

# Иппология И ветеринария

2 (52) 2024

Ежеквартальный научно-производственный журнал

Издаётся с 2011 года

**Журнал включён в  
«Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны  
быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на  
соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой  
степени доктора наук»  
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации**

Учредитель ООО «Национальный информационный канал»  
Журнал издаётся кафедрой анатомии животных  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»

#### Иппология и ветеринария

(ежеквартальный научно-производственный журнал)

Журнал основан в июне 2011 года в Санкт-Петербурге

Распространяется на территории Российской Федерации. Периодичность издания не менее 4 раз в год

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-45531 от 16 июня 2011 г.

Главный редактор – Зеленецкий Николай Вячеславович – доктор ветеринарных наук, профессор

#### Редакционная коллегия

**Племяшов Кирилл Владимирович** – член-корреспондент РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО СПбГУВМ

**Джавадов Эдуард Джавадович** – академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор

**Стекольников Анатолий Александрович** – академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор

**Кочиш Иван Иванович** – академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Лайшев Касим Анверович** – академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор

**Кузьмин Владимир Александрович** – доктор ветеринарных наук, профессор, академик Петровской академии наук и искусств

**Сотникова Лариса Федоровна** – доктор ветеринарных наук, профессор

**Карпенко Лариса Юрьевна** – доктор биологических наук, профессор

**Яшин Анатолий Викторович** – доктор ветеринарных наук, профессор

**Крячко Оксана Васильевна** – доктор ветеринарных наук, профессор

**Андреева Надежда Лукояновна** – доктор биологических наук, профессор

**Кудряшов Анатолий Алексеевич** – доктор ветеринарных наук, профессор

**Пристач Николай Владимирович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Сухинин Александр Александрович** – доктор биологических наук, профессор

**Данко Юрий Юрьевич** – доктор ветеринарных наук, доцент

**Дилекова Ольга Владимировна** – доктор биологических наук, профессор

**Белова Лариса Михайловна** – доктор биологических наук

**Щипакин Михаил Валентинович** – доктор ветеринарных наук, профессор

**Прусаков Алексей Викторович** – доктор ветеринарных наук, доцент

**Гаврилова Надежда Алексеевна** – доктор ветеринарных наук, профессор

**Балабанова Виктория Игоревна** – доктор ветеринарных наук, доцент

**Белопольский Александр Егорович** – доктор ветеринарных наук, доцент

**Алиев Али Абакарович** – доктор ветеринарных наук, профессор

**Панфилов Алексей Борисович** – доктор ветеринарных наук, профессор

**Калюжин Олег Юрьевич** – доктор юридических наук

**Фогель Леонид Сергеевич** – кандидат ветеринарных наук, доцент

**Былинская Дарья Сергеевна** – кандидат ветеринарных наук, доцент

**Лунегов Александр Михайлович** – кандидат ветеринарных наук, доцент

Научный редактор К. Н. Зеленецкий

Корректор Т. С. Урбан. Компьютерная вёрстка Д. И. Сазонов

Юридический консультант О. Ю. Калюжин

Редакция не несёт ответственности за содержание рекламных объявлений  
При перепечатке ссылка на журнал «Иппология и ветеринария» обязательна

---

# Содержание – Content

## *Патология – Pathology*

---

**Бабик Анна Владимировна**

**Anna V. Babik**

Морфометрические и гистологические изменения в яичнике эмбрионов кур под действием физических факторов в позднеплодную стадию развития  
Morphometric and histological changes in the ovary of chicken embryos under the influence of physical factors in the late fertile stage of development ..... 6

**Ибишов Джалаир Фейруз-оглы, Поносов Степан Владимирович**

**Jalair F. Ibishov, Stepan V. Ponosov**

Сахарный диабет у собак  
Diabetes mellitus in dogs ..... 13

---

## *Морфология – Morphology*

**Старинская Ксения Юрьевна, Зеленецкий Николай Вячеславович**

**Kseniya Yu. Starinskaya, Nikolai V. Zelenevskiy**

Особенности гистологического строения твёрдого нёба козы англо-нубийской породы  
Features of the histological structure of the hard palate of the Anglo-Nubian goat breed ..... 19

**Старинская Ксения Юрьевна**

**Kseniya Yu. Starinskaya**

Особенности гистологического строения языка козы англо-нубийской породы  
Features of the histological structure of the tongue of the anglo-nubian goat breed ..... 26

**Стрижиков Виктор Константинович, Стрижикова Светлана Васильевна,**

**Пономарева Татьяна Анатольевна**

**Viktor K. Strizhikov, Svetlana V. Strizhikova, Tatjana An. Ponomareva**

Морфологическая характеристика шейных нервов у куро- и гусеобразных птиц  
Morphological characteristics of the cervical nerves in fowl and anseriformes ..... 33

**Тришина Юлия Владимировна, Петрова Юлия Валентиновна,**

**Степанишин Виктор Владимирович**

**Yulia V. Trishina, Yulia V. Petrova, Viktor V. Stepanishin**

Гистоморфология мышечной ткани цыплят-бройлеров при применении кормовой добавки «Афлуксид®»  
Histomorphology of muscle tissue of broiler chickens when using the feed additive «Afluxid®» ..... 41

**Яруков Егор Ильич, Булдакова Ксения Витальевна**

**Egor I. Yarukov, Ksenia V. Buldakova**

Морфология внутренних органов мышей при включении в рацион пальмового масла и экстракта ламинарии  
Morphology of internal organs of mice when palm oil and kelp extract are included in the diet ..... 48

---

---

## **Физиология – Physiology**

---

**Зиновьева Светлана Александровна, Козлов Сергей Анатольевич, Маркин Сергей Сергеевич**  
**Svetlana An. Zinovyeva, Sergey An. Kozlov, Sergey S. Markin**

Стрессовые факторы разнообразной природы при содержании и эксплуатации лошадей  
Stress factors of various nature when keeping and using horses ..... 55

**Мальчиков Роман Викторович**  
**Roman V. Malchikov**

Коррекция проблемного поведения служебных собак  
Correction of problematic behavior of service dogs ..... 65

---

## **Фармакология и токсикология – Pharmacology and toxicology**

---

**Батанова Анна Михайловна, Кундрюкова Ульяна Ивановна, Дроздова Людмила Ивановна,**  
**Красноперов Александр Сергеевич**

**Anna M. Batanova, Ulyana Iv. Kundryukova, Lyudmila Iv. Drozdova, Alexander S. Krasnoперov**  
Возрастные морфологические изменения в семенниках цыплят-бройлеров  
при добавлении в рацион кормовой добавки «Янтарный холодок»  
Age-related morphological changes in the testes of broiler chickens when the feed additive  
“Yantarnyj holodok” is added to the diet ..... 71

**Иванникова Регина Фановна, Пименов Николай Васильевич,**  
**Смирнова Екатерина Александровна**

**Regina F. Ivannikova, Nicolay V. Pimenov, Ekaterina A. Smirnova**  
Сравнительная эффективность пробиотических биопрепаратов  
и перспективы их применения в коневодстве  
Comparative effectiveness of probiotic biologics and prospects for their use in horse breeding ..... 87

---

## **Инфекционные болезни и иммунология – Infectious diseases and immunology**

---

**Булаковская Оксана Андреевна**  
**Oksana An. Bulakovskaya**

Инцидентность, диагностика и динамика заболеваемости вирусного лейкоза кошек  
Incidence, diagnosis and dynamics of the incidence of viral leukemia in cats ..... 97

**Бякова Ольга Викторовна, Пилип Павел Александрович, Пилип Лариса Валентиновна**  
**Olga V. Byakova, Pavel Al. Pilip, Larisa V. Pilip**

Нарушение показателей перекисного гомеостаза при диروفилариозе собак  
Disturbance of indicators of peroxide homeostasis in dirofilariasis of dogs ..... 104

**Момот Надежда Васильевна, Колина Юлия Александровна, Камлия Игорь Лаврентьевич**  
**Nadezhda V. Momot, Yulia Al. Kolina, Igor L. Kamliya**

Новые эпизоотические очаги африканской чумы свиней в Приморье  
New epizootic focus of african swine fever in Primorye ..... 112

**Юйцзе Фу, Пэн Чжан, Теребова Светлана Викторовна, Колина Юлия Александровна**  
**Yuizze Fu, Peng Zhang, Svetlana V. Terebova, Yulia Al. Kolina**

Цирковироз свиней второго типа в условиях свиноводства Китая:  
эпизоотология и тест эффективности вакцинации  
Porcine circovirus of the second type in the conditions of pig farming in China:  
epizootology and vaccination effectiveness test ..... 117

---

---

**Санитария, гигиена, ветеринарно-санитарная экспертиза –  
Sanitation, hygiene, veterinary and sanitary examination**

---

**Бочарова Полина Александровна, Бачинская Валентина Михайловна,  
Василевич Федор Иванович, Гончар Дмитрий Витальевич  
Polina Al. Bocharova, Valentina M. Bachinskaya, Fedor Iv. Vasilevich, Dmitry V. Gonchar**  
Микроморфологические показатели мышечной ткани и внутренних органов перепелов  
при применении в рационе кормовой добавки на основе рыбьего жира  
Micromorphological indicators of muscle tissue and internal organs of quails when using  
a feed additive based on fish oil in the diet. . . . . 137

**Горошникова Гульжан Абайдулловна, Алмазов Владислав Максимович,  
Попков Егор Иванович, Смолин Сергей Анатольевич  
Gulzhan A. Goroshnikova, Vladislav M. Almazov, Egor Ig. Popkov, Sergey An. Smolin**  
Сравнительная ветеринарно-санитарная экспертиза красной икры  
Comparative veterinary and sanitary examination of red caviar . . . . . 146

**Горошникова Гульжан Абайдулловна, Бильжанова Гульнар Жардымовна,  
Попков Егор Иванович, Смолин Сергей Анатольевич  
Gulzhan A. Goroshnikova, Gulnar Zh. Bilzhanova, Egor I. Popkov, Sergey A. Smolin**  
Сравнительная ветеринарно-санитарная оценка мясных полуфабрикатов  
в натуральной оболочке  
Comparative veterinary and sanitary assessment of semi-finished meat products in a natural shell . . . 158

**Зоотехния, кормление, продукция животноводства –  
Animal husbandry, feeding, animal products**

---

**Мальшева Ксения Олеговна, Зыкова Светлана Сергеевна, Солодников Сергей Юрьевич,  
Кашина Татьяна Андреевна  
Ksenia Ol. Malysheva, Svetlana S. Zyкова, Sergey Yu. Solodnikov, Tatyana An. Kashina**  
Изучение влияния кормовой добавки Вермин на набор массы тела цыплят бройлеров  
Study of the effect of the feed additive Vermin on body weight gain in broiler chickens. . . . . 166

**Авторы номера – Authors of articles . . . . . 174**

**Информация для авторов – Information for authors . . . . . 178**

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 6-12.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):6-12.

**ПАТОЛОГИЯ**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.6-12  
УДК: 636.52./58:611:537.632/.636

**Морфометрические и гистологические  
изменения в яичнике эмбрионов кур  
под действием физических факторов  
в позднеплодную стадию развития**

**Бабик Анна Владимировна**

ГБУ «Станция по борьбе с болезнями животных по Великолукскому, Куньинскому и Усвятскому районам Псковской области»,  
РФ, Псковская область, Великолукский район

babik-vet@yandex.ru

<https://orcid.org/0009-0005-7639-5621>

**Аннотация.** Развитие кур, как и других организмов, состоит из различных периодов, стадий и фаз. Существует большое количество различных периодизаций развития куриных эмбрионов. Антенатальное развитие куриного эмбриона складывается из периодов и стадий в зависимости от того, какие изменения происходят в организме или в окружении цыплёнка. Позднеплодная стадия развития куриного эмбриона длится с 18-х по 21-е сутки инкубации. Также немалый интерес с научной и практической точек зрения вызывает возможность оказывающего положительный эффект воздействия на развитие эмбрионов. Проводились эксперименты по влиянию на куриные эмбрионы магнитного и лазерного воздействия, по результатам которых был получен положительный результат, а именно: увеличение процента вывода и выводимости, улучшение функциональной активности половых органов. Материалом для исследования являлись эмбрионы кур кросса Ломан Браун с 18-х по 20-е сутки эмбрионального развития. Основными методами для исследования были выбраны: морфометрический, гистологический и статистический. Опыт был основан на воздействии магнитными импульсами с параметрами: мощность 950 мТл (первая подопытная группа), проникающая способность до 15 см; и лазерными лучами с параметрами: длина волны 0,87-0,97 мкм, частота – 20-2000 Гц, средняя мощность излучения – 0,25 Вт (вторая подопытная группа) на куриное инкубационное яйцо перед закладкой в инкубатор. Инкубация проходила с оптимальными параметрами, рекомендованными ВНИТИП: температура  $+37,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$  и относительная влажность не менее 50%. В данной статье представлены данные по воздействию низкочастотного магнитного поля и низкоинтенсивного лазерного излучения при прединкубационной обработке яиц. В ходе эксперимента было изучено изменение основных параметров организма эмбриона кур (абсолютная и относительная масса тела, абсолютная и относительная масса яичника) и гистологические промеры структурных единиц яичника.

---

© Бабик, А. В., 2024

**Ключевые слова:** магнитное поле, лазерное излучение, куриный эмбрион, оогонии.

**Для цитирования:** Бабик, А. В. Морфометрические и гистологические изменения в яичнике эмбрионов кур под действием физических факторов в позднеплодную стадию развития // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 6-12. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.6-12>.

## PATHOLOGY

Original article

## Morphometric and histological changes in the ovary of chicken embryos under the influence of physical factors in the late fertile stage of development

Anna V. Babik

GBU “Animal Disease Control Station in Velikiye Luki, Kuninsky and Usvyatsky districts”, Russian Federation, Pskov region, Velikiye Luki district

[babik-vet@yandex.ru](mailto:babik-vet@yandex.ru)

<https://orcid.org/0009-0005-7639-5621>

**Abstract.** There are a large number of different periods of development of chicken embryos. The antenatal development of a chicken embryo consists of periods and stages, depending on what changes occur in the body or in the environment of the chicken. The late-fertile stage of chicken embryo development lasts from the 18th to the 21st day of incubation. Also of great interest from a scientific and practical point of view is the ability to influence the development of embryos, which has a positive effect on it. Experiments were conducted on the effects of magnetic and laser exposure on chicken embryos, which resulted in a positive result, namely, an increase in the percentage of withdrawal and hatchability, and an improvement in the functional activity of the genitals. The material for the study was the embryos of chickens of the Loman Brown cross from the 18th to the 20th day of embryonic development. The main methods for the study were selected: morphometric, histological and statistical. The experiment was based on exposure to magnetic pulses with parameters: power 950 MT (the first experimental group), penetrating power up to 15 cm; and laser beams with parameters: wavelength 0.87-0.97 microns, frequency – 20-2000 Hz, average radiation power – 0.25 W (the second experimental group) on a chicken incubation egg, before a bookmark in the incubator. Incubation took place with the optimal parameters recommended by VNITIP: temperature  $+37.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$  and relative humidity of at least 50%. This article presents data on the effects of a low-frequency magnetic field and low-intensity laser radiation during pre-incubation processing of eggs. During the experiment, changes in the basic parameters of the chicken embryo organism (absolute and relative body weight, absolute and relative ovarian mass) and histological measurements of the ovarian structural units were studied.

**Keywords:** magnetic field, laser radiation, chicken embryo, oogony.

**For citation:** Babik A. V. Morphometric and histological changes in the ovary of chicken embryos under the influence of physical factors in the late fertile stage of development // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):6-12. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.6-12>.

## Введение

Развитие кур, как и других организмов, состоит из различных периодов, стадий и фаз [4, 5]. Существует большое количество различных периодизаций развития куриных эмбрионов. Антенатальное развитие куриного эмбриона складывается из периодов и стадий в зависимости от того, какие изменения происходят в организме или в окружении цыпленка [1, 3]. Позднеплодная стадия развития куриного эмбриона длится с 18-х по 21-е сутки инкубации. Также немалый интерес с научной и практической точки зрения вызывает возможность воздействия на развитие эмбрионов с оказанием положительного эффекта. Проводились эксперименты по воздействию на куриные эмбрионы магнитного и лазерного воздействия, по результатам которых был получен положительный результат, а именно: увеличение процента вывода и выводимости, улучшение функциональной активности половых органов [2].

## Материал и методы исследований

Материалом для исследования являлись эмбрионы кур кросса Ломан Браун с 18-х по 20-е сутки эмбрионального развития. Основными методами для исследования были выбраны: морфометрический, гистологический и статистический. Опыт был основан на воздействии магнитными импульсами с параметрами: мощность 950 мТл (первая подопытная группа), проникающая способность до 15 см; и лазерными лучами с параметрами: длина волны 0,87-0,97 мкм, частота – 20-2000 Гц, средняя мощность излучения – 0,25 Вт (вторая подопытная группа) на куриное инкубационное яйцо перед закладкой в инкубатор. Инкубация проходила с оптимальными параметрами, рекомендованными ВНИТИП: температура  $+37,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$  и относительная влажность не менее 50%. Перед закладкой в инкубатор группы формировались примерно с одинаковой массой яйца. Для каждого дня исследования внутри подопытных

и контрольной групп заранее определялись равные по количеству яиц партии, из которых ежедневно каждый эмбрион взвешивался, параметры его органов измеряли электронным штангенциркулем, у каждого эмбриона отбирались образцы исследуемых органов для гистологического исследования. Для этого органы помещали в 10% раствор нейтрального формалина. Подготовка гистологических препаратов осуществлялась общепринятым способом для санного микротомы, окраску мазков производили раствором гематоксилина и эозина по Эрлиху. В дальнейшем проводили микроскопическое исследование гистосрезов с последующей фотосъёмкой на микроскопе «Levenhuk» с цифровой насадкой С 310 NG. Для микроскопических измерений применяли программу ScreenMeter и объективный микрометр ОМПУ 4,2 с ценой деления 0,01 мм.

## Результаты эксперимента и их обсуждение

По результатам эксперимента были проанализированы в динамике основные параметры организма эмбриона кур, такие как изменение абсолютной и относительной массы тела, изменение абсолютной и относительной массы яичника и гистологические промеры структурных единиц яичника.

Изменение абсолютной и относительной массы эмбриона кур с 18-х по 20-е сутки представлено в таблице 1. К 18-м суткам наибольшая абсолютная масса тела куриного эмбриона отмечалась в первой подопытной группе, после воздействия магнитного поля, и равнялась  $29,151 \pm 1,075$  г, что на 0,564 г больше, чем в контрольной группе. К концу инкубации на 20-е сутки, наибольшая масса отмечалась во второй подопытной группе, после воздействия лазерного излучения, и была равна  $41,433 \pm 0,689$  г, что на 1,266 г больше, чем в контрольной группе. Наибольшая относительная масса тела куриных эмбрионов за весь период



исследования отмечалась в первой подопытной группе (таблица 1).

В таблице 2 представлены данные по изменению абсолютной и относительной массы яичника куриного эмбриона. Абсолютная масса яичника в подопытных группах за время эксперимента была выше, чем в контрольной группе. В первой подопытной группе к 18-м суткам инкубации масса яичника составила  $10,0 \pm 1,6$  мкг, во второй подопытной  $11,0 \pm 0,3$  г, что на 1,0 и 2,0 мкг соответственно больше по сравнению массой органа контрольной группы. К 20-м суткам развития абсолютная масса яичника в первой подопытной группе больше, чем в контрольной на 1,0 мкг, и на 3,0 мкг боль-

ше во второй подопытной, чем в контрольной группе. Относительная масса яичника во второй подопытной группе с 18-х по 20-е сутки развития больше, чем в контрольной группе в среднем на 0,005%.

На 18-е сутки развития толщина белочной оболочки яичника эмбриона кур в контрольной группе равнялась  $5,040 \pm 0,148$  мкм. В первой подопытной группе толщина белочной оболочки яичника составила  $5,665 \pm 0,185$  мкм, что на 0,625 мкм больше, чем в контрольной группе. Во второй подопытной группе толщина белочной оболочки была больше, чем в контрольной и первой подопытной группе на 1,155 мкм и на 0,530 мкм соответственно, и была равна

**Таблица 1** – Изменение абсолютной и относительной массы эмбрионов кур

Сутки инкубации	Абсолютная масса, г			Относительная масса, %		
	Первая подопытная группа	Вторая подопытная группа	Контрольная группа	Первая подопытная группа	Вторая подопытная группа	Контрольная группа
18	$29,151 \pm 1,075$	$27,424 \pm 0,590$	$28,587 \pm 0,313$	$53,280 \pm 1,359$	$52,619 \pm 1,180$	$54,078 \pm 0,714$
19	$38,847 \pm 0,848$	$40,100 \pm 1,509$	$40,124 \pm 1,401$	$81,210 \pm 3,065$	$80,340 \pm 1,136$	$78,864 \pm 2,465$
20	$43,600 \pm 0,945$	$41,433 \pm 0,689$	$40,167 \pm 0,857$	$82,825 \pm 1,072$	$80,655 \pm 0,782$	$81,457 \pm 0,999$

\* – достоверная разница ( $P < 0,05$ )

**Таблица 2** – Изменение абсолютной и относительной массы яичника эмбрионов кур

Сутки инкубации	Абсолютная масса, мкг			Относительная масса, %		
	Первая подопытная группа	Вторая подопытная группа	Контрольная группа	Первая подопытная группа	Вторая подопытная группа	Контрольная группа
18	$10,0 \pm 1,6$	$11,0 \pm 0,3^*$	$9,0 \pm 0,3$	$0,033 \pm 0,0040$	$0,039 \pm 0,0005^*$	$0,033 \pm 0,0009$
19	$10,0 \pm 0,7$	$12,0 \pm 0,9$	$10,0 \pm 0,6$	$0,026 \pm 0,0014$	$0,029 \pm 0,0013^*$	$0,025 \pm 0,0006$
20	$12,0 \pm 1,2$	$14,0 \pm 0,9^*$	$11,0 \pm 0,9$	$0,028 \pm 0,0023$	$0,033 \pm 0,0016^*$	$0,026 \pm 0,0017$

\* – достоверная разница ( $P < 0,05$ )

**Таблица 3** – Изменение толщины белочной оболочки и коркового слоя яичника эмбрионов кур

Сутки инкубации	Толщина белочной оболочки, мкм			Толщина коркового слоя, мкм		
	Первая подопытная группа	Вторая подопытная группа	Контрольная группа	Первая подопытная группа	Вторая подопытная группа	Контрольная группа
18	$5,665 \pm 0,185$	$6,195 \pm 0,452^*$	$5,040 \pm 0,148$	$58,738 \pm 0,839^*$	$61,475 \pm 1,962^*$	$48,990 \pm 1,762$
19	$6,053 \pm 0,095$	$6,273 \pm 0,136^*$	$5,463 \pm 0,098$	$60,052 \pm 0,472^*$	$63,291 \pm 0,426^*$	$52,236 \pm 1,231$
20	$6,659 \pm 0,085^*$	$7,086 \pm 0,089^*$	$6,025 \pm 0,087$	$61,753 \pm 0,547^*$	$65,738 \pm 0,652^*$	$55,621 \pm 1,235$

\* – достоверная разница ( $P < 0,05$ )

6,195±0,452 мкм. В яичнике эмбрионов контрольной группы толщина коркового слоя равнялась 48,990±1,762 мкм. В первой подопытной группе толщина коркового слоя составила 58,738±0,839 мкм, что на 9,748 мкм больше, чем в контрольной. Толщина коркового слоя яичника эмбрионов во второй подопытной группе была больше, чем в контрольной и первой подопытной на 12,485 мкм и 2,737 мкм соответственно, и равнялась 61,475±1,962 мкм (таблица 3).

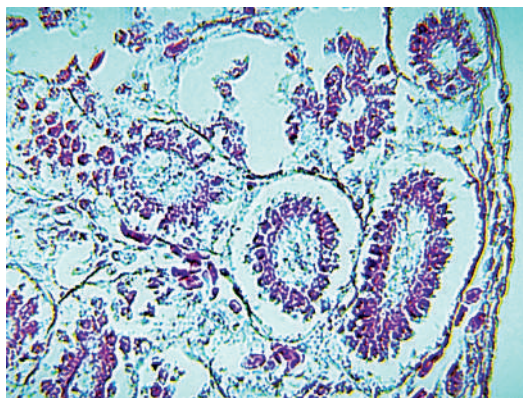
На 19-е сутки развития толщина белочной оболочки яичника эмбриона кур в контрольной группе равнялась 5,463±0,098 мкм. В первой подопытной группе толщина белочной оболочки яичника составила 6,053±0,095 мкм, что на 0,625 мкм больше, чем в контрольной группе. Во второй подопытной группе толщина белочной оболочки была больше, чем в контрольной и первой подопытной группе на 1,155 мкм и на 0,530 мкм соответственно, и была равна 6,273±0,136 мкм. В яичнике эмбрионов контрольной группы толщина коркового слоя равнялась 52,236±1,231 мкм. В первой подопытной группе толщина коркового слоя составила 60,052±0,472 мкм, что на 9,748 мкм больше, чем в контрольной. Толщина коркового слоя яичника эмбрионов во второй подопытной группе больше, чем в контрольной и первой подопытной на 12,485 мкм и 2,737 мкм соответственно, и равнялась 63,291±0,426 мкм (таблица 3).

На 20-е сутки развития толщина белочной оболочки яичника эмбриона кур в контрольной группе равнялась 6,025±0,087 мкм. В первой подопытной группе толщина белочной оболочки яичника составила 6,659±0,085 мкм, что на 0,590 мкм больше, чем в контрольной группе. Во второй подопытной группе толщина белочной оболочки была больше, чем в контрольной и первой подопытной группе на 1,043 мкм и на 0,409 мкм соответственно, и была равна 7,086±0,089 мкм. В яичнике эмбрионов контрольной груп-

пы толщина коркового слоя равнялась 55,621±1,235 мкм.

В первой подопытной группе толщина коркового слоя составила 61,753±0,547 мкм, что на 6,132 мкм больше, чем в контрольной группе. Толщина коркового слоя яичника эмбрионов во второй подопытной группе была больше, чем в контрольной и первой подопытной на 10,117 мкм и 3,985 мкм соответственно, и равнялась 65,738±0,652 мкм (таблица 3).

Структурной единицей яичника кур на поздних стадиях развития является оогония. Диаметр оогоний в подопытных группах был больше, чем в контрольной группе. В первой подопытной группе диаметр оогоний на 18-е сутки эмбрионального развития составил 2,578±0,084 мкм, на 19-е сутки 3,075±0,074 мкм и 3,287±0,064 мкм к 20-м суткам. Во второй подопытной группе размеры оогоний составляли 2,771±0,075 мкм, 3,247±0,062 мкм, 3,962±0,053 мкм соответственно суткам развития. В контрольной группе – 2,338±0,108 мкм, 2,647±0,096 мкм и 3,015±0,103 мкм соответственно. Во второй подопытной группе отмечается наилучшее развитие оогоний и формирование первичных фолликулов, что говорит о лучшей функциональной активности органа (рисунок 1).



**Рисунок 1** – Фолликулы второй подопытной группы.

Окраска гематоксилином и эозином, увеличение  $\times 400$ .

**Таблица 4** – Изменение диаметра оогоний яичника эмбрионов кур

Сутки инкубации	Диаметр оогоний, мкм		
	Первая подопытная группа	Вторая подопытная группа	Контрольная группа
18	2,578±0,084	2,771±0,075	2,338±0,108
19	3,075±0,074	3,247±0,062	2,647±0,096
20	3,287±0,064	3,962±0,053	3,015±0,103

**Выводы**

По результатам проведённого исследования установлено, что прединкубационное воздействие магнитным полем и лазерным излучением положительно отражается на изменении абсолютной и относительной массы ку-

риноного эмбриона. Прединкубационное воздействие на яйца физическими факторами оказывает положительное влияние на морфометрические параметры и способствует активизации развития яичника эмбриона кур к моменту вылупления.

**Библиографический список**

1. Орлов, М. В. Периодичность зародышевого развития домашней птицы – основа режима инкубирования и биологического контроля / М. В. Орлов – Текст: непосредственный // Труды НИИ птицеводства. – М., 1960. – Т. 26. – С. 42-54.
2. Суйя, Е. В. Механизм влияния магнитного поля на развитие куриного эмбриона / Е. В. Суйя, Н. Р. Акоюн. – Текст: непосредственный // Наука и образование для устойчивого развития территорий: материалы региональной научно-практической конференции, 4 декабря 2014 г., г. Великие Луки. – Великие Луки, 2014. – С. 217-222.
3. Сулейманов, Ф. И. Онтогенез куриного эмбриона и его связь с морфологическими и биохимическими показателями роста и развития / Ф. И. Сулейманов, С. А. Ширяев, Т. Н. Иванова. – Текст: непосредственный // Наука о проблемах инновационного развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции. – Великие Луки: РИО ВГСХА, 2010. – С. 70-74.
4. Шашанов, И. Р. Эмбриогенез. Периодизация развития кур / И. Р. Шашанов, Л. П. Тельцов, А. Д. Николаев, и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2008. – № 20. – С. 64-71.
5. Шмидт, Г. А. Типы эмбриогенеза и их приспособительное значение / Г. А. Шмидт. – М.: Наука, 1968. – 208 с.
6. Кацы, Г. Д. Методические рекомендации к исследованию кожи и мышц млекопитающих / Г. Д. Кацы, Л. И. Коюда // Луганск: ООО «Перша друкарня на Паях» – 2012. – 22 с.
7. Меркулов, Г. А. Курс патологогистологической техники. – 5 изд., испр. и доп / Г. А. Меркулов // Издательство «Медицина» Ленинградское отделение. – 1969. – 423 с.
8. Евглевский, А. А., Рыжкова, Г. Ф., Евглевская, Е. П., Ванина, Н. В., Михайлова, И. И., Денисова, А. В., Ерыженская, Н. Ф. Биологическая роль и метаболическая активность янтарной кислоты // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №9. – С. 67-69.
9. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества» (принят постановлением Госстандарта РФ от 17 декабря 1998 г. Н 449) // ГАРАНТ.РУ информационно-правовой портал УРЛ: <https://басе.гарант.ру/5368945/#фриендс> (дата обращения: 01.08.2023).
10. Кузьмина, Е. Н. Морфофункциональные особенности репродуктивных органов петухов кросса *Hisex brown* постинкубационного периода онтогенеза: дис. ... кандидата биол. наук : тема ... по ВАК РФ 16.00.02 / Кузьмина Елена Николаевна; [Место защиты: Оренбург. гос. аграр. ун-т]. – Оренбург, 2009. – 159 с.

## References

1. Orlov, M. V. Periodichnost` zarody`shevogo razvitiya domashnej pticy – osnova rezhima inkubirovaniya i biologicheskogo kontrolya / M. V. Orlov – Tekst: neposredstvenny`j // Trudy` NII pticevodstva. – M., 1960. – T. 26. – S. 42-54.
2. Sujya, E. V. Mexanizm vliyaniya magnitnogo polya na razvitie kurinogo e`mbriona / E. V. Sujya, N. R. Akopyan. – Tekst: neposredstvenny`j // Nauka i obrazovanie dlya ustojchivogo razvitiya territorij: materialy` regional`noj nauchno-prakticheskoy konferencii, 4 dekabrya 2014 g., g. Velikie Luki. – Velikie Luki, 2014. – S. 217-222.
3. Sulejmanov, F. I. Ontogenez kurinogo e`mbriona i ego svyaz` s morfologicheskimi i bioximicheskimi pokazatelyami rosta i razvitiya / F. I. Sulejmanov, S. A. Shiryayev, T. N. Ivanova. – Tekst: neposredstvenny`j // Nauka o problemax innovacionnogo razvitiya APK: materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Velikie Luki: RIO VGSA, 2010. – S. 70-74.
4. Shashanov, I. R. E`mbriogenez. Periodizaciya razvitiya kur / I. R. Shashanov, L. P. Tel`czov, A. D. Nikolaev, i dr. // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2008. – № 20. – S. 64-71.
5. Shmidt, G. A. Tipy` e`mbriogeneza i ix prisposobitel`noe znachenie / G. A. Shmidt. – M.: Nauka, 1968. – 208 s.
6. Kacy, G. D. Metodicheskie rekomendacii k issledovaniyu kozhi i my`shcz mlekopitayushhix / G. D. Kacy, L. I. Koyuda // Lugansk: OOO «Persha drukarnya na Payax» – 2012. – 22 s.
7. Merkulov, G. A. Kurs patologogistologicheskoy texniki. – 5 izd., ispr. i dop / G. A. Merkulov // Izdatel`stvo «Medicina» Leningradskoe otdelenie. – 1969. – 423 s.
8. Evglevskij, A. A., Ry`zhkova, G. F., Evglevskaya, E. P., Vanina, N. V., Mixajlova, I. I., Denisova, A. V., Ery`zhenskaya, N. F. Biologicheskaya rol` i metabolicheskaya aktivnost` yantarnoj kisloty` // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel`skozozyajstvennoj akademii. – 2013. – №9. – S. 67-69.
9. Gosudarstvenny`j standart RF GOST R 51232-98 “Voda pit`evaya. Obshhie trebovaniya k organizacii i metodam kontrolya kachestva” (prinyat postanovleniem Gosstandarta RF ot 17 dekabrya 1998 g. N 449) // GARANT.RU informacionno-pravovoj portal URL: <https://base.garant.ru/5368945/#friends> (data obrashheniya: 01.08.2023).
10. Kuz`mina, E. N. Morfofunkcional`nye osobennosti reproduktivnyh organov petuhov krossa Hisex brown postinkubacionnogo perioda ontogeneza: dis. ... kandidata biol. nauk : tema ... po VAK RF 16.00.02 / Kuz`mina Elena Nikolaevna; [Mesto zashchity: Orenburg. gos. agrar. un-t]. – Orenburg, 2009. – 159 s.

Статья поступила в редакцию 16.02.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024.

The article was submitted 16.02.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 30.05.2024.

## Информация об авторе:

**Бабик Анна Владимировна** – первый заместитель начальника ГБУ «Станция по борьбе с болезнями животных по Великолукскому, Куньинскому и Усвятскому районам»

## Information about the author:

**Anna V. Babik** – first deputy head of GBU “Animal disease control station in Velikiye Luki, Kuniyinsky and Usvyatsky districts”

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 13-18.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):13-18.

## ПАТОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.13-18  
УДК 68.41.05

## Сахарный диабет у собак

Ибишов Джалаир Фейруз-оглы<sup>1</sup>, Поносов Степан Владимирович<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова», РФ, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23

<sup>2</sup> Пермский институт ФСИН России, РФ, г. Пермь, ул. Карпинского, д. 125

<sup>1</sup> vnb@pgsha.ru

<https://orcid.org/> отсутствует

<sup>2</sup> ponosovs@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7181-6531>

**Аннотация.** Сахарный диабет у мелких домашних животных является хроническим заболеванием эндокринной системы. Постепенное развитие и компенсаторные механизмы организма не позволяют выявить его на ранних стадиях. Среди наиболее распространённых симптомов владельцы отмечают повышенный аппетит и жажду у питомца, несмотря на то что он теряет живую массу. На более поздних стадиях появляется запах ацетона изо рта. В процессе постановки диагноза необходимо правильно провести исследование крови и мочи животного и дифференцировать заболевание от других схожих патологий. Кроме того, при лечении необходимо индивидуально подбирать дозировку препаратов для снижения уровня сахара в крови и придерживаться в течение всей жизни диеты с меньшим содержанием углеводов и жиров в корме. Диагноз сахарный диабет ставится, когда уровень глюкозы в крови превышает физиологические показатели: у собак они составляют 3,5–6,0 ммоль/л, а у кошек – 2,5–8,5 ммоль/л. Надо помнить, что некоторые животные могут давать стрессовую реакцию в виде временной гипергликемии, что несколько усложняет постановку правильного диагноза. Проведённый в течение 10 лет анализ заболеваемости сахарным диабетом у собак показывает, что наиболее часто болеют собаки старше 7 лет вне зависимости от пола. По породной предрасположенности отмечается более часто у беспородных собак – 10 случаев, такс – 7, йоркширских терьеров и чихуа-хуа – по три заболевания.

**Ключевые слова:** собаки, заболевания эндокринной системы, сахарный диабет.

**Для цитирования:** Ибишов, Д. Ф., Поносов, С. В. Сахарный диабет у собак // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 13-18. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.13-18>.

Original article

## Diabetes mellitus in dogs

Jalair F. Ibishov<sup>1</sup>, Stepan V. Ponosov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Perm State Agro-Technological University named after Academician D. N. Pryanishnikov, 23 Petropavlovsk str., Perm, Russian Federation

<sup>2</sup> The Perm Institute of the FPS of Russia, 125 Karpinsky str., Perm, Russian Federation

<sup>1</sup> vnb@pgsha.ru

<https://orcid.org/no>

<sup>2</sup> ponosovs@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7181-6531>

**Abstract.** Diabetes mellitus in small pets is a chronic disease of the endocrine system. The gradual development and compensatory mechanisms of the body do not allow it to be detected in the early stages. Among the most common symptoms, owners note increased appetite and thirst in the pet, despite the fact that it is losing body weight. In the later stages, the smell of acetone from the mouth appears. In the process of diagnosis, it is necessary to properly examine the blood and urine of the animal and differentiate the disease from other similar pathologies. In addition, during treatment, it is necessary to individually select the dosage of drugs to reduce blood sugar levels and adhere to a diet with a lower content of carbohydrates and fats in the feed throughout life. The diagnosis of diabetes mellitus is made when the blood glucose level exceeds physiological parameters: in dogs, they are 3.5–6.0 mmol/l, and in cats – 2.5–8.5 mmol/l. It must be remembered that some animals can give a stress reaction in the form of temporary hyperglycemia, which somewhat complicates the correct diagnosis. The analysis of the incidence of diabetes mellitus in dogs for 10 years shows that dogs older than 7 years are most often ill, regardless of gender. According to breed predisposition, it is more common in mongrel dogs – 10 cases, dachshunds – 7, Yorkshire Terriers and Chihuahuas – three diseases each.

