – Т. 213. – С. 94–99.

72. Зобова, Н.С. Морфологический состав и биохимические показатели крови молодняка крупного рогатого скота при включении в рацион парааминобензойной кислоты / Н. С. Зобова, А. В. Шилов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3(23). – С. 105–109.

73. Зобова, Н. С. Парааминонбензойная кислота как фактор влияния на состав крови молодняка крупного рогатого скота / Н. С. Зобова // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК: материалы Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 20–21 октября 2015 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – С. 7–11.

74. Зобова, Н. С. Совершенствование технологии выращивания телят-молочников с использованием парааминонбензойной кислоты при их содержании в

помещениях павильонного типа: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10. / Зобова Наталья Сергеевна. – Чебоксары, 2013. – 148 с.

75. Зобова, Н. С. Эффективность использования парааминобензойной кислоты в рационах кормления молодняка крупного рогатого скота / Н. С. Зобова, А. В. Шилов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 1(21). – С. 101–104.

76. Зусман, Н. С. Разведение кроликов / Н. С. Зусман, В. И. Лепешкин. – М.: КолосС, 1966. – С. 4–7.

77. Игнатьева, Н. Л. Влияние витамина парааминобензойной кислоты на гематологические показатели телят / Н. Л. Игнатьева, Н. С. Зобова // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сборник материалов XV Международной научно-практической конференции в 2 кн., Барнаул, 12–13 марта 2020 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2020. – С. 153–154.

78. Игнатьева, Н. Л. Использование парааминобензойной кислоты при выращивании молодняка крупного рогатого скота / Н. Л. Игнатьева, Н. С. Зобова, Е. Ю. Немцева // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2(13). – С. 67–71.

79. Игнатьева, Н. Л. Рост и развитие молодняка крупного рогатого скота при введении в рацион парааминобензойной кислоты / Н. Л. Игнатьева, Г. М. Тобоев, Н. С. Зобова // Ветеринарный врач. – 2020. – № 3. – С. 16–20.

80. Калашников, А. П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. 3-е изд., перераб. и доп. / А. П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов и др. – Москва: Знание, 2003. – 456 с.

81. Калугин, Ю. А. Биологические особенности кроликов / Ю. А. Калугин. – М.: ФГБОУ ВПО МГАВМБ, 2012. – 36 с.

82. Калугин, Ю. А. Кальций и фосфор в организме кроликов / Ю. А. Калугин, Н. А. Балакирев, О. И. Федорова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2(136). – С. 96–102.

83. Калюжный, И. И. Клинико-биохимический контроль метаболических нарушений у животных, диагностика лечение и профилактика / И. И. Калюжный,

А. С. Гречишкін, И. С. Степанов, М. Б. Кенжегалиева, А. А. Шиманова // Материалы 2 Международной конференции по Ветеринарно-Санитарной Экспертизе, Воронеж, 2017. – С. 300–306.

84. Каримов, Х. М. Требования *Thielaeviopsis basicola (Berk. EtBr) Feraris* к источникам питания / Х. М. Каримов // Тр. Среднеаз. НИИ защиты растений. – 1977. – Вып. 11. – С. 33–35.

85. Карпов, А. В. Изучение возможности комплексообразования ДНК с ПАБК, диаминобензойной, фолиевой и тетрагидрофолиевой кислотами / А. В. Карпов, С. В. Васильева, И. А. Рапопорт // Химический мутагенез в повышении продуктивности сельскохозяйственных растений. – М., 1984. – С. 249–252.

86. Карпушина, О. В. Возрастная динамика кальциево-фосфорного обмена и естественной резистентности у бройлеров при применении парааминобензойной кислоты в условиях Приамурья: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13. / Карпушина Ольга Витальевна. – Благовещенск, 2004. – 23 с.

87. Квартникова, Е. Г. Витаминное питание плотоядных пушных зверей / Е. Г. Квартникова. – Москва: КлабПринт, 2017. – 107 с.

88. Квартникова, Е. Г. Роль синтетических витаминов а и д в переваримости питательных веществ и энергии рациона молодняком кроликов / Е. Г. Квартникова, Г. Ю. Косовский, М. П. Квартников // Кролиководство и звероводство. – 2020. – № 3. – С. 14–23. – DOI 10.24411/0023-4885-2020-10302.

89. Кириллов, Н. А. Действие парааминобензойной кислоты на иммунокомпетентные структуры животных / Н. А. Кириллов // Ветеринария. – 2002. – № 6. – С. 23–26.

90. Кириллова, Л. Л. П-аминобензойная кислота стимулирует всхожесть семян, рост растений, фотосинтез и ассимиляцию азота у амаранта (*Amaranthus L.*) / Л. Л. Кириллова, Г. Н. Назарова, Е. П. Иванова // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – № 5. – С. 688–695.

91. Киселев, Г. И. Особенности фосфорнокальциевого обмена у крольчих / Г. И. Киселев // Кролиководство и звероводство. – 1960. – № 10. – С. 12–13.

92. Кожевникова, Н. А. Парааминобензойная кислота как фактор воздействия на ферментативные процессы / Н. А. Кожевникова. – М.: Наука, 1993. – 160 с.
93. Кожевникова, Н. А. Спектрофотометрическое исследование препаратов инсулина и адреналина в присутствии парааминобензойной кислоты / Н. А. Кожевникова, И. Д. Путрина // Химический мутагенез и задачи сельскохозяйственного производства. – М.: Наука, 1993. С. 163 – 165.
94. Кожевникова, Н. А. Влияние парааминобензойной кислоты на активность дезоксирибонуклеазы интактного и облученного препарата / Н. А. Кожевникова, И. А. Рапопорт // Доклады АН СССР. – 1983. – Т. 273. – № 2. – С. 476–479.
95. Колмацкий, В. И. Эффективное кролиководство / В. И. Колмацкий и др. – Ростов н/Д.: Феникс, 2014. – 238 с.
96. Кондрахин, И. П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики / И П Кондрахин. – М.: КолоС, 2004. – 520 с.
97. Конопатов, Ю. В. Некоторые показатели минерального и витаминного состава крови кур / Ю. В. Конопатов, Б. М. Федоров, Ю. Г. Федорова // Диагностика, лечение и профилактика незаразных болезней сельскохозяйственных животных и птиц: Сб. науч. тр. ЛВИ. – Л., 1987. – Вып. 86. – С. 56–60.
98. Косова, Т. И. Кролики: Разведение, выращивание, кормление / Т. И. Косова, С. Н. Александров. – Москва: АСТ, Сталкер, 2004. – 160 с.
99. Косилов, В. И., Миронова И. В. Эффективность использования энергии рационов коровами чёрно-пёстрой породы при скармливании пробиотической добавки Ветоспорин-актив / В. И. Косилов, И. В. Миронова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2(52). – С. 179–182.
100. Красноярский край. Официальный портал. Современный Красноярский край [Электронный ресурс]. – 20.01.2018. – Режим доступа: <http://www.krskstate.ru/80/kray> (дата обращения: 01.01.2023).