**Keywords:** dogs, endocrine system diseases, diabetes mellitus.

**For citation:** Ibishov, D. F., Ponosov, S. V. Diabetes mellitus in dogs // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):13-18. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.13-18>.

### Введение

Сахарный диабет у мелких домашних животных относится к заболеваниям, сопровождающимся повышением уровня глюкозы в крови, вследствие недостаточной функции поджелудочной железы. В качестве основных причин выделяется две: полное отсутствие или уменьшение выработки гормона поджелудочной железы – инсулина. В соответствии с этим различают два вида данного заболевания: сахарный диабет I типа инсулинзависимый и сахарный диабет II типа инсулиннезависимый [1]. По происхождению

заболевания у мелких домашних животных чаще регистрируется у собак сахарный диабет I типа, а у кошек – II типа. Кроме того, болезнь может возникнуть как осложнение после перенесённого панкреатита – воспаления поджелудочной железы, после применения гормональных препаратов и инфекционных заболеваний при ожирении, передаться от производителей потомкам, [2]. Наиболее часто авторы указывают на наличие сахарного диабета у возрастных животных: собаки старше 7 лет, кошки старше 9 лет [3, 4].

### Материал и методы исследования

С целью изучения частоты встречаемости сахарного диабета у собак провели ретроспективное исследование группы собак за 10 лет. При установлении диагноза ветеринарными специалистами проводился сбор анамнеза, клиническое обследование пациента, а также исследование крови и мочи у животных. Проанализировали 33 истории болезни животных, у которых был поставлен диагноз сахарный диабет.

### Результаты исследований и их об-суждение

Сахарный диабет – довольно распространённое заболевание у мелких домашних животных. Патогенез заболевания заключается в следующем: в процессе питания избыточным количеством углеводов или жиров (которые в процессе пищеварения и усвоения пищи могут переходить в углеводы) происходит увеличение концентрации глюкозы в крови. При условии, что поджелудочная железа не вырабатывает в нужном количестве инсулин, не происходит снижения его уровня в крови. Концентрация глюкозы понижается благодаря изменению свойств клеточных мембран, которые становятся проницаемы для глюкозы под влиянием инсулина. В результате при достаточном наличии глюкозы в крови клетки недополучают основной источник энергии для их жизнедеятельности и снижают свою активность. Происходит энергетическое голодание, организм при поступлении сигналов мобилизует запасы жировой клетчатки и дополнительно приводит к повышению уровня глюкозы в крови считая, что клетки «недополучают необходимого количества энергии». У животного при этом наблюдается повышенный аппетит и исхудание, несмотря на то, что уровень глюкозы в крови повышается. Почки до определённого уровня могут реабсорбировать глюкозу как ценный источник энергии, и лишь после порогового значения данное вещество начинает определяться в моче. При переизбытке

глюкозы как основного источника энергии организм не утруждает себя в полном и качественном её усвоении и расщеплении до конечных продуктов распада – углекислого газа и воды и происходит их неполное окисление. В результате чего образуются кетоновые тела: ацетон, ацетоуксусная и  $\beta$ -оксимасляная кислоты, которые придают запах ацетона, кетонурию, кетонемию и усугубляют состояние животного [5, 6].

При постановке диагноза следует учитывать ряд факторов, которые косвенно могут указывать на наличие заболевания. При сборе анамнеза выясняют, что заболевшее животное очень много пьёт и мочится прозрачной мочой, у него изменяется масса тела (как в сторону увеличения, так и уменьшения), наблюдается запах ацетона изо рта. Окончательный диагноз устанавливается на основании анализа показателей крови и мочи. На основе исследований выявляется повышение уровня глюкозы в крови. Физиологические показатели у собак находятся в пределах 3,5–6,0 ммоль/л, а у кошек колеблются в более широком диапазоне – 2,5–8,5 ммоль/л. Надо учитывать, что у кошек существует характерная стрессовая реакция, заключающаяся в гипергликемии до 10–22 ммоль/л, в связи с чем требуются дополнительные исследования параметров крови [3]. Кроме биохимического анализа крови у заболевшего животного также проводится анализ мочи. Существует пороговое значение глюкозы, при котором она перестаёт реабсорбироваться почками и начинает выделяться с мочой (у кошек – 14 ммоль/л, у собак – 10 ммоль/л) [7, 8].

Для контроля уровня глюкозы используются глюкометры. Предварительно место забора (ухо) обрабатывается с целью профилактики заноса инфекции и скарифицируется иглой. Необходимо соблюдать осторожность во избежание травмирования животного и человека, так как это действие будет регулярным в процессе жизнедеятельности. Сахарный диабет – хроническое пожизненное за-

болевание, которое можно держать под контролем.

При установлении диагноза необходимо контролировать уровень глюкозы в крови в период подбора терапевтической дозы инсулина, а также регулярно в течение всей жизни животного. Инсулин – основной гормон, который снижает уровень сахара в крови, изменяя проницаемость клеточной стенки, способствует усвоению клетками глюкозы.

Немаловажное значение при лечении сахарного диабета отводится снижению углеводов в рационе животного, диета назначается пожизненная. Режим кормления подбирается индивидуально, но следует придерживаться принципа дробного частого кормления. К сожалению, определённые причины, такие как занятость владельцев на работе, жадность при поедании пищи и невозможность оставить корм вволю для животного, не позволяют сделать этого.

При лечении сахарного диабета вводится инсулин, допустимы ветеринарный и медицинский варианты препарата. Канинсулин – ветеринарный препарат, содержит 40 ЕД, наиболее удобен в дозировании мелким домашним животным. Медицинские варианты Актрапид НМ, Протафан НМ, Лантус отличаются друг от друга по продолжительности действия. При использовании препаратов следует помнить, что кормить питомца нужно через 20 минут после инъекции [9].

Диетические корма должны быть сбалансированы по основным питательным

веществам, содержать больше белка, клетчатки и сниженное количество жира и углеводов.

Нами были проанализированы случаи заболевания собак сахарным диабетом за последние 10 лет. На основании установленных сведений можно сделать вывод, что наиболее часто заболевают собаки возрастом старше 7 лет (рисунок 1) [10].

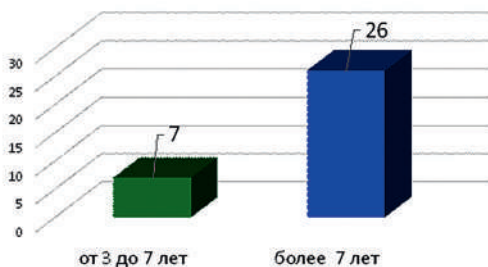
При исследовании установлено, что до 7 лет сахарный диабет в основном отмечается как вторичное заболевание после панкреатита.

Для заболевания не характерна какая-либо половая предрасположенность (рисунок 2).

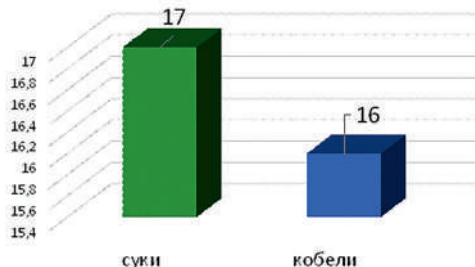
Несмотря на то, что у сук отмечено 17 случаев заболевания, это отличается незначительно от заболеваемости кобелей – 16 заболеваний.

Породы, которые по данным наших исследований, более предрасположены к сахарному диабету: беспородные животные – 10 случаев заболевания; такса – 7; чихуа-хуа – 3; йоркширский терьер – 3; хаски – 2; лабрадор ретривер – 2. По одному случаю отмечено у стаффордширского терьера, маломута, спаниеля, грифона, шпица, ирландского терьера и мопса. Как можно отметить, не существует какой-либо определённой породной предрасположенности, а 10 случаев заболевания у беспородных животных, по нашему мнению, связаны с характером питания животных.

Для профилактики сахарного диабета необходимо следить за питанием живот-



**Рисунок 1** – Заболеваемость собак сахарным диабетом в зависимости от возраста



**Рисунок 2** – Сахарный диабет у собак в зависимости от пола



ных, поддерживать физическую активность и регулярно проходить обследование в ветеринарной клинике.

### Выводы

Таким образом, сахарный диабет является распространённым заболеванием. Заболевание бывает двух типов и заключается в снижении выработки инсулина поджелудочной железой. Мелким домашним животным можно оказывать терапию препаратами инсулина медицинского и ветеринарного назначения, а

также показана индивидуальная пожизненная диета. Следует внимательно следить за здоровьем собак и кошек, так как сахарный диабет может сопровождаться различными осложнениями. При нарушении обмена веществ и преклонном возрасте вероятно будет более сложное заживление ран, кожные высыпания, ожирение и болезни мочевыделительной системы.

Сахарный диабет в основном встречается у собак старшего возраста (более 7 лет), не зависит от пола и породы.

### Библиографический список

1. Зайцева, К. А., Луцай, В. И. Диагностика и лечение сахарного диабета у животных // В сборнике: Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Неделя студенческой науки». Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина». Москва, 2023. С. 106-108.
2. Ильяшенко, Д. С., Кулинкович, А. Н. Сахарный диабет у кошек и собак // Студенческая наука: современные реалии: сборник материалов IV Международной студенческой научно-практической конференции (г. Чебоксары, 06 марта 2018 года). Чебоксары: Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2018. С. 8–10.
3. Козьминых, М. А., Женихова, Н. И. Особенности развития Сахарного диабета у животных // Молодежь и наука. 2019. № 9. С. 3.
4. Муравьева, Е.А., Уша, Б.В. Аспекты дифференциальной диагностики сахарного диабета у домашних плотоядных животных // Ветеринарная патология. 2007. № 2 (21). С. 212-214.
5. Ренд, Д., Маршалл, Р. Понимание сахарного диабета кошек: патогенез и контроль // Сахарный диабет и эндокринные заболевания // Waltham Focus. 2005. Т. 15, № 3. С. 5–11.
6. Солошек, М. Л. Зуева, Н. М., Серeda, С. В. Сахарный диабет у мелких домашних животных: некоторые аспекты диагностики и лечения// Ветеринария Кубани. 2009. № 1. С. 24-28.
7. Фелдман, Э., Нелсон, Р. Эндокринология и репродукция собак и кошек. М.: Софион, 2008. 1256 с.
8. Черемисина, Е. П., Салимжанов, И. Р., Мягков, И. Н. Сравнительная оценка методов диагностики сахарного диабета у кошек и собак // Интеграция современных научных исследований в развитие общества: сборник материалов V Международной научно-практической конференции (г. Кемерово, 07 мая 2018 года). Т. 2. Кемерово: Западно-Сибирский научный центр, 2018. С. 133–135.
9. Денни Мейер, Джон Харви, «Ветеринарная лабораторная медицина. Интерпретация и диагностика», М.: «Софион», 2007.
10. Торранс, Э. Дж., Муни, К. Т. Эндокринология мелких домашних животных. Практическое руководство. М.: ООО Аквариум-Принт, 2006. С. 312.

### References

1. Zajceva, K. A., Luczaj, V. I. Diagnostika i lechenie saxarnogo diabeta u zhivotny'x // V sbornike: Materialy` Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Nedelya studencheskoj nauki». Ministerstvo sel'skogo hozjajstva Rossijskoj Federacii; Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vy'sshego obrazovaniya «Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny` i biotexnologii – MVA imeni K. I. Skryabina». Moskva, 2023. S. 106-108.

2. Il'yashenko, D. S., Kulinkovich, A. N. Saxarny`j diabet u koshek i sobak // *Studencheskaya nauka: sovremenny`e realii: sbornik materialov IV Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferencii (g. Cheboksary, 06 marta 2018 goda)*. Cheboksary: Centr nauchnogo sotrudnichestva «Interaktiv plyus», 2018. S. 8–10.
3. Koz'miny`x, M. A., Zhenixova, N. I. Osobennosti razvitiya Saxarnogo diabeta u zhivotny`x // *Molodezh` i nauka*. 2019. № 9. S. 3.
4. Murav`eva E.A., Usha B.V. Aspekty` differencial`noj diagnostiki saxarnogo diabeta u domashnix plotoyadny`x zhivotny`x // *Veterinarnaya patologiya*. 2007. № 2 (21). S. 212-214.
5. Rend, D., Marshall, R. Ponimanie saxarnogo diabeta koshek: patogenez i kontrol` // *Saxarny`j diabet i e`ndokrinny`e zabolevaniya // Waltham Focus*. 2005. T. 15, № 3. S. 5–11.
6. Soloshek, M. L. Zueva, N. M., Sereda, S. V. Saxarny`j diabet u melkix domashnix zhivotny`x: nekotory`e aspekty` diagnostiki i lecheniya // *Veterinariya Kubani*. 2009. № 1. S. 24-28.
7. Feldman, E`., Nelson, R. *E`ndokrinologiya i reprodukcija sobak i koshek*. M.: Sofion, 2008. 1256 s.
8. Cheremisina, E. P., Salimzhanov, I. R., Myagkov, I. N. Sravnitel`naya ocenka metodov diagnostiki saxarnogo diabeta u koshek i sobak // *Integraciya sovremenny`x nauchny`x issledovanij v razvitie obshhestva: sbornik materialov V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (g. Kemerovo, 07 maya 2018 goda)*. T. 2. Kemerovo: Zapadno-Sibirskij nauchny`j centr, 2018. S. 133–135.
9. Denni Mejer, Dzhon Xarvi, «*Veterinarnaya laboratornaya medicina. Interpretaciya i diagnostika*», M.: «Sofion», 2007.
10. Torrans, E`. Dzh., Muni, K. T. *E`ndokrinologiya melkix domashnix zhivotny`x. Prakticheskoe rukovodstvo*. M.: OOO Akvarium-Print, 2006. S. 312.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 06.03.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024

The article was submitted 06.03.2024; approved after viewing 24.05.2024; accepted for publication 30.05.2024

### **Информация об авторах:**

**Ибишов Джалаир Фейруз-оглы** – заведующий кафедрой внутренних незаразных болезней, хирургии и акушерства, профессор, доктор ветеринарных наук

**Поносов Степан Владимирович** – начальник кафедры зоотехнии доцент, кандидат ветеринарных наук

### **Information about the authors:**

**Jalair F. Ibishov** – head of the department of internal non-communicable diseases, surgery and obstetrics, professor, doctor of veterinary sciences

**Stepan V. Ponosov** – head of the department of animal science, candidate of veterinary sciences

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 19-25.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):19-25.

МОРФОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.19-25  
УДК 591.8:616.315:636.392

## Особенности гистологического строения твёрдого нёба козы англо-нубийской породы

Старинская, Ксения Юрьевна<sup>1</sup>, Зеленевский, Николай Вячеславович<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»,  
Россия, Санкт-Петербург

<sup>1</sup> kseniya.starinskaya@mail.ru

<https://orcid.org/нет>

<sup>2</sup> znvprof@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6679-6978>

**Аннотация.** Ротовой аппарат обеспечивает рост и развитие организма в целом, также оказывает особое влияние на продуктивность животных. Поэтому изучение ротового аппарата животных представляет особую научную и практическую ценность. Цель исследования – детальное изучение особенностей гистологического строения органа ротовой полости (твёрдого нёба) козы англо-нубийской породы. Были взяты 11 голов и отобраны материалы для гистологического исследования. Изготавливали срезы толщиной 5-7 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином и трихромом по Массону. Установлено, что для козы англо-нубийской породы характерны общие закономерности гистологического строения твёрдого нёба. Роговой слой твёрдого нёба особенно толстый. Увеличение объёма этого слоя обеспечивает хорошую защиту внутренних слоёв от повреждений, которые могут возникнуть от употребления грубой пищи.

**Ключевые слова:** коза, англо-нубийская порода, ротовая полость, твёрдое нёбо, гистология.

**Для цитирования:** Старинская, К. Ю., Зеленевский, Н. В. Особенности гистологического строения твёрдого нёба козы англо-нубийской породы // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 19-25. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.19-25>.

Original article

## Features of the histological structure of the hard palate of the Anglo-Nubian goat breed

Kseniya Yu. Starinskaya<sup>1</sup>, Nikolai V. Zelenevskiy<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russia

<sup>1</sup> kseniya.starinskaya@mail.ru

<https://orcid.org/no>

<sup>2</sup> znvprof@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6679-6978>

**Abstract.** The oral apparatus ensures the growth and development of the body as a whole, and also has a special effect on the productivity of animals. Therefore, the study of the oral apparatus of animals is of particular scientific and practical value. The purpose of the study is a detailed study of the features of the histological structure of the oral cavity organ (hard palate) of the Anglo-Nubian goat breed. 11 heads were taken and materials for histological examination were selected. Sections 5-7 microns thick were made, which were stained with hematoxylin and eosin and trichrome by Masson. It has been established that the Anglo-Nubian goat breed is characterized by general patterns of the histological structure of the solid. The stratum corneum of the hard palate is especially thick. Increasing the volume of this layer provides good protection of the inner layers from damage that may be caused by eating coarse food.

**Keywords:** goat, Anglo-Nubian breeds, oral cavity, hard palate, histology.

**For citation:** Starinskaya, K. Y., Zelenevskiy, N. V. Features of the histological structure of the hard palate of the Anglo-Nubian goat breed // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):19-25. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.19-25>.

### Введение

Для жвачных животных органы ротовой полости обеспечивают одну из основных потребностей, способствующей выживанию – это питание. В тоже время ротовой аппарат обеспечивает нормальный рост и функциональное развитие всего организма. В дальнейшем это влияет на уровень производительности скота. Поэтому изучение аппарата ротовой полости входит в зону интереса ветеринарных морфологов и гистологов [1-5].

**Цель данной работы** – изучить гистологическое строение твёрдого нёба козы англо-нубийской породы.

### Материалы и методы исследований

Материалом для исследования служили трупы коз англо-нубийской породы (n=11), доставленные на кафедру анатомии животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины». Кадаверный материал получен в фермерском хозяйстве «Гжельское подворье», расположенном в Московской области. Возраст животных определяли со слов ветеринарных врачей и уточняли по хозяйственным записям [6,7].

Гистологическому исследованию были подвергнуты образцы твёрдого нёба козы англо-нубийской породы. Материал фикс-

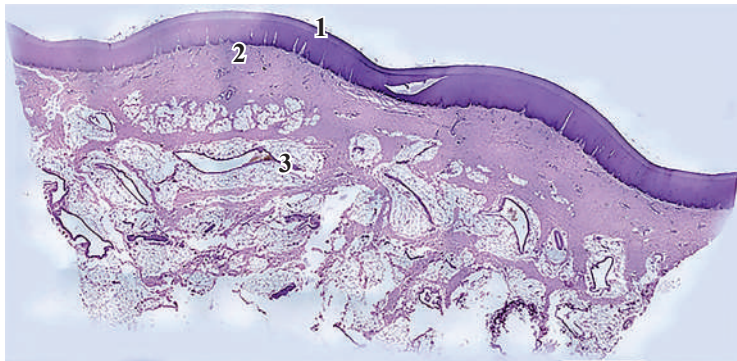
сировали в 10% растворе нейтрального формалина в течение 24 часов, после чего по общепринятой методике заливали в парафин. Затем изготавливали срезы толщиной 5-7 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином и трихромом по Массону с целью выявления коллагеновых волокон. Анализ гистологических препаратов проводился при помощи светооптического микроскопа Carl Zeiss AxioSkop 2 plus (Германия) при увеличении 40 и 100. Микрофотографирование проводили при помощи цифровой фотокамеры AxioCam ERc5s и программного обеспечения AxioVision Rel. 4.8 (Германия). Морфометрические измерения проводили вручную при помощи

программного обеспечения AxioVision Rel. 4.8 [9,10].

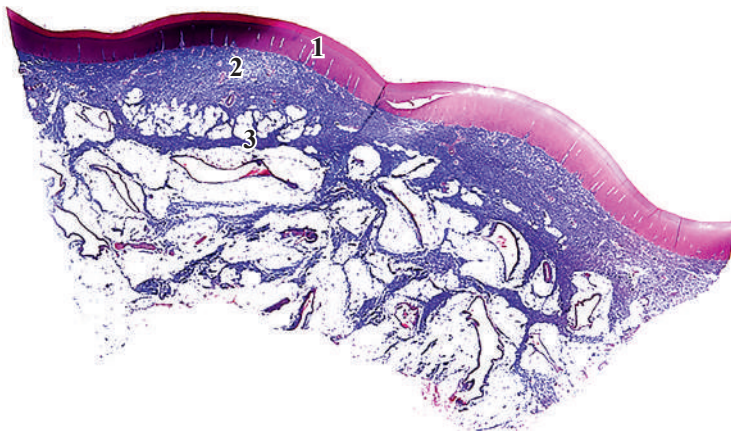
При написании статьи для указания основных анатомических терминов использовали пятую редакцию международной анатомической номенклатуры [11].

### **Результаты эксперимента и их обсуждение**

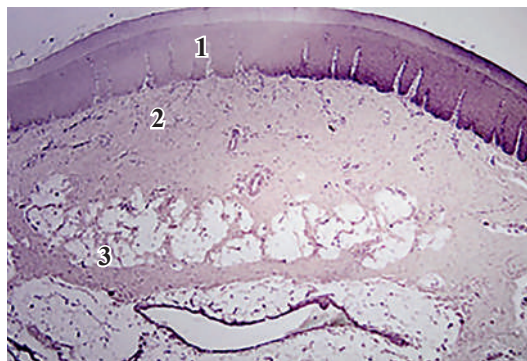
Слизистая оболочка твёрдого нёба имела типичное гистологическое строение, была образована многослойным плоским ороговевающим эпителием и собственной пластинкой слизистой оболочки. Толщина слизистой оболочки варьировала в пределах 1200-1500 мкм и



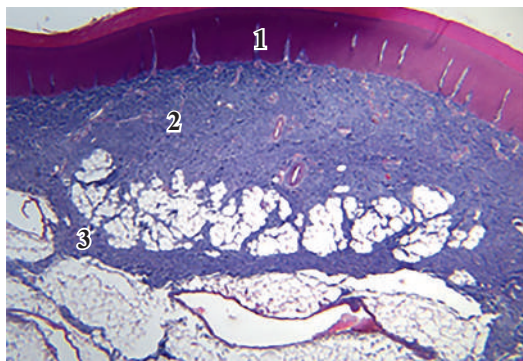
**Рисунок 1** – Сканированные гистологические срезы твёрдого нёба. Окрашивание гематоксилин-эозином: 1 – многослойный плоский эпителий; 2 – собственная пластинка слизистой; 3 – подслизистый слой



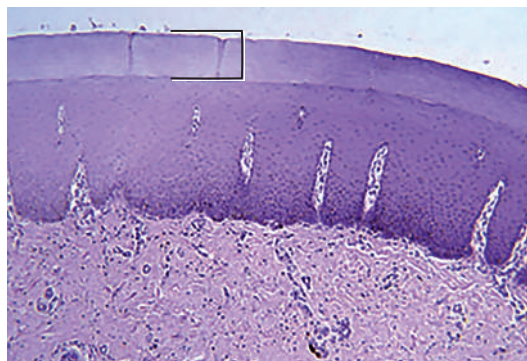
**Рисунок 2** – Сканированные гистологические срезы твёрдого нёба. Окрашивание трихромом по Массону: 1 – многослойный плоский эпителий; 2 – собственная пластинка слизистой; 3 – подслизистый слой



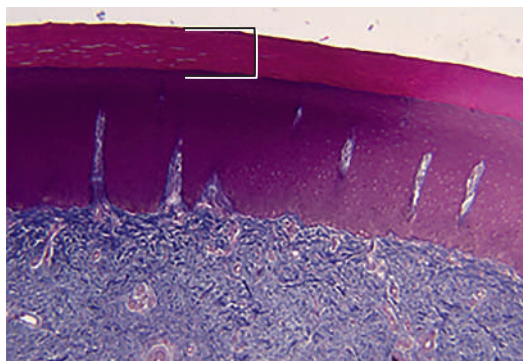
**Рисунок 3** – Гистологическое строение твёрдого нёба. Окрашивание гематоксилин-эозином. Увеличение  $\times 40$ :  
1 – многослойный плоский эпителий;  
2 – собственная пластинка слизистой;  
3 – подслизистый слой



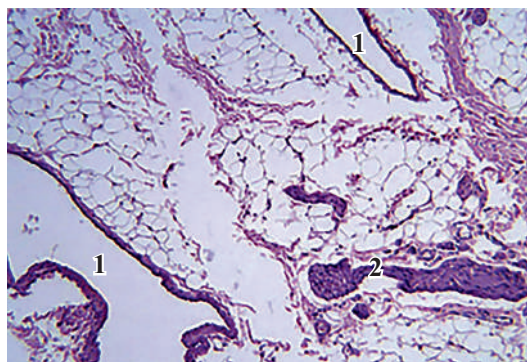
**Рисунок 4** – Гистологическое строение твёрдого нёба. Окрашивание трихромом по Массону. Увеличение  $\times 40$ :  
1 – многослойный плоский эпителий;  
2 – собственная пластинка слизистой;  
3 – подслизистый слой



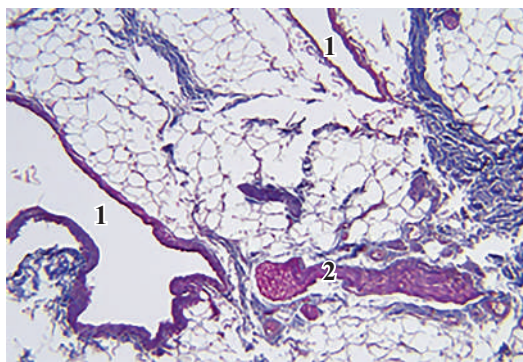
**Рисунок 5** – Слизистая оболочка твёрдого нёба. Определяется утолщённый роговой слой эпителия. Окрашивание гематоксилин-эозином. Увеличение  $\times 40$



**Рисунок 6** – Слизистая оболочка твёрдого нёба. Определяется утолщённый роговой слой эпителия. Окрашивание трихромом по Массону. Увеличение  $\times 40$ .



**Рисунок 7** – Подслизистый слой твёрдого нёба. Окрашивание гематоксилин-эозином. Увеличение  $\times 100$ . 1 – Расширенные кровеносные и лимфатические сосуды;  
2 – тонкие нервные стволы



**Рисунок 8** – Подслизистый слой твёрдого нёба. Окрашивание гематоксилин-эозином. Увеличение  $\times 100$ . 1 – Расширенные кровеносные и лимфатические сосуды;  
2 – тонкие нервные стволы

составила в среднем  $1340,1 \pm 142,7$  мкм. Толщина эпителиальной выстилки составила в среднем  $469,6 \pm 43,3$  мкм, причём толщина непосредственно рогового слоя составила  $125,4 \pm 11,8$  мкм. Эпителий был прорезан многочисленными длинными и короткими соединительнотканными сосочками собственной пластинки. Собственная пластинка слизистой была образована рыхлой неоформленной соединительной тканью, состоящей из толстых разнонаправленных пучков коллагеновых волокон. В собственной пластинке располагались многочисленные кровеносные и лимфатические сосуды, тонкие нервные стволы. Глубже среди неоформленной соединительной ткани выявлялись многочисленные хорошо дифференцированные адипоциты, собранные в большие кластеры, в которых залежали

значительно более крупные кровеносные сосуды и нервы.

### Выводы

Для козы англо-нубийской породы характерны общие закономерности гистологического строения твёрдого нёба, типичные для жвачных животных. Слизистая оболочка твёрдого нёба образована многослойным плоским ороговевающим эпителием и собственной пластинкой слизистой оболочки. При микроскопии эпителий твёрдого нёба состоит из ороговевшего многослойного плоского эпителия. Роговой слой твёрдого нёба особенно толстый. Увеличение объёма этого слоя обеспечивает хорошую защиту внутренних слоёв от повреждений, которые могут возникнуть от употребления грубой пищи.

### Библиографический список

1. Методика двухсторонней ангиографии органов головы, головного мозга и шеи животных / Д. С. Былинская, М. В. Щипакин, Ю. Ю. Бартенева, Д. В. Васильев // *Современные проблемы и перспективы исследований в анатомии и гистологии животных*, Витебск, 31 октября – 1 ноября 2019 года / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», Самаркандский институт ветеринарной медицины. – Витебск: Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2019. – С. 5–6.
2. Анатомия верхнечелюстной кости рыси евразийской / Д. С. Былинская, М. В. Щипакин, Н. В. Зеленецкий, Д. В. Васильев // *Аграрное образование и наука – в развитии животноводства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова Александра Ивановича. В 2-х томах.*, Ижевск, 20 июля 2020 года. Том I. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 260–262.
3. Кровоснабжение головного мозга шиншиллы длиннохвостой (*Chinchilla lanigera*) / А. В. Прусиков, Н. В. Зеленецкий, М. В. Щипакин [и др.] // *Ипнология и ветеринария*. – 2019. – № 2(32). – С. 90–93.
4. Морфологические особенности строения черепа выдры речной (*Lutra lutra*) / С. В. Вирунен, М. В. Щипакин, Н. В. Зеленецкий [и др.] // *Ипнология и ветеринария*. – 2017. – № 2(24). – С. 30–33.
5. Компьютерная томография общей сонной артерии и ее ветвей у кошки бенгальской породы / Д. В. Васильев, Д. С. Былинская, В. А. Хватов, М. В. Щипакин // *Материалы национальной научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГУВМ, Санкт-Петербург, 25–29 января 2021 года*. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2021. – С. 16–18.

6. Старинская, К.Ю., Зеленецкий, Н.В. Особенности кровоснабжения органов ротовой полости козы англо-нубийской породы / К.Ю. Старинская, Н.В. Зеленецкий // *Иппология и ветеринария*. – 2021. – № 1 (39). – С. 185-188.
7. *Methods for studying the ductus venosus in animals* / S. Melnikov, D. Bylinskaya, N. Zelenevskiy [et al.] // *FASEB Journal*. – 2022. – Vol. 36, No. S1. – P. 3727.
8. Александровская, О. В. и др. *Цитология, гистология и эмбриология: учебник* / ред. О. В. Александровская, Т. Н. Радостина, Н. А. Козлов. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 448 с.
9. Антипова, Л. В., Слободяник, В. С., Сулейманов, С. М. *Анатомия и гистология сельскохозяйственных животных* / Антипова, Л. В. // *Современные проблемы науки и образования* – М., 2009. – № 1. – С. 61-62.
10. Семченко, В. В. *Гистологическая техника 3-е изд. доп. и перераб.* / В. В. Семченко, С. А. Барашкова, И. И. Ноздрин, В. Н. Артемьев. Омск: Омская медицинская академия, 2006. – 290 с.
11. Зеленецкий, Н. В. *Международная ветеринарная анатомическая номенклатура. Пятая редакция*. СПб, Лань, 2013. – 400с.

### References

1. *Methods of bilateral angiography of the organs of the head, brain and neck of animals* / D. S. Bylinskaya, M. V. Shchipakin, Yu. Yu. Barteneva, D. V. Vasiliev // *Modern problems and prospects for research in the anatomy and histology of animals, Vitebsk, October 31 – 1 November 2019* / Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus, Educational Institution “Vitebsk Order of the Badge of Honor” State Academy of Veterinary Medicine”, Samarkand Institute of Veterinary Medicine. – Vitebsk: Educational Institution “Vitebsk Order of the Badge of Honor” State Academy of Veterinary Medicine, 2019. – P. 5-6.
2. *Anatomy of the maxillary bone of the Eurasian lynx* / D. S. Bylinskaya, M. V. Shchipakin, N. V. Zelenevsky, D. V. Vasiliev // *Agricultural education and science – in the development of livestock: Materials of the International scientific and practical conference dedicated to To the 70th anniversary of the Honored Worker of Agriculture of the Russian Federation, Honorary Worker of the Higher Professional Education of the Russian Federation, laureate of the State Prize of the Urals, Rector of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Izhevsk State Agricultural Academy, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Alexander Ivanovich Lyubimov. In 2 volumes., Izhevsk, July 20, 2020. Volume I. – Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2020. – P. 260-262.*
3. *Blood supply to the brain of the long-tailed chinchilla (Chinchilla lanigera)* / A. V. Prusakov, N. V. Zelenevsky, M. V. Shchipakin [et al.] // *Hippology and veterinary medicine*. – 2019. – No. 2(32). – P. 90-93.
4. *Morphological features of the structure of the skull of the river otter (Lutra Lutra)* / S. V. Virunen, M. V. Shchipakin, N. V. Zelenevsky [et al.] // *Hippology and veterinary medicine*. – 2017. – No. 2(24). – P. 30-33.
5. *Computed tomography of the common carotid artery and its branches in a Bengal cat* / D. V. Vasiliev, D. S. Bylinskaya, V. A. Khvatov, M. V. Shchipakin // *Materials of the national scientific conference of teaching staff, scientific employees and graduate students of St. Petersburg State University of Mathematics and Mathematics, St. Petersburg, January 25–29, 2021. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, 2021. – pp. 16-18.*
6. *Starinskaya, K.Yu., Zelenevsky, N.V. Peculiarities of blood supply to the oral cavity of goats of the Anglo-Nubian breed* / K.Yu. Starinskaya, N.V. Zelenevsky // *Hippology and veterinary medicine*. – 2021. – No. 1 (39). – pp. 185-188.
7. *Methods for studying the ductus venosus in animals* / S. Melnikov, D. Bylinskaya, N. Zelenevskiy [et al.] // *FASEB Journal*. – 2022. – Vol. 36, No. S1. – P. 3727.
8. *Aleksandrovskaya, O. V. et al. Cytology, histology and embryology: textbook* / ed. O. V. Aleksandrovskaya, T. N. Radostina, N. A. Kozlov. – Moscow: Agropromizdat, 1987. – 448 p.
9. *Antipova, L. V., Slobodyanik, V. S., Suleymanov, S. M. Anatomy and histology of farm animals* / Antipova, L. V. // *Modern problems of science and education* – М., 2009. – No. 1. – С. 61-62.



10. Semchenko, V.V. *Histological technique 3rd ed. add. and processed* / V. V. Semchenko, S. A. Barashkova, I. I. Nozdrin, V. N. Artemyev. Omsk: Omsk Medical Academy, 2006. – 290 p.
11. Zelenevsky, N. V. *International veterinary anatomical nomenclature. Fifth edition*. St. Petersburg, Lan, 2013. – 400 p.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.  
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 16.05.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024  
The article was submitted 16.05.2024; approved after reviewing 24.05.2024;  
accepted for publication 30.05.2024

**Информация об авторах:**

**Старинская, Ксения Юрьевна**, аспирант кафедры анатомии животных  
**Зеленевский, Николай Вячеславович**, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры анатомии животных

**Information about the authors:**

**Kseniya Yu. Starinskaya** – postgraduate student of the department of animal anatomy  
**Nikolai V. Zelenevskiy** – doctor of veterinary sciences, professor, professor of the department of animal anatomy

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 26-32.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):26-32.

## МОРФОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.26-32  
УДК 591.8:591.431: 599.735.52

# Особенности гистологического строения языка козы англо-нубийской породы

Старинская, Ксения Юрьевна

«Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»,  
Россия, Санкт-Петербург

kseniya.starinskaya@mail.ru

<https://orcid.org/нет>

**Аннотация.** Ротовой аппарат обеспечивает рост и развитие организма в целом, также оказывает особое влияние на продуктивность животных. Поэтому изучение ротового аппарата животных представляет особый научный и практический интерес. Цель исследования – детальное изучение особенностей гистологического строения органа ротовой полости (языка) козы англо-нубийской породы. Были взяты 5 голов и отобраны материалы для гистологического исследования. Изготавливали срезы толщиной 5-7 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином и трихромом по Массону. Часть срезов окрашивали Альциановым синим (pH 2,5) с последующей докраской гематоксилином Майера, и Шифф-йодной кислотой по Мак-Манусу. Установлено, что для козы англо-нубийской породы характерны общие закономерности гистологического строения языка. Язык образован слизистой оболочкой и лежащей в основе язычной мышцей. Преимущественно выявлялись нитевидные сосочки, реже грибовидные. В области корня языка выявлялись валиковидные (желобоватые) сосочки, в толще боковых поверхностей которых располагались вкусовые луковицы.

**Ключевые слова:** коза, англо-нубийская порода, ротовая полость, язык, гистология.

**Для цитирования:** Старинская, К. Ю. Особенности гистологического строения языка козы англо-нубийской породы // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 26-32. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.26-32>.

## MORPHOLOGY

Original article

## Features of the histological structure of the tongue of the Anglo-Nubian goat breed

Kseniya Yu. Starinskaya

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russia

kseniya.starinskaya@mail.ru

<https://orcid.org/no>

**Abstract.** The oral apparatus ensures the growth and development of the body as a whole, and also has a special effect on the productivity of animals. Therefore, the study of the oral apparatus of animals is of particular scientific and practical value. The purpose of the study is a detailed study of the features of the histological structure of the oral cavity organ (tongue) of the Anglo-Nubian goat breed. 5 heads were taken and materials for histological examination were selected. Sections 5-7 microns thick were made, which were stained with hematoxylin and eosin and trichrome by Masson. Some of the sections were stained with Alcyan blue (pH 2.5), followed by pre-staining with Mayer hematoxylin, and Schiff-iodic acid according to McManus. It has been established that the Anglo-Nubian goat breed is characterized by general patterns of the histological structure of the language. The tongue is formed by the mucous membrane and the underlying lingual muscle. Filamentous papillae were mainly detected, less often mushroom-shaped. In the area of the root of the tongue, roller-shaped (grooved) papillae were revealed, in the thickness of the lateral surfaces of which taste bulbs were located.

**Keywords:** goat, Anglo-Nubian breeds, oral cavity, tongue, histology.

**For citation:** Starinskaya, K.Y. Features of the histological structure of the tongue of the Anglo-Nubian goat breed // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):26-32. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.26-32>.

### Введение

Коза англо-нубийской породы относится к жвачным животным. Для этой группы характерной особенностью является процесс жвачки. Органы ротовой полости играют самую важную роль. Предметом исследования стал один из добавочных органов ротового аппарата – язык. Это крупный и подвижный орган. В его функции входит захват пищи, перемешивание и продвижение. Жизненно важна возможность определения вкуса корма. Язык оказывает особое влияние на процесс пищеварения. Органы пищеварения влияют на рост и развитие всего организма.

### Материалы и методы исследований

На кафедру анатомии животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины» были доставлены трупы коз англо-нубийской породы (n=5) для проведения исследования. Кадаверный материал получен в фермерском хозяйстве «Гжельское подворье», расположенном в Московской области. Возраст животных определяли со слов ветеринарных врачей и уточняли по хозяйственным записям.

Для гистологического исследования были отобраны образцы языка коз англо-нубийской породы. Материал фиксировали в 10% растворе нейтрального

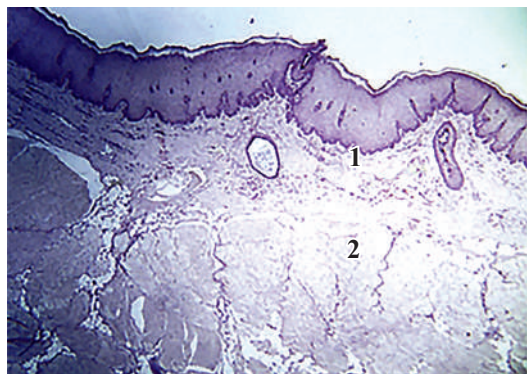
формалина в течение 24 часов, после чего по общепринятой методике заливали в парафин. Затем изготавливали срезы толщиной 5-7 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином и трихромом по Массону с целью выявления коллагеновых волокон. Часть срезов окрашивали Альциановым синим (рН 2,5) с последующей докраской гематоксилином Майера, и Шифф-йодной кислотой по МакМанусу. Анализ гистологических препаратов проводился при помощи светооптического микроскопа Carl Zeiss AxioSkop 2 plus (Германия) при увеличении 40 и 100. Микрофотографирование проводили при помощи цифровой фотокамеры AxioCam ERc5s и программного обеспечения AxioVision Rel. 4.8 (Германия). Морфометрические измерения проводили вручную при помощи программного обеспечения AxioVision Rel. 4.8.

При написании статьи для указания основных анатомических терминов использовали пятую редакцию международной анатомической номенклатуры.

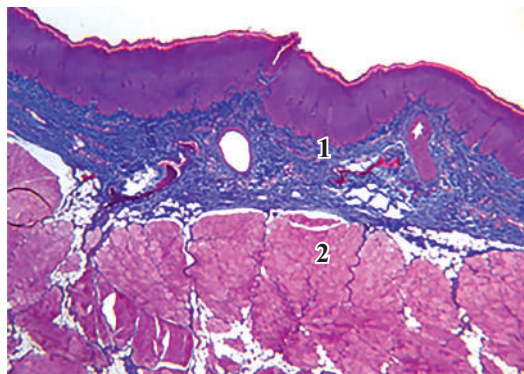
### Результаты эксперимента и их обсуждение

Язык покрыт слизистой оболочкой, лежащей на основной язычной мышце. Слизистая оболочка на большем протяжении гладкая, выслана многослойным плоским ороговевающим эпителием, формирующим вместе с подлежащей

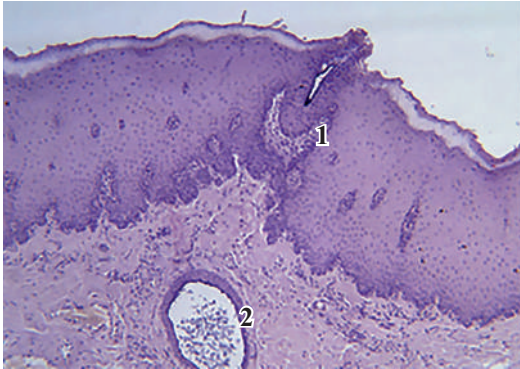
собственной соединительнотканной пластинкой слизистой оболочки многочисленные невысокие выросты (сосочки языка), среди которых чаще выявлялись нитевидные сосочки, реже грибовидные. В области корня языка выявлялись валиковидные (желобоватые) сосочки, в толще боковых поверхностей которых располагались вкусовые луковицы, образованные базальными, вкусовыми и поддерживающими клетками. Собственная пластинка слизистой оболочки образована рыхлой неоформленной соединительной тканью, содержащей многочисленные кровеносные и лимфатические сосуды, тонкие нервные стволы, выводные протоки интрамуральных желёз. Толщина слизистой оболочки языка варьировала на разных участках в пределах 500-1200 мкм и составила в среднем  $807,4 \pm 109,3$  мкм. Средние значения толщины эпителиальной выстилки составили  $334,9 \pm 51,6$  мкм, собственной пластинки слизистой –  $424,5 \pm 58,2$  мкм. Поперечно-исчерченная ткань язычной мышцы имела типичное гистологическое строение. Площадь поперечного сечения мышечных волокон составила в среднем  $1266,8 \pm 132,3$  мкм<sup>2</sup>. В толще мышечной ткани определялись крупные скопления жировой ткани, а также множественные серозные и смешанные (серозно-слизистые) интрамуральные железы, отделённые от пучков



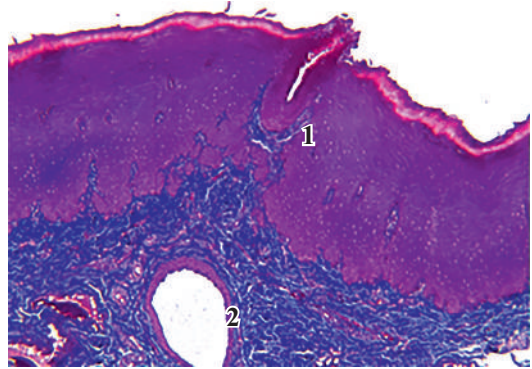
**Рисунок 1** – Гистологическое строение языка. Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение 40: 1 – слизистая оболочка; 2 – мышечная оболочка



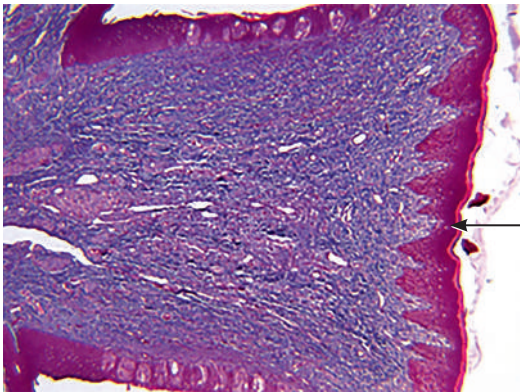
**Рисунок 2** – Гистологическое строение языка. Окрашивание трихромом по Массону. Увеличение 40: 1 – слизистая оболочка; 2 – мышечная оболочка



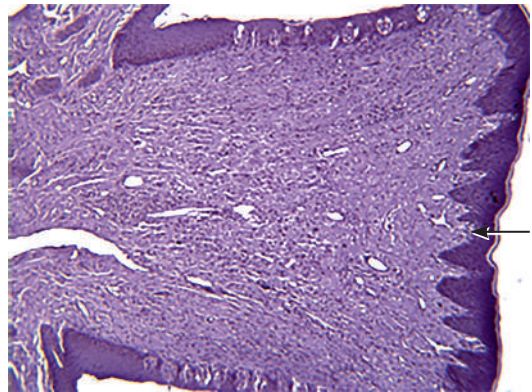
**Рисунок 3** – Гистологическое строение языка. Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 100$ :  
1 – нитевидный сосочек; 2 – выводной проток интрамуральных желёз



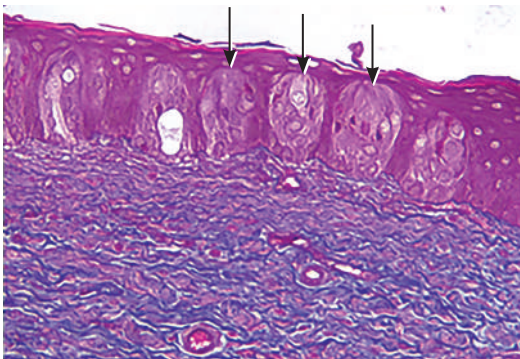
**Рисунок 4** – Гистологическое строение языка. Окрашивание трихромом по Массону. Увеличение 100: 1 – нитевидный сосочек; 2 – выводной проток интрамуральных желёз



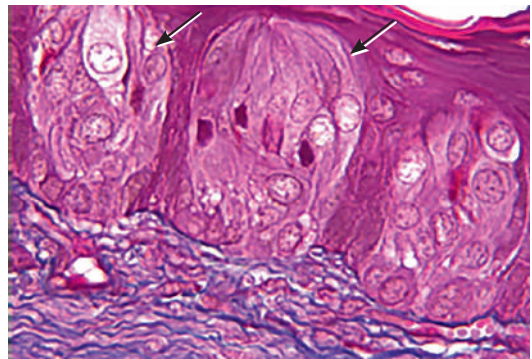
**Рисунок 5** – Валиковидный (желобоватый) сосочек языка (стрелка). Окрашивание трихромом по Массону. Увеличение  $\times 100$



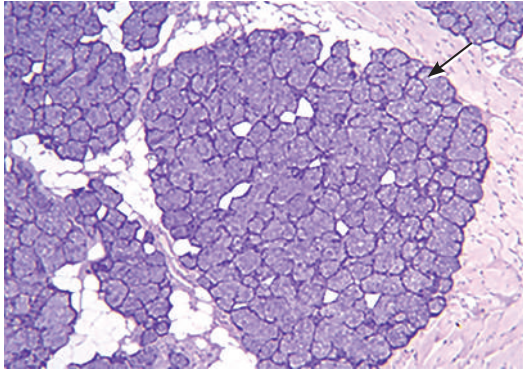
**Рисунок 6** – Валиковидный (желобоватый) сосочек языка (стрелка). Окрашивание Шифф-йодной кислотой по Мак-Манусу. Увеличение  $\times 100$



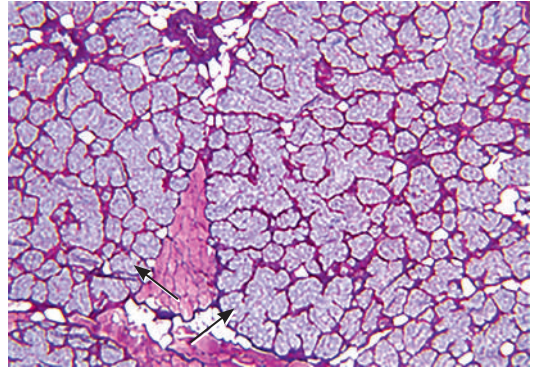
**Рисунок 7** – Валиковидный (желобоватый) сосочек языка. Выявляются вкусовые луковицы (стрелки). Окрашивание трихромом по Массону. Увеличение 400



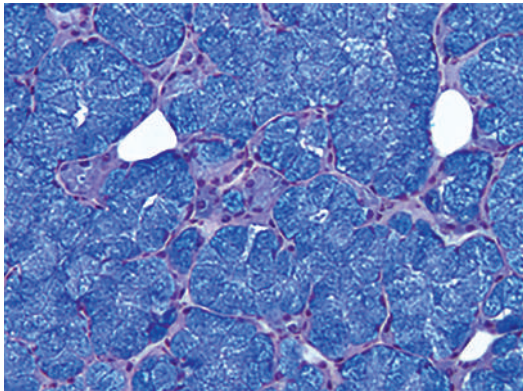
**Рисунок 8** – Валиковидный (желобоватый) сосочек языка. Выявляются вкусовые луковицы (стрелки). Окрашивание трихромом по Массону. Увеличение  $\times 1000$



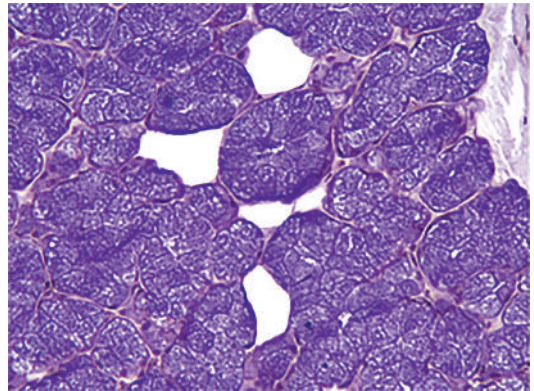
**Рисунок 9** – Смешанные (серозно-слизистые) железы в толще мышечной оболочки (стрелка). Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение x100



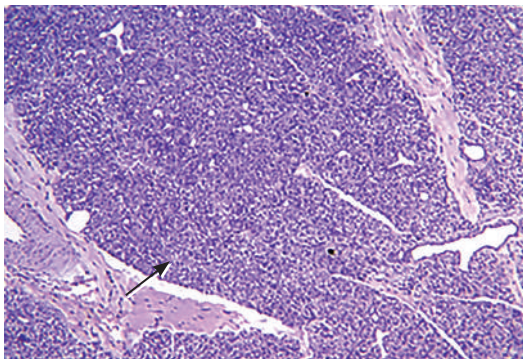
**Рисунок 10** – Смешанные (серозно-слизистые) железы в толще мышечной оболочки (стрелка). Окрашивание трихромом по Массону. Увеличение x100



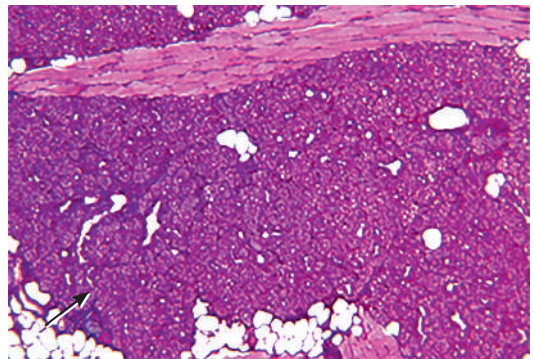
**Рисунок 11** – Смешанные (серозно-слизистые) железы в толще мышечной оболочки. Окрашивание альциановым синим. Увеличение x400



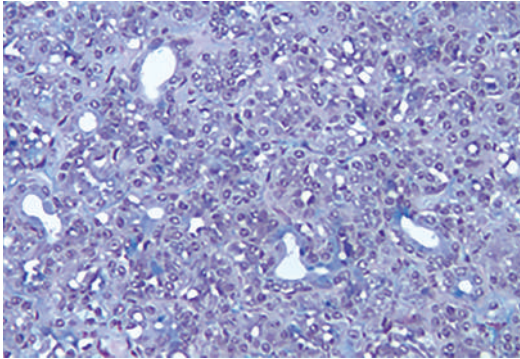
**Рисунок 12** – Смешанные (серозно-слизистые) железы в толще мышечной оболочки. Окрашивание Шифф-йодной кислотой по Мак-Манусу. Увеличение x400



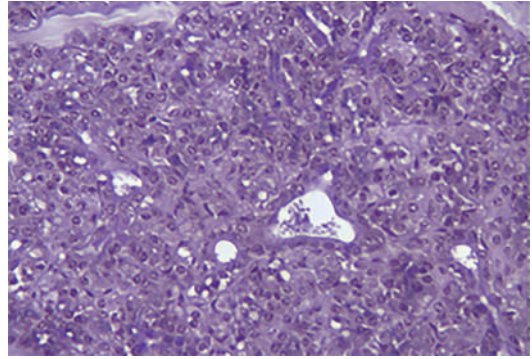
**Рисунок 13** – Серозные железы в толще мышечной оболочки (стрелка). Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение x100



**Рисунок 14** – Серозные железы в толще мышечной оболочки (стрелка). Окрашивание трихромом по Массону. Увеличение x100



**Рисунок 15** – Серозные железы в толще мышечной оболочки. Окрашивание альциановым синим. Увеличение  $\times 400$



**Рисунок 16** – Серозные железы в толще мышечной оболочки. Окрашивание Шифф-йодной кислотой по Мак-Манусу. Увеличение  $\times 400$

мышечных волокон и друг от друга прослойками рыхлой неоформленной соединительной ткани. Концевые отделы (ацинусы) слизистых желёз выстланы эозинофильными клетками (от 6 до 12 клеток) конической формы, окруженными миоэпителиальными клетками, которые также обнаруживаются в области исчерченных протоках. При постановке ШИК-реакции и окраске Альциановым синим в цитоплазме клеток определяется характерный секрет. Площадь ацинусов слизистых желёз составила в среднем  $8984,2 \pm 1340,4$  мкм<sup>2</sup>. Смешанные ацинусы меньшего размера, сформированы преимущественно сероцитами кубической и призматической формы. Площадь ацинусов смешанных желёз составила в среднем  $1712,3 \pm 164,9$  мкм<sup>2</sup>. Вставочные и исчерченные протоки интрамуральных желёз выстланы однослойным кубическим и цилиндрическим эпителием соответственно. Меж-

дольковые протоки выстланы однослойным цилиндрическим эпителием.

#### Выводы

Для козы англо-нубийской породы характерны общие закономерности гистологического строения языка, характерные для жвачных животных. Язык образован слизистой оболочкой, лежащей на основной язычной мышце. Слизистая оболочка на большем протяжении гладкая, выслана многослойным плоским ороговевающим эпителием. Преимущественно выявлялись нитевидные сосочки, реже грибовидные. Благодаря нитевидным сосочкам коза может захватывать разные формы пищи от полужидких до твердых веществ, что позволяет в полной мере выполнять механическую функцию. В области корня языка выявлялись валиковидные (желобоватые) сосочки, в толще боковых поверхностей располагались вкусовые луковицы.

#### Библиографический список

1. Александровская, О. В. и др. Цитология, гистология и эмбриология: учебник / ред. О. В. Александровская, Т. Н. Радостина, Н. А. Козлов. – Москва: Агрпромиздат, 1987. – 448 с.
2. Антипова, Л. В., Слободяник, В. С., Сулейманов, С. М. Анатомия и гистология сельскохозяйственных животных / Антипова, Л. В. // Современные проблемы науки и образования – М., 2009. – № 1. – С. 61-62.
3. Зеленевский, Н. В. Международная ветеринарная анатомическая номенклатура. Пятая редакция. СПб, Лань, 2013. – 400с.

4. Зеленецкий, Н. В., Хонин Г. А. *Анатомия собаки и кошки.* – СПб.: Издательство «Логос», 2004. – 344 с.
5. Климов, А., Акаевский, А. *Анатомия домашних животных.* – Изд-во «Лань», 2008. – 1040 с.
6. Семченко, В. В. *Гистологическая техника 3-е изд. доп. и перераб.* / В. В. Семченко, С. А. Барашкова, И. И. Ноздрин, В. Н. Артемьев. Омск: Омская медицинская академия, 2006. – 290 с.
7. Старинская, К. Ю., Зеленецкий, Н. В. *Особенности кровоснабжения органов ротовой полости козы англо-нубийской породы / К. Ю. Старинская, Н. В. Зеленецкий // Иппология и ветеринария.* – 2021. – № 1 (39). – С. 185-188.
8. Хрусталева, И. В., Михайлов, Н. В., Шнейберг, Я. И. и др. *Анатомия домашних животных. Учебник. Изд.3-е, испр.* М.: Колос, 2006,-704 с.

### References

1. Aleksandrovskaya, O. V. i dr. *Citologiya, gistologiya i e`mbriologiya: uchebnik/ red. O. V. Aleksandrovskaya, T. N. Radostina, N. A. Kozlov.* – Moskva: Agropromizdat, 1987. – 448 s.
2. Antipova, L. V., Slobodyanik, V. S., Sulejmanov, S. M. *Anatomiya i gistologiya sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x / Antipova, L. V. // Sovremennyye problemy` nauki i obrazovaniya* – M., 2009. – № 1. – S. 61-62.
3. Zelenevskij, N. V. *Mezhdunarodnaya veterinarnaya anatomicheskaya nomenklatura. Pyataya redakciya. SPb, Lan`*, 2013. – 400s.
4. Zelenevskij, N. V., Xonin G. A. *Anatomiya sobaki i koshki.* – SPb.: Izdatel`stvo «Logos», 2004. – 344 s.
5. Klimov, A., Akaevskij, A. *Anatomiya domashnix zhivotny`x.* – Izd-vo «Lan`», 2008. – 1040 s.
6. Semchenko, V. V. *Gistologicheskaya texnika 3-e izd. dop. i pererab.* / V. V. Semchenko, S. A. Barashkova, I. I. Nozdrin, V. N. Artem`ev. Омск: Омская медицинская академия, 2006. – 290 с.
7. Starinskaya, K. Yu., Zelenevskij, N. V. *Osobennosti krovosnabzheniya organov rotovoj polostikozy` anglo-nubijskoj porody` / K. Yu. Starinskaya, N. V. Zelenevskij // Ippologiya i veterinariya.* – 2021. – № 1 (39). – S. 185-188.
8. Xrustaleva, I. V., Mixajlov, N. V., Shnejberg, Ya. I. i dr. *Anatomiya domashnix zhivotny`x. Uchebnik. Izd.3-e, ispr.* М.: Kolos, 2006,-704 s.

Статья поступила в редакцию 16.05.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024

The article was submitted 16.05.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 30.05.2024

### Информация об авторе:

Старинская Ксения Юрьевна – аспирант кафедры анатомии животных

### Information about the author:

Kseniya Yu. Starinskaya – graduate student, department of animal anatomy



Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 33-40.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):33-40.

МОРФОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.33-40  
УДК 636.611:069.015(470.55)

## Морфологическая характеристика шейных нервов у куро– и гусеобразных птиц

Стрижиков Виктор Константинович<sup>1</sup>, Стрижикова Светлана Васильевна<sup>2</sup>,  
Пономарева Татьяна Анатольевна<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Южно-Уральский государственный аграрный университет,  
Россия, Челябинская область, г. Троицк, ул. им. Ю. А. Гагарина, д. 13

<sup>1, 2, 3</sup> strizhikov50@yandex.ru

<sup>1</sup> <https://orchid.ord/0000-0002-2377-0011>

<sup>2</sup> <https://orchid.ord/0000-0003-4535-3179>

<sup>3</sup> <https://orchid.ord/0009-0004-2454-5205>

**Аннотация.** Птицы как объект исследования издавна привлекают к себе внимание биологов, морфологов, физиологов и клиницистов, что позволяет получать конкретные знания, которые используются как в практической деятельности, так и для решения вопросов в эволюционной и сравнительной морфологии позвоночных. Однако, несмотря на значительные достижения в области орнитологии, многие вопросы сравнительной морфологии, связанные с разработкой видовой, породной и возрастной анатомии птиц до сих пор остаются на этапе накопления фактического материала. Особенно это касается нервной системы, её центрального и периферического отделов. Сведения, имеющиеся в специальной литературе, отражают лишь отдельные факты топографии и ветвления периферических нервов птиц, их морфологических взаимоотношений – всё это определило необходимость проведения макромикроскопических исследований нервной системы домашних птиц и их диких сородичей. С использованием комплексной методики макро– и микроморфометрических исследований, определены морфофункциональные особенности образования шейных спинномозговых нервов у птиц из отрядов куро– и гусеобразные. Установлено количество шейных нервов и их особенности: в первых двух нейросегментах нервы формируются только вентральными корешками. Установлено, что спинномозговые нервы, за исключением первых двух шейных, образуются за счёт соединения дорсальных и вентральных корешков, состоящих из корешковых пучков. У птиц дорсальные и вентральные шейные нервы отделяются от соответствующих спинномозговых ганглиев обособленно на разных уровнях друг от друга.

**Ключевые слова:** спинной мозг, спинномозговые нервы, спинномозговой ганглий, домашние и дикие птицы.

**Для цитирования:** Стрижиков, В. К., Стрижикова, С. В., Пономарева, Т. А. Морфологическая характеристика шейных нервов у куро– и гусеобразных птиц // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 33-40. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.33-40>.

© Стрижиков, В. К., Стрижикова, С. В., Пономарева, Т. А., 2024

Original article

## Morphological characteristics of the cervical nerves in fowl and anseriformes

Viktor K. Strizhikov<sup>1</sup>, Svetlana V. Strizhikova<sup>2</sup>, Tatjana An. Ponomareva<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> South Ural State Agrarian University, 13 Gagarin St., Troitsk, Chelyabinsk region, Russian Federation

<sup>1, 2, 3</sup> strizhikov50@yandex.ru

<sup>1</sup> <https://orchid.ord/0000-0002-2377-0011>

<sup>2</sup> <https://orchid.ord/0000-0003-4535-3179>

<sup>3</sup> <https://orchid.ord/0009-0004-2454-5205>

**Abstract.** Birds as an object of research have long attracted the attention of biologists, morphologists, physiologists and clinicians, which allows you to obtain specific knowledge that is used both in practice and to solve problems in the evolutionary and comparative morphology of vertebrates. However, despite significant achievements in the field of ornithology, many issues of comparative morphology related to the development of species, breed and age anatomy of birds still remain at the stage of accumulation of factual material. This is especially true of the nervous system of its central and peripheral departments. The information available in the specialized literature reflects only individual facts of the topography and branching of the peripheral nerves of birds, their morphological relationships, all this has determined the need for macromicroscopic studies of the nervous system of domestic birds and their wild relatives. Using a comprehensive method of macro- and micromorphometric studies, morphofunctional features of the formation of cervical spinal nerves in birds from the kuro- and goose-like orders were determined. The number of cervical nerves has been established; in the first two neural segments, nerves are formed only by ventral roots. It has been established that spinal nerves, with the exception of the first two cervical nerves, are formed by connecting dorsal and ventral roots consisting of radicular bundles. In birds, the dorsal and ventral cervical nerves separate from the corresponding spinal ganglia separately at different levels from each other.

**Keywords:** spinal cord, spinal nerves, spinal ganglion, domestic and wild birds.

**For citation:** Strizhikov, V. K., Strizhikova, S. V., Ponomareva, T. An. Morphological characteristics of the cervical nerves in fowl and anseriformes // *Hippology and Veterinary Medicine*. 2024;2(52):33-40. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.33-40>.

### Введение

Птицы как объект исследования издавна привлекают к себе внимание биологов, морфологов, физиологов и клиницистов, что позволяет получать конкретные знания, которые используются как в практической деятельности, так и для решения вопросов в эволюционной и сравнительной морфологии позвоночных. Однако, несмотря на значительные достижения

в области орнитологии, многие вопросы сравнительной морфологии, связанные с разработкой видовой, породной и возрастной анатомии птиц до сих пор остаются на этапе накопления фактического материала. Особенно это касается нервной системы, её центрального и периферического отделов. Сведения, имеющиеся в специальной литературе, отражают лишь отдельные факты топографии и

ветвления периферических нервов птиц, их морфологических взаимоотношений – всё это определило необходимость проведения макромикроскопических исследований нервной системы домашних птиц и их диких сородичей. [3, 4, 8].

### **Цель исследования**

Установить видовые макро– микроанатомические особенности формирования и топографии шейных нервов птиц, адаптированных к различным условиям среды обитания.

### **Материал и методы исследования**

Объектами исследования служили взрослые птицы из отрядов куро– и гусеобразных нормального телосложения и хорошей упитанности. Домашние птицы приобретались в птицеводческих хозяйствах Челябинской области, а дикие птицы отстреливались охотниками по лицензиям. Всего изучено 50 птиц, относящихся к отрядам куро– и гусеобразные.

Изучение спинного мозга и его нервов проводилось с использованием макромикроанатомических исследований методики В.П. Воробьева (1925). Цифровой материал подвергнут стандартной статистической обработке.

### **Результаты исследования**

Спинной мозг изученных видов птиц располагается в позвоночном канале в виде белого цилиндрического тяжа, который на краниальном конце расширен, а на каудальном заострён, заканчивается концевой нитью в пигостиле. От спинного мозга согласно закону сегментального строения организма, симметрично отходят спинномозговые нервы, которые согласно топографии делятся на пять отделов: шейные, грудные, поясничные, крестцовые и хвостовые, имеющие свои характерные морфологические особенности [4, 5, 7, 8].

У всех видов изученных птиц спинальные нервы за исключением шейного отдела отходят позади тел соответствующих костных сегментов и формируются

дорсальными и вентральными корешками.

Количество синномозговых нервов за исключением шейного и хвостового отделов соответствует числу позвонков. Корешки нервов в своих основаниях расширены и состоят из различного числа корешковых пучков. Каждый корешковый пучок формируется корешковыми нитями, которые веерообразно расходятся на дорсальной и вентральной поверхностях спинномозгового сегмента. В дорсальном корешке корешковые пучки друг с другом соединяются, в то время как в вентральном, они располагаются обособленно. При сравнении корешков правой и левой сторон в их строении отмечается асимметрия по количественному составу корешковых нитей.

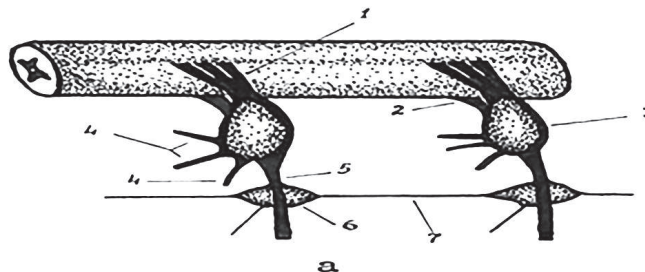
Количество корешковых пучков, входящих в состав, как дорсальных, так и вентральных корешков неодинаково.

В области межпозвоночных отверстий или за их пределами располагаются спинальные ганглии на уровне соединения дорсальных и вентральных корешков (рисунок).

К медиальной поверхности спинальных ганглиев, на уровне их середины или ближе к верхнему полюсу, прилежат вентральные корешки. При распулковывании места соединения вентральных корешков установлен взаимообмен нервными волокнами между дорсальными и вентральными корешковыми нитями.

Дорсальные ветви спинномозговых нервов в количестве 2-х – 3-х отходят от латеральной поверхности соответствующего спинального ганглия обособленно друг от друга. Дорсальные ветви спинальных нервов имеют дорсокраниальное или латерокраниальное направление.

Вентральные ветви спинномозговых нервов образуются волокнами как вентральных, так и дорсальных корешков, проходящих через спинальный ганглий. Вентральные спинальные нервы отходят от вентрального полюса соответствующего спинномозгового ганглия. Каждый спинномозговой нерв делится на лате-



**Рисунок** – Особенности формирования спинномозговых нервов:

*a* – шейные спинномозговые нервы; 1 дорсальный и 2 – вентральный корешки спинномозговых нервов; 3 – спинномозговой ганглий 4 – дорсальные и 5 – вентральные ветви спинномозговых нервов; 6 – симпатический ганглий; 7 – межганглионарные ветви; 8 – соединительные ветви

**Таблица 1** – Видовые особенности линейных измерений длины шейных нейросегментов у домашних и близкородственных видов диких птиц (мм) (P±m)

Нейро-сегменты	Курица домашняя	Тетерев	Утка домашняя	Кряква
C <sub>1</sub>	2,45±0,14*	2,65±0,02***	2,4±0,1**	2,15±0,08**
C <sub>2</sub>	6,55±0,07*	6,92±0,27**	8,25±0,64**	6,33±0,27**
C <sub>3</sub>	10,35±0,23*	10,92±1,64****	14,0±0,79**	11,35±0,75**
C <sub>4</sub>	11,4±0,14*	12,2±1,34***	16,75±1,57**	13,08±0,27*
C <sub>5</sub>	13,25±0,21*	13,2±1,02**	18,0±1,42**	13,67±0,54**
C <sub>6</sub>	15,1±0,21*	13,58±0,98**	18,9±0,7**	15,5±0,57**
C <sub>7</sub>	15,7±0,29*	13,97±0,64**	19,8±0,98**	15,47±0,79**
C <sub>8</sub>	15,8±0,21*	14,25±0,53**	20,4±1,06**	16,0±0,61**
C <sub>9</sub>	16,0±0,23*	14,0±1,45***	18,8±1,14**	15,33±0,67***
C <sub>10</sub>	15,2±0,19*	14,67±0,74**	18,0±1,2**	14,08±0,57**
C <sub>11</sub>	14,35±0,29*	13,17±0,62**	17,5±1,54**	13,67±1,0**
C <sub>12</sub>	14,1±0,4*	12,83±0,74**	1,08±0,01**	12,53±0,37*
C <sub>13</sub>	10,3±0,29*	10,75±0,83**	1,14±0,01**	11,66±0,41**
C <sub>14</sub>	8,2±0,19*	9,25±0,47**	14,2±1,75***	9,92±1,15***
C <sub>15</sub>	7,35±0,2*	8,0±0,25**	11,5±1,27***	8,5±1,24***
C <sub>16</sub>	-	-	10,5±0,61**	7,8±0,54**

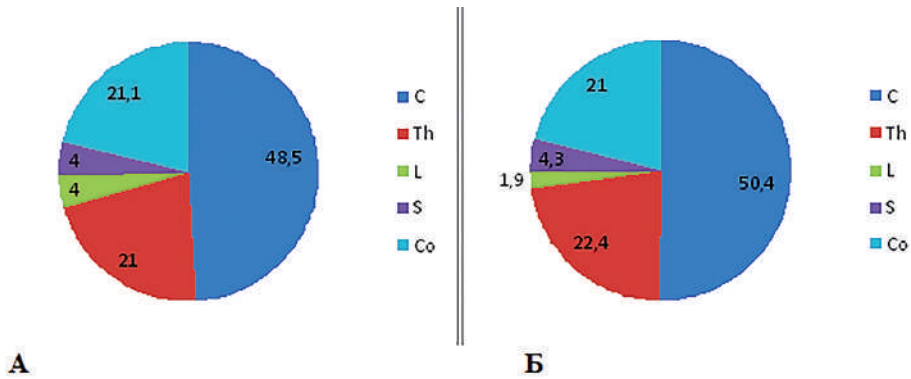
\*P<0,001; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,02; \*\*\*\*P<0,05;

ральную и медиальную ветви, которые участвуют в иннервации отделов сомы.

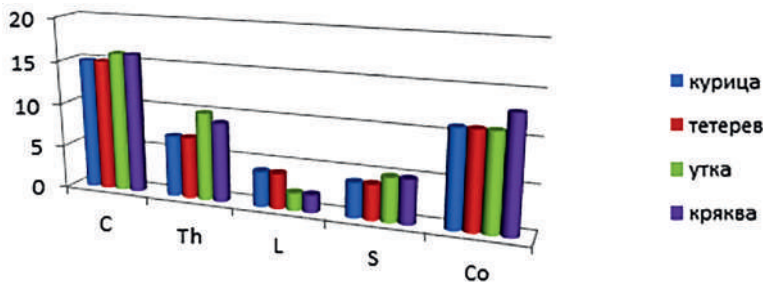
Шейный отдел спинного мозга самый длинный и составляет 48,5% у курообразных и 50,4% у гусеобразных. В каждом отделе спинного мозга выделяются типичные сегменты (C<sub>3</sub>-C<sub>13</sub> курообразные, C<sub>3</sub>-C<sub>16</sub> гусеобразные) и переходные C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>, а также 2-3 последние шейные мозговые

сегменты C<sub>14</sub>-C<sub>15</sub> курица домашняя и тетерев, C<sub>15</sub>-C<sub>16</sub> утка домашняя, кряква (таблица 1, диаграмма 1)

Первые две пары шейных нервов (C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>) у всех изученных птиц формируются только вентральными корешками и не имеют спинальных ганглиев. C<sub>1</sub> начинается 4-5 корешковыми нитями от вентральной поверхности спинного мозга на



**Диаграмма 1** – Соотношение длины сегментов отделов спинного мозга у курообразных (А) и гусеобразных (Б) в (%)



**Диаграмма 2** – Соотношений отделов спинного мозга курицы домашней, утки домашней, тетерева и кряквы

границе между телом затылочной кости и атлантом. Корешковые нити объединяются в корешковый пучок, который идёт латероventрально под углом 60° к продольной оси спинного мозга.

C<sub>2</sub> шейный нерв у изученных видов птиц начинается вентральными корешковыми нитями краниально от соответствующего межпозвоночного отверстия. Корешковые нити этого нерва плотно прилегают друг к другу, направляются дорсолатерально, при выходе из позвоночного канала через соответствующее межпозвоночное отверстие направляются под углом 55° к продольной оси спинного мозга. Затем C<sub>1</sub> и C<sub>2</sub> нервы делятся на три ветви, которые направляются дорсально, латерально и вентролатерально, где они имеют соединительные ветви с дорсальными ветвями C<sub>3</sub> шейного нерва. Вентральная ветвь C<sub>1</sub> нерва имеет соединение со стволом подъязычного нерва.

Шейные спинномозговые нервы типичных сегментов с C<sub>3</sub> и до Sp<sub>3</sub> имеют одинаковое строение и размеры.

Дорсальные и вентральные корешки в сегментах C<sub>3</sub>– Sp<sub>3</sub> отходят от спинного мозга параллельно друг другу и состоят из 2–3 корешковых пучков.

У курообразных на уровне C<sub>9</sub>–C<sub>11</sub> корешковые пучки лежат обособленно, или из трёх пучков два слиты. У уток корешковые пучки во всех нейросегментах начинаются веерообразно с соответствующих поверхностей спинного мозга и сходятся на верхнем полюсе спинального ганглия.

Спинномозговые ганглии шейных нервов располагаются в области соответствующих межпозвоночных отверстий и имеют у кур и уток овальную форму, с расширенным нижним полюсом. Продольная ось спинномозговых ганглиев имеет вентролатеральное направление.