101. Кузнецов, С. Г. Биохимические критерии обеспеченности животных минеральными веществами / С. Г. Кузнецов // С.-х. биология. – 1993. – № 2. – С. 16–31.
102. Куклина, Л. Б. Средства, влияющие на афферентную иннервацию: учебное пособие / Л. Б. Куклина, Л. Н. Минакина, О. П. Клёц, А. Д. Одинец. – Иркутск: ИГМУ, 2017. – 60 с.
103. Куликов, Н. Е. Коррекция питательности полнорационных комбикормов для кроликов премиксами / Н. Е. Куликов // Кролиководство и звероводство. – 2017. – № 3. – С. 39–44.
104. Лактионов, К. С. Физиология пищеварения кроликов / К. С. Лактионов, В. А. Зуенко. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2016. – 194 с. – ISBN 9785933822929.
105. Ленинджер, А. Биохимия / А. Ленинджер. – М., 1974. – 957 с.
106. Лепорский, Н. И. К анализу общего действия новокаина / Н. И. Лепорский, Т.Т. Каракулина // Тр. Военно-морской мед. акад. – Л., 1952. – Т. 39. – С. 50.
107. Лопатина, Н. А. Использование бентонита при откорме молодняка свиней: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / Лопатина Нина Аркадьевна. – Курган, 2004. – 151 с.
108. Лесняк, А. Н., Добудько А.Н. Эффективность выращивания кроликов в разных условиях содержания Центрально-Чернозёмной зоны / А. Н. Лесняк, А. Н. Добудько // Вестник БУНК, 2006. – № 3 (18). – С. 93–94.
109. Лущенко, А. Е. Разведение сельскохозяйственных животных: Электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] / А. Е. Лущенко, Т. Г. Черногорцева, С. В. Бодрова, Н. М. Бабкова // ФГОУ ВПО Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск. – 2009. – Режим доступа: [http://www.kgau.ru/distance/zif\\_03/razvedenie-110401/index.html](http://www.kgau.ru/distance/zif_03/razvedenie-110401/index.html) (дата обращения: 01.01.2023).
110. Лысов, В. Ф. Основы физиологии и этиологии животных: учеб. пособие для студентов вузов по специальностям 310800 "Ветеринария" и 310700

"Зоотехния" / В. Ф. Лысов, В. И. Максимов. – Москва: КолосС, 2004. – 255 с. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

111. Любин, Н. А. Методические рекомендации к определению и выведению гемограммы у сельскохозяйственных и лабораторных животных при патологиях / Н. А. Любин, Л. Б. Конова. – Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина, 2005. – 113 с.

112. Макарцев, Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных: Учебник для вузов / Н. Г. Макарцев. – Калуга: Ноосфера, 2012. – 640 с.

113. Манукян, В. А. Эффективность витамина В10 (Н1) при выращивании цыплят-бройлеров / В. А. Манукян, Е. Ю. Байковская, О. Б. Миронова и др. // Птицеводство. – 2016. – № 11. – С. 13–15.

114. Маркитанова, Ю. В. Влияние парааминобензойной кислоты на процессы апоптоза в конъюнктиве и эпителии роговицы взрослых крыс *in vivo*, после действия гипобарической гипоксии / Ю. В. Маркитанова, С. И. Акберова, А. А. Рябцева, О. Г. Строева // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2018. – № 3. – С. 257–266. – DOI 10.7868/S0002332918030025.

115. Маркович, Л. Г. Перспективы использования генетических маркеров в селекции пушных зверей и кроликов / Л. Г. Маркович, Е. А. Тинаева, Н. И. Куликова // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 4. – С. 57–59.

116. Матусис, И. И. Витамины и антивитамины / И. И. Матусис. – М.: Сов. Россия, 1975. – 237 с.

117. Машковский, М. Д. Лекарственные средства / М. Д. Машковский. – М.: Новая волна, 2017. – 1216 с.

118. Медянцев, П. Л. Влияние препарата "Витагмал" на рост, развитие и неспецифическую резистентность организма кроликов и свиней: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / Медянцев Павел Львович. – Курск, 2006. – 140 с.

119. Мельникова, Т. А. Влияние парааминобензойной кислоты на течение инфаркта миокарда в эксперименте / Т. А. Мельникова, А. Ф. Рыжова // Бюлл. эксперим. биологии и медицины. – 1967. – № 4. – С. 61.

120. Микулец, Ю. И. Взаимосвязь витаминов и биоэлементов / Ю. И. Микулец. – Москва: Московский государственный гуманитарно-экономический университет, 2015. – 186 с.
121. Микулец, Ю. И. Совместимость витаминов и биоэлементов в кормлении кроликов / Ю. И. Микулец, К. В. Харламов // Ветеринария и кормление. – 2019. – № 1. – С. 40–43. – DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2019-1-13.
122. Миронова, И. В. Переваримость коровами основных питательных веществ рационов коров чёрно-пёстрой породы при использовании в кормлении пробиотической добавки Ветоспорин-актив / И. В. Миронова, В. И. Косилов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2(52). – С. 143–146.
123. Москалев, Ю. П. Минеральный обмен / Ю. П. Москалев. – М.: Медицина, 1985. – 225 с.
124. Никитин, В. Н. Атлас клеток крови сельскохозяйственных и лабораторных животных / В. Н. Никитин. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит., 1949. – 118 с.
125. Лоза, Г. М. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений / Г. М. Лоза, Е. Я. Удовиченко, В. Е. Вовк, О. Е. Омельченко. – М.: Колос, 1980. – 112 с.
126. Новикова, Н. Н. Егорова А.Г., Эрнст Л.К. и др. Изменение внутренних органов и тканей щенят песцов при введении в рацион парааминобензойной кислоты / Н. Н. Новикова, А. Г. Егорова, Л. К. Эрнст и др. // Вестник Рос. Акад. сельскохозяйственных наук. – 2001. – № 3. – С. 66–67.
127. Новикова, Н. Н. Усиление компенсаторных возможностей животных-гипотрофиков под воздействием экологически безопасных адаптогенов: Парааминобензойной, янтарной кислот и препарата «мелакрил»: дис. ... д. биол. наук: 06.02.04 / Новикова Наталья Николаевна. – Москва, 2001. – 527 с.
128. Ноздрин, Г. А. Влияние пробиотиков на количественные и качественные показатели мясной продуктивности животных / Г. А. Ноздрин //

Санкт-Петербург - Пробиотики - 2009: матер. 6-й объединён. науч. сес. и 2-го междунар. конгр. по пробиотикам (28–29 окт. 2009 г.). – СПб., 2009. – С. 45–49.

129. Обухов, Г. В. Особенности кормления различных физиологических групп кроликов / Г. В. Обухов, Т. В. Сарапулова // Вестник биотехнологии. – 2016. – № 3(9). – С. 6.