Дорсальные и вентральные ветви шейных нервов типичных сегментов отделяются обособленно на разных уровнях друг от друга от полюсов соответствующих спинномозговых ганглиев и разветвляются в мышцах и коже соответствующих сегментов. Дорсальные ветви отходят от краниальной поверхности нижнего полюса спинального ганглия и имеют латеральное или латеродорсальное направление. Вентральные ветви шейных нервов типичных сегментов отходят от латеральной поверхности нижнего полюса спинального ганглия и имеют вентральное направление. Суммарный диаметр всех дорсальных ветвей в С<sub>3</sub>-Сп<sub>3</sub> сегментов превышает размеры соответствующих вентральных ветвей в 1,1 – 1,5 раза.

В последних трёх шейных сегментах коррелятивно с увеличением диаметра спинного мозга повышаются размеры корешков, спинальных ганглиев и их ветвей нервов. Корешки нервов в последних трёх переходных сегментах отходят от шейного утолщения спинного мозга на уровне с соответствующими межпозвоночными отверстиями под углом 90°. Межкорешковые зоны в последних трёх сегментах в 1,5-2,0 раза короче, чем в типичных сегментах. Спинномозговые ганглии гладкие имеют овальную (курица, тетерев, кряква) или веретенообразную (утка, индейка) форму.

Величина ганглиев увеличивается в каудальном направлении и достигает максимума у курообразных в последнем шейном сегменте, а у гусеобразных в первом грудном.

Дорсальные ветви последних трёх шейных нервов отходят на уровне середины латеральной поверхности спинального ганглия.

Вентральные ветви отделяются в каудовентральном направлении от нижнего полюса спинального ганглия и участвуют в формировании плечевого сплетения.

Сп<sub>1</sub> до вступления в сплетение соединяется с наиболее длинной и тонкой ветвью от Сп<sub>2</sub> и с толстой ветвью последне-

го шейного нерва, который соединяется с ветвями первых грудных нервов.

Вентральные шейные нервы соединяются с соответствующими симпатическими ганглиями позвоночного нерва, который формирует шейный отдел симпатического ствола. Позвоночные нервы проходят в поперечном канале шейных позвонков, за исключением первых двух нейросегментов.

### Выводы

1. Шейный отдел позвоночного столба является основным органом централизованного управления движениями тела птицы, в его канале располагается спинной мозг, который занимает от 48,5% у курицы домашней до 50,4% у гусеобразных длины спинного мозга и состоит из 15 нейросегментов у курицы домашней и 16 -сегментов у уток.

2. Сегментально от спинного мозга отходят спинальные нервы: первые два шейных нерва формируются лишь вентральными корешковыми нитями, их целесообразно считать нервами переходного типа от спинномозговых к черепным. Шейные нервы С<sub>3</sub>-С<sub>2</sub> формируются дорсальными и вентральными корешками, которые отходят от спинного мозга через межпозвоночные отверстия краниально от тел соответствующих позвонков. Дорсальные и вентральные корешки располагаются в типичных сегментах на уровне межпозвоночных отверстий и не имеют межкорешковых связей.

3. Спинномозговых ганглиев в шейном отделе по количеству на два меньше, чем нервов, они располагаются у птиц на границе соединения дорсальных и вентральных корешков после выхода из позвоночного канала.

4. Дорсальные и вентральные ветви шейных нервов (С<sub>3</sub>-С<sub>2</sub>) отходят от нижних полюсов спинальных ганглиев обособленно: дорсальные нервы в количестве 2-3-х ветвей краниолатерально и одна вентральная ветвь, которая соединяется с шейным симпатическим стволом (позвоночным нервом).

**Библиографический список**

1. Вракин, В. Ф. анатомия и гистология домашней птицы / В. Ф. Вракин, М. В. Сидорова. -М., Колос, 1991. -528 с.
2. Дементьев, Г. П. Руководство по зоологии. -М.-Л., 1940, Т. VI, С. 151-165.
3. Дубинин, В. Б. Изменения шейного отдела позвоночных животных в филогенезе и онтогенезе // Журнал общей биологии. -М.-Л., 1949, Т.10, № 2. – С.2-76
4. Климов, А. Ф. Анатомия домашних животных / А. Ф. Климов А. И. Акаевский. – СПб: Лань, 2004. – 1040 с.
5. Савельев, С. В. Сравнительная анатомия нервной системы позвоночных / С. В. Савельев. – М.: ПЭАОС. -Медиа, 2001. – 269 с.
6. Спиридонов, И. П., Мальцев, А. Б. Анатомия и физиология сельскохозяйственной птицы. – М., 2013. – 120 с.
7. Якименко, Л. Л., Сельманович, Л. А., Волосевич, Д. П. Анатомия животных. Особенности анатомического строения птиц. – М., 2023. – 214 с.
8. Schummer, A. Anatomie der Hausvogel / R. Nickel, A.Schummer, R. Seiferle. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Berlin-Hamdurg, 1973, Bd.5, S. 116-143.

**References**

1. Vraikin, V. F. anatomiya i gistologiya domashnej pticy / V. F. Vraikin, M. V. Sidorova. -M., Kolos ,1991. – 528 s.
2. Dement`ev, G. P. Rukovodstvo po zoologii. -M.-L., 1940, T. VI, S. 151-165.
3. Dubinin, V. B. Izmeneniya shejnogo otdela pozvonochny`x zhivotny`x v filogeneze i ontogeneze // Zhurnal obshhej biologii. -M.-L., 1949, T.10, № 2. – S.2-76
4. Klimov, A. F. Anatomiya domashnix zhivotny`x / A. F. Klimov A. I. Akaevskij. – SPB: Lan`, 2004. – 1040 s.
5. Savel`ev, S. V. Sravnitel`naya anatomiya nervnoj sistemy` pozvonochny`x / S. V. Savel`ev. -M.: PE`AOS. – Media, 2001. -269 s.
6. Spiridonov, I. P., Mal`cev, A. B. Anatomiya i fiziologiya sel`skoxozyajstvennoj pticy. – М., 2013. – 120 с.
7. Yakimenko, L. L., Sel`manovich, L. A., Volosevich, D. P. Anatomiya zhivotny`x. Osobennosti anatomicheskogo stroeniya pticz. -M., 2023. – 214 s.
8. Schummer, A. Anatomie der Hausvogel / R.Nickel, A.Schummer, R. Seiferle. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Berlin-Hamdurg, 1973, Bd.5, S.116-143.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 29.03.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024.

The article was submitted 29.03.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 30.05.2024.

**Информация об авторах:**

**Стрижиков Виктор Константинович**, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры Морфологии, физиологии и фармакологии Института ветеринарной медицины

**Стрижикова Светлана Васильевна**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры Морфологии, физиологии и фармакологии Института ветеринарной медицины

**Пономарева Татьяна Анатольевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры Морфологии, физиологии и фармакологии Института ветеринарной медицины

***Information about the authors:***

**Viktor K. Strizhikov** – doctor of veterinary sciences, professor, professor of the department of morphology, physiology and pharmacology of the Institute of veterinary medicine

**Svetlana V. Strizhikova** – doctor of biological sciences, professor, professor of the department of morphology, physiology and pharmacology of the Institute of veterinary medicine

**Tatjana An. Ponomareva** – candidate of veterinary sciences, associate professor, associate professor of the department of morphology, physiology and pharmacology of the institute of veterinary medicine



Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 41-47.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):41-47.

## МОРФОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.41-47  
УДК: 619:618.3:636.1

## Гистоморфология мышечной ткани цыплят-бройлеров при применении кормовой добавки «Афлуксид®»

Тришина Юлия Владимировна<sup>1</sup>, Петрова Юлия Валентиновна<sup>2</sup>,  
Степанишин Виктор Владимирович<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Московская ветеринарная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Россия, Москва

<sup>1</sup> Yulya.skrynnikov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1774-9857>

<sup>2</sup> belova\_u@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8360-0719>

<sup>3</sup> stepanishin.victor@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7658-5661>

**Аннотация.** В настоящее время российский рынок мяса птицы – один из крупнейших среди рынков продовольственных товаров. Продукты из мяса птицы – это привычная пища для российских потребителей, и рынок мяса птицы отличается стабильностью спроса. Птица обладает активной энергией роста, интенсивным обменом веществ и высокой воспроизводительной способностью. Для полного использования генетического потенциала высокопродуктивных кроссов необходимо обеспечить их полноценным рационом. В этом нам способствует применение кормовых добавок. Они приводят не только к улучшению зоотехнических и экономических показателей, но и оказывают влияние на качество получаемой продукции. Одна из таких добавок – отечественная кормовая добавка «Афлуксид®», которая уже зарекомендовала себя в животноводческой отрасли, однако ещё не получила широкого распространения на птицеводческом рынке, в связи с малой изученностью. Цель исследования – изучить влияние антидиарейной кормовой добавки «Афлуксид®» на гистологические параметры мышечной ткани цыплят-бройлеров. В статье приведены результаты изучения влияния кормовой добавки «Афлуксид®» на гистоморфологические параметры мышечной ткани цыплят-бройлеров. В ходе гистологического исследования грудной и бедренной мышц контрольной и опытных групп нами не выявлено патологических изменений при добавлении кормовой добавки. Установлено, что кормовая добавка оказывает благоприятное воздействие на рост и развитие птицы. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности применения в рационе цыплят-бройлеров кормовой добавки «Афлуксид®».

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, кормовая добавка, гистология, мышечная ткань.

*Для цитирования:* Тришина, Ю. В., Петрова, Ю. В., Степанишин, В. В. Гистоморфология мышечной ткани цыплят-бройлеров при применении кормовой добавки «Афлуксид®» // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 41-47. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.41-47>.

## MORPHOLOGY

Original article

# Histomorphology of muscle tissue of broiler chickens when using the feed additive «Afluxid®»

Yulia V. Trishina<sup>1</sup>, Yulia V. Petrova<sup>2</sup>, Viktor V. Stepanishin<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Moscow Veterinary Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Scriabin, Russia, Moscow

<sup>1</sup> Yulya.skrynnikov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1774-9857>

<sup>2</sup> belova\_u@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8360-0719>

<sup>3</sup> stepanishin.victor@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7658-5661>

**Abstract.** Currently, the Russian poultry meat market is one of the largest among the food markets. Poultry meat products are a familiar food for Russian consumers, and the poultry meat market is characterized by stable demand. The bird has an active growth energy, an intensive metabolism and a high reproductive capacity. To fully utilize the genetic potential of highly productive crosses, it is necessary to provide them with a complete diet. The use of feed additives helps us in this. They lead not only to the improvement of zootechnical and economic indicators, but also have an impact on the quality of the products received. One of these additives is the domestic feed additive Afluxide, which has already proven itself in the livestock industry, but has not yet been widely used in the poultry market, due to the low level of knowledge. The aim of the study was to study the effect of the antidiarrheal feed additive Afluxide on the histological parameters of the muscle tissue of broiler chickens. The article presents the results of studying the effect of feed additive «Afluxid®» on histomorphological parameters of muscle tissue of broiler chickens. During the histological study of thoracic and femoral muscles of control and experimental groups we did not reveal pathological processes when adding the feed additive. It was found that the feed additive has favourable effects on the growth and development of poultry. The obtained data indicate the expediency of application of feed additive «Afluxid®» in the diet of broiler chickens.

**Keywords:** broiler chickens, feed additive, histology, muscle tissue.

**For citation:** Trishina, Yu. V., Petrova, Yu. V., Stepanishin, V. V. Histomorphology of muscle tissue of broiler chickens when using the feed additive «Afluxid®» // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):41-47. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.41-47>.

## Введение

В настоящее время российский рынок мяса птицы – один из крупнейших среди рынков продовольственных товаров. Продукты из мяса птицы – это привычная пища для российских потребителей, и рынок мяса птицы отличается стабильностью спроса [1].

Птица обладает активной энергией роста, интенсивным обменом веществ и высокой воспроизводительной способностью [2]. Для полного использования генетического потенциала высокопродуктивных кроссов необходимо обеспечить их полноценным рационом. В этом нам способствует применение кормовых добавок. Они приводят не только к улучшению зоотехнических и экономических показателей, но и оказывают влияние на качество получаемой продукции [3].

Одна из таких добавок – отечественная кормовая добавка «Афлуксид<sup>а</sup>», которая уже зарекомендовала себя в животноводческой отрасли [4, 5], однако ещё не получила широкого распространения на птицеводческом рынке в связи с малой изученностью.

**Цель исследования** – изучить влияние антидиарейной кормовой добавки «Афлуксид<sup>о</sup>» на гистологические параметры мышечной ткани цыплят-бройлеров.

## Материал и методы исследования

«Афлуксид<sup>о</sup>» – кормовая добавка с ярко выраженным антидиарейным эффектом у молодняка с/х животных. Производитель: ООО «БИОРОСТ».

В состав добавки входят: бентонит – 55,0–59%; глюкоза – 29,0–32,0%; цитрат натрия – 4,5–6,0%; натрия хлорид – 2,5–

4,5%; калия хлорид – 2,0–3,0%; сахарин натрия – 0,25–0,45% и ванилин – 0,1–0,2%. Добавка содержит: калия – 0,77–2,37%; натрия – 2,5–4,7%; глюкозы – 29,0–32,0%; влаги – не более 10%. Не содержит генно-инженерно-модифицированных продуктов.

Работа была выполнена на кафедре анатомии и гистологии животных имени профессора А.Ф. Климова, кафедре паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы и в виварии ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина.

Исследования проводили на 80 цыплятах-бройлерах кросса «Росс 308», было сформировано 4 группы (1 контрольная и 3 опытных) по 20 гол. в каждой. Подопытные группы содержались в отдельных клетках, у птиц был свободный доступ к воде. 1-я контрольная группа получала сбалансированный комбикорм, соответствующий рекомендуемым нормам ВНИТИП-ОР (основной рацион, ОР). Опытные группы получали корм с добавкой «Афлуксид<sup>а</sup>» с 4–10-суточного возраста, затем с 32 суток до убоя в различных дозировках. 2-я опытная группа цыплят-бройлеров получала «Афлуксид<sup>о</sup>» в расчёте основной рацион + 1,0 кг/т корма. 3-я опытная группа получала «Афлуксид<sup>о</sup>» в расчёте ОР + 1,5 кг/т корма. 4-я опытная группа получала препарат в расчёте ОР + 2,0 кг/т корма.

На 42-е сутки мы произвели убой всей птицы на кафедре паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина с соблюдением санитарно-гигиенических норм. Схема постановки опыта представлена в таблице 1.

**Таблица 1** – Схема постановки опыта

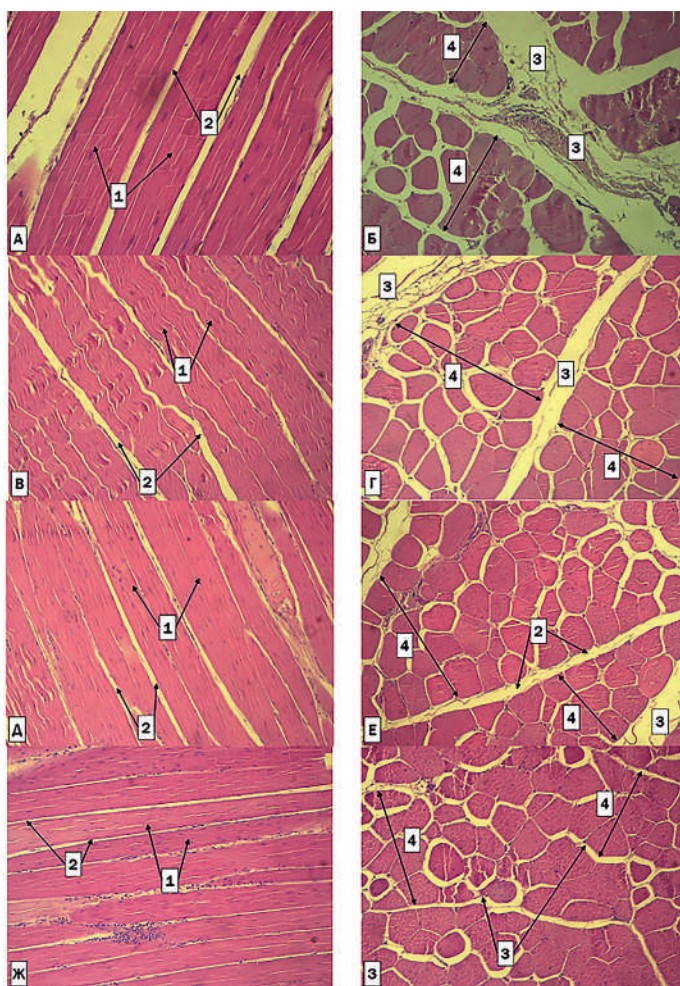
Группа	Особенности кормления
Контрольная	Основной рацион с параметрами питательности, соответствующими рекомендуемым нормам ВНИТИП – ОР
2-я опытная	ОР + 1,0 кг/т «Афлуксид <sup>о</sup> » (с 4 по 10 сутки, с 32 суток до убоя)
3-я опытная	ОР + 1,5 кг/т «Афлуксид <sup>о</sup> » (с 4 по 10 сутки, с 32 суток до убоя)
4-я опытная	ОР + 2,0 кг/т «Афлуксид <sup>о</sup> » (с 4 по 10 сутки, с 32 суток до убоя)

**Результаты эксперимента и их об-  
суждение**

Гистологически удалось установить, что обе изученные мышцы представлены поперечно-исчерченными мышечными волокнами и соединительной тканью (эндомизием и перимизием). Мышечные волокна упакованы в пучки.

Микроморфологический анализ поверхностной грудной мышцы: наименьшие значения толщины мышечных во-

локон и их пучков отмечены в группе контроля по сравнению с опытными (таблица 2). При этом цифровые значения соединительнотканного компонента (эндомизий и перимизий) имеют обратную картину. В опытных группах при большей толщине мышечных волокон и их пучков наблюдается меньшая толщина эндомизия и перимизия (рисунок 1). Наибольший показатель толщины мышечных волокон и их пучков среди опытных групп



**Рисунок 1** – Микроструктура поверхностной грудной мышцы у 42-суточного цыпленка кросса «Росс-308».

*А* – контроль, продольный срез, *Б* – контроль, поперечный срез;

*В* – группа 2-я опытная, продольный срез, *Г* – 2-я опытная, поперечный срез;

*Д* – группа 3-я опытная, продольный срез, *Е* – группа 3-я опытная, поперечный срез;

*Ж* – группа 4-я опытная, продольный срез, *З* – группа 4-я опытная, поперечный срез.

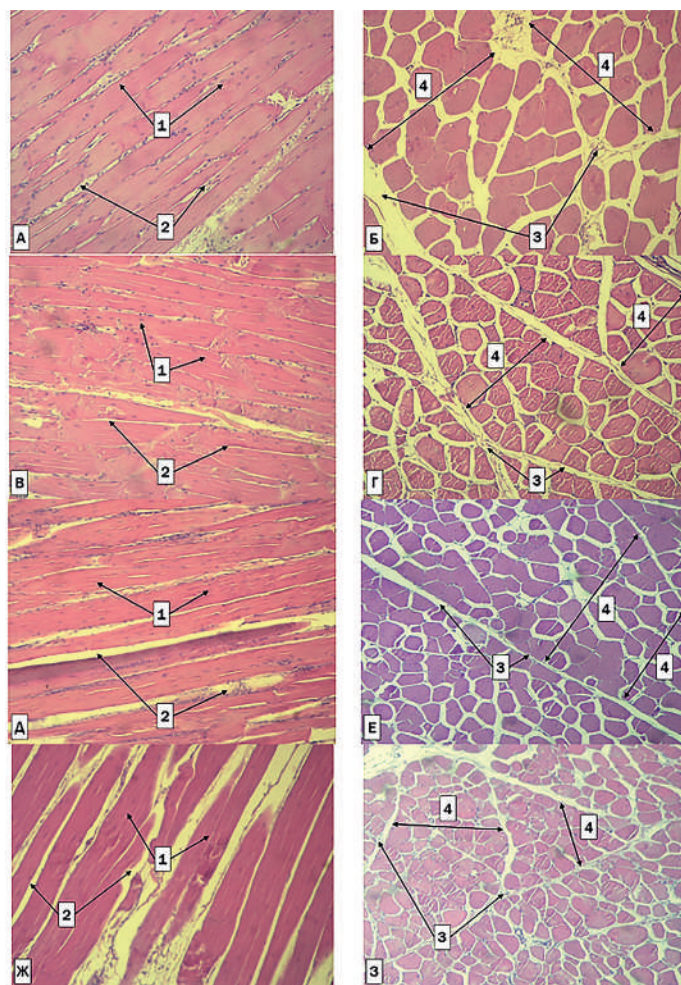
1 – мышечные волокна, 2 – эндомизий, 3 – перимизий, 4 – мышечный пучок.

Гематоксилин и эозин, об.20, ок.10

**Таблица 2** – Характеристика поверхностной грудной мышцы кросса «Росс-308»

Показатели	Группа контроля	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Толщина мышечных волокон, мкм	30,73±6,71	37,22±7,32*	44,12±4,64*	33,14±4,62*
Толщина пучков мышечных волокон, мкм	341,11±62,23	353,22±78,91*	462,21±65,12*	399,42±65,13*
Толщина эндомизия, мкм	7,41±2,12	6,51±1,71	6,61±1,72	6,22±1,73
Толщина перимизия, мкм	46,72±10,71	39,42±7,92*	41,23±6,67*	40,27±6,65*

\* Статистически значимые отличия опытных групп 2, 3, 4 от контрольной группы ( $p \leq 0,05$ )



**Рисунок 2** – Микроструктура четырёхглавой мышцы бедра у 42-суточного цыпленка кросса «Росс-308».

А – контроль, продольный срез, Б – контроль, поперечный срез;  
 В – группа 2-я опытная, продольный срез, Г – 2-я опытная, поперечный срез;  
 Д – группа 3-я опытная, продольный срез, Е – группа 3-я опытная, поперечный срез;  
 Ж – группа 4-я опытная, продольный срез, З – группа 4-я опытная, поперечный срез.  
 1 – мышечные волокна, 2 – эндомизий, 3 – перимизий, 4 – мышечный пучок.  
 Гематоксилин и эозин, об.20, ок.10

**Таблица 3** – Характеристика четырёхглавой мышцы бедра цыплят кросса «Росс-308»

Показатели	Группа контроля	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Толщина мышечных волокон, мкм	34,12±3,43	37,22±7,11*	49,11±3,62*	41,41±4,32*
Толщина пучков мышечных волокон, мкм	301,22±42,14	313,25±38,25*	350,52±44,41*	325,24±45,12*
Толщина эндомизия, мкм	6,12±2,32	7,21±1,16*	8,23±1,42*	7,62±1,2*
Толщина перимизия, мкм	34,32±5,31	36,41±7,32*	39,65±6,44*	38,24±4,23*

\* Статистически значимые отличия опытных групп 2, 3, 4 от контрольной группы ( $p < 0,05$ )

отмечен в 3-й группе, а минимальный – в 4-й, при этом показатели 2-й группы занимали промежуточное положение. Толщина эндомизия и перимизия во всех опытных группах достоверных различий не имеет.

В структуре четырёхглавой мышцы бедра (рисунок 2) в опытных группах установлено превосходство над контрольной цифровых значений толщины мышечных волокон и их пучков (таблица 3). Необходимо отметить, что максимальная толщина мышечных волокон и их пучков выявлена в опытной группе 3, по сравнению со 2-й и 4-й опытными группами. Аналогичная картина характерна для толщины эндомизия и перимизия: все опытные образцы превосходят кон-

трольные, при достоверном преобладании их толщины в 3-й опытной группе.

**Выводы**

Результаты свидетельствуют о положительном влиянии антидиарейной кормовой добавки «Афлуксид®» на мышечный рост и развитие птицы. В ходе проведённых исследований выявлено, что применение в рационе цыплят-бройлеров кормовой добавки «Афлуксид®» оказывает положительный эффект на гистоструктуру мышечной ткани. Наилучший результат отмечается в группе №3.

Рекомендуем вводить в рацион птицы кормовую добавку «Афлуксид®» из расчёта 1,5 кг/т комбикорма.

**Библиографический список**

1. Борисова, В. Л. Экономическая целесообразность развития птицеводства и значение мяса птицы в питании человека / В. Л. Борисова // Творческое наследие А.С. Посникова и современность. – 2016. – № 10. – С. 147-151. – EDN XVINLD.
2. Мкртчян, М. Э. Морфометрические показатели костной и мышечной ткани цыплят-бройлеров при добавлении в комбикорма органических минеральных добавок в сочетании с фитазой / М. Э. Мкртчян, Т. И. Жилочкина, Э. Н. Таймусова // Иппология и ветеринария. – 2022. – № 4(46). – С. 109-114. – EDN AXSSGF.
3. Иванова, Н. Н. Опыт использования кормовых добавок комплексного действия в птицеводстве / Н. Н. Иванова // Инновационные технологии в зоотехнии и ветеринарии: Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 17–18 июня 2020 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 33-36. – EDN XDUZXC.
4. Бетин, А. Н. Кормовая добавка «Афлуксид» и ее влияние на продуктивность поросят / А. Н. Бетин // Свиноводство. – 2017. – № 5. – С. 32-35. – EDN ZCNALX.
5. Раицкая, В. И. Лечебные свойства препарата Афлуксид при желудочно-кишечных болезнях телят / В. И. Раицкая // Ветеринария. – 2023. – № 5. – С. 46-49. – DOI 10.30896/0042-4846.2023.26.5.46-49. – EDN ITECRB.

**References**

1. Borisova, V. L. E`konomicheskaya celesoobraznost` razvitiya pticevodstva i znachenie myasa pticy v pitanii cheloveka / V. L. Borisova // *Tvorcheskoe nasledie A.S. Posnikova i sovremennost`*. – 2016. – № 10. – S. 147-151. – EDN XVINLD.
2. Mkrтчyan, M. E`. Morfometricheskie pokazateli kostnoj i my`shechnoj tkani cyplyat-brojlerov pri dobavlenii v kombikorma organicheskix mineral`ny`x dobavok v sochetanii s fitazoj / M. E`. Mkrтчyan, T. I. Zhilochkina, E`. N. Tajmusova // *Ippologiya i veterinariya*. – 2022. – № 4(46). – S. 109-114. – EDN AXSSGF.
3. Ivanova, N. N. Opy`t ispol`zovaniya kormovy`x dobavok kompleksnogo dejstviya v pticevodstve / N. N. Ivanova // *Innovacionny`e tehnologii v zootexnii i veterinarii: Sbornik statej II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 17–18 iyunya 2020 goda*. – Penza: Penzenskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2020. – S. 33-36. – EDN XDUZXC.
4. Betin, A. N. Kormovaya dobavka «Afluksid» i ee vliyanie na produktivnost` porosyat / A. N. Betin // *Svinovodstvo*. – 2017. – № 5. – S. 32-35. – EDN ZCNALX.
5. Raiczkaya, V. I. Lechebny`e svojstva preparata Afluksid pri zheludochno-kishechny`x boleznyax telyat / V. I. Raiczkaya // *Veterinariya*. – 2023. – № 5. – S. 46-49. – DOI 10.30896/0042-4846.2023.26.5.46-49. – EDN ITECRB.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 22.04.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024

The article was submitted 22.04.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 30.05.2024

**Информация об авторах:**

**Тришина Юлия Владимировна**, аспирант кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы

**Петрова Юлия Валентиновна** – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы

**Степанишин Виктор Владимирович** – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры анатомии и гистологии животных имени А.Ф. Климова

**Information about the authors:**

**Yulia V. Trishina** – postgraduate student of the department of parasitology and veterinary and sanitary expertise

**Yulia V. Petrova** – candidate of biological sciences, associate professor, associate professor of the department of parasitology and veterinary and sanitary expertise

**Viktor V. Stepanishin** – candidate of biological sciences, associate professor, associate professor of the department of anatomy and histology of animals named after A.F. Klimov

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 48-54.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):48-54.

## МОРФОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.48-54  
УДК: 619:576.89.325

# Морфология внутренних органов мышей при включении в рацион пальмового масла и экстракта ламинарии

Яруков Егор Ильич<sup>1</sup>, Булдакова Ксения Витальевна<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Вятский государственный агротехнологический университет, РФ, г. Киров, пр-кт Октябрьский, д. 133

<sup>1</sup> egor.yarukov26@bk.ru

<https://orcid.org/0009-0007-0270-3729>

<sup>2</sup> ksieniia.buldakova@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8238-5906>

**Аннотация.** В работе представлено комплексное морфологическое исследование внутренних органов мышей при включении в их рацион пальмового масла и экстракта ламинарии. Одна группа белых мышей получала с кормом пальмовое масло в дозе 1 мл/кг массы тела, вторая группа – экстракт ламинарии также в дозе 1 мг/кг массы тела, третья группа была контрольной, получавшая только корм «Little one». В ходе эксперимента было доказано отрицательное влияние пальмового масла на развитие внутренних органов. Тогда как в контрольной и в группе, которая получала экстракт ламинарии, отрицательного влияния на внутренние органы не обнаружено. Для изучения влияния на организм мышей указанных препаратов учитывали их клинко-физиологическое состояние в течение всего эксперимента (21 день) далее проводили макроанатомическое и морфометрическое исследования таких органов как сердце, лёгкие, печень, селезёнка и почки.

**Ключевые слова:** морфология, белые мыши, экстракт ламинарии, пальмовое масло, клинко-физиологическое состояние, внутренние органы, морфометрия.

**Для цитирования:** Яруков, Е. И., Булдакова, К. В. Морфология внутренних органов мышей при включении в рацион пальмового масла и экстракта ламинарии // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 48-54. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.48-54>.



## MORPHOLOGY

Original article

## Morphology of internal organs of mice when palm oil and kelp extract are included in the diet

Egor II. Yarukov<sup>1</sup>, Ksenia V. Buldakova<sup>2</sup><sup>1,2</sup> Vyatka State Agrotechnological University, 133 Oktyabrsky Ave., Kirov, Russian Federation<sup>1</sup> egor.yarukov26@bk.ru<https://orcid.org/0009-0007-0270-3729><sup>2</sup> ksieniia.buldakova@yandex.ru<https://orcid.org/0000-0002-8238-5906>

**Abstract.** The paper presents a comprehensive morphological study of internal organs of mice when palm oil and kelp extract were included in their diet. One group of white mice received palm oil with feed at a dose of 1 ml/kg body weight, the second group received kelp extract also at a dose of 1 mg/kg body weight with feed, the third group was a control group receiving only «Little one» feed. During the experiment it was proved the negative influence of palm oil on the development of internal organs. Whereas in the control group and in the group that received kelp extract no negative effect on internal organs was found. To study the effect of these preparations on the organism of mice, their clinical and physiological state during the whole experiment (21 days) was taken into account, then macroanatomical and morphometric studies of such organs as heart, lungs, liver, spleen and kidneys were carried out.

**Keywords:** morphology, white mice, kelp extract, palm oil, clinical and physiological condition, internal organs, morphometry.

**For citation:** Yarukov E.I., Buldakova K.V. Morphology of internal organs of mice at inclusion in the diet of palm oil and kelp extract // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):48-54. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.48-54>.

### Введение

На сегодняшний день во всем мире всё чаще используют такую добавку, как пальмовое масло. Её добавляют в различные продукты питания для людей и в корма для животных. Есть мнение, что пальмовое масло негативно сказывается на организме животных и человека [1, 2, 7]. В раннем возрасте – в виде недоразвития организма. Во взрослом возрасте – приводит к нарушению иммунитета, набору излишней массы тела, снижению резистентности, нарушению физиологического состояния, обменных процессов, функций ферментов, что приводит

к гормональным изменениям. Учёными выдвинута теория о развитии раковых опухолей, одной из причин которого является, потребление пальмового масла. Оно выводит раковые клетки из спящего режима. Тогда как экстракт ламинарии считается очень полезной добавкой, способной восстанавливать работу всех органов, за счёт большого количества макро- и микроэлементов, витаминов, альгинатов [3, 4, 5, 6].

**Цель работы** заключается в исследовании влияния пальмового масла и экстракта ламинарии на клиничко-физио-

логическое состояние мышей, а также на развитие их внутренних органов.

### Материал и методы исследований

Предметами исследования стали пальмовое масло для пищевых целей, экстракт ламинарии и организм белых мышей. Подопытные мыши куплены в зоомагазине «Барбус» в г. Сыктывкаре. Взято 15 животных в возрасте 3-х месяцев. Все животные подобраны методом аналогов (одинаковый возраст, масса, упитанность).

Животные были разделены на 3 группы по 5 мышей: 1-я опытная группа получала 21 день корм «Little one» с добавлением экстракта ламинарии с концентрацией 1,0 мл на 1 кг массы тела. Животные 2-й опытной группы питались кормом «Little one» с добавлением пальмового масла для пищевых целей с концентрацией 1,0 мл на 1 кг массы тела. 3-я опытная группа являлась контрольной, мышки получали только корм, без добавок. Каждую группу кормили 1 раз в день в 21:30, взвешивание так же проводилось 1 раз в день. Ежедневно оценивали их клинико-физиологическое состояние. Через 21 день произведено вскрытие мышей.

В день вскрытия, за 8 часов убран весь корм, все животные переведены на голодную диету, также проведён физиологический осмотр.

Вскрытие проводилось под контролем главного ветеринарного врача в ветеринарной клинике ООО «Ветсервис» по адресу: г. Сыктывкар, Октябрьский проспект 194/1. Мыши были введены в глубокий наркоз при помощи препарата Миоксил 2%, после чего вскрыты.

Исследовали макроанатомию внутренних органов (сердце, лёгкие, печень, селезёнка, почки) определяли цвет, количество, длину, ширину и толщину. Полученные в работе цифровые данные обработаны методами вариационной статистики. Морфологические исследования внутренних органов проводили анатомическими методами (препарирование, морфометрия, взвешивание).

Линейные размеры органов определяли при помощи штангенциркуля с ценой деления 0,1 мм. Объём органов определяли математическим методом.

Печень взвешивали без желчного пузыря, сердце – без сердечной сорочки и крови.

Данные, полученные в ходе эксперимента, представлены в таблицах 1–3.

### Результаты эксперимента и их обсуждение

На протяжении всего эксперимента (21 день) за подопытными животными велось наблюдение. Учитывали их поведение, активность, потребление корма и воды. Эти данные представлены в таблице 1.

Анализируя данные таблицы 1, можно сделать следующие выводы, что изменений в поведении животных в первой опытной и контрольной группы выявлено не было. Они на протяжении всего эксперимента были дружелюбны, агрессивное состояние не замечено, потребление корма и воды было в норме, шерсть и кожа в хорошем состоянии, проявляли большой интерес к колесу для бега. Этого нельзя сказать о второй опытной группе. В первую неделю ели плохо, так как запах, и текстура пальмового масла отпугивала от еды. В первые 3 дня проявляли интерес к колесу для бега, в дальнейшем к нему не подходили. Потребление воды было повышено. Шерсть была взъерошена, а в конце опыта стала засаленной. Визуально казались меньше мышей первой опытной и контрольной групп. Сохранность животных в опыте составила 100% во всех трёх группах.

В дальнейшем были изучены макроанатомические и морфометрические показатели таких внутренних органов как сердце, лёгкие, печень, почки и селезёнка. Поскольку именно эти показатели свидетельствуют о начальной стадии развития патологии органов. Данные представлены в таблицах 2 и 3.

При изучении макроанатомических показателей следует отметить отсут-

Таблица 1 – Состояние мышей на протяжении эксперимента

Клинико-физиологическое состояние	Опытная группа №1 n=5	Опытная группа №2 n=5	Контрольная группа n=5
1 неделя	Активный образ жизни, прыгали, бегали по клетке и в колесе, дружелюбны, потребление корма и воды в норме. <i>0,33 мл экстракта ламинарии</i>	Активный образ жизни, прыгали и бегали, агрессивны друг к другу и к человеку, практически не ели, пьют больше нормы. Попытки сбежать из клетки. <i>0,27 мл пальмового масла</i>	Активный образ жизни, прыгали и бегали по клетке и в колесе. дружелюбны, потребление корма и воды в норме
2 неделя	Активный образ жизни, прыгали, бегали по клетке и в колесе дружелюбны, потребление корма и воды в норме. <i>0,34 мл экстракта ламинарии</i>	Подавленное состояние животных, больше лежали, сидели, к колесу не подходили, ели плохо, пили больше нормы, агрессивны друг к другу и к человеку, шерсть взъерошена, кожа в царапинах. <i>0,31 мл пальмового масла</i>	Активный образ жизни, прыгали, бегали по клетке и в колесе, дружелюбны, потребление корма и воды в норме
3 неделя	Активный образ жизни, дружелюбны, прыгали, бегали по клетке и в колесе, потребление корма и воды в норме. <i>0,35 мл экстракта ламинарии</i>	Вялое состояние, по большей части лежали, потребление корма в норме, пили воды больше нормы, агрессивны друг к другу, при опускании руки в клетку убегают от руки, при попытке взять, пытались укусить. Отмечена засаленность шерсти. <i>0,32 мл пальмового масла</i>	Активный образ жизни, дружелюбны, прыгали, бегали по клетке и в колесе, потребление корма и воды в норме

ствие патологий указанных внутренних органов у мышей контрольной и первой опытной группы. Форма и цвет сердца, печени, лёгких, почек и селезёнки одинаковы, соответствуют анатомической норме. Состояние внутренних органов у мышей, получавших пальмовое масло, изменено (вторая опытная группа). Все органы покрыты большим слоем жира, имеют изменения цвета и формы, что указывает на начальную стадию развития различных патологий. У почек и селезёнки отмечали напряжённую капсулу.