130. Обухов, Г. В. Особенности кормления различных физиологических групп кроликов / Г. В. Обухов, Т. В. Сарапулова // Вестник биотехнологии. – 2017. – № 1(11). – С. 17.

131. Омельченко, Н.Н. Использование отечественного пробиотика при выращивании кроликов / Н. Н. Омельченко, А. А. Лысенко, Н. А. Омельченко, Д. В. Осепчук // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 53. – С. 194–198.

132. Особенности кальциевого обмена у кроликов [Электронный ресурс] // ООО «Ласка ВЦ». – Режим доступа: <https://laskavet.ru/exotology/osobennosti-kalcievogo-obmena-u-krolikov/> (дата обращения: 01.01.2023).

133. Помытко, В. Н. Учебная книга кролиководства / В. Н. Помытко, В. Н. Александров. – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.

134. Применение парааминобензойной кислоты для стимуляции роста поросят в период утробного и раннего постнатального развития // Научно-технические разработки России / Челябинский ЦНТИ. Инф. Листок №82-011-02. Раздел НИТ: Животноводство.

135. Рапопорт, И. А. Действие генетически активных веществ на фенотип и чистота генетического состояния / И. А. Рапопорт // Химический мутагенез в повышении продуктивности сельскохозяйственных растений. – М., 1984. – С. 3–56.

136. Рапопорт, И. А. Действие ПАБК в связи с генетической структурой / И. А. Рапопорт // Химические мутагены и парааминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных растений. – М.: Наука, 1989. – С. 3–37.

137. Рапопорт, И. А. Роль парааминобензойной кислоты в reparации повреждений, индуцированных УФ-облучением и гамма-лучами / И. А. Рапопорт,

С. А. Васильева, Л. С. Давниченко // Доклады АН СССР. – 1970. – Т. 247, № 1. – С. 231–234.

138. Рапопорт, И. А. Влияние *n*-аминобензойной кислоты на зависимую дифференцировку / И. А. Рапопорт, Л. Н. Дроздовская // Доклады АН СССР. – 1979. – Т. 246, № 3. – С. 733–736.

139. Рапопорт, И. А. Спектр пупов аутосом слюнных желез ранней предкуколки в разные периоды личиночного возраста дрозофилы // Химический мутагенез и проблемы селекции / И. А. Рапопорт, Л. Н. Дроздовская. – М.: Наука, 1991. – С. 267–270.

140. Рапопорт, И. А. Эффект дисконыогации и спирализации гигантских хромосом дрозофилы под влиянием парааминобензойной кислоты / И. А. Рапопорт, Л. Н. Дроздовская // Доклады АН СССР. – 1978. – Т. 243, № 4. – С. 1062–1065.

141. Ревазов, Ч. В. Химические показатели крови кроликов // Наука в современном информационном обществе: Материалы X международной научно-практической конференции: в 3-х томах, North Charleston, USA, 28–29 ноября 2016 года / Ч. В. Ревазов. – North Charleston, USA: Create Space, 2016. – С. 77–80.

142. Ревазов, Ч. В. Эффективность использования сухой послеспиртовой барды при откорме кроликов: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.08 / Ревазов Челе Валикович. – Владикавказ, 2018. – 122 с.

143. Рыжова, А. Ф. Влияние парааминобензойной кислоты на синтез и расход холестерина в печени у «атеросклерозированных» животных / А. Ф. Рыжова // Бюл. эксперим. биологии и медицины. – 1963. – № 10. – С. 41.

144. Рябцева, А. А. Влияние парааминобензойной кислоты на воспалительный процесс при синдроме "сухого глаза" у больных сахарным диабетом (клинико-лабораторное исследование) / А. А. Рябцева, Г. Х. Ализаде, С. И. Акберова и др. // Точка зрения. Восток - Запад. – 2021. – № 2. – С. 19–23. – DOI 10.25276/2410-1257-2021-2-19-23.

145. Савинова, А. А. Витамины в животноводстве и ветеринарии: Монография / А. А. Савинова, С. В. Семенченко, Н. П. Фалынскова. – Новочеркасск:

Донской государственный аграрный университет, 2017. – 119 с. – ISBN 9785982523006.

146. Саломатин, В. В. Селенорганические препараты Лар и Селенопиран и их влияние на гематологические показатели молодняка свиней / В. В. Саломатин, А. А. Ряднов, Е. В. Петухова // Свиноводство. – 2012. – № 5. – С. 44–46.
147. Свечин, Ю. К. Влияние ПАБК на рост поросят / Ю. К. Свечин, Н. Н. Борисова // АПК: достижения науки и техники. – 1983. – № 5. – С. 5–7.
148. Свечин, Ю. К. Влияние парааминобензойной кислоты на рост и мясные качества свиней / Ю. К. Свечин, Н. Н. Михеева // Зоотехния. – 1990. – № 1. – С. 53–56.
149. Сивкова, Т. Н. Клиническая ветеринарная гематология / Т. Н. Сивкова, Е. А. Доронин-Доргелинский. – Пермь: Прокрость, 2017. – 123 с.
150. Сидорова, К. А. Физиологические особенности кроликов: учебное пособие / К. А. Сидорова, К. С. Есенбаева. – Тюмень, 2004. – 73 с.
151. Сидорова, К. А. Эколого-физиологическое обоснование использования кормовых добавок в кролиководстве: методические рекомендации / К. А. Сидорова, К. С. Есенбаева, Н. А. Череменина, С. А. Веремеева, А. А. Бекташева. – Тюмень: Тюм. аграрн. акад. союз., 2008. – 19 с.
152. Сирота, Т. В. Антиоксидантные свойства пара-аминобензойной кислоты и ее натриевой соли / Т. В. Сирота, Н. Е. Лямина, Л. И. Вайсфельд // Биофизика. – 2017. – Т. 62, Вып. 5. – С. 846–851.
153. Смирнова, О. В. Определение бактерицидной активности сыворотки крови методом фотонефелометрии / О. В. Смирнова, Т. А. Кузьмина // ЖМЭИ. – 1966. – № 4. – С. 8–11.
154. Смолин, С. Г. Влияние парааминобензойной кислоты на резистентность организма кроликов породы серебристый, содержащихся в условиях Красноярского края / С. Г. Смолин, Н. А. Бабин // Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И. П. Павлова с международным участием, Воронеж, 18–22 сентября 2017 года. – Воронеж: Издательство Истоки, 2017. – С. 2502–2503.