Такая же закономерность отмечена и при изучении морфометрических показателей внутренних органов у подопытных животных (таблица 3).

При сравнении внутренних органов разных групп, видно, что у мышей, которые получали корм с добавлением экстракта ламинарии, и мышей в контрольной

группе практически одинаковые показатели массы и объёма.

У мышей, получавших пальмовое масло, морфометрические показатели имели резкое отклонения по массе и по объёму. Так, сердце мышей во второй опытной группы на 25% меньше в объёме и на 11% – в массе, лёгкие на 90% увеличены в объёме и на 45% увеличены по массе, печень увеличена в объёме на 26%, и на 95% увеличена по массе по сравнению с контрольной группой. Почки как органы выделения во второй опытной группе уменьшены в объёме на 33% правая, на 10% – левая и также уменьшены на 8% по массе. Селезёнка как орган иммуногенеза увеличена в объёме на 23% и на 11% по массе по сравнению с контрольной группой. При использовании экстракта ламинарии (1 опытная группа) различия в парах почек меньше, чем у контрольной группы.

**Таблица 2 – Макроанатомические показатели внутренних органов**

Органы	Опытная группа №1 n=5		Опытная группа №2 n=5		Контрольная группа n=5	
	Цвет	Форма	Цвет	Форма	Цвет	Форма
Сердце	Тёмно-красный	Нормальная	Тёмно-красного с оттенками зеленоватого	Более округлая форма, покрыто большим слоем жира	Тёмно-красный	Нормальная
Лёгкие	Светло-бежевый и светло-красный	Нормальная	От бледно-бежевого до тёмно-красного с оттенкам и фиолетового	Рванная, доли слабо развиты, увеличены, наличие жировой ткани	Светло-бежевого и светло-красного	Нормальная
Печень	Светло-коричневая	Форма лепестков сохранена	От тёмно-коричневого до тёмно-зелёного	Увеличена, неправильная разрыхлённая форма, покрыта слизью, покрыта большим слоем жира	Светло-коричневая	Форма лепестков сохранена
Почки	Тёмно-коричневого цвета	Бобовидная, капсула отходит без усилий. Встречается увеличение одной почки, в пределах нормы	Тёмно-красные с оттенком бледно-зелёного	Бобовидная, возле почек имеется большое количество жировой ткани, капсула отходит с затруднением, на разрезе слабо визуализируются границы между зонами	Тёмно-коричневого цвета	Бобовидная, капсула отходит без усилий. Встречается увеличение одной почки, в пределах нормы
Селезёнка	От ярко-красного до тёмно-фиолетового	В виде запятой	Бледно-красного с оттенками тёмно-зелёного, а также бледно-фиолетового	Покрыта слизью, покрыта обширной жировой капсулой	От ярко-красного до тёмно-фиолетового	В виде запятой

**Таблица 3 – Морфометрические показатели внутренних органов**

Органы	Опытная группа №1 n=5		Опытная группа №2 n=5		Контрольная группа n=5	
	Объём	Масса	Объём	Масса	Объём	Масса
Сердце	340,0±38	0,44±0,23	240,0±38	0,37±0,28	320,0±38	0,42±0,24
Лёгкие	790,2±55	0,24±0,18	1381,3±55	0,38±0,21	725,2±55±0,28	0,26±0,28
Печень	5000,8±43	1,27±0,22	6443,6±43	2,11±0,38	5103±43	1,18±0,38
Почки	433,4/464,4	0,45±0,08	290,4/306,8	0,42±0,18	433,4/376,2	0,41±0,14
Селезёнка	371,6±20	0,35±0,08	505,6±20	0,39±0,12	411±20	0,35±0,18

**Выводы**

Применение пальмового масла в рационе белых мышей в течение 21 дня отрицательно сказалось на их клини-

ко-физиологическом статусе. Отмечены изменения цвета и формы внутренних органов, что характерно для развития различных патологий: увеличение массы

таких органов как печень, лёгкие и селезёнка соответственно на 95, 45 и 11% по сравнению с органами у мышей из контрольной группы. Также отмечено увеличение объёма этих органов по сравнению с аналогами из контроля на 26, 90 и 23% соответственно. Тогда как почки и сердце имеет массу меньше, чем в контрольной группе на 11 и 8%, и объём 25 и 10/33% (левая/правая почка) соответственно. Что свидетельствует о недоразвитии этих органов у подопытных животных 2 группы.

Использование экстракта ламинарии в рационе не привело к существенным изменениям в органах и клинико-физиологическом статусе мышей. Цвет, форма сердца, лёгких, печени, почек и селезёнки находились в пределах анатомической нормы. Масса и объём этих органов были несколько больше, чем у их аналогов из контроля. Что может говорить о положительном влиянии экстракта ламинарии на организм подопытных животных.

### Библиографический список

1. Оробец, В. А. Разработка и фармакологическая оценка препарата для повышения качества здоровья и продуктивности сельскохозяйственной птицы / В. А. Оробец, О. И. Севостьянова, А. В. Серов // *Ветеринария Кубани*, – №1, – 2011. – С. 18-21.
2. Панфилов, А.Б. Синтопия лимфоидной ткани кишечника у белых беспородных крыс/ А.Б. Панфилов А.Б. Е.А. Перфилова // *Морфологические ведомости*. – 2008. – № 1-2. – С. 196-197.
3. Савчук, И. А. Влияние экстракта ламинарии японской на течение экспериментальной гиперлипидимии у кроликов / И. А. Савчук, М. А. Демпцова, О. В. Волкова, С. Я. Шнеур // *Врач-аспирант*. – 2011. – № 5.4(48). – С. 560-565.
4. Самигуллин, Д. И. Пальмовое масло в пищевой промышленности. Проблемы и перспективы применения / Д. И. Самигуллин, Р. А. Волков, А. М. Ежкова // В книге: *Проблемы и основные направления повышения эффективности функционирования АПК региона в условиях глобализации и импортозамещения. Межотраслевой научноинформационный центр ФГБОУ ВО «Пензенского государственного аграрного университета» (МНИЦ)*. Пенза, 2021. – С. 102-112.
5. Семенов, В. Г. Коррекция неспецифической ризестентности и улучшение продуктивных качеств свиней / В. Г. Семенов, А. Н. Анин // *Материалы международной научно-практической конференции «Роль высшей школы в реализации проекта «Живое мышление – стратегии Чувашии»*. – Чебоксары: ЧГСХА, 2010. – 175-179 с.
6. Пальмовое масло [Электронный ресурс]: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
7. Синельникова, А. О. Влияние пальмового масла на организм белых мышей / А. О. Синельникова, Д. И. Самигуллин, А. М. Ежкова // В сборнике: *Инновационные разработки и цифровизация в АПК РФ. Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Татарского НИИАХП – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН и 75-летию Казанского научного центра Российской Академии наук*. -2020. – С. 298-303.

### References

1. Orobecz, V. A. *Razrabotka i farmakologicheskaya ocenka preparata dlya povu'sheniya kachestva zdorov'ya i produktivnosti sel'skoxozyajstvennoj pticy* / V. A. Orobecz, O. I. Sevost'yanova, A. V. Serov // *Veterinariya Kubani*, – №1, – 2011. – S. 18-21.
2. Panfilov, A.B. *Sintopiya limfoidnoj tkani kischechnika u bely'x besporodny'x kry's*/ A.B. Panfilov, E.A. Perfilova // *Morfologicheskie vedomosti*. – 2008. – № 1-2. – S. 196-197.
3. Savchuk, I. A. *Vliyanie e'kstrakta laminarii yaponskoj na techenie e'ksperimental'noj giperlipidimii u krolikov* / I. A. Savchuk, M. A. Dempshova, O. V. Volkova, S. Ya. Shneur // *Vrach-aspirant*. – 2011. – № 5.4(48). – S. 560-565.
4. Samigullin, D. I. *Pal'movoe maslo v pishhevoj promy'shlennosti. Problemy' i perspektivy' primeneniya* / D. I. Samigullin, R. A. Volkov, A. M. Ezhkova // В книге: *Problemy' i osnovny'e napravleniya povu'sheniya*

e'ffektivnosti funkcionirovaniya APK regiona v usloviyax globalizatsii i importozameshheniya. Mezhotraslevoj nauchno-informatsionny'j centr FGBOU VO «Penzenskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta» (MNICz). Penza, 2021. – S. 102-112.

5. Semenov, V. G. Korrektsiya nespecificheskoj rizestentnosti i uluchshenie produktivny'x kachestv svinej / V. G. Semenov, A. N. Anin // *Materialy' mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Rol' vy'sshej shkoly' v realizatsii proekta «Zhivoe my' shlenie – strategii Chuvashii».* – Cheboksary': ChGSXA, 2010. – 175-179 s.
6. Pal'movoe maslo [E'lektronny'j resurs]: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
7. Sinel'nikova, A. O. Vliyaniye pal'movogo masla na organizm bely'x my'shej / A. O. Sinel'nikova, D. I. Samigullin, A. M. Ezhkova // *Vsbornike: Innovatsionny'e razrabotki i cifrovizatsiya v APK RF. Sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashhennoj 50-letiyu Tatarskogo NIIAXP – obosoblennoy strukturnoy podrazdeleniya FICz KazNCz RAN i 75-letiyu Kazanskogo nauchnogo centra Rossijskoj Akademii nauk.* –2020. – S. 298-303.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 22.03.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024

The article was submitted 22.03.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 30.05.2024

**Информация об авторах:**

**Яруков, Егор Ильич** – студент

**Булдакова, Ксения Витальевна** – кандидат ветеринарных наук, доцент

**Information about the authors:**

**Egor I. Yarukov** – student

**Ksenia V. Buldakova** – candidate of veterinary sciences, associate professor

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 55-64.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):55-64.

## ФИЗИОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.55-64  
УДК 636.11:575

## Стрессовые факторы разнообразной природы при содержании и эксплуатации лошадей

Зиновьева Светлана Александровна<sup>1</sup>, Козлов Сергей Анатольевич<sup>2</sup>,  
Маркин Сергей Сергеевич<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Россия, г. Москва

<sup>1</sup> pyhkarev@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0593-2344>

<sup>2</sup> ksa64@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5699-7378>

<sup>3</sup> markinss@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5575-8677>

**Аннотация.** В обзоре представлен анализ накопленных в литературе данных о сильных раздражителях различной природы, встречающихся при конюшенно-пастбищном содержании лошадей заводских пород. В качестве таких факторов рассмотрены физические нагрузки (тренинг), психо-эмоциональные (шумовые раздражители), эмоционально-физические (заездка, транспортировка, выступления в соревнованиях), химические (скипидарная проба). Установлено, что особенности ответных реакций лошадей на раздражители разнообразной природы и силы недостаточно полно и глубоко изучены. До сих пор не установлена градация силы стимулов различной природы, воздействующих на лошадь, а также сила раздражителя, ответная реакция на который выходит за границы нормы, то есть становится патологической. Физическая нагрузка, особенно интенсивная (выступление в соревнованиях), является раздражителем большой силы, но реакция на неё не выходит за пределы физиологической нормы, следовательно, не является стрессовой. Самым сильным в обиходе лошадей раздражителем следует признать длительную железнодорожную и автомобильную транспортировку, вызывающую в их организме изменения, указывающие на развитие стрессовой реакции, чреватой патологией.

**Ключевые слова:** лошади, раздражители, стрессовые факторы, клинико-морфологические показатели, соревнования, транспортировка.

**Для цитирования:** Зиновьева, С. А., Козлов, С. А., Маркин, С. С. Стрессовые факторы разнообразной природы при содержании и эксплуатации лошадей // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 55-64. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.55-64>.

Original article

## Stress-factors of various nature when keeping and using horses

Svetlana A. Zinovyeva<sup>1</sup>, Sergey A. Kozlov<sup>2</sup>, Sergey S. Markin<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Moscow state academy of veterinary medicine and biotechnology – MVA of K. I. Scriabin, Russia, Moscow

<sup>1</sup> pyhkarev@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0593-2344>

<sup>2</sup> ksa64@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5699-7378>

<sup>3</sup> markinss@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5575-8677>

**Abstract.** The review presents an analysis of the data accumulated in the literature on strong irritants of various natures encountered during the stable-pasture keeping of factory breed horses. Stimuli of various natures were considered as such factors: physical activity (training), psycho-emotional (noise stimuli), emotional-physical (ride, transportation, performance in competitions), chemical (turpentine test). It has been established that the characteristics of horses' responses to stimuli of various natures and strengths have not been sufficiently fully and deeply studied. The gradation of the strength of stimuli of various natures affecting the horse has not yet been established, as well as the strength of the stimulus, the response to which goes beyond the limits of the norm, that is, it becomes pathological. Physical activity, especially intense (performance in competitions), is a great irritant, but the reaction to it does not go beyond the physiological norm, therefore, it is not stressful. The most powerful irritant in the everyday life of horses should be recognized as long-term railway and road transportation, which causes changes in their body that indicate the development of a stress reaction, fraught with pathology.

**Keywords:** horses, irritants, stress factors, clinical and morphological indicators, competitions, transportation.

**For citation:** Zinovyeva, S. A., Kozlov, S. A., Markin, S. S. Stress-factors of various nature when keeping and using horses // *Hippology and Veterinary Medicine*. 2024;2(52):55-64. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.55-64>.

### Введение

В настоящее время большое количество лошадей используется в сфере досуга и развлечений, в связи с чем к ним стали предъявляться несколько другие требования, нежели ещё 30 и более лет назад. Речь идёт прежде всего о доброте, смелости (скорее об отсутствии пугливости), относительной неприхотливости, умении адаптироваться в разных условиях среды и эксплуатации. Лошади, так называемого хобби-класса, априори

должны стойко переносить влияние разнообразных по силе и природе раздражителей без вреда для собственного здоровья и демонстрации поведенческих проблем. То есть, быть достаточно стрессоустойчивыми. Однако само понятие стрессоустойчивости применительно к лошадям не получило должной расшифровки и до сих пор трактуется каждым исследователем самостоятельно [1, 9]. Также не определён круг сильных раздражителей, так называемых «стрессовых



факторов» актуальных для коневодства и встречающихся при обиходе лошадей, содержащихся в конюшне [7]. В связи с этим, **цель исследования** заключалась в анализе накопленных сведений о проблеме воздействия на лошадь раздражителей различной природы и силы и установлении факторов, выступающих в роли «стрессоров».

#### **Материал и методы исследования**

В подготовленном нами литературном обзоре использован анализ результатов предпринятых разными авторами исследований, посвящённых изучению реакции организма лошадей на сильные раздражители. В качестве сильных раздражителей или «стрессовых факторов» рассмотрены раздражители различной природы: физические нагрузки (тренинг), психоэмоциональные (шумовые раздражители), эмоционально-физические (заездка, транспортировка), химические (скипидарная проба).

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

Изучению реакции лошадей на раздражители различной природы и силы посвящено не так много исследований. В качестве раздражителей рассматривались различные факторы – тренинг [7, 20], выступление в соревнованиях [17], транспортировка [10], громкий звук [5], эмоциональная нагрузка [3], высокая или низкая температура окружающей среды и пр. [12]. Поскольку использование понятия «стресс» для таких раздражителей не легитимно, то и ответная реакция организма на них не может рассматриваться с позиции патологии [2]. Проведёнными в различные годы исследованиями установлено, что реакция организма на воздействие стимулов самой разной природы является неспецифической, и изменения гомеостаза в таком случае происходят по единому плану [2, 12, 13]. Между тем, выявлено, что влияние на организм значительных по силе раздражителей сопровождается преобразованием его

деятельности, стимуляцией активности гипофиза, коры надпочечников, щитовидной и половых желез, а также изменениями состава крови и показателей деятельности многих других органов и систем [12].

Так, лейкоцитоз, возникающий в результате выброса гранулоцитов из различных депо, повышает защитные функции крови. Эозинопения обусловлена переходом эозинофилов из крови в соединительную ткань, где они проявляют большую фагоцитарную активность. В результате этих изменений возрастает сопротивляемость тканей к действию вредных веществ, образующихся при атаке на организм повреждающих факторов. На первых этапах ответной реакции организма на достаточно сильный раздражитель – высокий уровень глюкозы обусловлен активизацией гликогенолиза, связанного с увеличением продукции катехоламинов (распад гликогена в мышцах) и глюкагона (распад гликогена в печени). Усиленный выброс катехоламинов в кровь, обусловленный активацией симпато-адреналиновой системы, происходит с первых минут воздействия раздражителя и, в зависимости от его силы, может быть весьма значительным [17]. Влияние чрезвычайно сильных раздражителей на организм может привести к поломке адаптационных механизмов, исчерпанию резервов медиаторного звена симпато-адреналиновой системы, активация которой носит компенсаторный характер и обеспечивается гуморальной системой [12]. Одновременное влияние раздражителей различной природы повышает восприимчивость животных к патогенной микрофлоре, вызывая респираторные и желудочно-кишечные заболевания [19]. Не вызывает сомнения тот факт, что степень ответной реакции организма на воздействие раздражителей различной природы и силы зависит от типа высшей нервной деятельности (ВНД) животного [11]. Так, по данным, имеющимся в литературе, коэффициент корреляции между типом ВНД и стрессоустойчиво-

стью равен 0,63 ( $P \leq 0,01$ ). Было замечено, что более стрессоустойчивы животные, обладающие сильным уравновешенным подвижным типом ВНД. Животные сильного неуравновешенного типа ВНД проявляют разную стрессоустойчивость, а более низкая стрессоустойчивость выявлена у животных сильного уравновешенного инертного и слабого типа ВНД [9]. Среди лошадей, отличающихся безудержным темпераментом, кардиомиопатии регистрируются чаще (61,6%) по сравнению флегматичными особями (38,4%) [13]. Многие авторы обращают внимание на то, что более продуктивные особи особенно остро реагируют на стрессовые ситуации [12]. В тоже время умеренное действие различных раздражителей средней силы на организм животного тренирует защитные силы, расширяет их функциональные возможности, что в целом благоприятно сказывается не только на состоянии здоровья, но и на продуктивности (работоспособности) [4]. Установление стрессовой чувствительности у животных представляется перспективным, но имеются трудности с поиском нетрудоёмких, но объективных способов и методов её изучения [1, 16]. Так, предложенная Кузнецовым А.И. с соавторами скипидарная проба, как утверждают исследователи, позволяет выявлять стресс-чувствительность рысистых лошадей (кобыл и молодняка), прогнозировать их хозяйственные качества: уровень воспроизводства, работоспособности, особенностей поведения при тренинге, выступлениях, уходе, транспортировке [9]. Анализ состояния общей резистентности, гематологических, биохимических показателей лошадей с разным уровнем стрессовой чувствительности, показал, что их значения более высоки у стрессоустойчивых животных. Предложенное автором деление животных на стресс-чувствительных, стресс-сомнительных и стрессоустойчивых на основании реакции на введение скипидара, на наш взгляд, более отражает совокупность некоторых качеств высшей нервной дея-

тельности, формирующих её тип. В таком случае, классическое определение типа ВНД лошадей, как комплексной пожизненной характеристики, возможно, даже совместно со скипидарной пробой, становится чрезвычайно важной и жизненно необходимой процедурой для оценки индивидуального потенциала животных.

Не вызывает сомнения факт, что длительное непрерывное действие сильных раздражителей различной природы (транспортировка, ротация поголовья, недостаточное и неполноценное кормление, нарушение способа и технологии содержания, несоответствующие зооигиеническим нормам параметры микроклимата и т. д.) приводит к срыву адаптационных механизмов, снижению естественной резистентности, повышению восприимчивости к различным заболеваниям и уменьшению продуктивности. В целом воздействие факторов внешней среды на организм животного, его неспецифические и специфические факторы защиты, может быть реализовано через систему биологических реакций, характерных для стресса. При благоприятном исходе реакции реализуется фаза резистентности общего адаптационного синдрома, для которой характерно повышение как сопротивляемости организма к патогенным факторам, так и уровня адаптационных возможностей.

Процессы активации неспецифических факторов защиты и иммунологической реактивности под влиянием различных нагрузок, не выходящих за рамки «физиологического» стресса, были зарегистрированы у спортсменов и лошадей в период тренировок [6]. В осуществлении реакций, составляющих основу неспецифической резистентности и иммунологической реактивности, большую роль играют механизмы нейро-гуморально-гормональной регуляции. Для оценки эрготропных механизмов используют активность катехоламинов и глюкокортикоидов, а трофотропных – ацетилхолина, гистамина, серотонина. Изучению реакции симпато-адреналовой системы

лошадей, подвергающихся психоэмоциональным нагрузкам посвящены работы Н.М. Кононовой и К. Скорупски [8, 17]. В них установлена активация гипофизарно-надпочечниковой системы в условиях ипподромной эксплуатации у скаковых лошадей: у молодняка орловской и русской рысистых пород при заездке и заводском тренинге. Причём у орловцев активнее вырабатывался адреналин, как гормон стресса, а у русских рысаков – норадреналин [8]. Функция норадреналина в ЦНС определяется как психическое сопровождение стресса, он влияет непосредственно на общий уровень активности мозга, подвижность и сенсорное восприятие, эмоции. Норадреналин участвует в управлении общим уровнем двигательной активности, повышает подвижность, скорость шага и бега, выключая тормозные нейроны в моторных центрах. Именно этот компонент действия норадреналина приводит к тому, что при сильных эмоциях и стрессе двигательная активность повышается. К сожалению, дальнейших глубоких исследований влияния катехоламинов на организм быстроаллюрных и спортивных лошадей, проведено не было, следовательно, данная тема ждёт своего исследования.

Для предотвращения негативных последствий влияния раздражителей большой силы на организм животных и человека изыскиваются всё новые средства, приёмы и методы. Так, заслуживает внимания метод транскраниальной электростимуляции мозга (ТЭС) [18]. В научных и производственных опытах получены физиологические, биохимические и гистологические подтверждения стресскорректирующего эффекта использования ТЭС при воздействии на организм животных разных видов комплексных раздражителей достаточной силы (например, при транспортировке). Эффективность использования ТЭС на лошадях проверена не была, но, по аналогии с медициной, данный метод может быть применён как немедикаментозный способ снятия излишнего напряжения или перевозбуж-

дения нервной системы при тренинге, в соревнованиях, перевозке, профилактике или даже лечении перетренированности и прочих негативных воздействиях [18].

Раздражителем определённой силы можно считать физическую нагрузку, действие которой прямо пропорционально её интенсивности. Так, установлено, что достигнуть высокой эффективности двигательного акта можно только при полной синхронизации сигналов кардиореспираторной и нервно-мышечной систем при его осуществлении [7]. Спортивные лошади, особенно троеборные, в период соревнований испытывают огромные психо-эмоциональные и физические нагрузки, которые приводят к комплексу изменений в их организме. В реальных условиях соревнований у лошадей после интенсивной физической нагрузки были установлены изменения в клинико-гематологическом, биохимическом, эндокринном, минеральном и иммунологическом статусе их организма. Для установления силы раздражителя в качестве биохимического индикатора, отражающего интенсивность выполненной физической работы, целесообразно вычислять коэффициент корреляции между исходным и постнагрузочным уровнем альбуминов [14].

Напряжённость и выраженность ответной реакции на физическую нагрузку зависит от уровня тренированности лошадей и, соответственно, от занятого в соревнованиях места. Состояние животных, показавших неудовлетворительные результаты, характеризуется признаками сильной усталости, снижением скорости процессов восстановления, ростом гематологических показателей, смещением лейкоцитарной формулы в сторону увеличения числа нейтрофилов, активацией всех сторон углеводного обмена. Отличия в состоянии лошадей-призёров и аутсайдеров заключается в достоверно значимых показателях содержания в их крови антидиуретического гормона и белково-связанного йода. По свидетельству Г.А. Послова, воздействие интенсивной

физической нагрузки троеборных выступлений сопровождалось значительным ослаблением клеточных и гуморальных механизмов неспецифической защиты лошадей [14]. Длительная железнодорожная и автомобильная транспортировка лошадей, как пример одновременного воздействия множества раздражителей различной природы, вызывает в их организме активацию процессов гликолиза, эозинопению, нарушение нормального соотношения лейкоцитарных форм, что сопровождается нарушением фагоцитарной функции нейтрофилов, лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови [14, 15].

На сегодняшний день основные представления о характере изменений показателей крови у лошадей под воздействием раздражителей различной природы сводятся к тому, что в целом они укладываются в диапазон нормальных значений для здоровых животных. Рассматривая вопрос о методических принципах оценки информативности показателей крови, исходили из степени их вариабельности, а это зависит не только от уровня физической нагрузки, но и от внутри- и межсистемных связей каждого конкретного параметра. Текущие колебания состава крови более информативны в тех случаях, когда установлена средняя степень вариабельности, т. к. они соответствуют адекватной реакции организма лошадей на раздражители повышенной силы, на мышечную работу в частности. При воздействии физической нагрузки на организм лошадей динамика показателей красной крови и лейкограммы является одним из чувствительных критериев неспецифических адаптационных реакций срочного и отставленного характера [6]. Так, более информативными интегральными лейкоцитарными показателями степени воздействия значимого эмоционального раздражителя (прослушивание агрессивно окрашенной музыки низких тонов) на лошадей хобби-класса явились индексы неспецифической реактивности, подтверждающие, что организм жи-

вотных разного пола и возраста отвечает на такой раздражитель стимуляцией гуморального звена иммунитета вследствие активации симпато-адреналовой системы [5].

Для более полной характеристики состояния гуморального звена защитных сил организма лошадей, находящихся под влиянием психоэмоционального воздействия, целесообразно рассчитывать один из основных интегральных гематологических индексов – индекс соотношения лимфоцитов и эозинофилов (ИСЛЭ), изменяющих свой баланс под влиянием гормонов стресса [2]. Так, у кобыл хобби-класса наблюдается нормальное состояние баланса между неспецифическим и специфическим звеньями иммунитета. При этом меринки во все периоды воздействия шумового раздражителя характеризуются сниженной активностью неспецифических защитных сил организма. Зарегистрированный у жеребцов низкий уровень неспецифической защиты в состоянии покоя и на 10-й минуте прослушивания, к окончанию опыта (40-й минуте воздействия) сменился повышением величины искомого индекса, что можно рассматривать как стимулирующий результат воздействия психоэмоционального раздражителя на организм [5]. Таким образом, следует констатировать, что в пределах неспецифической адаптивной реакции организма на различные раздражители наблюдаются отличия, обусловленные гендерной принадлежностью и собственным жизненным опытом. В этом нет ничего удивительного, поскольку стероидные гормоны, в частности тестостерон, принимают участие в регуляции ответа организма на любое воздействие.

Отличия в динамике ответной реакции лошадей разного возраста на раздражители, в частности, на шумовое воздействие – то есть раздражитель средней силы, объясняются их предшествующим жизненным опытом [4]. В таком случае, чем младше лошадь, тем меньше она встречалась с разнообразными стимулами среды, поэтому быстрая, гипертрофированная

ответная реакция на них необходима для формирования адаптации и накопления собственного опыта.

Проведя всесторонний анализ накопленного в литературных источниках материала, можно сделать некоторые обобщения и выводы.

### Выводы

1. Воздействие раздражителей разнообразной природы и силы на организм лошадей, а также особенности развития ответной реакции на них недостаточно полно и глубоко изучены.

2. Степень проявления ответной реакции организма лошадей на разнообразные раздражители зависит от их силы.

3. Установлены отличия в выраженности ответной реакции на раздражители одинаковой природы и силы у лошадей разного возраста и гендерной принадлежности.

4. На раздражители разнообразной природы и силы организм лошадей от-

вечает активацией многих органов и систем, прежде всего, кардио-респираторной, кислородтранспортной, эндокринной, иммунной, а также всех звеньев обмена веществ.

5. До сих пор не установлена градация силы раздражителей различной природы, не определена сила раздражителя, ответная реакция на который становится патологической.

6. Физическая нагрузка, особенно интенсивная (выступление на соревнованиях), является раздражителем большой силы, но реакция на неё не выходит за пределы физиологической нормы и не является стрессовой.

7. Длительная транспортировка железнодорожным или специализированным автотранспортом является наиболее сильным комплексным воздействием, сопровождающимся изменениями в гомеостазисе организма лошадей, граничащими с патологией.

### Библиографический список

1. Алексеев, Н. Д. Методика определения стрессреактивности у лошадей якутской породы / Н. Д. Алексеев, Н. П. Степанов // Якутск: ГНУ ЯНИИСХ РАСХН, 2008. – 15 с.
2. Гаркави, Л. Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / Л. Х. Гаркави, Е. Б. Квакина, М. А. Уколова // Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. Ун-та, 1990. – 223 с.
3. Зиновьева, С. А. Влияние музыкального раздражителя на кардио-респираторную систему лошадей / С. А. Зиновьева, С. А. Козлов, С. С. Маркин // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава «Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения». – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский аграрный университет, 2016. – С. 202-206.
4. Зиновьева, С. А. Влияние раздражителей различной природы на организм рысистых лошадей / С. А. Зиновьева, С. А. Козлов, С. С. Маркин // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2015. -№ 4(31). – С. 35-42.
5. Зиновьева, С. А. Оценка реакции лошадей на акустический раздражитель / С. А. Зиновьева, С. А. Козлов, С. С. Маркин // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию биотехнологического факультета «Проблемы и перспективы развития животноводства». – Витебск, 2018. – С. 217-218.
6. Карюк, Е. А. Иммунный статус спортивных лошадей / Е. А. Карюк // Материалы республиканской научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов «Аграрная наука в XXI веке». – Уфа, 2003. – С. 54-56.
7. Козлов, С. А. Реакция сердечно-сосудистой системы рысистых лошадей разного пола на мышечные нагрузки ипподромного тренинга и призовых выступлений / С. А. Козлов, С. А. Зиновьева, С. С. Маркин // Сборник научных трудов «Научно-технический прогресс в коневодстве». – Рязань: Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства, 2010. – Т. 52. – С. 228-234.

8. Кононова, Н. М. Адаптационные реакции лошадей орловской и русской рысистых пород в процессе заездки и заводского тренинга: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.04 / Кононова, Наталья Михайловна; Моск. вет. акад. им. К. И. Скрябина. – Москва, 1988. – 16 с.
9. Кузнецов, А. И. Новый способ определения стрессовой чувствительности рысистых лошадей / А. И. Кузнецов, С. В. Надоленко // Коневодство и конный спорт. – 2007. – № 4. – С. 17-20.
10. Ласков, А. А. Перевозка племенных и спортивных лошадей специализированным автотранспортом: Метод. рекомендации / А. А. Ласков, С. А. Пушкарева // Дивово: ВНИИК, 1985. – 25 с.
11. Паршутин, Г. В. Типы высшей нервной деятельности, их определение и связь с продуктивными качествами животных / Г. В. Паршутин, Т. В. Ипполитова // Фрунзе: Кыргызстан, 1973. – 71 с.
12. Плященко, С. И. Стрессы у сельскохозяйственных животных / С. И. Плященко, В. Т. Сидоров. – М.: Агропромиздат, 1987. – 190 с.
13. Позов, С. А. Развитие стрессорных реакций у спортивных лошадей / С. А. Позов, Н. Е. Орлова // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы инвазионной, инфекционной и незаразной патологии животных». – Ставрополь: СтГАУ, 2003. – С. 260-264.
14. Послов, Г. А. Механизм стрессорных реакций у спортивных лошадей / Г. А. Послов, М. В. Возралик // Ветеринария. – 1981. – № 4. – С. 59-60.
15. Пушкарева, С. А. Влияние автоперевозок различной продолжительности на организм лошадей / С. А. Пушкарева // В кн.: Пути повышения эффективности коневодства и коннозаводства. – Рязань: ВНИИК, 1984. – С. 39-41.
16. Пьянов, В. Д. Электрофизические исследования в изучении стрессреактивности домашних животных / В. Д. Пьянов, Е. Д. Сотникова, Г. В. Хонина, Е. А. Зубарева // Тезисы докладов VI физиологического съезда. – Барнаул, 2008. – Т.2. – С. 57.
17. Скорупски, К. Гормонально-гуморальные реакции у спортивных лошадей при физических и эмоциональных нагрузках: Автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук: 03.00.13 / Скорупски, Кшиштоф; Моск. вет. акад. им. К.И. Скрябина. – Москва, 1979. – 16 с.
18. Соловьева, М. А. Практические аспекты применения транскраниальной электростимуляции в ветеринарной медицине / М. А. Соловьева, Д. А. Григорьев, В. А. Стариков // Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Агропромышленный комплекс: контуры будущего». – Курск: Изд-во Курской ГСХА, 2012. – С. 248-249.
19. Сперанский, В. В. Иммунологическая информативность лейкоцитограммы / В. В. Сперанский, И. И. Дмитриева, Р. М. Зарипова // Клиническая лабораторная диагностика. – 1999. – № 12. – С. 6-7.
20. Характеристика состояния организма лошадей на подготовительной стадии рысистого тренинга / С. А. Зиновьева, С. А. Козлов, С. С. Маркин, А. М. Зайцев // Коневодство и конный спорт. – 2019. – № 6. – С. 15-17.

### References

1. Alekseev, N. D. Metodika opredeleniya stressreaktivnosti u loshadej yakutskoj porodny` / N. D. Alekseev, N. P. Stepanov // Yakutsk: GNU YaNIISX RASXN, 2008. – 15 s.
2. Garkavi, L. X. Adaptacionny`e reakcii i rezistentnost` organizma / L. X. Garkavi, E. B. Kvakina, M. A. Ukolova // Rostov-na-Donu: Izd-vo Rost. Un-ta, 1990. – 223 s.
3. Zinov`eva, S. A. Vliyanie muzy`kal`nogo razdrazhatelya na kardio-respiratornyuyu sistemu loshadej / S. A. Zinov`eva, S. A. Kozlov, S. S. Markin // Sbornik nauchny`x trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii professorsko-prepodavatel`skogo sostava «Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyah importozameshheniya». – Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskij agrarny`j universitet, 2016. – S. 202-206.
4. Zinov`eva, S. A. Vliyanie razdrazhitelej razlichnoj prirody` na organizm ry`sisty`x loshadej / S. A. Zinov`eva, S. A. Kozlov, S. S. Markin // Vestnik gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural`ya. – 2015. – № 4(31). – S. 35-42.

5. Zinov`eva, S. A. Ocenka reakcii loshadej na akusticheskij razdrazhitel` / S. A. Zinov`eva, S. A. Kozlov, S. S. Markin // *Materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj 85-letiyu biotexnologicheskogo fakul'teta «Problemy` i perspektivy` razvitiya zhivotnovodstva».* – Vitebsk, 2018. – S. 217-218.
6. Karyuk, E. A. Immunnyj status sportivny`x loshadej / E. A. Karyuk // *Materialy` respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferencii molody`x ucheny`x i aspirantov «Agrarnaya nauka v XXI veke».* – Ufa, 2003. – S. 54-56.
7. Kozlov, S. A. Reakciya serdechno-sosudistoj sistemy` ry`sisty`x loshadej raznogo pola na my`shechny`e nagruzki ippodromnogo treninga i prizovy`x vy`stuplenij / S. A. Kozlov, S. A. Zinov`eva, S. S. Markin // *Sbornik nauchny`x trudov «Nauchno-texnicheskij progress v konevodstve».* – Ryazan`: Vserossijskij nauchno-issledovatel`skij institut konevodstva, 2010. – T. 52. – S. 228-234.
8. Kononova, N. M. Adaptacionny`e reakcii loshadej orlovskoj i russkoj ry`sisty`x porod v processe zaezdki i zavodskogo treninga: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 06.02.04 / Kononova, Nataliya Mihajlovna; Mosk. vet. akad. im. K. I. Skryabina. – Moskva, 1988. – 16 s.
9. Kuznecov, A. I. Novyj sposob opredeleniya stressovoj chuvstvitel`nosti ry`sisty`x loshadej / A. I. Kuznecov, S. V. Nadolenko // *Konevodstvo i konnyj sport.* – 2007. – № 4. – S. 17-20.
10. Laskov, A. A. Perevozka plemenny`x i sportivny`x loshadej specializirovanny`m avtotransportom: Metod. rekomendacii / A. A. Laskov, S. A. Pushkareva // *Divovo: VNIIC, 1985.* – 25 s.
11. Parshutin, G. V. Tipy` vy`sshej nervnoj deyatel`nosti, ix opredelenie i svyaz` s produktivny`mi kachestvami zhivotny`x / G. V. Parshutin, T. V. Ippolitova // *Frunze: Ky`rgy`stan, 1973.* – 71 s.
12. Plyashhenko, S. I. Stressy` u sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x / S. I. Plyashhenko, V. T. Sidorov. – M.: Agropromizdat, 1987. – 190 s.
13. Pozov, S. A. Razvitie stressorny`x reakcij u sportivny`x loshadej / S. A. Pozov, N. E. Orlova // *Materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Aktual`ny`e problemy` invazionnoj, infekcionnoj i nezaraznoj patologii zhivotny`x».* – Stavropol`: StGAU, 2003. – S. 260-264.
14. Poslov, G. A. Mexanizm stressorny`x reakcij u sportivny`x loshadej / G. A. Poslov, M. V. Vogralik // *Veterinariya.* – 1981. – № 4. – S. 59-60.
15. Pushkareva, S. A. Vliyanie avtoperevozok razlichnoj prodolzhitel`nosti na organizm loshadej / S. A. Pushkareva // *V kn.: Puti povy`sheniya e`fektivnosti konevodstva i konnozavodstva.* – Ryazan`: VNIIC, 1984. – S. 39-41.
16. P`yanov, V. D. E`lektrofizicheskie issledovaniya v izuchenii stressreaktivnosti domashnix zhivotny`x / V. D. P`yanov, E. D. Sotnikova, G. V. Xonina, E. A. Zubareva // *Tezisy` dokladov VI fiziologicheskogo s`ezda.* – Barnaul, 2008. – T.2. – S. 57.
17. Skorupski, K. Gormonal`no-gumoral`ny`e reakcii u sportivny`x loshadej pri fizicheskix i e`mocional`ny`x nagruzkax: Avtoref. dis. ... kand. veterinar. nauk: 03.00.13 / Skorupski, Kshyshtof; Mosk. vet. akad. im. K.I. Skryabina. – Moskva, 1979. – 16 s.
18. Solov`eva, M. A. Prakticheskie aspekty` primeneniya transkranial`noj e`lektrostimulyacii v veterinarnej medicine / M. A. Solov`eva, D. A. Grigor`ev, V. A. Starikov // *Materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molody`x ucheny`x «Agropromy`shlennyj kompleks: kontury` budushhego».* – Kursk: Izd-vo Kurskoj GSXA, 2012. – S. 248-249.
19. Speranskij, V. V. Immunologicheskaya informativnost` lejkocitogrammy` / V. V. Speranskij, I. I. Dmitrteva, R. M. Zaripova // *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika.* – 1999. – № 12. – S. 6-7.
20. Xarakteristika sostoyaniya organizma loshadej na podgotovitel`noj stadii ry`sistogo treninga / S. A. Zinov`eva, S. A. Kozlov, S. S. Markin, A. M. Zajcev // *Konevodstvo i konnyj sport.* – 2019. – № 6. – S. 15-17.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.  
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 15.03.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024;  
принята к публикации 30.05.2024  
The article was submitted 15.03.2024; approved after reviewing 24.05.2024;  
accepted for publication 30.05.2024

**Информация об авторах:**

**Зиновьева, Светлана Александровна** – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры частной зоотехнии

**Козлов, Сергей Анатольевич** – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры частной зоотехнии

**Маркин, Сергей Сергеевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры частной зоотехнии

**Information about the authors:**

**Svetlana A. Zinovyeva** – associate professor, candidate of biological sciences, associate professor of the department of private animal science

**Sergey A. Kozlov** – doctor of biological sciences, professor, professor of the department of private animal science

**Sergey S. Markin** – candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of private animal science



Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 65-70.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):65-70.

## ФИЗИОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.65-70  
УДК 636.74

# Коррекция проблемного поведения служебных собак

Мальчиков, Роман Викторович

Пермский институт Федеральной службы исполнения наказаний,  
РФ, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23

malchikov00@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9563-0843>

**Аннотация.** Процесс дрессировки является комплексным и сложным процессом, который требует от дрессировщика определённого уровня теоретической подготовки и практического опыта работы с собаками. С начала практической деятельности ни один дрессировщик не застрахован от возможной ошибки, которая может полностью изменить поведение собаки. Умение своевременно произвести коррекцию проблемного поведения является необходимым навыком для любого специалиста-кинолога. В структурных подразделениях уголовно-исполнительной системы Российской Федерации (УИС РФ) крайне редко встречаются специалисты-кинологи, которые всесторонне подходят к исправлению деструктивного поведения служебных собак, в большинстве случаев преобладают способы механического и психологического давления, которые не исправляют, а лишь сдерживают поведение собак, что впоследствии приводит к ещё большим проблемам. Поведение – это совокупность поведенческих реакций животного, основанная на инстинктах или рефлексах, и направленная на установление жизненно необходимых связей организма со средой. При этом на поведение будут влиять множество факторов: порода собаки, половая принадлежность, генетический фонд конкретной линии разведения и так далее. Разведение собак для выполнения определённых целей накладывает отпечаток на дальнейшие поведенческие реакции.

**Ключевые слова:** служебная собака, сила укуса, методика, измерение, тренировка.

**Для цитирования:** Мальчиков, Р. В. Коррекция проблемного поведения служебных собак // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 65-70. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.65-70>.

Original article

## Correction of problematic behavior of service dogs

Roman V. Malchikov

Perm Institute of the Federal Penitentiary Service, 23 Petropavlovsk str., Perm,  
Russian Federation

malchikov00@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9563-0843>

**Abstract.** The training process is a complex and complex process that requires the trainer to have a certain level of theoretical training and practical experience working with dogs. Since the beginning of practical activity, no trainer is immune from a possible mistake that can completely change the behavior of a dog. The ability to correct problematic behavior in a timely manner is a necessary skill for any specialist dog handler. In the structural divisions of the penal enforcement system of the Russian Federation (UIS RF), it is extremely rare to find dog handlers who comprehensively approach the correction of destructive behavior of service dogs, in most cases, methods of mechanical and psychological pressure prevail, which do not correct, but only restrain the behavior of dogs, which subsequently leads to even greater problems. Behavior is a set of behavioral reactions of an animal based on instincts or reflexes, and aimed at establishing vital connections of the organism with the environment [5]. In this case, the behavior will be influenced by many factors: the breed of the dog, gender, genetic stock of a particular breeding line, and so on. Breeding dogs to fulfill certain goals leaves an imprint on further behavioral reactions.

**Keywords:** service dog, bite force, technique, measurement, training.

**For citation:** Malchikov, R. V. Correction of problematic behavior of service dogs // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):65-70. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.65-70>.

### Введение

В структурных подразделениях уголовно-исполнительной системы Российской Федерации (УИС РФ) крайне редко встречаются специалисты-кинологи, которые всесторонне подходят к исправлению деструктивного поведения служебных собак, в большинстве случаев преобладают способы механического и психологического давления, которые не исправляют, а лишь сдерживают поведение собак, что впоследствии приводит к ещё большим проблемам. Поведение – это совокупность поведенческих реакций животного, основанная на инстинктах или рефлексах, и направленная на установление жизненно необходимых связей организма со средой [5].

При этом на поведение будут влиять множество факторов: порода собаки, половая принадлежность, генетический фонд конкретной линии разведения и так далее. Разведение собак для выполнения определённых целей накладывает отпечаток на дальнейшие поведенческие реакции [2].

Люди, приобретая определённую породу, которая имела конкретную цель разведения, могут принимать их привычное, нормальное поведение за недостатки, от которых необходимо избавиться. Ярко выраженный инстинкт охоты, агрессия, проявляющейся по отношению к людям во время игры, или иерархическая агрессия по отношению к членам семьи [1], обгрызание мебели, копрофагия,

агрессивные отношения между кобелями, повышенная потребность в движении [3] – всё это особенности нормального поведения собаки [4].

#### **Актуальность темы исследования**

Данная тема является актуальной, так как зачастую за инструкторами-кинологами, впервые пришедшими на службу, закрепляют уже взрослых собак со сформировавшимся характером и привычками. У данных собак в силу различных обстоятельств могут быть пробелы в дрессировке, проблемы в поведении, которые специалисту-кинологу нужно будет исправлять. Если не работать над корректировкой поведения, это может привести к серьёзным проблемам в служебной деятельности, а также к печальным последствиям, как для собаки, так и для кинолога и иных лиц.

**Цель исследования** – проанализировать методы и способы корректировки поведения собак.

#### **Материал и методы исследований.**

Основными методами являлись эмпирические методы, которые включали в себя анализ литературных источников, наблюдение за объектом исследования.

Исследование проводилось на базе двух городков для содержания служебных собак в учреждениях УИС, в нём приняли участие пять служебных собак.

Каждая из нижеперечисленных проблем поведения требовала немалого времени и терпения, пока не приобрела желательную форму. Рассмотрим работу с каждым случаем подробнее, так как для их решения были использованы разные методы.

В качестве первого примера рассмотрим кобеля немецкой овчарки в возрасте шести лет по кличке Рэм. По опросу специалиста-кинолога, закреплённого за данной собакой, было выявлено, что собака не отпускает дрессировочный рукав либо дрессировочный костюм по команде. Корректировку данного поведе-

ния проводили методом отрицательного подкрепления, что обусловлено высокой возбудимостью собаки при работе на задержание. Когда Рэм задерживал фигуранта, специалист-кинолог зажимал ему трахею, после чего подавал команду «Фу», когда собака только начинала ослаблять хват, давление на трахею прекращалось, что и являлось отрицательным подкреплением, таким образом, у собаки вырабатывалась положительная ассоциация с командой, потому что после неё давление на трахею прекращалось.

В качестве следующего примера рассмотрим десятимесячную суку немецкой овчарки по кличке Альфа. В результате опроса кинолога было выявлено, что она передними лапами прыгает на людей при встрече. Проанализировав ситуацию, удалось определить возможную причину данного поведения, которая заключалась в том, что с самого рождения при встрече с людьми Альфа, прыгая на проходящего человека, в ответ получала внимание (поглаживание, игру и прочее), что являлось подкреплением данного поведения. В качестве метода корректировки был выбран метод выработки несовместимого поведения. В данном случае он подходит больше всего, так как возможна корректировка без применения неприятных воздействий на собаку, которые лучше исключать в таком возрасте. На первом этапе перед тем, как зайти в вольер, специалист-кинолог подавал команду «Сидеть», после того как Альфа выполняла команду, он заходил в вольер и поощрял (поглаживал, играл). Затем такие же действия производились вне вольера, при подходе специалиста-кинолога подавалась команда «Сидеть», после выполнения которой собака получала ласку. Как только она пыталась прыгнуть на специалиста-кинолога, он прекращал любые действия либо уходил от собаки. Тем самым мы показывали собаке, что, чтобы получить поглаживание или внимание кинолога, необходимо сесть, а напрыгивание на специалиста-кинолога даёт обратный результат. На следующем этапе работа про-

водилась с участием посторонних людей, при подходе человека к собаке, если она садилась, получала поглаживание от этого человека, если же она начинала на него прыгать, он проходил мимо, не обращая внимания на собаку.

Следующим участником исследования стала сука немецкой овчарки в возрасте двух лет по кличке Рекси. Со слов специалиста-кинолога, проблема заключалась в том, что собака не выполняла команду «Место» при отходе дрессировщика даже на несколько шагов. Для исправления данного поведения был выбран метод отрицательного подкрепления с положительным подкреплением, работа проводилась с использованием строгого ошейника. Перед началом работы нам нужно было чётко обозначить участок местности, чтобы более конкретно дать понять собаке, что она должна делать по команде «Место», для этого мы использовали деревянный поддон. Специалист-кинолог усаживает собаку на поддон, подаёт команду «Место» и отходит на несколько шагов, мы намеренно даём собаке совершить ошибку, поэтому, когда собака уходит с поддона, специалист-кинолог возвращает её на место с помощью поводка, натяжение которого создаёт натяжение строгого ошейника, которое прекращается, когда все лапы собаки окажутся опять на поддоне – отрицательное подкрепление. Пока собака на поддоне мы поощряем её лакомством – положительное подкрепление. Место проведения занятия каждый раз менялось, в дальнейшем поддон не использовался, постепенно увеличивалось время выполнения команды и расстояние между собакой и дрессировщиком.

В следующем случае работа проводилась с кобелём немецкой овчарки в возрасте пяти лет по кличке Зарс. Проблема заключалась в том, что при отработке упражнения выборка человека он прыгал в лицо каждому помощнику, находящемуся в строю.

При анализе данного поведения после опроса кинолога, закреплённого за данной собакой, было выявлено, что это

происходит, потому что на первоначальном этапе приучения собаки к данному упражнению игрушка была спрятана у основного помощника в области подмышки.

Для корректировки был выбран метод отрицательного подкрепления с положительным подкреплением, так как, например, метод угасательного торможения не исправил бы ситуацию, поскольку собака прыгает в лицо каждому человеку, стоящему в строю, и мы не можем усаживать её возле каждого из них, так как её задача в данном упражнении найти и обозначить одного (основного) помощника. В качестве способа механического воздействия был использован парфорс. Собака после ознакомления с запахом основного помощника пускалась на выборку на коротком поводке с сопровождением специалиста-кинолога, при напрыгивании на каждого человека, стоящего в строю, зубцы строгого ошейника создавали механическое воздействие на собаку, которое прекращалось, когда собака опускалась на землю – отрицательное подкрепление, когда же собака находила основного помощника и напрыгивала, создавалось отрицательное подкрепление парфорсом, а при обозначении его посадкой собака положительно подкреплялась игрушкой. Также следует отметить, что при проведении данной работы игрушка находилась либо в кармане, который находился на уровне пояса фигуранта либо ниже, либо зажата в руках, опущенных перед собой.

Последним участником исследования была служебная собака породы немецкая овчарка по кличке Алмаз. После беседы со специалистом-кинологом были определены и откорректированы следующие формы нежелательного поведения:

1. Выход из вольера раньше специалиста-кинолога и без команды;
2. Невыполнение команды «Дай» с игрушкой и любыми другими предметами;
3. Напрыгивание на специалиста-кинолога, при попытке опустить миску с кормом на землю.

С первой формой нежелательного поведения, корректировка проводилась методом отрицательного наказания с положительным подкреплением. В данном случае выход из вольера является для собаки желаемым стимулом. Сначала специалист-кинолог заходит в вольер, надевает на собаку снаряжение и с этого момента начинается работа над исправлением поведения, дверь вольера открывается, только тогда, когда собака садится. Но как только специалист-кинолог открывал дверь, а собака выбегала из вольера и тянула его за собой, дрессировщик сразу возвращался в вольер – отрицательное наказание, так как удалён желаемый стимул. Затем повторяется всё сначала до тех пор пока кинологу не удаётся выйти из вольера первым (для этого понадобилось около двадцати повторений подряд). Как только это удалось, необходимо было заставить собаку сесть, после выполнения требований, подаётся разрешающая команда, и собака выходит – положительное подкрепление, и только после этого начиналось выдвижение в сторону выгула.

Со второй обозначенной формой нежелательного поведения был использован метод отрицательного подкрепления с последующим положительным подкреплением. Когда служебная собака не отдавала игрушку, специалист-кинолог создавал натяжение в области паховой лямки, которое прекращалось после того, как собака разжимала челюсти – отрицательное подкрепление, и сразу же возвращал ему игрушку и хвалил – положительное подкрепление.

Третью форму нежелательного поведения корректировали с помощью угасательного торможения. Когда специалист-кинолог приходит осуществить

кормление собаки с миской, собака начинает прыгать на него, специалисту-кинологу следует держать миску на такой высоте, где собака не сможет достать, и ждать, пока собака успокоится. Как только собака перестаёт прыгать, специалист-кинолог сразу же ставит миску на землю, разрешая ему приступить к еде. Исправление достигалось ежедневным повторением этого ритуала. Собака начинает понимать, что прыжки на дрессировщика не приводят к удовлетворению пищевой потребности, и чем быстрее он садится, тем быстрее получает желаемое. Впоследствии, служебная собака получала миску не просто, когда успокаивается, а когда садится. Затем была введена команда, разрешающая есть.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Проведённый анализ условий и обстоятельств, в которых проявлялось проблемное поведение, позволил исключить нежелательное поведение собак. Данная методика позволяет анализировать и корректировать подготовку служебных собак.

#### Вывод

Подводя итог проведённого исследования, можно сделать вывод о том, что для всего множества возможных проблем поведения собак существуют методики, которые направлены на исправление нежелательных поведенческих реакций. Аналогично, базируясь на правильно выбранной методике, подбор которой производится, исходя из темперамента животных и располагаемой материальной базы, можно достичь быстрой и успешной коррекции поведения.

#### Библиографический список

1. Associations among behavioral inhibition and owner-rated attention, hyperactivity/impulsivity, and personality in the domestic dog (*Canis familiaris*) / N. Bunford, B. Csibra, C. Peták, B. Ferdinandy, A. Miklósi, M. Gácsi // *J Comp Psychol.* 2019; 133: p. 237.
2. Behavioural and physiological correlates of impulsivity in the domestic dog (*Canis familiaris*) / H. F. Wright, D. S. Mills, P. M. Pollux // *J. Physiol Behav.* 2012; 105: p. 680.

3. Differences in serotonin serum concentration between aggressive English cocker spaniels and aggressive dogs of other breeds / M. Amat, S. Le Brech, T. Camps, C. Torrente, V. M. Mariotti, J. L. Ruiz // *J Vet Behav Clin Appl Res.* 2013; 8: p. 21.
4. Гриценко, В. В. Перевоспитание собак / В. В. Гриценко. – Москва: Вече, 2006. – С. 4
5. Фабри, К. Э. Основы зоопсихологии / К. Э. Фабри. – Москва: Российское психологическое общество, 2003. – 216 с.

### References

1. Associations among behavioral inhibition and owner-rated attention, hyperactivity/impulsivity, and personality in the domestic dog (*Canis familiaris*) / N. Bunford, B. Csibra, C. Peták, B. Ferdinandy, A. Miklósi, M. Gácsi // *J Comp Psychol.* 2019; 133: p. 237.
2. Behavioural and physiological correlates of impulsivity in the domestic dog (*Canis familiaris*) / H. F. Wright, D. S. Mills, P. M. Pollux // *J. Physiol Behav.* 2012; 105: p. 680.
3. Differences in serotonin serum concentration between aggressive English cocker spaniels and aggressive dogs of other breeds / M. Amat, S. Le Brech, T. Camps, C. Torrente, V. M. Mariotti, J. L. Ruiz // *J Vet Behav Clin Appl Res.* 2013; 8: p. 21.
4. Gricenko, V. V. *Perevospitanie sobak* / V. V. Gricenko. – Moskva: Veche, 2006. – S. 4
5. Fabri, K. E`. *Osnovy` zoopsixologii* / K. E`. Fabri. – Moskva: Rossijskoe psixologicheskoe obshhestvo, 2003. – 216 s.

Статья поступила в редакцию 31.05.2024; одобрена после рецензирования 03.06.2024; принята к публикации 10.06.2024.

The article was submitted 31.05.2024; approved after reviewing 03.06.2024; accepted for publication 10.06.2024.

### Информация об авторе:

**Мальчиков Роман Викторович** – кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Пермский институт Федеральной службы исполнения наказаний», Россия, г. Пермь, malchikov00@bk.ru

### Information about the author:

**Roman V. Malchikov** – candidate of agricultural sciences

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 71-86.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):71-86.

## ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

Научная статья

DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.71-86

УДК 591.464: [636.5.033:636.084.087]

# Возрастные морфологические изменения в семенниках цыплят-бройлеров при добавлении в рацион кормовой добавки «Янтарный холодок»

Батанова Анна Михайловна<sup>1</sup>, Кундюкова Ульяна Ивановна<sup>1,2</sup>,  
Дроздова Людмила Ивановна<sup>1,2</sup>, Красноперов Александр Сергеевич<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Уральский государственный аграрный университет, РФ, г. Екатеринбург,  
ул. Карла Либкнехта, стр. 42

<sup>2</sup> Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского  
отделения Российской академии наук, РФ, г. Екатеринбург, ул. Белинского, д. 112А

frosy\_55@mail.ru  
angel-55551@mail.ru  
drozdova43@mail.ru  
marafon.86@list.ru

<https://orcid.org/0009-0003-2061-5408>  
<https://orcid.org/0000-0002-0605-6852>  
<https://orcid.org/0000-0001-9689-1781>  
<https://orcid.org/0000-0001-5281-803X>

**Аннотация.** Птицеводство является ведущей отраслью сельского хозяйства в России, обеспечивающей население ценными продуктами питания и сырьём. Этот аспект является очень важным для обеспечения продовольственной безопасности страны. На протяжении всего года птицеводческие предприятия производят яйца и мясо, которые являются важнейшим источником продовольственных ресурсов. Яйцо и яичные продукты – это незаменимые ингредиенты для таких отраслей, как пищевая промышленность, косметика и фармацевтика. Птица на птицефабриках и предприятиях содержится в условиях, далёких от естественных, наблюдается большая скученность поголовий, отсутствие естественного освещения, что приводит к тому, что птица испытывает стресс. Основная задача современного птицеводства заключается в том, чтобы в данных условиях обеспечивалась максимально высокая сохранность поголовья выращиваемой птицы, повышалась продуктивность, а также повышалась её репродуктивная способность. Изучение репродуктивной системы петухов может оказать большое влияние на биотехнологические перспективы птицеводства и разведения птиц. В частности, возрастная морфология позволяет выявить закономерности и механизмы морфогенеза, а также критические периоды развития различных систем организма. В связи с тем, что многие химические вещества и препараты, которые ранее использовались для ускорения привесов и повышения репродуктивной деятельности в настоящее время запрещены к применению или попадают под жёсткие ограничения, предприятия находятся в поиске новых способов поддержания здоровья птицы, что, несомненно, способствует про-

---

© Батанова, А. М., Кундюкова, У. И., Дроздова, Л. И., Красноперов, А. С., 2024

---

изводству качественной экологически чистой продукции, а также обеспечивает достаточное воспроизводство. Один из таких способов – это введение в рацион птицы биологически активных добавок.

Для усиления отрасли производства птицеводческой продукции необходимо в обязательном порядке использовать различные кормовые добавки, которые содержат различные питательные и биологически активные вещества. Включение кормовых добавок в корма поможет существенно обогатить рационы питания птиц любых видов. В данной статье рассмотрены вопросы, касающиеся морфологического строения семенников цыплят-бройлеров в возрастной период от 10 до 42 суток, то есть фактически до конца технологического цикла. Получены данные о морфологическом строении семенных канальцев и стромы семенника в возрастном аспекте, которые показали, что в течение 42 дней шло формирование семенных канальцев, дифференцировался эпителий, но полного созревания не произошло, так как нами не было обнаружено процесса сперматогенеза. Под действием кормовой добавки «Янтарный холодок» нами не было выявлено активизации образования сперматогенного эпителия, тем не менее, в отличие от цыплят-бройлеров контрольной группы эпителиоциты сперматогенного эпителия были наиболее ярко выражены, ядра эпителиоцитов располагались базально, их апикальный край был чётко контурирован, и подчёркивал очертания просвета канальцев.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, семенники, сперматогенный эпителий, морфология, кормовая добавка «Янтарный холодок».

**Для цитирования:** Батанова, А. М., Кундюрюкова, У. И., Дроздова, Л. И., Красноперов, А. С. Возрастные морфологические изменения в семенниках цыплят-бройлеров при добавлении в рацион кормовой добавки «Янтарный холодок» // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 71-86. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.71-86>.

## PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY

Original article

# Age-related morphological changes in the testes of broiler chickens when the feed additive “Yantarnyj holodok” is added to the diet

Anna M. Batanova<sup>1</sup>, Ulyana I. Kundryukova<sup>1,2</sup>, Lyudmila I. Drozdova<sup>1,2</sup>, Alexander S. Krasnoperov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Ural State Agrarian University, Russian Federation, Yekaterinburg, Karl Liebknecht str., p. 42

<sup>2</sup> Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 112A Belinsky str., Yekaterinburg, Russian Federation

frosy\_55@mail.ru  
angel-55551@mail.ru  
drozdova43@mail.ru  
marafon.86@list.ru

<https://orcid.org/0009-0003-2061-5408>  
<https://orcid.org/0000-0002-0605-6852>  
<https://orcid.org/0000-0001-9689-1781>  
<https://orcid.org/0000-0001-5281-803X>

**Abstract.** Poultry farming is the leading branch of agriculture in Russia, providing the population with valuable food and raw materials. This aspect is very important for ensuring the country’s food security. Throughout the year, poultry farms produce eggs and meat,



which are the most important source of resources. Egg and egg products are essential ingredients for industries such as food processing, cosmetics and pharmaceuticals. Poultry, in conditions of poultry farms and enterprises, is kept in conditions far from natural, there is a large crowding of livestock, lack of natural lighting, which leads to the fact that the bird is stressed. The main task of modern poultry farming is to ensure that in these conditions the highest possible safety of the livestock of the raised poultry is ensured, productivity increases, and reproductive ability increases. The study of the reproductive system of roosters has a great impact on the biotechnological prospects of poultry farming and poultry breeding. In particular, age-related morphology allows us to identify patterns and mechanisms of morphogenesis, as well as critical periods of development of various body systems. Due to the fact that many chemicals and drugs that were previously used to accelerate weight gain and increase reproductive activity are currently prohibited for use or come under strict control. Enterprises are in search of new ways to maintain poultry health, which undoubtedly leads to the production of high-quality environmentally friendly products, as well as ensures sufficient reproduction. One of these methods is the introduction of biologically active additives into the poultry diet. To strengthen the poultry industry, it is imperative to use various feed additives that contain various nutrients and biologically active substances. The inclusion of feed additives in the feed will help to significantly enrich the diets of birds of all species. This article discusses issues related to the morphological structure of the testes of broiler chickens in the age period from 10 to 42 days, that is, actually until the end of the technological cycle. We obtained data on the morphological structure of the seminiferous tubules and the stroma of the testis in the age aspect, which showed that within 42 days the formation of the seminiferous tubules occurred, the epithelium differentiated, but complete maturation did not occur, since we did not detect the process of spermatogenesis. Under the influence of the feed additive "Yantarnyj holodok", we did not detect activation of the formation of spermatogenic epithelium; however, in contrast to broiler chickens of the control group, the epithelial cells of the spermatogenic epithelium were most pronounced, the nuclei of the epithelial cells were located basally, their apical edge was clearly contoured, and emphasized the outlines of the lumen of the tubules.

**Keywords:** broiler chickens, testes, spermatogenic epithelium, morphology, feed additive "Yantarnyj holodok".

**For citation:** Batanova, A. M., Kundryukova, U. I., Drozdova L. I., Krasnoperov A. S. Age-related morphological changes in the testes of broiler chickens when the feed additive "Yantarnyj holodok" is added to the diet // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):71-86. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.71-86>.

### **Введение**

Птицеводство является ведущей отраслью сельского хозяйства в России, обеспечивающей население ценными продуктами питания и сырьем. Её успешное развитие является очень важным для обеспечения продовольственной безопасности страны [1, 2].

На протяжении всего года, независимо от сезонности, птицеводческие предприятия производят яйца и мясо, которые являются важнейшим источником ресурсов. Яйцо и яичные продукты – это

незаменимые ингредиенты для таких отраслей, как пищевая промышленность, косметика и фармацевтика [1, 3, 4, 5].

Птица на птицефабриках и предприятиях содержится в условиях, далёких от естественных, наблюдается большая скученность поголовий, отсутствие естественного освещения, что приводит к тому, что птица испытывает стресс. Основная задача современного птицеводства заключается в том, чтобы в данных условиях обеспечивалась максимально высокая сохранность поголовья выра-

щиваемой птицы, повышалась продуктивность, а также повышалась её репродуктивная способность. Изучение репродуктивной системы петухов имеет большое значение для биотехнологических перспектив птицеводства и разведения птиц. В частности, возрастная морфология позволяет выявить закономерности и механизмы морфогенеза, а также критические периоды развития различных систем организма [12].

В связи с тем, что многие химические вещества и препараты, которые ранее использовались для ускорения привесов и повышения репродуктивной деятельности, в настоящее время запрещены к применению или попадают под жёсткие ограничения, предприятия находятся в поиске новых способов поддержания здоровья птицы, что, несомненно, ведёт к производству качественной экологически чистой продукции, а также обеспечивает достаточное воспроизводство. Один из таких методов – это введение в рацион птицы биологически активных добавок. Для усиления отрасли производства птицеводческой продукции необходимо в обязательном порядке использовать различные кормовые добавки, которые содержат различные питательные и биологически активные вещества. Включение кормовых добавок в корма поможет существенно обогатить рационы питания птиц любых видов [1, 6, 7].

Несмотря на то, что использование биологически активных добавок в животноводстве уже не ново, в промышленном птицеводстве до сих пор остаются отдельные вопросы, связанные с применением указанных веществ, не освещённые в научной литературе или освещённые в недостаточной мере.

Янтарная кислота – это органическая кислота, которая активно вырабатывается в клетках живых организмов. Здоровые организмы имеют достаточное количество янтарной кислоты, которую они синтезируют или усваивают из пищи. Однако при воздействии неблагоприятных факторов, в частности интенсивных

физических нагрузок или стрессов, вызывающих напряжение обменных процессов, затраты янтарной кислоты увеличиваются, и развивается её дефицит. Как известно, устойчивость организма к различным неблагоприятным факторам в значительной степени зависит от скорости и своевременности образования АТФ в митохондриях. В таких случаях дополнительное (экзогенное) поступление янтарной кислоты может оказать существенную помощь в восстановлении жизнедеятельности организма. Уникальность действия янтарной кислоты заключается в том, что она активна в возбудимых или патологически изменённых тканях и клетках, игнорирует здоровые ткани. В организме янтарная кислота оказывает непосредственное влияние на следующие процессы: внутриклеточный метаболизм, снабжение тканей свободным кислородом, функционирование нервной и эндокринной систем, усвояемость питательных веществ [10].

### Материалы и методы

В эксперименте использовали цыплят-бройлеров кросса Ross 308 (n=60) суточного возраста, содержащихся в помещении ФГБНУ «УрФАНИЦ УрО РАН», из которых были сформированы следующие группы:

– контрольная группа (n=30) – птица получала воду без добавления кормовых добавок;

– опытная группа (n=30) – птица получала кормовую добавку «Янтарный холодок», которую вводили в рацион путём добавления в воду поилок на протяжении всего периода выращивания в дозировке 1,5 л/т воды для поения. Цыплят-бройлеров поили из вакуумных поилок водопроводной водой. Качество воды соответствовало ГОСТ Р 51232-98 [11].

Для проведения исследования применяли кормовую добавку «Янтарный холодок» (регистрационный номер РФ-КД-00303). Данная кормовая добавка применяется для повышения сохранности и продуктивности сельскохозяй-

ственной птицы в условиях теплового стресса, а также улучшения качества обескровливания птиц при убое. По внешнему виду представляет собой прозрачный бесцветный или почти бесцветный раствор со специфическим запахом.

«Янтарный холодок» в 1 л в качестве действующих веществ содержит: кислоту янтарную 28000-38000 мг, натрия цитрат 25000-35000 мг, кислоту салициловую 15000-30000 мг, калия цитрат 4000-5000 мг, кислоту яблочную 1000-5000 мг, пиридоксин 500-1500 мг, вспомогательные вещества: сорбитол 1000-4000 мг, калия хлорид 1000-5000 мг, воду, очищенную – до 1 л. Не содержит генно-инженерно-модифицированных организмов.

Кормление птицы обеих групп было идентичным – комбикормом ООО «Птицефабрика Артемовская» с 1 по 8 день ПК 5-1, с 9 по 17 день ПК 5-2, с 18 по 24 день ПК 6-1, с 25 по 37 день ПК 6-2 и с 38 по 42 день ПК 6-2-б/в.

Птицу содержали в помещениях с естественно-искусственным освещением и контролируемым микроклиматом. Температурно-влажностный режим на протяжении эксперимента поддерживали в необходимом диапазоне в зависимости от возраста птицы: температура воздуха 20,7-33,0°C; относительная влажность 65-70%.

Еженедельно оценивали сохранность и прирост живой массы цыплят-бройлеров.

Лабораторные исследования проводили в отделе ветеринарно-лабораторной диагностики с испытательной лабораторией и в лаборатории иммунологии и патобиохимии Уральского НИВИ – структурного подразделения ФГБНУ «УрФАНИЦ УрО РАН».

Гистологические исследования выполняли согласно дизайну опыта. На 10, 20, 35 сутки эксперимента (по 3 головы из каждой группы) и в день уоя – 42 сутки (по 4 головы из каждой группы) проводили эвтаназию и аутопсию цыплят-бройлеров, отбирали семенники. Кусочки ткани для исследований фиксировали

в 10% нейтральном формалине. Гистологические препараты изготавливали по стандартной методике для световой микроскопии [8, 9]. Окраску гистологических препаратов проводили гематоксилином и эозином. Для изготовления препаратов материал иссекали на кусочки толщиной 3-5 мм, фиксировали в 10% растворе нейтрального забуференного формалина, проводку осуществляли по стандартной методике (гистопроцессор карусельного типа EpreDia STP 120) [8, 9]. После проводки кусочки заключали в парафин. Из парафиновых блоков изготавливали срезы толщиной 3 мкм (микротом – Microm HM450). Окраску проводили по стандартным методикам: депарафинизация, окрашивание в гематоксилине Карацци и эозине (10:2 мин) с последующей очисткой в спиртах, просветлением в ксилоле и заключением в синтетическую смолу. Просмотр микропрепаратов осуществляли на микроскопе Olympus BX 43 (Olympus, Япония) с цифровой камерой ADF Professional 03 (ADF, США).

Статистическую обработку эмпирических данных проводили с использованием программы IBM SPSS Statistics. Статистически значимыми считали различия при  $p \leq 0,05$ .

### **Результаты исследований**

В течение эксперимента проводили ежедневную оценку общего состояния и поведенческие реакции цыплят-бройлеров, реакцию на раздражители (звук, свет). По результатам наблюдения за птицей не выявили различий между группами – все особи были активны, проявляли интерес, одинаково охотно потребляли корм и пили воду. В течение всего периода выращивания симптомов интоксикации у цыплят-бройлеров как контрольной, так и опытной группы не регистрировали.

Сохранность цыплят-бройлеров контрольной группы составила 93,3%. Гибель 2-х особей произошла на протяжении первой недели жизни, при вскрытии ма-

**Таблица 1** – Изменения живой массы цыплят-бройлеров в период скармливания кормовой добавки «Янтарный холодок», г

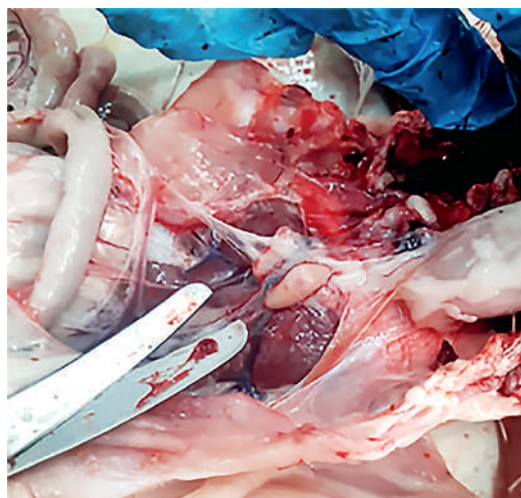
Возраст	Контрольная группа	Опытная группа «Янтарный холодок»
1 сутки	44,08±3,15	44,98±3,04
7 сутки	156,79±17,73	163,77±15,50
14 сутки	451,54±49,05	445,56±46,91
21 сутки	857,38±99,41	882,50±100,63
28 сутки	1472,86±190,13	1512,92±194,85
35 сутки	2100,24±270,45	2169,17±300,83
42 сутки	2883,89±384,57	2938,10±405,34

кроскопических признаков развития инфекционных заболеваний установлено не было. В опытной группе при выпаивании кормовой добавки «Янтарный холодок» сохранность составила 100%, что может свидетельствовать об улучшении обменных процессов в организме.

Еженедельная оценка динамики роста живой массы цыплят-бройлеров показала отсутствие статистически значимых различий между изучаемыми группами (таблица 1).

В суточном возрасте живая масса цыплят-бройлеров находилась на уровне от 44,08±3,15 г до 44,98±3,04 г. К середине опыта наибольшее значение живой массы установлено у особей, получавших кормовую добавку «Янтарный холодок» (882,50±100,63 г). Разница с контрольной группой составила 2,9%. Подобная тенденция сохранялась до конца эксперимента, и к моменту убоя (42 дня) живая масса цыплят-бройлеров в данных группах составила 2938,10±405, что было выше среднего значения в контрольной группе на 1,9%.

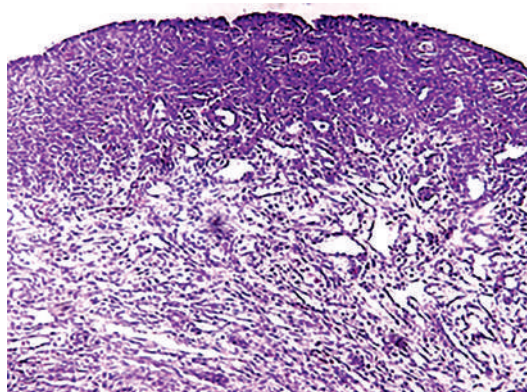
Измерение массы семенников у цыплят-бройлеров недостаточно информативно для определения их развития в течение роста птицы, поэтому мы решили использовать относительную массу вместо этого. В ходе нашего исследования мы обнаружили, что данные по абсолютной и относительной массе семенников показывают синхронное изменение в зависимости от возраста. Такая же тенденция наблюдалась и в отношении объема семенников (рисунок 1).



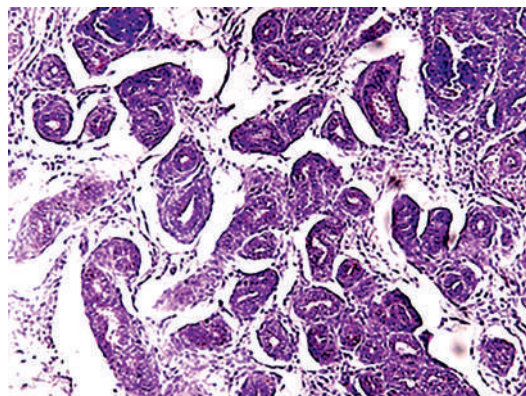
**Рисунок 1** – Макроскопическая структура семенников цыпленка-бройлера 20-суточного возраста

Анализ гематологических показателей цыплят-бройлеров контрольной и опытной групп выявил, что в течение эксперимента они находились в пределах референтных значений. И применение кормовой добавки «Янтарный холодок» в рационе цыплят-бройлеров не вызывает развития воспалительных и аллергических реакций в организме птиц, соответственно – не оказывает негативного влияния.