155. Смолин, С. Г. Влияние витамина парааминобензойной кислоты на количество общего белка в сыворотке крови у кроликов породы «Серебристый» в осенне-зимний сезон года / С. Г. Смолин, Н. А. Бабин // Сборник тезисов XXIV съезда физиологического общества им. И. П. Павлова: Сборник тезисов съезда, Санкт-Петербург, 11–15 сентября 2023 года. – Санкт-Петербург: ООО "Издательство ВВМ", 2023. – С. 230. – EDN NQEGLY.
156. Смолин, С. Г., Атавина О.В. Морфологический состав крови у цыплят-бройлеров суточного, 15-, 30-, 43-дневного возраста при применении витамина парааминобензойной кислоты по сезонам года / С. Г. Смолин, О. В. Атавина // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 12(51). – С. 102–105.
157. Смолин, С. Г. Физиология и этология животных: учебное пособие для вузов / С. Г. Смолин. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 626 с.
158. Смолин, С. Г. Физиология и этология животных: учебное пособие для вузов. 2-е изд., стер / С. Г. Смолин. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 628 с.
159. Смолин, С. Г. Физиология и этология животных: учебное пособие для вузов. 3-е изд., стер. / С. Г. Смолин – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 628 с.
160. Современный справочник врача ветеринарной медицины. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 544 с.
161. Соколовская И.И., Рапопорт И.А., Бронская А.В. Исследования возможности применения химического мутагенеза к млекопитающим // Доклады ВАСХНИЛ. – 1969. – № 2. – С. 23–26.
162. Солдатенков, А. Т. Основы органической химии лекарственных веществ / А. Т. Солдатенков, Н. М. Колядина, И. В. Шендрик. – М.: Мир, 2001. – 189 с.
163. Стеньшин, В. В. Активация роста поросят в раннем постнатальном онтогенезе под влиянием парааминобензойной кислоты: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Стеньшин Виктор Васильевич. – Чебоксары, 2002. – 124 с.
164. Строева, О. Г. Биологические свойства парааминобензойной кислоты (ПАБК) // Эндогенные соединения в морфогенезе и восстановительных процессах

- интегрирующие и регуляторные системы: теория и практика. Онтогенез / О. Г. Строева. – 2000. – Т. 31, № 4. – С. 259–260.

165. Строева, О. Г. Антитромботическая активность парааминобензойной кислоты при экспериментальном тромбозе / О. Г. Строева, С. И. Акберова, В. А. Макаров и др. // Изв. РАН. Серия биология. – 1999. – № 3. – С. 329–336.

166. Сысоев, В. С. Кролиководство / В. С. Сысоев, В. Н. Александров. – М.: Агропромиздат, 1985. – 271 с.

167. Табаков, Н. А. Местные источники биологически активных веществ и их рациональное использование в кормлении сельскохозяйственных животных: монография / Н. А. Табаков, Б. А. Скуковский, Л. Е. Тюрина. – Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2017. – 112 с.

168. Таранов, М. Т. Изучение сдвигов обмена веществ у животных // Животноводство / М. Т. Таранов. – 1983. – № 9. – С. 49–50.

169. Титова, А. В. Белково-аминокислотный состав крови и продуктивные качества кроликов при скармливании пробиотических препаратов: дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / Титова Анна Васильевна. – Курск, 2010. – 143 с.

170. Томмэ, М. Ф. Обмен веществ и энергии у сельскохозяйственных животных / М. Ф. Томмэ. – М., 1949. – С. 157.

171. Тонкаль, Т. Е. Влияние N-нитрозометилмочевины и парааминобензойной кислоты на активность ДНК-полимеразы I *E. coli* в системе *in vitro* / Т. Е. Тонкаль, С. В. Васильева, С. И. Городецкий // Применение химических мутагенов в защите среды от загрязнения в сельскохозяйственной практике. – М.: Наука, 1981. – С. 66–68.

172. Турицына, Е. Г. Динамика клеточного состава лейкоцитов крови кроликов при разных функциональных нагрузках / Е. Г. Турицына, А. А. Есакова, Ю. А. Жемер, Ю. А. Зайцева // Фундаментальные и прикладные науки сегодня: материалы XVII международной научно-практической конференции, North Charleston, USA, 10–11 декабря 2018 года. – North Charleston, USA: Lulu Press, 2018. – С. 6–8.

173. Удалов, Ю. Ф. К вопросу о влиянии новокаина на переносимость белыми крысами пребывания на больших высотах. Сообщ. II. Влияние парааминобензойной кислоты / Ю. Ф. Удалов // Бюл. эксперим. биологии и медицины. – 1962. – № 10. – С. 82.
174. Удалов, Ю.Ф. Парааминобензойная кислота // Витамины / под ред. М.И. Смирнова / Ю. Ф. Удалов. – М.: Медицина, 1974. – С. 460–463.
175. Фисинин, В. И. Научное обеспечение развития животноводства России в 2008-2012 гг / В. И. Фисинин, В. В. Калашников, В. А. Багиров // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 10. – С. 3–6.
176. Хайсанов, Д. П. Влияние алюмосиликатной добавки на биохимические показатели и минеральный состав крови свинок крупной белой породы / Д. П. Хайсанов, Т. Б. Солозобова, Н. В. Губанова// Современные научноемкие технологии. – 2006. – № 3. – С. 76–77.
177. Харламов, К. В. Анализ рекомендаций по минеральному питанию кроликов / К. В. Харламов, Н. Е. Куликов, К. И. Андарало // Международный научный институт "Educatio". – 2015. – № 8-2. – С. 18–21.
178. Харламов, К. В. Основные болезни кроликов: Учебное пособие для ВУЗов / К. В. Харламов, А. И. Майоров, Ф. И. Василевич и др. – Москва: ЗооВетКнига, 2014. – 166 с.
179. Хеннинг, А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных / А. Хеннинг. – М.: Колос, 1976. – 560 с.
180. Цюрик, А. В. Влияние витаминно-минерального комплекса «Миксодил» на гормональный фон и содержание белка в крови кур-несушек // Вестник Оренбургского государственного университета / А. В. Цюрик, Н. В. Безбородов. – 2015. – № 6 (181). – С. 62–66.
181. Чайка, Н. А. Витамины // Биохимия: Учебник для вузов / Н. А. Чайка. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2020. – С. 216–229.

182. Черенков, А. Ю. Биологическая эффективность парааминобензойной и янтарной кислот в подкормках кабана (*Sus scrofa* L.): дис. ... канд. биол. наук: 06.02.03 / Черенков. Александр Юрьевич – Москва, 2005. – 143 с.
183. Черненков, Е. Н. Влияние пробиотика Биогумитель на гематологические показатели кроликов / Е. Н. Черненков, И. В. Миронова, А. Я. Гизатов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3(53). – С. 203–205.
184. Чхеидзе, М. И. Влияние ПАБК на сперму сельскохозяйственных животных / М. И. Чхеидзе // Химический мутагенез и качество сельскохозяйственной продукции: Сб. ст. – М.: Наука, 1983. – С. 257–259.
185. Шангин-Березовский, Г. Н. Рост и иммунность крупного рогатого скота в зависимости от применения ПАБК / Г. Н. Шангин-Березовский, А. В. Костин // Сельскохозяйственная биология. – 1992. – № 6. – С. 128–131.
186. Шангин-Березовский, Г. Н. Сравнительное изучение действия НДММ и ПАБК в опытах по стимуляции развития кур / Г. Н. Шангин-Березовский, С. А. Молоскин // Химический мутагенез и качество сельскохозяйственной продукции. – М.: Наука, 1983. – С. 252–257.
187. Шангин-Березовский, Г. Н. Стимуляция роста и развития кур при действии малых доз супермутагенов на яйца / Г. Н. Шангин-Березовский, И. А. Рапопорт, Е. К. Суродеева, А. А. Тамсон // Эффективность химических мутагенов в селекции. – М.: Наука, 1976. – С. 307–320.
188. Шевченко, А. А. Биологические особенности и болезни кроликов. – Краснодар: ФГБУ "Российское энергетическое агентство" Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ- филиал ФГБУ "РЭА" Минэнерго России, 2018 / А. А. Шевченко, Л. В. Шевченко, Д. Ю. Зеркалев, О. Ю. Черных. – 200 с. – ISBN 9785912213298.
189. Шенцова, Е. С. Лечебно-профилактические добавки в кормопроизводстве / Е. С. Шенцова, А. А. Шенцов, Л. И. Лыткина, А. В. Пономарев. – Воронеж: ВГТА, 2009. – 199 с.