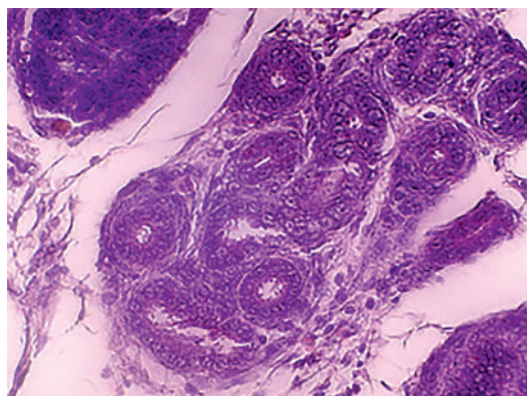
При морфологическом исследовании семенников от 10-суточных цыплят-бройлеров контрольной группы наблюдается формирование канальцев семенника, но основную площадь занимает соединительнотканная строма со значи-



**Рисунок 2** – Развитие семенника. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х200



**Рисунок 3** – Формирование канальцев придатка семенника. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х200



**Рисунок 4** – Структура семенных канальцев. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х600

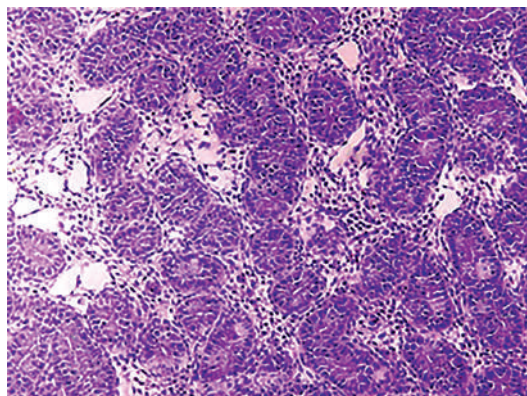
тельным количеством кровеносных сосудов (рисунок 2).

Наиболее ярко картина формирования канальцев выражена в придатке семенника, где канальцы представлены отдельными сегментами, между которыми находится соединительнотканная строма. В большинстве канальцев уже хорошо видна структура формирования эпителия, который представлен расположенными в один слой клетками сперматогенного эпителия и клетками Сертоли. При этом в эпителии выражен как базальный, так и апикальный край клеток, составляющих каналец. В таких канальцах хорошо виден просвет. В эпи-

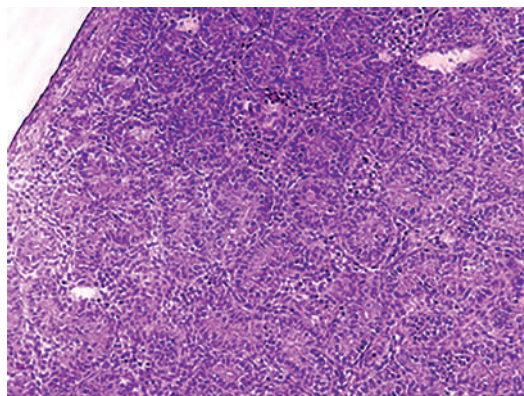
телиocyтaх просматриваются семенные пузырьки (рисунки 3, 4).

В течение 20 дней в контрольной группе происходят процессы дифференцировки сперматогенных канальцев, а также изменения в интерстициальной ткани. Стенка извитых сперматогенных канальцев состоит из собственной оболочки и сперматогенного эпителия. Сперматогенный эпителий, выстилающий внутреннюю стенку извитых канальцев, подвергается дифференциации. Сперматогенный эпителий представляет собой однослойный, призматический эпителий, состоящий из эпителиальных клеток, ядра которых окрашены базофильно – это сперматогонии, которые располагаются непосредственно на базальной мембране. Некоторые из этих клеток, имеющие пирамидальную форму с овальными или грушевидными ядрами и полярностью, также расположены на базальной мембране. Одновременно с этим в интерстициальной ткани хорошо заметны кровеносные сосуды разного калибра. В соединительнотканых волокнах наблюдается более направленная исчерченность.

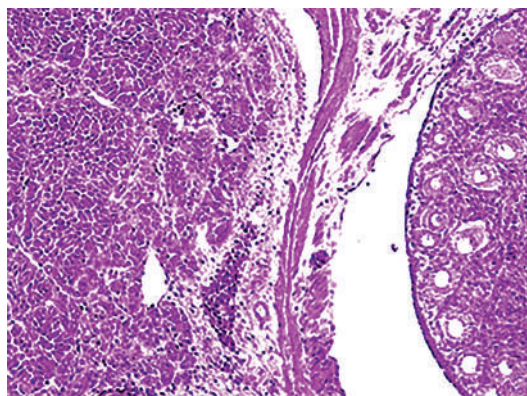
На 35 сутки в семенниках птицы контрольной группы чётко визуализируются канальцы, окруженные межтубочной соединительной тканью, которая находится в состоянии активной пролиферации (рисунок 5).



**Рисунок 5** – Структура семенника 35-суточных петухов-бройлеров. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200



**Рисунок 6** – Белочная оболочка семенника и сосуды микроциркуляторного русла. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200

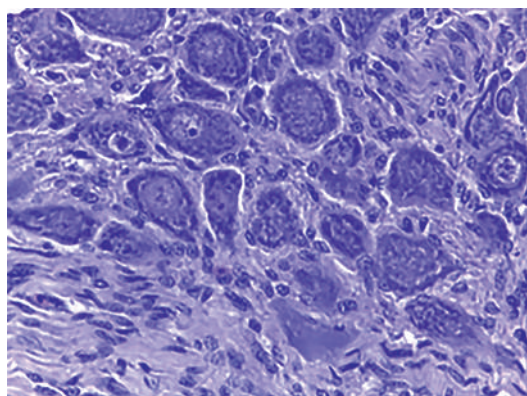


**Рисунок 7** – Тонкая соединительнотканная прослойка между яичником и семенником. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200

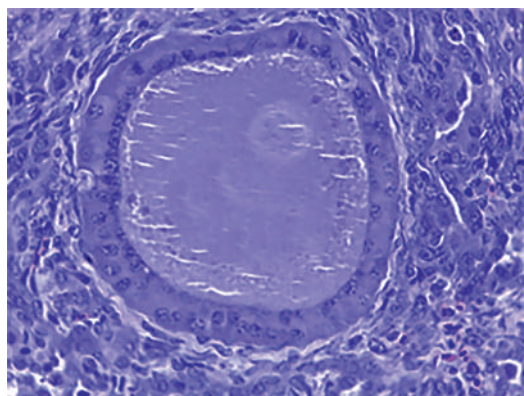
Белочная оболочка семенника не утолщена, сосуды микроциркуляторного русла умеренно кровенаполнены (рисунок 6).

У одной особи контрольной группы на 35 сутки был выявлен гермафродитизм. Небольшая соединительнотканная прослойка отделяет яичник от семенника. При этом в семеннике структура канальцев менее чётко выражена, имеет размытый рисунок в отличие от семенников у самцов данного возраста (рисунок 7).

В участках расположения семенников извитые семенные канальцы располагаются рыхло, различной величины и формы. Сперматогенный эпителий слабо



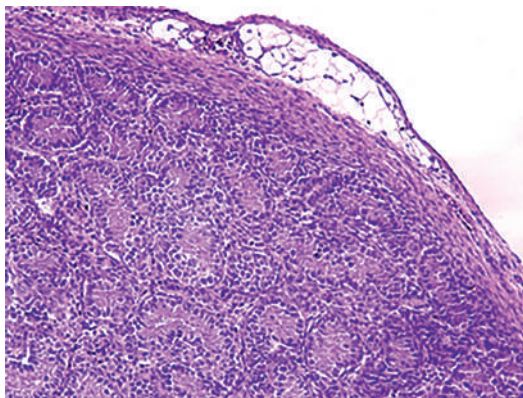
**Рисунок 8** – Участок семенника в яичнике. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x630



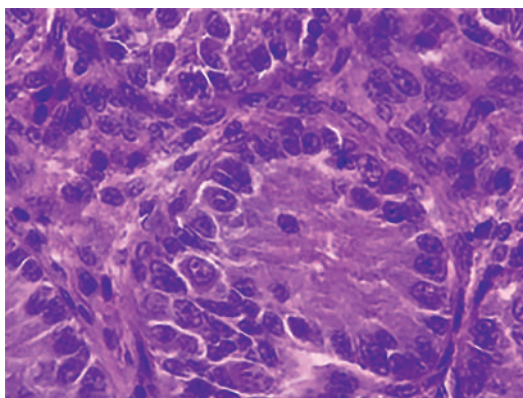
**Рисунок 9** – Один из фолликулов яичника цыпленка-гермафродита. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x630

выражен, местами располагается в несколько слоёв, есть участки его полного отсутствия в извитых канальцах. Обнаруживаются обширные участки абсолютно неразвитых извитых семенных канальцев, плотно расположенных друг к другу. Контуры их чётко очерчены, форма разнообразная от треугольной до вытянутой. Яичник у данного цыпленка-бройлера был более развит (рисунки 8, 9).

На 43 сутки у цыплят-бройлеров контрольной группы семенные канальцы располагаются в основном группами с хорошо выраженным сперматогенным эпителием и соединительнотканными элементами, окружающими каждый семенной каналец или их группы. Соединительнотканная строма хорошо развита, в



**Рисунок 10** – Строение семенника.  
Окраска гематоксилином и эозином.  
Ув.х200



**Рисунок 11** – Семенной каналец.  
Соединительнотканная строма. Окраска  
гематоксилином и эозином. Ув.х1000

ней наблюдается активная пролиферация соединительнотканнных элементов. Оболочка семенника содержит незначительные жировые скопления (рисунки 10, 11).

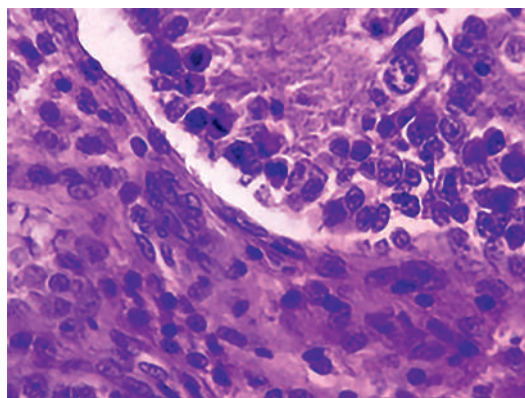
Признаков сперматогенеза не наблюдается. Семенные канальцы разной величины и формы. В ядрах сперматогенного эпителия находится значительное количество хроматина и хорошо видны признаки деления (рисунок 12).

В придатке семенника более рельефно просматривается структура семенных канальцев и разросшейся соединительной ткани, окружающей семенные канальцы, которые имеют разную величину и форму (рисунок 13).

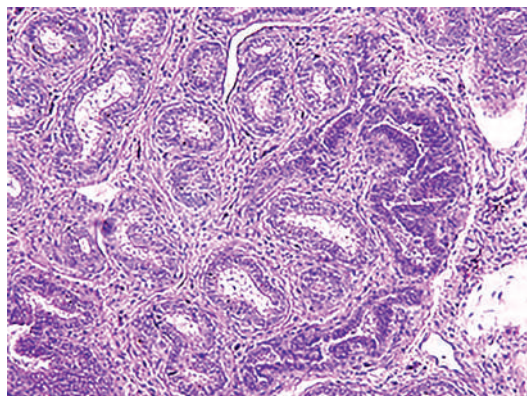
Рельефно выступает кровеносная система, представленная микроциркуляторным руслом, в основном заполненная эритроцитами (рисунок 14).

При добавлении кормовой добавки «Янтарный холодок» в опытной группе цыплят-бройлеров на 10 сутки наблюдается наличие большого количества стромы, соответственно малое количество паренхиматозной ткани. Строма богата кровеносными сосудами, отмечается хорошая васкуляризация тканей (рисунок 15).

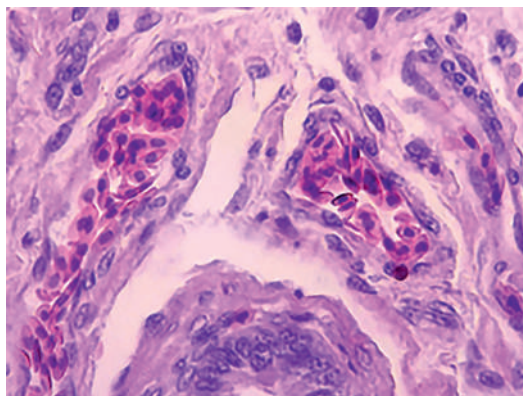
Семенные канальцы различной величины, округлой формы. Эпителиальные клетки, выстилающие просвет семенного канальца расположены в один ряд. В некоторых участках семенника эпителиаль-



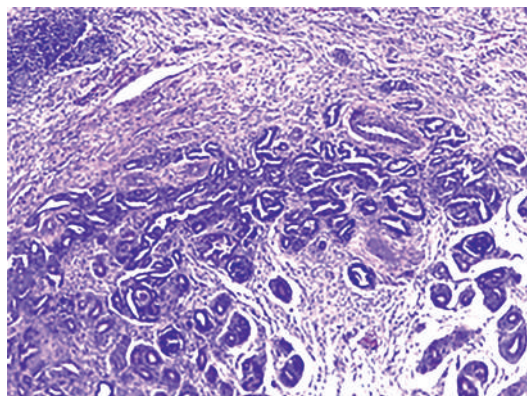
**Рисунок 12** – Признаки митоза  
сперматогенного эпителия. Окраска  
гематоксилином и эозином. Ув. х1000



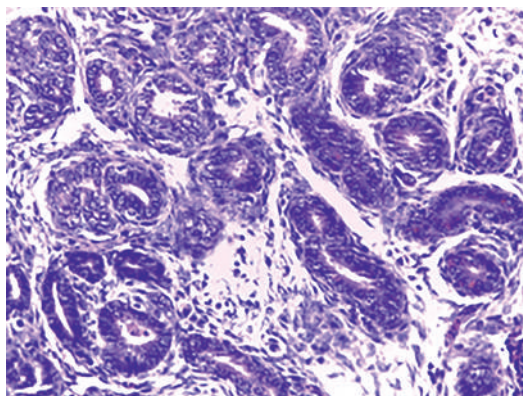
**Рисунок 13** – Строение придатка семенника. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.х1000.



**Рисунок 14** – Гиперемия сосудов микроциркуляторного русла придатка семенника. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.х1000



**Рисунок 15** – Формирование семенных канальцев. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.х100



**Рисунок 16** – Формирование сперматогенного эпителия семенных канальцев. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.х400

ные клетки семенных канальцев расположены в два ряда (рисунок 16).

Строма семенника богата клетками фибробластического ряда (зрелые и незрелые формы), с наличием коллагеновых волокон. Непосредственно вокруг семенных канальцев соединительнотканная строма более богата коллагеновыми волокнами, окрашенными в розовый цвет (рисунок 17).

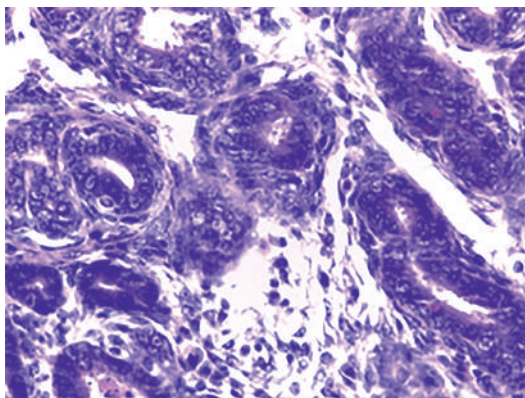
Артериальные кровеносные сосуды в состоянии активного формирования. Клетки эндотелия и адвентициальные клетки хаотично расположены. Неко-

торые из эндотелиальных клеток расположены перпендикулярно к просвету сосуда, к его эндотелиальной выстилке. Адвентициальные клетки находятся в состоянии пролиферации (рисунок 18).

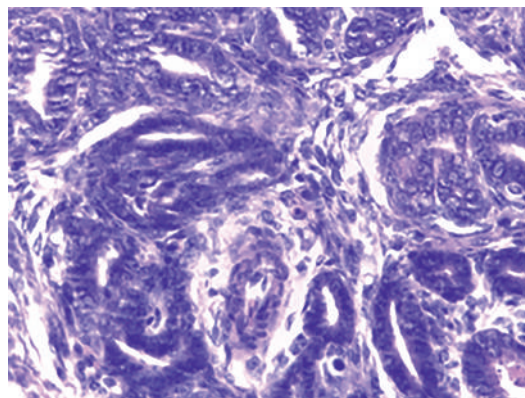
Под собственной оболочкой семенника идёт активное формирование семенных канальцев, в которых ещё нет просвета, а только чётко обозначены контуры семенных канальцев (рисунки 19, 20).

Строма семенников богата кровеносными сосудами разного калибра. В некоторых сосудах хорошо просматриваются эритроциты, как в венах, так и в сосудах





**Рисунок 17** – Паренхима и строма семенника. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х630



**Рисунок 18** – Формирование кровеносных сосудов. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х630

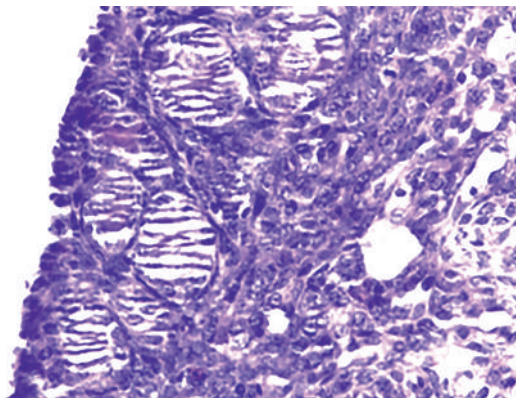
капиллярного русла. Отчётливой направленности соединительнотканых волокон в строме не просматривается. В некоторых участках соединительнотканые волокна в виде завихрений. Фибробластические элементы представлены в основном бластными формами (рисунок 21).

К 20 суткам в семеннике опытной группы цыплят-бройлеров прослеживается формирование семенных канальцев, просветы которых хорошо видны и эпителий чётко сформирован (рисунок 22).

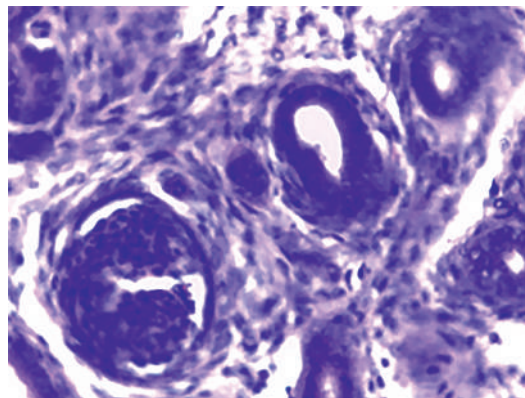
Соединительнотканная строма семенника содержит хорошо развитые кровеносные сосуды (рисунок 23).

В придатке семенника также идёт активное формирование всех его составляющих, но превалирует соединительнотканная строма, то есть идёт неполноценное формирование придатка семенника (рисунок 24).

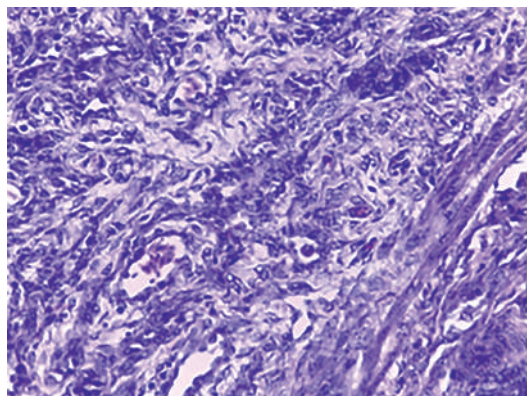
К 35 суткам в опытной группе у цыплят-бройлеров в структуре семенника морфологических изменений не выявлено. Продолжает изменяться структура, появляются возрастные изменения в формировании канальцев и соединительнотканной стромы, богатой клеточными элементами, белочная оболочка слегка утолщается (рисунок 25).



**Рисунок 19** – Формирование семенных канальцев. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х630



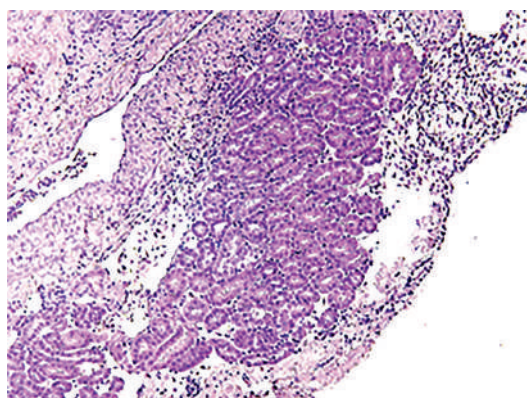
**Рисунок 20** – Сформированные и несформированные просветы семенных канальцев. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х630



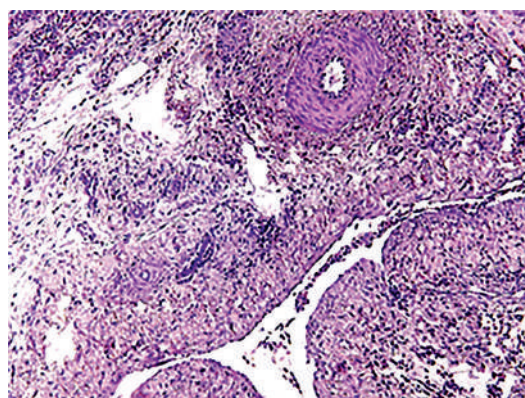
**Рисунок 21** – Строма семенника. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x400

В структуре семенника цыплят-бройлеров опытной группы на 43 сутки чётко прослеживается строение семенных канальцев, которые расположены одиночно или объединены в группы. Эпителий выстроен в один ряд, в котором видны хорошо контурированные ядра, расположенные базально. Просветы семенных канальцев очерчены апикальным краем эпителиоцитов. Тем не менее, можно отметить, что в структуре наблюдается активное разрастание соединительной ткани, которая окружает либо отдельные семенные канальцы или их группы (рисунок 26).

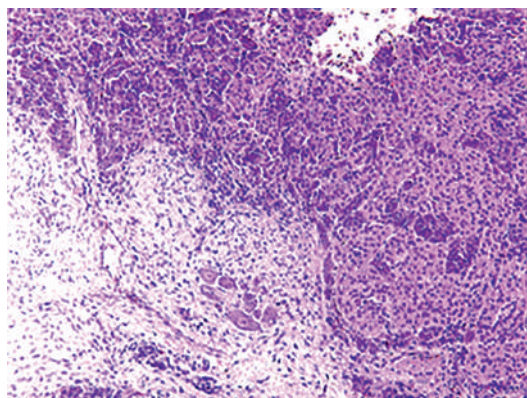
При большом увеличении (ув. x1000), видно, что эпителий семенных канальцев



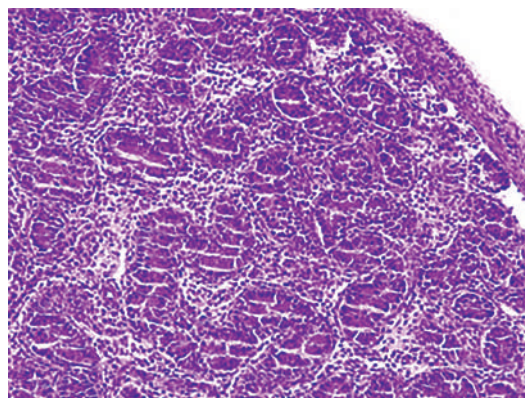
**Рисунок 22** – Формирование канальцев семенника. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200



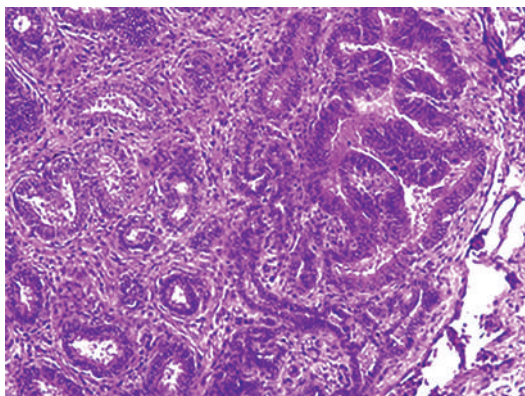
**Рисунок 23** – Строма семенника. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200



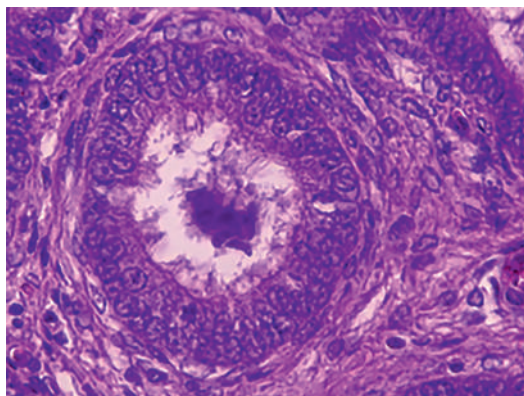
**Рисунок 24** – Активизация соединительнотканной стромы в придатке Семенника. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200



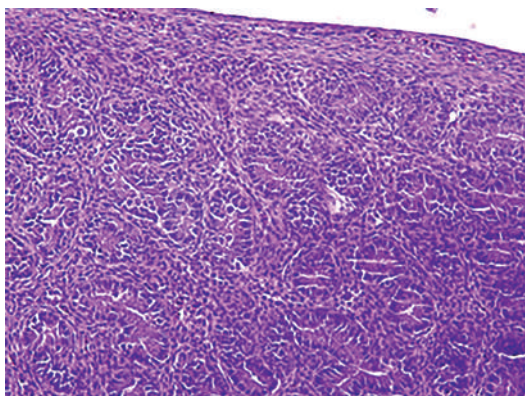
**Рисунок 25** – Структура семенника 35-суточного возраста. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200



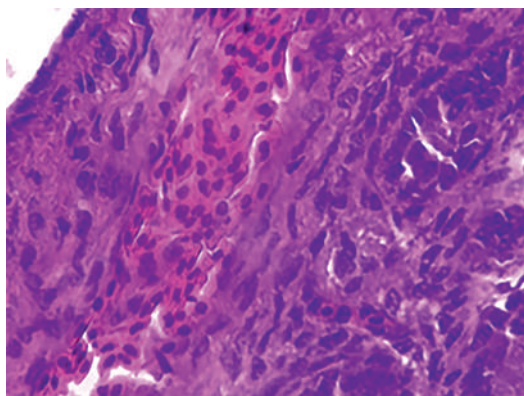
**Рисунок 26** – Структура семенника.  
Окраска гематоксилином и эозином.  
Ув. x200



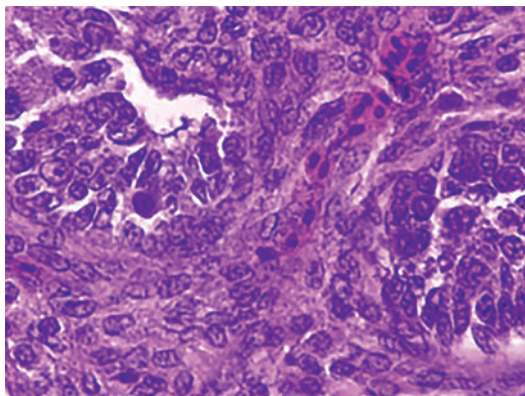
**Рисунок 27** – Семенной каналец в состоянии гиперплазии эпителия. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x1000



**Рисунок 28** – Утолщение белочной оболочки. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200



**Рисунок 29** – Гиперемия сосудов белочной оболочки. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x1000



**Рисунок 30** – Гиперемия сосудов микроциркуляторного русла. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x1000

располагается в один, два ряда, что соответствует его гиперплазии, а в просвете семенных канальцев видна бесформенная масса сперматоцитов (рисунок 27).

Белочная оболочка равномерно утолщена, в ней просматриваются элементы пролиферации (рисунок 28). Кровеносные сосуды белочной оболочки в состоянии активной гиперемии (рисунок 29). Сосуды микроциркуляторного русла также гиперемированы (рисунок 30).

#### **Выводы**

Включение в рацион цыплят-бройлеров кормовой добавки «Янтарный холодок» не оказало негативного влияния на общее состояние и поведенческие

реакции цыплят-бройлеров, реакция на раздражители (звук, свет) была адекватной и соответствовала физиологической норме.

100% сохранность птицы установлена в группе, получавшей кормовую добавку «Янтарный холодок». На протяжении эксперимента наилучшая динамика прироста живой массы также зарегистрирована у особей в данной группе –  $2938,10 \pm 405,34$  г, что было выше среднего значения в контрольной группе на 1,9% соответственно.

Анализом гематологических показателей цыплят-бройлеров контрольной и опытной групп выявлено, что в течение эксперимента они находились в пределах референтных значений. В конце опыта

признаков развития воспалительных и аллергических реакций в организме птицы под воздействием изучаемой кормовой добавки не регистрировали.

Гистологическим исследованием было установлено, что кормовая добавка, вводимая в рацион цыплят-бройлеров, не оказала негативного воздействия на формирование семенников. Их внутренняя структура соответствовала возрасту и не отличалась от строения семенников цыплят контрольной группы. Дальнейшее исследование морфометрических показателей и исследование других возрастных групп при воздействии данной биологически активной добавки даст возможность проследить её влияние на развитие репродуктивной системы.

### Библиографический список

1. Анискина, М. В. Биотехнологические способы получения и эффективного использования функциональных кормовых добавок в птицеводстве: дис. канд. с-х наук: 06.02.08. – Краснодар, 2020. – 119 с.
2. Александров, В.А. Использование зерна ячменя в рационах птицы / В.А. Александров, Л.Ф. Хлыстова // Эффективное использование кормов в птицеводстве: тез. доклад. – 1990. – С. 5–7.
3. Голубов, И. И. Развивать отечественное перепеловодство / И. И. Голубов, Г. В. Красноярцев // Птица и птицепродукты. – 2012. – № 5. – С. 27–29.
4. Тимошенко, Н. В. Развитие сырьевой базы мясной отрасли, прогноз на будущее / Н. В. Тимошенко, Д. С. Шхалахов, А. А. Нестеренко // Молодой ученый. – 2015. – № 5–1 (85). – С. 56–60.
5. Швецова, И. В. Продовольственная безопасность РФ / И. В. Швецова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 2 (7).
6. Бессарабова, Р. Ф. Корма и кормление сельскохозяйственной птицы / Р. Ф. Бессарабова, Л. В. Топорова, И. А. Егоров. – М.: Колос, 1992. – 271 с.
7. Викторов, П. И. Кормление животных – формообразующий фактор их роста и развития // Прошлое, настоящее и будущее зоотехнической науки: материалы Междунар. конф. – Тр. ВИЖа. – 2004. – № 62. – С. 275–280.
8. Кацы, Г. Д. Методические рекомендации к исследованию кожи и мышц млекопитающих / Г. Д. Кацы, Л. И. Коюда // Луганск: ООО «Перша друкарня на Паях» – 2012. – 22 с.
9. Меркулов, Г. А. Курс патологистологической техники. – 5 изд., испр. и доп / Г. А. Меркулов // Издательство «Медицина» Ленинградское отделение. – 1969. – 423 с.
10. Евглевский, А. А., Рыжкова, Г. Ф., Евглевская, Е. П., Ванина, Н. В., Михайлова, И. И., Денисова, А. В., Ерыженская, Н. Ф. Биологическая роль и метаболическая активность янтарной кислоты // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №9. – С. 67–69.
11. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества» (принят постановлением Госстандарта РФ от 17 декабря 1998 г. N 449) // ГАРАНТ.РУ информационно-правовой портал URL: <https://base.garant.ru/5368945/#friends> (дата обращения: 01.08.2023).

12. Кузьмина, Е. Н. Морфофункциональные особенности репродуктивных органов петухов кросса Hisex brown постинкубационного периода онтогенеза: дис. канд. биол. наук: 16.00.02. – Оренбург, 2009. – 159 с.

### References

1. Aniskina, M. V. Biotexnologicheskie sposoby` polucheniya i e`ffektivnogo ispol`zovaniya funkcional`ny`x kormovy`x dobavok v pticevodstve: dis. kand. s-x nauk: 06.02.08. – Krasnodar, 2020. – 119 s.
2. Aleksandrov, V.A. Ispol`zovanie zerna yachmenya v racionax pticy / V.A. Aleksandrov, L.F. Xly`stova // E`ffektivnoe ispol`zovanie kormov v pticevodstve: tez. doklad. – 1990. – S. 5–7.
3. Golubov, I. I. Razvivat` otechestvennoe perepelovodstvo / I. I. Golubov, G. V. Krasnoyarscev // Pticza i pticeproduktu`. – 2012. – № 5. – S. 27–29.
4. Timoshenko, N. V. Razvitie sy`r`evoy bazy` myasnoj otrasli, prognoz na budushhee / N. V. Timoshenko, D. S. Shxalaxov, A. A. Nesterenko // Molodoj uchenyj. – 2015. – № 5–1 (85). – S. 56–60.
5. Shveczova, I. V. Prodovol`stvennaya bezopasnost` RF / I. V. Shveczova // Vestnik Ul`yanovskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. – 2008. – № 2 (7).
6. Bessarabova, R. F. Korma i kormlenie sel`skoxozyajstvennoj pticy / R. F. Bessarabova, L. V. Toporova, I. A. Egorov. – M.: Kolos, 1992. – 271 s.
7. Viktorov, P. I. Kormlenie zhivotny`x – formoobrazuyushhij faktor ix rosta i razvitiya // Proshloe, nastoyashhee i budushhee zootexnicheskoj nauki: materialy` Mezhdunar. konf. – Tr. VIZha. – 2004. – № 62. – S. 275–280.
8. Kacy, G. D. Metodicheskie rekomendacii k issledovaniyu kozhi i my`shcz mlekopitayushhix / G. D. Kacy, L. I. Koyuda // Lugansk: OOO «Persha drukarnya na Payax» – 2012. – 22 s.
9. Merkulov, G. A. Kurs patologogistologicheskoj texniki. – 5 izd., ispr. i dop / G. A. Merkulov // Izdatel`stvo «Medicina» Leningradskoe otdelenie. – 1969. – 423 s.
10. Evglevskij, A. A., Ry`zhkova, G. F., Evglevskaya, E. P., Vanina, N. V., Mixajlova, I. I., Denisova, A. V., Ery`zhenskaya, N. F. Biologicheskaya rol` i metabolicheskaya aktivnost` yantarnoj kisloty` // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. – 2013. – №9. – S. 67–69.
11. Gosudarstvennyj standart RF GOST R 51232-98 “Voda pit`evaya. Obshhie trebovaniya k organizacii i metodam kontrolya kachestva” (prinyat postanovleniem Gosstandarta RF ot 17 dekabrya 1998 g. N 449) // GARANT.RU informacionno-pravovoj portal URL: <https://base.garant.ru/5368945/#friends> (data obrashheniya: 01.08.2023).
12. Kuz`mina, E. N. Morfofunkcional`ny`e osobennosti reproduktivny`x organov petuxov krossa Hisex brown postinkubacionnogo perioda ontogeneza: dis. kand. biol. nauk: 16.00.02. – Оренбург, 2009. – 159 с.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 26.02.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024.

The article was submitted 26.02.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 30.05.2024.

### *Информация об авторах:*

**Батанова Анна Михайловна** – аспирант кафедры морфологии и экспертизы

**Кундюкова Ульяна Ивановна** – доцент, доктор ветеринарных наук, «Уральский государственный аграрный университет», доцент кафедры морфологии и экспертизы, «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», старший научный сотрудник лаборатории промышленного птицеводства

**Дроздова Людмила Ивановна** – профессор, доктор ветеринарных наук – «Уральский государственный аграрный университет»; заведующая кафедрой морфологии и экспертизы – «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» – ведущий научный сотрудник отдела экологии и незаразной патологии животных

**Красноперов Александр Сергеевич** – кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунологии и патобиохимии отдела экологии и незаразной патологии

### *About the authors:*

**Anna M. Batanova** – postgraduate student of the department of morphology and expertise

**Ulyana I. Kundryukova** – associate professor, doctor of veterinary sciences, “Ural state agrarian university” – associate professor of the department of morphology and expertise; “Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences” – senior researcher of the laboratory of industrial poultry farming,

**Lyudmila I. Drozdova** – professor, doctor of veterinary sciences – “Ural State Agrarian University”; head of the department of morphology and expertise – “Ural federal agrarian research center of the Ural branch of the Russian academy of sciences” – leading researcher of the department of ecology and non-contagious animal pathology

**Alexander S. Krasnoperov** – candidate of veterinary sciences, senior researcher of the laboratory of immunology and pathobiochemistry of the department of ecology and non-contagious pathology

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 87-96.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):87-96.

## ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.87-96  
УДК 579.6

# Сравнительная эффективность пробиотических биопрепаратов и перспективы их применения в коневодстве

Иванникова Регина Фановна<sup>1</sup>, Пименов Николай Васильевич<sup>2</sup>,  
Смирнова Екатерина Александровна<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Россия, Москва

<sup>1</sup> regiotf@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3522-0447>

<sup>2</sup> pimenov-nikolai@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1658-1949>

<sup>3</sup> e.smirnova.a@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8805-617X>

**Аннотация.** В статье проведён сравнительный анализ эффективности применения различных групп пробиотиков и перспективы их применения в коневодстве. Многие годы пробиотические биопрепараты для лошадей выбирались на основе знаний о том, что хорошо для людей и, иногда – для сельскохозяйственных животных. Совершенствование технологий привело к новым знаниям в исследованиях состава кишечного микробиома лошадей, но, тем не менее, назначение пробиотиков в реальной клинической практике неоднозначно и сопряжено с трудностями, связанными с разнообразием представленных пробиотических препаратов, отсутствием единых стандартов их производства, недостаточной доказательной базой в отношении наиболее эффективных дозировок и форм выпуска. Тем не менее, в той или иной степени определены конкретные штаммы пробиотиков, наиболее эффективные при каждом конкретном заболевании.

**Ключевые слова:** пробиотики, коневодство, штаммы бактерий, бактериальные ферменты, микробиота.

**Для цитирования:** Иванникова, Р. Ф., Пименов, Н. В., Смирнова, Е. А. Сравнительная эффективность пробиотических биопрепаратов и перспективы их применения в коневодстве // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 87-96. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.87-96>.