190. Шилов, А. В. Стимуляция роста поросят с использованием парааминонензойной кислоты / А. В. Шилов, В. В. Стеньшин // Зоотехния. – 2003. – № 10. – С. 16–18.
191. Штерн-лес ландес, А. Кролики. Справочник и пособие по разведению и выращиванию /А. Штерн-лес ландес. – Белгород, 2014. – 144 с.
192. Штутман, Ц. М. Биологическая функция витамина Е и селена в организме животных / Ц. М. Штутман, Р. В. Чаговец // Сельскохозяйственная биология. – 1976. – Т. 11, № 2. – С. 163–172.
193. Шумилина, Н. Н. Выставка кроликов в Строгино / Н. Н. Шумилина // Кролиководство и звероводство. – 2009. – № 6. – С. 17.
194. Шумилина, Н. Н. Практикум по кролиководству. 2-е изд., перераб. / Н. Н. Шумилина, Ю. А. Калугин, Н. А. Балакирев – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 272 с.
195. Эйгес, Н. С. Возможности использования и развития разработок по применению фенотипического активатора для сельского хозяйства и медицины Кольского Севера / Н. С. Эйгес // Изд. ГУП «ВИМИ». – 2002. – вып. 2. – С. 2–5.
196. Эйгес, Н. С. Влияние на фенотип физиологически активного вещества парааминонензойной кислоты / Н. С. Эйгес, Г. А. Волченко, Л. И. Вайсфельд и др. // Фундаментальные науки и практика. Сборник научных трудов с материалами участников 3-й международной телеконференции. – Томск, 2010. – С. 161–163.
197. Эйгес, Н. С. Некоторые аспекты ненаследственной изменчивости, индуцированной на сельскохозяйственных культурах с помощью антиоксиданта пара-аминонензойной кислоты / Н. С. Эйгес, Г. А. Волченко, С. Г. Волченко, Л. И. Вайсфельд, В. С. Козлов, Н. В. Донец // Автохтонні та інтродуковані рослини. – 2012. – № 8. – С. 71–78.
198. Эйгес, Н. С. Применение биоантиоксиданта физиологически активного вещества парааминонензойной кислоты в генетических исследованиях и в сельском хозяйстве / Н. С. Эйгес, Г. А. Волченко, Л. И. Вайсфельд и др. // Актуальные проблемы экологии. Материалы 5-й Всероссийской научной конференции «Актуальные проблемы экологии и сохранения биоразнообразия

России и сопредельных стран». – Владикавказ: Издательство СОГУ, 2011. – С. 193–198.

199. Яшин, А. В. Оценка клинического состояния животных и применение лекарственных препаратов при болезнях пищеварительного аппарата / А. В. Яшин, Г. В. Куляков, Г. Г. Щербаков, А. М. Лунегов, В. А. Барышев, И. И. Калюжный. – СПб.; Саратов, 2019. – 160 с.

200. Akberova, S. I. New biological properties of \*p\*-aminobenzoic acid / S. I. Akberova // Biology Bulletin. – 2002. – Vol. 29. – P. 390–393.

201. Akimbekov Nuraly, S. Role of Vitamins in Maintaining Structure and Function of Intestinal Microbiome / S. Akimbekov Nuraly, Ilya S. Digel, Mohammed Razzaque // Reference Module in Food Science. – Elsevier, 2021. – ISBN 9780081005965. – <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819265-8.00043-7>.

202. Anitha, A. Vitamins and cognition: A nutrigenomics perspective / A. Anitha, V. Viswambharan, I. Thanseem et al. // Current Nutrition and Food Science. – 2021. – Vol. 17. – No 4. – P. 348–362. – DOI 10.2174/1573401316999200901180443.

203. Barbieri, B. p-Aminobenzoic Acid and Its Metabolite p-Acetamidobenzoic Acid Inhibit Agonist-Induced Aggregation and Arachidonic Acid-Induced [Ca<sup>2+</sup>]I Transients in Human Platelets / B. Barbieri, R. Stain-Malmgren, N. Papadogiannakis // Thrombosis Research. – 1999. – Vol. 95. – P. 235–243.

204. Basset, G. J. Folate synthesis in plants: The p-aminobenzoate branch is initiated by a bifunctional PabA-PabB protein that is targeted to plastids / G. J. Basset, E. P. Quinlivan, S. Ravanel et al. // Proc Natl Acad Sci U S A. – 2004. – Vol. 101(6). – P. 1496–501. – doi:10.1073/pnas.0308331100.

205. Beisel, W. R. Nonspecific host factors -- a review / W. R. Beisel // Malnutrition and the immune response. – New York, 1977. – P. 341–354.

206. Blakley, R. Z. The biochemistry of folic acid an related pteredines / R. Z. Blakley. – North Holland Amsterdam, London, 1969. – P. 356–358.

207. Brown, G. M. The biosynthesis of folic acid. II. Inhibition by sulfonamides / G. M. Brown // J Biol Chem. – 1962 Feb. – P. 536–540.

208. Brown, G. M. The biosynthesis of pteridines / G. M. Brown // *Adv Enzymol Relat Areas Mol Biol.* – 1971. – P. 35–77. – doi: 10.1002/9780470122808.ch2.
209. Camara, D. Inhibition of p-Aminobenzoate and Folate Syntheses in Plants and Apicomplexan Parasites by Natural Product Rubreserine / D. Camara, C. Bisanz, C. Barette et al. // *J. Biol. Chem.* – 2012. – Vol. 287, N 26. – P. 367–376.
210. Carabano, R. Review. New trends in rabbit feeding: influence of nutrition on intestinal health / R. Carabano, I. Badiola, S. Chamorro et al. // *Spanish Journal of Agricultural Research.* – 2008. – Vol. 6 (Special issue). – P. 15–25.
211. Chang, T.Y., Hu M.-L. Concentrations and lipid peroxidation in tissues and toxicity of para-aminobenzoic acid fed to rats in drinking water / T. Y. Chang, M.-L. Hu // *J. Nutr. Biochem.* – 1996. – Vol. 7. – P. 408–413.
212. Coates, M. E. Vitamin B<sub>12</sub> and its analogues in the gut contents of germ-free and conventional chicks / M. E. Coates, D. E. Gregory, J. W. Porter et al. // *Proc. Nutr. Soc.* – 1963. – Vol. 22. – N 2. – P. 27–28.
213. Combs, Gerald F. Jr. *The Vitamins Fundamental Aspects in Nutrition and Health.* Fifth Edition / Gerald F. Jr Combs, James P. McClung – Elsevier, 2017. – P. 605.
214. Cramer, W. On the function of the lymphocyte and lymphoid tissue on nutrition / W. Cramer, A. H. Drew, J. C. Mottram // *Lancet.* – 1921. – № 2. – P. 1201–1208.
215. Crisan, M. E. Synthesis, Crystal Structure and Biological Activity of 2-Hydroxyethylammonium Salt of \*p\*-Aminobenzoic Acid / M. E. Crisan, P. Bourosh, M. E. Maffei et al. // *PLoS One.* – 2014. – Vol. 9. – e101892.
216. Dalle Zotte, A. The role of rabbit meat as functional food / A. Dalle Zotte, Z. Szendro // *Meat Sci.* – 2011 Jul. – Vol. 88(3). – P. 319–331. – doi: 10.1016/j.meatsci.2011.02.017.
217. Eckermann-Ross C. Hormonal regulation and calcium metabolism in the rabbit / C. Eckermann-Ross // *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice.* – 2008 Jan. – Vol. 11, Issue 1. – P. 139–152.
218. Gallego, Miguel. Urinary calcium assessment and its relation with age, sex and *Encephalitozoon cuniculi* serological status in otherwise healthy pet rabbits / Miguel

Gallego // Vet Rec Open. – 2019 Nov 5. – Vol. 6(1). – e000251. – doi: 10.1136/vetreco-2017-000251.

219. Hanson, A. D. Synthesis and turnover of folates in plants / A. D. Hanson, J. F. III. Gregory // Current Opinion in Plant Biology. – 2002. – Vol. 5. – P. 244–249.
220. Johnson, W. D. Peripheral neuropathy associated with dietary riboflavin deficiency in the chicken. I. Light microscopic study / W. D. Johnson, R. W. Storts // Vet. Pathol. – 1988. – Vol. 25, N 1. – P. 9–16.
221. Jez, Joseph. Encyclopedia of Biological Chemistry III Third Edition / Joseph Jez. – Elsevier, 2021. – P. 4822.
222. Helen, C. Binding of tryptamine and 5-hydroxytryptamine (serotonin) to nucleic acids. Fluorescence and protein magnetic resonance studies / C. Helen, J. L. Dimicoli, F. Brun // Biochemistry. – 1971. – Vol. 10, N 20. – P. 3802.
223. Kadhum, W.R. Usefulness of liquid-crystal oral formulations to enhance the bioavailability and skin tissue targeting of \*p\*-aminobenzoic acid as a model compound / W. R. Kadhum, T. Oshizaka, H. Ichiro, H. Todo, K. Sugabayashi // Eur. J. Pharm. Sci. – 2016. – Vol. 88. – P. 282–290.
224. Laborda P., Zhao Y., Ling J., Hou R., Liu F. Production of Antifungal \*p\*-Aminobenzoic Acid in Lysobacter antibioticus OH13 // J. Agric. Food Chem. – 2018. – Vol. 66. – P. 630–636.
225. Lebas, F. Reflections on rabbit nutrition with special emphasis on feed ingredients utilization / F. Lebas // Proc. 8th World Rabbit Congress. – Puebla, Mexico, September 7-10, 2004. – P. 686–736.
226. Lu, Z. para-Aminobenzoic acid (PABA) synthase enhances thermotolerance of mushroom Agaricus bisporus / Z. Lu, X. Kong, Z. Lu, M. Xiao, M. Chen et al. // Plos One. – 2014. – Vol. 9. – e91298. – doi: 10.1371/journal.pone.0091298.
227. Michael, R. E. Richards, Xing Dorothy K. L. Investigation of the antibacterial activity of p-aminobenzoic acid against *P. aeruginosa* and *E. cloacae* / R. E. Richards Michael, Dorothy K. L. Xing // International Journal of Pharmaceutics. – 1992. – Vol. 87, Issues 1–3. – P. 195–201. – ISSN 0378-5173. – [https://doi.org/10.1016/0378-5173\(92\)90243-U](https://doi.org/10.1016/0378-5173(92)90243-U).

228. Mureşan-Pop, M. Ambazone salt with p-aminobenzoic acid: The double benefit of solubility and antibacterial activity improvement / M. Mureşan-Pop, I. Kacsó, F. Martin et al. // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 2015. – Vol. 120. – No 1. – P. 905–912. – DOI 10.1007/s10973-015-4452-0.
229. Nisa, Z. U. Para-aminobenzoic acid-a substrate of immense significance / Z. U. Nisa, T. Akhtar // Mini-Reviews in Organic Chemistry. – 2020. – Vol. 17. – No 6. – P. 686–700. – DOI 10.2174/1570193X16666190828201234.
230. Nortje, C. The simultaneous detection and quantification of  $^{14}\text{C}$ -aminobenzoic acid and its phase 2 biotransformation metabolites in human urine using LC-MS/MS / C. Nortje, P. Jansen van Rensburg, C. Cooke, E. Erasmus // Bioanalysis. – 2015. – Vol. 7. – P. 1211–1224.
231. Patel, H.M. Quinoxaline-PABA bipartite hybrid derivatization approach: Design and search for antimicrobial agents / H. M. Patel, V. Bhardwaj, P. Sharma, M. N. Noolvi, S. Lohan, S. Bansal, A. Sharma // J. Mol. Struct. – 2019. – Vol. 1184. – P. 562–568.
232. van Praag, E. Complete blood count and biochemistry reference values in rabbits [Электронный ресурс] / E. van Praag // The Ultimate Rabbit Medicine Resource on the Net. – 2003. – URL: [http://www.medirabbit.com/EN/Hematology/blood\\_chemistry.htm](http://www.medirabbit.com/EN/Hematology/blood_chemistry.htm) (дата обращения: 01.01.2023).
233. Richards, R.M. Activity of  $^{14}\text{C}$ -aminobenzoic acid compared with other organic acids against selected bacteria / R. M. Richards, D. K. Xing, T. P. King // J. Appl. Bacteriol. – 1995. – Vol. 78. – P. 209–215.
234. Rong, N. Bacterially synthesized folate in rat large intestine is incorporated into host tissue folyl polyglutamates / N. Rong, J. Selhub, B. R. Goldin, I. H. Rosenberg // J. Nutr. – 1991. – Vol. 21. – N 2. – P. 1955–1959.
235. Roux, B. p-Aminobenzoate synthesis in *Escherichia coli*: kinetic and mechanistic characterization of the amidotransferase PabA / B. Roux, C. T. Walsh // Biochemistry. – 1992. – Vol. 31. – N 30. – P. 6904–6910.

236. Rucker, R. B. Vitamins, selected diet-derived factors, and minerals / R. B. Rucker, A. J. Fascetti, J. A. Larsen // *The Clinical Chemistry of Laboratory Animals*. Third Edition. – Boca Raton: CRC Press, 2017. – P. 1007–1091. – DOI 10.1201/9781315155807.
237. Scrimshaw, N. S. Interactions of nutrition and infection / N. S. Scrimshaw, C. E. Taylor, J. E. Gordon. – Geneva: World Health Organization, 1968. – P. 60–142.
238. Sinha, B. K. Photo-induced binding of sulfanilamide to cellular macromolecules / B. K. Sinha, J. T. Arnold, C. F. Chignell // *Photochem. And Photobiol.* – 1982. – Vol. 35, N 3. – P. 413.
239. Soyebo, K. O. Constraints against wide spread rabbit keeping among household in Osun and Ogun State. Implications for family economic empowerment / K. O. Soyebo // *Journal of Applied Science and Research*. – 2006. – Vol. 2 (12). – P. 1244–1247.
240. Song, G. C. The folate precursor para-aminobenzoic acid elicits induced resistance against Cucumber mosaic virus and *Xanthomonas axonopodis* / G. C. Song, H. K. Choi, C. M. Ryu // *Ann Bot.* – 2013 May. – Vol. 111(5). – P. 925–34. – doi:10.1093/aob/mct049.
241. Sowinska, M. Molecular Antioxidant Properties and In Vitro Cell Toxicity of the p-Aminobenzoic Acid (PABA) Functionalized Peptide Dendrimers / M. Sowinska M., M. Morawiak, M. Bochyńska-Czyż, A.W. Lipkowski, E. Ziemińska, B. Zabłocka, Z. Urbanczyk-Lipkowska // *Biomolecules*. – 2019. – Vol. 9. – P. 89.
242. Stoerk, H. C. Effects of calcium deficiency and pyridoxine deficiency on thymic atrophy (accidental involution) / H. C. Stoerk // *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* – 1946. – Vol. 62, N 1. – P. 90–96.
243. Švarcová, M. Investigation of potential inhibitors of chorismate-utilizing enzymes / M. Švarcová, M. Krátký, J. Vinšová // *Curr. Med. Chem.* – 2015. – Vol. 22. – P. 1383–1399.
244. Vasilieva, S. Para-aminobenzoic acid inhibits a set of SOS functions in *Escherichia coli* K12 / S. Vasilieva // *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. – 2001. – Vol. 496, N 1-2. – P. 89–95.

245. Weinstein, S. J. Null association between prostate cancer and serum folate, vitamin B(6), vitamin B(12), and homocysteine / S. J. Weinstein, T. J. Hartman, R. Stolzenberg-Solomon et al. // *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* – 2003 Nov. – Vol. 12 (11, Pt 1). – P. 1271.
246. Xavier, S. The vitamin-like dietary supplement para-aminobenzoic acid enhances the antitumor activity of ionizing radiation / S. Xavier, S. Macdonald, J. Roth et al. // *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.* – 2006. – V. 65, № 2. – P. 517–527.
247. Yun, M.-K. Catalysis and Sulfa Drug Resistance in Dihydropteroate Synthase: Crystal structures reveal the catalytic mechanism of DHPS and the structural basis of sulfa drug action and resistance / M.-K. Yun, Y. Wu, Z. Li, Y. Zhao, M. B. Waddell, A. M. Ferreira, R. E. Lee, D. Bashford, S. W. White // *Science*. – 2012. – Vol. 335. – P. 1110–1114.
248. Yung-Jato, L. L. Liquid-chromatographic measurement of p-aminobenzoic acid and its metabolites in serum / L. L. Yung-Jato, P. R. Durie, S. J. Soldin // *Clin. Chem.* – 1988. – Vol. 34, N 11. – P. 2235–2238.
249. Zucker-Franklin, D. *Atlas of blood cells: function and pathology*. Vol. 1 / D. Zucker-Franklin, M. F. Greaves, C. E. Grossi – Milan, 1981. – 255 p.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Акты внедрения результатов научно-исследовательской работы**

**АКТ**

**внедрения результатов научно-исследовательских работ**

« 3 » мая 2018г.

№ 3

Я, нижеподписавшийся, руководитель ЛПХ кролиководческой фермы в п. Камарчага Манского района Красноярского края Исаев Виктор Витальевич составил настоящий акт о том, что в период с 2016 по 2018 годы в результате проведения научно-исследовательских работ по теме: «Разработка научно-обоснованных инновационных ресурсосберегающих технологий и способов обеспечения здоровья сельскохозяйственных и промысловых животных в условиях приенисейской Сибири с целью получения биологически полноценной и безопасной продукции животноводства» и « Возрастная динамика кальциевого-фосфорного обмена и естественной резистентности у кроликов при применении парааминобензойной кислоты в условиях Красноярского края» полученные результаты исследований внедрены и позволяют дать научно-обоснованные рекомендации по улучшению технологии кормления, содержания кроликов, повышению продуктивности и сохранности.

Руководитель ЛПХ  
кролиководческой фермы  
в п. Камарчага Манского района  
Красноярского края



Исаев Виктор Витальевич  
Ф.И.О.

## Приложение Б

## Карты обратной связи



«Утверждаю»

### Проректор по учебной работе

ФГАОУ ВО Сибирского федерального университета

Tigernel

«25» 05. 2018г.

## Карта обратной связи

Результаты научных исследований Бабина Н.А. на тему: «Возрастная динамика кальциево - фосфорного обмена и естественной резистентности у кроликов при применении парааминофенольной кислоты в условиях Красноярского края» используются в учебном процессе и научных исследованиях на кафедре медицинской биологии Института фундаментальной биологии и биотехнологии ФГАОУ ВО Сибирского федерального университета

Материалы рассмотрены на заседании кафедры «24» 05 2018 г.

К.б.н., профессор кафедры медицинской биологии Института фундаментальной биологии и биотехнологии Сибирского федерального университета  Титова Н.М.



### Карта обратной связи

Результаты научных исследований Бабина Н.А. на тему: «Возрастная динамика кальциево-фосфорного обмена и естественной резистентности у кроликов при применении парааминобензойной кислоты в условиях Красноярского края» используются в учебном процессе и научных исследованиях на кафедре физиологии им. проф. А.Т. Пшоника ФГБОУ ВО Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого

Материалы рассмотрены на заседании кафедры «03» 09 2018 г.

Д.м.н., профессор кафедры

физиологии им. проф. А.Т. Пшоника ФГБОУ ВО  
Красноярского государственного медицинского  
университета им проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого

Савченков Ю.И.

«Утверждаю»  
ио проректора учебной работе  
ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ  
  
Бурков С.Н.  
2019г.

## Карта обратной связи

Результаты научных исследований Бабина Н.А. на тему: «Возрастная динамика кальциево-фосфорного обмена и естественной резистентности у кроликов при применении парааминобензойной кислоты в условиях Красноярского края» используются в учебном процессе на кафедре физиологии и биохимии человека и животных ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ.

Материалы рассмотрены на заседании кафедры «\_» \_\_\_\_ 2019г.

Зав.кафедрой физиологии и биохимии человека и животных ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, доктор ветеринарных наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Почетный профессор Якутской ГСХА и Таджикского ГАУ

 Смирнов П.Н.

«Утверждаю»

Проректор по учебной работе

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный

Аграрный университет имени В.Н. Полецкова

Кулинчик И.Г. Ф.И.О.



Карта обратной связи

Результаты научных исследований Бабина Н.А. на тему: «ВЛИЯНИЕ ВИТАМИНА ПАРААМИНОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ НА ПРОДУКТИВНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА И ЕСТЕСТВЕННУЮ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ КРОЛИКОВ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ» используются в учебном процессе и научных исследованиях на кафедре «Ветеринарной медицины и биотехнологий» ФГБОУ ВО Кузбасского ГАУ имени В.Н. Полецкова»

Материалы рассмотрены на заседании кафедры Протокол №1

от «28» января 2025г.

Зав. кафедрой «Ветеринарной медицины и биотехнологий»

Доктор биологических наук, доцент Т. В. Зубова

26 а Маслова 20  
31 01 25



### Карта обратной связи

Результаты научных исследований Бабина Н.А. на тему: «Влияние витамина парааминобензойной кислоты на продуктивно-биологические показатели и естественную резистентность кроликов в условиях Красноярского края» используются в учебном процессе и научных исследованиях на кафедре «Внутренних незаразных болезней, акушерства и физиологии с.-х. животных» Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Красноярского ГАУ.

Материалы рассмотрены на заседании кафедры: протокол № 5  
от «20» января 2025г.

Зав. кафедрой «Внутренних незаразных болезней,  
акушерства и физиологии с.-х. животных»  
доктор биологических наук, профессор

С.Г. Смолин

«Утверждаю»  
 Проректор по учебно-воспитательной работе  
 и молодежной политике  
 ФГБОУ ВО Красноярского ГАУ  
 Крымкова В.Г.



### Карта обратной связи

Результаты научных исследований Бабина Н.А. на тему: «Влияние витамина парааминонензойной кислоты на продуктивно-биологические показатели и естественную резистентность кроликов в условиях Красноярского края» используются в учебном процессе по дисциплинам «Физиология и этология животных» и «Кормление сельскохозяйственных животных» для специальности 36.05.01 «Ветеринария», по дисциплине «Основы физиологии» для направления подготовки 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза», по дисциплине «Физиология животных» для направления подготовки 36.03.02 «Зоотехния» на кафедре «Внутренних незаразных болезней, акушерства и физиологии с.-х. животных» Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Красноярского ГАУ.

Материалы рассмотрены на заседании кафедры: протокол №5  
 от «20» января 2025 г.

Зав. кафедрой «Внутренних незаразных болезней,  
 акушерства и физиологии с.-х. животных»  
 доктор биологических наук, профессор

С.Г. Смолин

## УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный  
педагогический университет им. В.П. Астафьева»  
Юшицина Е.Н.  
02.02.2025г.



## СПРАВКА

о внедрении результатов диссертационной работы Н.А. Бабина «Влияние витамина парааминобензойной кислоты на продуктивно-биологические показатели и естественную резистентность кроликов в условиях Красноярского края» в учебный процесс Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева

Результаты диссертационной работы Н.А. Бабина «Влияние витамина парааминобензойной кислоты на продуктивно-биологические показатели и естественную резистентность кроликов в условиях Красноярского края» внедрены в учебный процесс на факультете биологии, географии и химии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева по направлениям подготовки 44.03.01 и 44.03.05 «Педагогическое образование», направленность (профили) образовательных программ «Биология», «Биология и химия», «География и биология»

Материалы диссертационной работы используются при проведении лекционных и лабораторно-практических занятий по дисциплинам «Биохимия» и «Физиология человека и животных с основами функциональной анатомии». В темах «Витамины», «Физиологические основы рационального питания», «Иммунная защита организма», «Физиологические механизмы адаптации» используются полученные в работе сведения о стимулирующем влиянии обогащенных парааминобензойной кислотой рационов на лейкопоэз, лейкоцитарную формулу, фагоцитарную, бактерицидную и лизоцимную активность лейкоцитов крови, о возрастных и сезонных особенностях этого влияния у кроликов в условиях Сибири.

Материалы рассмотрены на заседании кафедры биологии, химии и методики обучения: протокол №6 от «12» февраля 2025 г.

Декан факультета биологии,  
географии и химии КГПУ  
им В.П. Астафьева  
к.п.н. Прохорчук Е.Н.

Зав. каф. Биологии, химии  
и методики обучения  
д.б.н., профессор  
Антилова Е.М.

Доцент каф. Биологии, химии  
и методики обучения  
к.б.н. Елсукова Е.И.

«Утверждаю»

И.о. директора института зоотехнии и  
биологии



С.В. Акчурин  
06 2025г.

### Карта обратной связи

Результаты научных исследований Бабина Н.А. на тему: «Влияние витамина парааминобензойной кислоты на продуктивно-биологические показатели и естественную резистентность кроликов в условиях Красноярского края» используются в учебном процессе и научных исследованиях на кафедре: «Физиологии, этологии и биохимии животных» Института зоотехнии и биологии, Российского государственного аграрного университета — МСХА имени К. А. Тимирязева

Результаты исследований применяются при изучении дисциплин «Физиология и этология животных» и «Физиология животных».

Материалы рассмотрены на заседании кафедры: «Физиологии, этологии и биохимии животных» «19 июня 2025 г.

Протокол № 6

Заведующий кафедрой физиологии,  
этологии и биохимии животных

*Вертипрахов*

В.Г. Вертипрахов

«Утверждаю»

Проректор по учебной работе

ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

О.А. Селихова



«1» октября 2025 г.

### Карта обратной связи

Данные диссертационной работы Бабина Никиты Андреевича на тему: «Влияние витамина парааминобензойной кислоты на продуктивно-биологические показатели и естественную резистентность кроликов в условиях Красноярского края» рассмотрены на заседании кафедры «Кормления, разведения, зоогигиены и производства продуктов животноводства» факультета ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии (протокол № 2 от 26.09 2025 г.) и приняты к использованию в учебном процессе и научно-исследовательской работе на кафедре нашего Вуза.

Заведующий кафедрой  
 «Кормления, разведения,  
 зоогигиены и производства  
 продуктов животноводства»  
 канд. с.-х. наук, доцент

/ Согорин С.А. /