Original article

## Comparative effectiveness of probiotic biologics and prospects for their use in horse breeding

Regina F. Ivannikova<sup>1</sup>, Nicolay V. Pimenov<sup>2</sup>, Ekaterina A. Smirnova<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K. I. Scriabin, Russia, Moscow

<sup>1</sup> regiotf@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3522-0447>

<sup>2</sup> pimenov-nikolai@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1658-1949>

<sup>3</sup> e.smirnova.a@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8805-617X>

**Abstract.** This article provides a comparative analysis of the effectiveness of the use of various groups of probiotics and the prospects for their use in horse breeding. For many years, probiotic biologics for horses have been selected based on knowledge of what is good for humans and, sometimes, for farm animals. The improvement of technologies has led to new data in studies of the composition of the intestinal microbiome of horses, but, nevertheless, the appointment of probiotics in real clinical practice is ambiguous and fraught with difficulties associated with the variety of probiotic drugs presented, the lack of uniform standards for their production, insufficient evidence base regarding the most effective dosages and forms of release. Nevertheless, to one degree or another, specific strains of probiotics have been identified that are most effective for each specific disease.

**Keywords:** probiotics, horse breeding, bacterial strains, bacterial enzymes, microbiota.

**For citation:** Ivannikova, R. F., Pimenov, N. V., Smirnova, E. A. Comparative effectiveness of probiotic biologics and prospects for their use in horse breeding // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):87-96. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.87-96>.

### Введение

Современное коневодство включает множество направлений – от спортивного до мясного и молочного. Несмотря на то, что содержание и кормление разных лошадей отличается, большинству владельцев приходится становиться перед выбором препаратов для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта и других систем и органов лошадей. Из-за анатомо-физиологических особенностей лошади наиболее чувствительны к заболеваниям пищеварительной системы.

За последнее десятилетие приблизительно в 46% случаев причиной смерти лошадей были заболевания желудочно-кишечного тракта, свыше 55% всех лошадей страдают заболеваниями с симпто-

мокомплексом колик [1]. Респираторные болезни занимают второе место. Учитывая доступность множества ветеринарных препаратов и в том числе антибиотиков, возрастает опасность возникновения дисбактериозов из-за нарушений в кормлении и неконтролируемом применении антибиотиков. Кроме того, существует опасность появления резистентных штаммов патогенных микроорганизмов.

Применение пробиотиков является дополнением и альтернативой применению антибиотиков и других химиотерапевтических средств. При выборе пробиотических биопрепаратов необходимо учитывать особенности строения, функционирования и биологический состав микрофлоры ЖКТ лошади.



### Материалы и методы

На основе теоретических методов исследования, таких как: актуальный обзор и системный анализ статей зарубежных и отечественных авторов из различных баз данных электронных библиотек (PubMed, ScienceDirect и др.) рассмотрены группы пробиотических биопрепаратов и перспективы их применения в коневодстве.

### Результаты исследований и их об- суждения

Микробиота кишечника лошади представляет собой сложную структуру, на которую влияет рацион и его питательные вещества, такие как крахмал. Например, диета, богатая крахмалом, способствует росту бактерий, которые могут утилизировать крахмал. Одновременно избыток крахмала может привести к снижению роста бактерий, ферментирующих клетчатку, и целлюлолитических бактерий. Известно, что по сравнению с другими группами микроорганизмов у лошадей в норме наиболее высок удельный вес лактобактерий: молочнокислых палочек в норме у человека в среднем от 104 до 109 в 1 г, а у лошадей от 107 до 108 [2]. Сейчас идентифицированы основные специфичные для лошадей микроорганизмы. Например, лактобактерии присутствуют во всех отделах ЖКТ лошади. *Lactobacillus acidophilus* – один из самых хорошо известных микроорганизмов, но недавно найдены и другие штаммы, более специфичные для лошадей: *L. reuteri* и *L. salivarius* – в верхних отделах пищеварительного тракта. Важными микроорганизмами являются *Bacillus subtilis*, *Propionibacterium freudenreichii*, метаболизирующие молочную кислоту и тем самым, восстанавливающие pH кишечника. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* – возможно, наиболее исследованный компонент пробиотических добавок – способствуют процессу ферментации при любом типе рациона. Поэтому эти микроорганизмы рекомендуются для включения в состав пробиотических кормовых добавок для лошадей [7].

Основными фармакотерапевтически- ми эффектами пробиотиков являются коррекция дисбактериоза у молодняка и взрослых животных, регуляция обменных процессов в организме путём повышения переваримости и усвояемости питательных веществ корма, а также иммуномодулирующее действие. Установлено, что большинство препаративных форм пробиотиков (44%) содержат *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* (14%), *Bacillus licheniformis* (14%), *Bifidobacterium bifidum* (7%) и *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* (7%) [3].

На основе дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в коневодстве применяются различные биопрепараты, в том числе зарегистрированные в Европейском Союзе [14]. Активные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* вытесняют патогенную микрофлору и стимулируют рост полезных микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте, способствуя восстановлению и поддержанию морфологии стенки кишечника. Применение кормовых добавок на основе дрожжей увеличивает расщепление и усвоение корма в кишечнике. Также повышается эффективность применения других подкормок. Кроме того, дрожжи выделяют ферменты, разрушающие токсины клостридий, предотвращая их пагубное воздействие. *Saccharomyces cerevisiae* сохраняют жизнеспособность при транзите на всем протяжении ЖКТ, устойчивы к воздействию кислоты желудка и солей желчных кислот.

Дрожжи резистентны к антибиотикам. Одновременно они становятся питательной средой для полезной микрофлоры. Передовыми продуктами сейчас являются добавки на основе дрожжей *Kluveromyces marxianus*. Они живут при более высоких температурах, чем *Saccharomyces cerevisiae* (45°C против 37°C), наращивают биомассу в 2 раза быстрее, способны подавлять патогенную микрофлору и разрушать микотоксины различными способами: ферментами, летучими органическими соединениями и т. д. [14].

На основе природных штаммов бактерий для борьбы с плесневыми и токсигенными грибами учёными Якутского НИИСХ разработан «Сахабактисубтил», который можно использовать для обработки кормов. Он характеризуется широким спектром антагонистической активности в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, а также некоторых токсигенных грибов. В состав препарата входят эубиотические микроорганизмы *Bacillus subtilis*, которые обладают не только фунгицидными, но и ферментативными и иммуностимулирующими свойствами [8]. Для разработки способа борьбы с плесневыми грибами учёные Якутского НИИСХ Неустроев М.П., Тарабукина Н.П. провели исследования по адсорбированию «Сахабактисубтил» на овсе. В опытном овсе в результате жизнедеятельности бактерий рода *Bacillus* количество плесневых грибов значительно сократилось. При микологическом исследовании обработанного препаратом «Сахабактисубтил» овса отмечено, что количество выделяемых колоний грибов снизилось в 40 раз. При изучении кишечного микробиоценоза отмечено увеличение лакто- и бифидобактерий с одновременным снижением условно-патогенных микроорганизмов, токсигенных и плесневых грибов *Aspergillus niger* и *Mucor romasissimus* [8].

Следующим примером служит комбинированный биопрепарат Иппосорб, который содержит в своем составе комплекс живых культур лактобактерий (*L. lactis*, *L. thermopylus*, *L. bulgaricus* не менее  $1 \times 10^8$  КОЕ/1см<sup>3</sup>), полисахаридов и натуральный сорбент. В отличие от традиционных энтеросорбентов, которые насыщают свою поверхность преимущественно в верхних отделах ЖКТ, «Иппосорб» способствует детоксикации и в нижних отделах ЖКТ. Связывание пробиотиков с поверхностью сорбента методом обратимой иммобилизации обеспечивает устойчивость комплекса в полости желудка, что повышает выживание лактобактерий. Диссоциация комплекса начинается

в дистальном отделе тонкого кишечника, достигая максимума в толстом кишечнике. Полисахариды служат субстратом для развития полезной микрофлоры, что позволяет бактериям быстро восстановить популяцию. В весенний период в рамках диспансеризации лошадей учебно-спортивной конюшни Брянского ГАУ, Яковлевой С.Е., Черненко В.В., Бовкун Г.Ф., Шепелевым С.И., Черненко Ю.Н. был установлен высокий процент (42%) заболеваемости органов дыхательной системы. В структуре респираторных болезней лошадей у 100% больных отмечали признаки ринита, у 18% животных был также диагностирован трахеит, у 22% – хронический бронхит. С целью установления этиологического фактора возникновения данной патологии, а также оценки степени функциональных расстройств были проведены изучение микробного состава воздуха, исследование смывов слизистой носа животных, гематологические исследования, исследование функциональной способности сердечно-сосудистой системы методом функциональных проб и ЭКГ. Спектр микрофлоры после количественного и качественного мониторинга воздуха был представлен следующими микроорганизмами и грибами: *Staphylococcus saprophyticus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium glaucum*. Применение кормовой добавки Иппосорб способствовало устранению признаков ринита и нормализации клинико-гематологических показателей. По данным Яковлевой С.Е., Черненко В.В. доказана целесообразность применения кормовой добавки в период интенсивной физической нагрузки с целью улучшения метаболических процессов в миокарде и нормализации функционального состояния сердца. Использование Иппосорба способствовало повышению переносимости лошадьми физических нагрузок, что подтверждалось сокращением времени нормализации пульса до 7–10 минут в сравнении с исходными данными. Отмечено, что применение кормовой добавки

способствовало улучшению состояния волосяного покрова – он стал более блестящим по сравнению с лошадьми в контрольной группе. Также отмечено улучшение состояния копытного рога. Было установлено, что спортивные лошади опытной группы более спокойно переносили тренировочную нагрузку, активнее двигались и преодолевали препятствия, более адекватно воспринимали требования, предъявляемые спортсменами [10].

Для профилактики и лечения гнойно-некротических поражений кожных покровов животных на рынке ветеринарных препаратов представлены лекарственные средства для местного применения, в том числе такие, в состав которых входят спорообразующие бактерии *B. Subtilis*. Примером может стать Ветоспорин в жидкой и гелевой формах, обладающий широким спектром действия против патогенных и условно-патогенных микроорганизмов и способствующий ускоренному заживлению ран [9].

Свои особенности применения пробиотиков есть и для жеребых кобыл. Микробиоценоз пищеварительного тракта в значительной степени определяет микрофлору родовых путей, а, в последующем, и пищеварительного тракта новорождённого животного. Известно, что у здоровой самки плод в матке стерилен и остаётся таковым до момента родов. А уже через сутки из фекалий новорождённых животных разных видов высеиваются различные микроорганизмы [18]. Становление кишечного биоценоза зависит от биологических особенностей бактерий, принимающих участие в колонизации, и факторов внешней среды. В первую очередь это условия проведения родов, количественный и качественный состав так называемой «хлевной» микрофлоры, окружающей новорождённое животное с первых минут жизни. Важным фактором является наличие или отсутствие гинекологических заболеваний у матерей. Микрофлора, заселяющая слизистые оболочки родовых путей млекопитающих, широко представлена нормальными об-

лигатно-анаэробными (бактероиды, бифидобактерии, пептококки, пептострептококки), факультативно анаэробными и аэробными (лактобактерии, эшерихии и другие энтеробактерии, коринебактерии, стафилококки, стрептококки и др.) микроорганизмами. Она имеет тесную корреляцию с микрофлорой пищеварительного тракта. Более чем в половине случаев обнаружены лактобактерии, бифидобактерии, энтерококки, в 50% случаев – стафилококки, в 40% случаев – эшерихии. Следовательно, основных представителей резидентной микрофлоры плод получает уже при прохождении родовых путей. Ливановой Т.К. и Данилевской Н.В. в условиях конных заводов были проведены исследования, показавшие стимулирующий действие кормовой добавки Лактобифадол на рост и развитие жеребят – годовиков и двухлеток. Лактобифадол положительно влиял на аппетит, общее состояние и при других заболеваниях (дыхательной системы, аллергических дерматитах). Есть наблюдения о том, что вирусные респираторные инфекции у лошадей, систематически получавших этот пробиотик, протекали в более лёгкой форме в короткие сроки [6].

Использование биопрепаратов на основе пробиотиков жеребят также имеет некоторые особенности. Диарея жеребят – проблема, имеющая значительные клинические и экономические последствия, и применение препаратов, влияющих на микробиоту, может играть важную роль. Однако, учитывая динамичное развитие симбионтной микрофлоры жеребят и её важную составляющую для здоровья, любые профилактические или терапевтические усилия по изменению её состава должны быть основаны на фактических данных. Некоторые исследования подтвердили, что недостоверный контроль качества пробиотиков приводит к непреднамеренному введению продуцирующих токсины или иные патогенные штаммы бактерий, а также штаммов, несущих гены устойчивости к противомикробным препаратам. Следова-

но, к применению препаратов на основе пробиотиков необходимо подходить с особой предосторожностью. Несмотря на то, что пробиотики предполагают многообещающие эффекты, ещё недостаточный клинических опыт их использования делает невозможным взвесить все «за» и «против» их применения. Передовые технологии в области исследований состава микробиоты лошадей различных половозрастных групп, возможно, прояснят причинно-следственные связи развития заболеваний с учётом меняющегося состава микрофлоры желудочно-кишечного тракта. С другой стороны, трансплантация микробиоты от здоровых животных может быть альтернативным способом лечения заболеваний пищеварительного тракта, позволяющим практикующим врачам восстановить здоровую микробиоту даже без полного понимания её состава и структуры [15].

Christina Ströbel, Elena Günther было отмечено, что применение жеребяткам добавок на основе штаммов *Lactobacillus rhamnosus* и *Enterococcus faecium*, начинающееся сразу после рождения, не профилактирует развитие диареи – жеребята страдали от диареи чаще и в течение более длительных периодов времени, чем жеребята, не получавшие пробиотические препараты [18].

В зарубежной литературе уделяется больше внимания исследованию безопасности и эффективности пробиотиков. В одной из публикаций С. Giselle Cooke, Zamira Gibb, Joanna E. Harnett был проведён анализ использования здоровым и лошадям с различными заболеваниями препаратов на основе пробиотических бактерий. Не было выявлено достоверных преимуществ применения лошадям пробиотических бактерий для улучшения переваривания крахмала и клетчатки, а также для лечения и профилактики желудочно-кишечных заболеваний, в т. ч. для профилактики сальмонеллёза. Противоречивые результаты были получены при проведении обследования новорождённых жеребят. Сообщалось об

усилении диареи и дополнительных побочных явлениях в результате введения пробиотических бактерий. Вместе с тем было отмечено, что применение пробиотиков спортивным лошадям улучшает аэробную подготовку и выносливость [13].

Pauline Grimm с коллегами оценивали влияние добавок на основе дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*) и микроводорослей (*Aurantiochytrium limacinum*) на микробную экосистему кишечника и фекалий лошадей, в рационе которых преобладало высокое содержание клетчатки или крахмала. Было установлено, что крахмалистая диета явно модифицировала микробную экосистему. При назначении лошадям кормовых добавок не было обнаружено существенных изменений ни в содержании бактерий, ни в концентрациях летучих жирных кислот и лактата, ни в рН [16].

Таким образом, можно отметить, что использование нутрицевтиков лошадям позиционируется как оптимальные методы лечения и профилактики заболеваний часто без проведения независимых исследований, подтверждающих их эффективность и безопасность [12, 17]. Назначение пробиотиков в реальной клинической практике сопряжено с трудностями, связанными с разнообразием биопрепаратов, отсутствием единых стандартов их производства, недостаточной доказательной базой в отношении наиболее эффективных дозировок и форм выпуска. Тем не менее, определены конкретные штаммы пробиотиков, наиболее эффективные при конкретном заболевании [11].

### Выводы

На основании проведённого анализа открытых литературных данных можно утверждать, что действие пробиотиков не сводится к простому заселению кишечника, как это зачастую представляется. Их влияние более сложно и многопланово. Оно осуществляется на 3-х уровнях: в полости пищеварительного канала, на уровне эпителия и иммунной системы ки-

шечника, что способствует конкуренции с патогенной и условно-патогенной микробиотой, усилению защитного барьера кишечника, иммуномодулирующему эффекту. Учитывая многообразие механизмов действия пробиотиков, показания к их назначению достаточно широки. Но не следует забывать о некоторых особенностях [4, 5]: микроорганизм должен быть полностью идентифицирован (род, вид и штамм); должны отсутствовать патогенные эффекты и токсичность; микроорганизм не должен ассоциироваться с заболеванием или нести гены резистентности к антибиотикам; он должен быть жизнеспособным и стабильным в желудочно-кишечном тракте, устойчивым к кислоте, желчи и пищеварительным ферментам; должен прикрепляться к поверхности слизистой оболочки и сохранять функциональные свойства в кишечнике; должен быть стабильным во время производственного процесса, в процессе обработки, подготовки и хранения; должен иметь достаточное количество жизнеспособных клеток; должен быть исследован *in vitro* и *in vivo*, где должна быть доказана его

клиническая эффективность, в том числе специальные эффекты.

Важнейшим условием выбора штамма пробиотика являются: безопасность, т. е. отсутствие патогенных свойств у микроорганизма; фенотипическая и генотипическая стабильность; отсутствие риска передачи генов антибиотикорезистентности другим микробам, обитающим в кишечнике; отсутствие возможности повреждать и преодолевать слизистый кишечный барьер; временный характер колонизации кишечника (способность к самоэлиминации).

В целом многие пробиотические штаммы признаны полностью безопасными и хорошо переносятся животными. Однако в редких случаях могут наблюдаться побочные эффекты, которые, имея небольшой процент встречаемости, практически не исследуются и не принимаются во внимание. Таким образом, некоторые вопросы, касающиеся выживаемости, дозы и безопасности биопрепаратов на основе пробиотиков, остаются не до конца изученными и требуют дальнейших исследований.

### Библиографический список

1. Абельмажанова, О. В. Патологии желудочно-кишечного тракта у лошадей / О. В. Абельмажанова, Е. Г. Калугина, О. А. Столбова // Мир Инноваций. – 2022. – № 2(21). – С. 3-7. – EDN UQCYSY.
2. Кривда, М. И. Исследование микрофлоры половой системы кобыл / М. И. Кривда, А. Е. Галатюк, Л. А. Солодкая // Биология животных. – 2015. – Т. 17, № 3. – С. 57-62. – EDN UJUXHF.
3. Жарикова, Е. А. Пробиотики для животных: современный ассортимент, фармакодинамика и особенности применения в ветеринарии / Е. А. Жарикова, Т. В. Бойко // Актуальные вопросы ветеринарии: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры ветеринарной микробиологии, инфекционных и инвазионных болезней факультета ветеринарной медицины ИВМиБ, Омск, 29 июня 2020 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2020. – С. 463-469. – EDN SJBUFO.
4. Корниенко, Е. А. Пробиотики, постбиотики и парaproбиотики / Е. А. Корниенко // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2022. – № 9(205). – С. 240-250. – DOI 10.31146/1682-8658-ecg-205-9-240-250. – EDN DPRIJB.
5. Effect of the feed additive ProVetin on the development of foals / R. Ivannikova, E. Smirnova, G. Navruzshoeva [et al.] // E3s web of conferences: International Conference on Ensuring Sustainable Development: Ecology, Energy, Earth Science and Agriculture (AEES2023), China, Russia, 21–22 декабря 2023 года. – Les Ulis, 2024. – P. 04020. – DOI 10.1051/e3sconf/202449404020. – EDN CEFDCN.
6. Данилевская, Н. В. Фармакоррекция в перинатальный период у жеребых кобыл / Н. В. Данилевская, Т. К. Ливанова, М. А. Ливанова // Ветеринар. – 2014. – № 4. – С. 32-40. – EDN UZUTEV.
7. Иванникова, Р. Ф. Эффективность кормовой добавки ПроВетин в коневодстве / Р. Ф. Иванникова,

- Е. В. Бессарабова, Е. А. Смирнова // *Ветеринария*. – 2023. – № 9. – С. 56-60. – DOI 10.30896/0042-4846.2023.26.9.56-60. – EDN YKOAGW.
8. Неустроев, М. П. Технологии применения иммунобиологических и пробиотических препаратов в сельском хозяйстве: сборник методических пособий / М. П. Неустроев, Н. П. Тарабукина. – Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью «Сибирская академическая книга», 2022. – 374 с. – ISBN 978-5-6048579-5-3. – EDN OVWXBO.
  9. Сверчкова, Н. В. Пробиотические препараты на основе бактерий рода *Vacillus* для животноводства, птицеводства и промышленного рыбоводства / Н. В. Сверчкова // *Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: Сборник научных трудов. Том 12*. – Минск: Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Белорусская наука», 2020. – С. 252-264. – EDN EFAAKS.
  10. Физиологические показатели спортивных лошадей при скармливании препарата «Иппосорб» / С. Е. Яковлева, В. В. Черненко, Г. Ф. Бовкун [и др.] // *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2019. – № 5(75). – С. 61-65. – EDN HHIMRG.
  11. Ana Berreta, Jamie Kopper / *Equine Probiotics-What Are They, Where Are We and Where Do We Need To Go?* / *Equine Vet Sci*. 2022 Aug;115:104037. doi: 10.1016/j.jevs.2022.104037.
  12. Ingrid Vervuert, Meri Stratton-Phelps / *The Safety and Efficacy in Horses of Certain Nutraceuticals that Claim to Have Health Benefits* / *Vet Clin North Am Equine Pract*. 2021 Apr;37(1):207-222. doi: 10.1016/j.cveq.2020.11.002. Epub 2021 Feb 19.
  13. C Giselle Cooke, Zamira Gibb, Joanna E Harnett, *The Safety, Tolerability and Efficacy of Probiotic Bacteria for Equine Use* / *J Equine Vet Sci*. 2021 Apr;99:103407. doi: 10.1016/j.jevs.2021.103407. Epub 2021 Feb 11.
  14. Katharina Langner, Ingrid Vervuert / *Impact of nutrition and probiotics on the equine microbiota: current scientific knowledge and legal regulations* / *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere* 2019 Feb;47(1):35-48. doi: 10.1055/a-0824-5210. Epub 2019 Feb 26.
  15. Rachel Goodman-Davis, Marianna Figurska, Anna Cywinska / *Gut Microbiota Manipulation in Foals-Naturopathic Diarrhea Management, or Unsubstantiated Folly?* 2021 Sep 4;10(9):1137. doi: 10.3390/pathogens10091137
  16. Pauline Grimm / *Dietary composition and yeast/microalgae combination supplementation modulate the microbial ecosystem in the caecum, colon and faeces of horses* / *Br J Nutr*. 2020 Feb 28;123(4):372-382. doi: 10.1017/S0007114519002824. Epub 2019 Nov 6.
  17. Alexandra Destrez, Pauline Grimm, Véronique Julliard / *Dietary-induced modulation of the hindgut microbiota is related to behavioral responses during stressful events in horses* / *Physiol Behav*. 2019 Apr 1;202:94-100. doi: 10.1016/j.physbeh.2019.02.003. Epub 2019 Feb 3.
  18. Christina Ströbel, Elena Günther, Kristin Romanowski, Kirsten Büsing / *Effects of oral supplementation of probiotic strains of *Lactobacillus rhamnosus* and *Enterococcus faecium* on diarrhoea events of foals in their first weeks of life* / *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2018 Oct;102(5):1357-1365. doi: 10.1111/jpn.12923. Epub 2018 May 23.

### References

1. Abel`mazhanova, O. V. *Patologii zheludochno-kishechnogo trakta u loshadej* / O. V. Abel`mazhanova, E. G. Kalugina, O. A. Stolbova // *Mir Innovacij*. – 2022. – № 2(21). – С. 3-7. – EDN UQCYCY.
2. Kry`vda, M. I. *Issledovanie mikroflory` polovoj sistemy` koby`l* / M. I. Kry`vda, A. E. Galatyuk, L. A. Solodkaya // *Biologiya tvarin*. – 2015. – Т. 17, № 3. – С. 57-62. – EDN UJUXHF.
3. Zharikova, E. A. *Probiotiki dlya zhivotny`x: sovremenny`j assortiment, farmakodinamika i osobennosti primeneniya v veterinarii* / E. A. Zharikova, T. V. Bojko // *Aktual`ny`e voprosy` veterinarii: Materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj 100-letiyu kafedry` veterinarnoj mikrobiologii, infekcionny`x i invazionny`x boleznej fakul`teta veterinarnoj mediciny` IVMiB, Omsk, 29 iyunya 2020 goda*. – Omsk: Omskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet imeni P. A. Stoly`pina, 2020. – С. 463-469. – EDN SJBUFO.

4. Kornienko, E. A. Probiotiki, postbiotiki i paraprotiotiki / E.A. Kornienko // *E`ksperimental`naya i klinicheskaya gastroe`nterologiya*. – 2022. – № 9(205). – S. 240-250. – DOI 10.31146/1682-8658-ecg-205-9-240-250. – EDN DPRIJB.
5. Effect of the feed additive ProVetin on the development of foals / R. Ivannikova, E. Smirnova, G. Navruzshoeva [et al.] // *E3s web of conferences: International Conference on Ensuring Sustainable Development: Ecology, Energy, Earth Science and Agriculture (AEES2023), China, Russia, 21–22 dekabrya 2023 goda*. – Les Ulis, 2024. – P. 04020. – DOI 10.1051/e3sconf/202449404020. – EDN CEFDN.
6. Danilevskaya, N. V. Farmokorrekcija v perinatal`ny`j period u zhereby`x koby`l / N. V. Danilevskaya, T. K. Livanova, M. A. Livanova // *Veterinar*. – 2014. – № 4. – S. 32-40. – EDN UZUTEV.
7. Ivannikova, R. F. E`ffektivnost` kormovoj dobavki ProVetin v konevodstve / R. F. Ivannikova, E. V. Bessarabova, E. A. Smirnova // *Veterinariya*. – 2023. – № 9. – S. 56-60. – DOI 10.30896/0042-4846.2023.26.9.56-60. – EDN YKOAGW.
8. Neustroev, M. P. *Texnologii primeneniya immunobiologicheskix i probioticheskix preparatov v sel`skom xozyajstve: sbornik metodicheskix posobij* / M. P. Neustroev, N. P. Tarabukina. – Novosibirsk: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost`yu «Sibirskaya akademicheskaya kniga», 2022. – 374 s. – ISBN 978-5-6048579-5-3. – EDN OVWXBO.
9. Sverchkova, N. V. Probioticheskie preparaty` na osnove bakterij roda *Bacillus* dlya zhivotnovodstva, ptcevodstva i promy`shlennogo ry`bovodstva / N. V. Sverchkova // *Mikrobnny`e biotexnologii: fundamental`ny`e i prikladny`e aspekty`*: Sbornik nauchny`x trudov. Tom 12. – Minsk: Respublikanskoe unitarnoe predpriyatie «Izdatel`skij dom «Belorusskaya nauka», 2020. – S. 252-264. – EDN EFAAKS.
10. Fiziologicheskie pokazateli sportivny`x loshadej pri skarmlivanii preparata «Ipposorb» / S. E. Yakovleva, V. V. Chernenok, G. F. Bovkun [i dr.] // *Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii*. – 2019. – № 5(75). – S. 61-65. – EDN HHIMRG.
11. Ana Berreta, Jamie Kopper / *Equine Probiotics-What Are They, Where Are We and Where Do We Need To Go?* / *Equine Vet Sci*. 2022 Aug;115:104037. doi: 10.1016/j.jevs.2022.104037.
12. Ingrid Vervuert, Meri Stratton-Phelps / *The Safety and Efficacy in Horses of Certain Nutraceuticals that Claim to Have Health Benefits* / *Vet Clin North Am Equine Pract*. 2021 Apr;37(1):207-222. doi: 10.1016/j.cveq.2020.11.002. Epub 2021 Feb 19.
13. C Giselle Cooke, Zamira Gibb, Joanna E Harnett, *The Safety, Tolerability and Efficacy of Probiotic Bacteria for Equine Use* / *J Equine Vet Sci*. 2021 Apr;99:103407. doi: 10.1016/j.jevs.2021.103407. Epub 2021 Feb 11.
14. Katharina Langner, Ingrid Vervuert / *Impact of nutrition and probiotics on the equine microbiota: current scientific knowledge and legal regulations* / *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere* 2019 Feb;47(1):35-48. doi: 10.1055/a-0824-5210. Epub 2019 Feb 26.
15. Rachel Goodman-Davis, Marianna Figurska, Anna Cywinska / *Gut Microbiota Manipulation in Foals-Naturopathic Diarrhea Management, or Unsubstantiated Folly?* 2021 Sep 4;10(9):1137. doi: 10.3390/pathogens10091137
16. Pauline Grimm / *Dietary composition and yeast/microalgae combination supplementation modulate the microbial ecosystem in the caecum, colon and faeces of horses* / *Br J Nutr*. 2020 Feb 28;123(4):372-382. doi: 10.1017/S0007114519002824. Epub 2019 Nov 6.
17. Alexandra Destrez, Pauline Grimm, Véronique Julliard / *Dietary-induced modulation of the hindgut microbiota is related to behavioral responses during stressful events in horses* / *Physiol Behav*. 2019 Apr 1;202:94-100. doi: 10.1016/j.physbeh.2019.02.003. Epub 2019 Feb 3.
18. Christina Ströbel, Elena Günther, Kristin Romanowski, Kirsten Büsing / *Effects of oral supplementation of probiotic strains of *Lactobacillus rhamnosus* and *Enterococcus faecium* on diarrhoea events of foals in their first weeks of life* / *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2018 Oct;102(5):1357-1365. doi: 10.1111/jpn.12923. Epub 2018 May 23.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.  
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.03.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024;  
принята к публикации 30.05.2024  
The article was submitted 12.03.2024; approved after reviewing 24.05.2024;  
accepted for publication 30.05.2024

### **Информация об авторах:**

**Иванникова Регина Фановна** – кандидат биологических наук, доцент, кафедра физиологии, фармакологии и токсикологии им. А. Н. Голикова и И. Е. Мозгова, доцент кафедры частной зоотехнии

**Пименов Николай Васильевич** – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой иммунологии и биотехнологии, доцент кафедры частной зоотехнии

**Смирнова Екатерина Александровна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры иммунологии и биотехнологии, доцент кафедры частной зоотехнии

### **Information about the authors:**

**Regina F. Ivannikova** – candidate of biological sciences, associate professor, department of physiology, pharmacology and toxicology named after A. N. Golikov and I. E. Mozgov, associate professor of the department of private animal science

**Nicolay V. Pimenov** – doctor of biological sciences, professor, head of the department of immunology and biotechnology, associate professor of the department of private animal science

**Ekaterina A. Smirnova** – candidate of biological sciences, associate professor of the department of immunology and biotechnology, associate professor of the department of private animal science



Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 97-103.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):97-103.

## ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.97-103  
УДК 619:616.98.636.8

# Инцидентность, диагностика и динамика заболеваемости вирусного лейкоза кошек

Булаковская Оксана Андреевна

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Россия, Москва

oksana\_kruglik@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0001-9362-0529>

**Аннотация.** Вирусный лейкоз кошек (FeLV) относится к роду гаммаретровирусов семейства Retroviridae. Интегрируется в геном клетки хозяина и вызывает лимфо-пролиферативные заболевания и различные морфологические изменения костного мозга и нарушение работы иммунной системы, приводит к вторичным инфекциям. Восприимчивые животные – домашние кошки и некоторые дикие представители семейства кошачьих. Выделение вируса происходит в основном со слюной, но также может происходить с калом и мочой. Вирус не стабилен в окружающей среде, для передачи требуется близкий контакт животных, либо проведение гемотрансфузий и использование необработанного инструментария. При непрямом контакте тоже возможна передача возбудителя болезни. Такое заражение происходит через совместное использование лотков, кормушек. Вертикальный путь заражения – от кошки котят. Восприимчивы все возрастные группы животных. Восприимчивость к прогрессирующей инфекции (развитию прогрессивной формы болезни): более подвержены котята. Вирусный лейкоз кошек – распространённая инфекционная болезнь семейства кошачьих. Клинически его относят к хроническим вирусным инфекциям, однако иногда болезнь может протекать остро и может приводить к гибели в период первичной вiremии. Распространённость заболевание приобретает в связи с выгульным содержанием животных, а также, из-за отказа владельцев в применении дополнительной вакцинации животного против FeLV. Сложность диагностики вирусного лейкоза кошек связана с полиморфизмом клинических признаков. Поэтому перечень дифференциальных диагнозов как инфекционной, так и не инфекционной патологии разнообразен. В данной статье представлен алгоритм диагностики вирусного лейкоза кошек, клинико-гематологические исследования и вирусологические исследования с применением экспресс-тестирования методом иммунохроматографии (ИХА). Данный метод вирусного лейкоза наиболее широко применяется в клинической практике для первичной идентификации FeLV, представлены тест системы ИХА. На основании данных, полученных в результате анализа инцидентности за 2020-2023 г., выявили увеличение распространения заболевания в последний год. Так же представлены породная, возрастная и половая предрасположенность кошек к FeLV.

---

© Булаковская, О. А., 2024

---

**Ключевые слова:** кошки, ПЦР (полимеразная цепная реакция), ИФА (иммуноферментный анализ), Вирусный лейкоз кошек (ВЛК), инцидентность вирусного лейкоза.

**Для цитирования:** Булаковская, О. А. Инцидентность, диагностика и динамика заболеваемости вирусного лейкоза кошек // Иммунология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 97-103. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.97-103>.

**Исследования проводились в рамках государственного задания: регистрационный номер ЕГИСУ темы НИР: FSMF-2022-0003.**

## INFECTIOUS DISEASES AND IMMUNOLOGY

Original article

# Incidence, diagnosis and dynamics of the incidence of viral leukemia in cats

**Oksana An. Bulakovskaya**

Russian Biotechnological University. ROSBIOTECH, Russia, Moscow

[oksana\\_kruglik@mail.ru](mailto:oksana_kruglik@mail.ru)

<https://orcid.org/0009-0001-9362-0529>

**Abstract.** Feline viral leukemia (FeLV) belongs to the genus of gamma retroviruses of the Retroviridae family. It integrates into the genome of the host cell and causes lymphoproliferative diseases and various morphological changes in the bone marrow and disruption of the immune system leads to secondary infections. Susceptible animals are domestic cats and some wild representatives of the feline family. The release of the virus occurs mainly with saliva, but can also occur with feces and urine. The virus is unstable in the environment. For transmission, close contact of animals is required, or blood transfusions and the use of untreated instruments. With indirect contact, transmission of the pathogen is also possible. Such infection occurs through the sharing of trays, feeders. The vertical path of infection from cat to kittens. All age groups of animals are susceptible. Susceptibility to progressive infection (the development of a progressive form of the disease) kittens are more susceptible. Feline viral leukemia is a common infectious disease of the feline family. Clinically, it is classified as a chronic viral infection, but sometimes the disease can be acute and can lead to death during primary viremia. The prevalence of the disease is acquired in connection with the walking of animals, as well as due to the refusal of owners to apply additional vaccination to animals against FeLV. The complexity of the diagnosis of feline viral leukemia is associated with the polymorphism of clinical signs. Therefore, the list of differential diagnoses of both infectious and non-infectious pathology is diverse. This article presents an algorithm for the diagnosis of feline viral leukemia, clinical and hematological studies and virological studies using rapid testing by immunochromatography (IHA). This method of viral leukemia is most widely used in clinical practice for the primary identification of FeLV, the IHA test system is presented. Based on the data obtained as a result of the incident analysis for 2020-2023. An increase in the spread of the disease has been revealed in the last year. The breed, age and sexual predisposition of cats to FeLV are also presented.

**Keywords:** cats, PCR (polymerase chain reaction), ELISA (enzyme immunoassay), feline viral leukemia (VLC), incidence of viral leukemia.

**For citation:** Bulakovskaya, O. A. Incidence, diagnosis and dynamics of the incidence of viral leukemia in cats // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):97-103. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.97-103>.

**The research was conducted within the framework of the state assignment: registration number EGISU research topic: FSMF-2022-0003.**

### **Введение**

Вирусный лейкоз кошек (FeLV) относится к роду гаммаретровирусов семейства Retroviridae. Он интегрируется в геном клетки хозяина и вызывает лимфо-пролиферативные заболевания и различные морфологические изменения костного мозга. При этом нарушение работы иммунной системы приводит к вторичным инфекциям. Восприимчивые животные – домашние кошки и некоторые дикие представители семейства кошачьих [2]. Выделение вируса происходит в основном со слюной, но также может происходить с калом и мочой. Вирус не стабилен в окружающей среде: для передачи требуется близкий контакт животных, либо проведение гемотрансфузий и использование необработанного инструментария. При непрямом контакте тоже возможна передача возбудителя болезни. Такое заражение происходит через совместное использование лотков и кормушек. Возможен вертикальный путь заражения от кошки котят. Восприимчивы все возрастные группы животных. Восприимчивость к прогрессирующей инфекции (развитию прогрессивной формы болезни) более характерна для котят.

Первичная виремия происходит посредством инфицирования лимфоцитов и макрофагов. Вторичная виремия связана с поражением костного мозга и инфицированием клеток миелоидного и тромбоцитарного ростков [4].

Данные о распространённости заболевания разнятся, процент выявления зависит от использования в клиниках разных лабораторных систем. По данным исследований на примере одной и той же ветеринарной клиники, выявляемость в 2011 г в Москве при иммунохроматогра-

фическом тестировании (ИХА тестирование) вирусного лейкоза составило 11,9%. В 2015г с помощью ПЦР выявляемость составила 20,7% случаев [1]. Наибольшее число заболевших животных регистрируется в Центральном административном округе и Троицком административном округе, территория Новой Москвы. Большая частота встречаемости заболевания в районах Новой Москвы наиболее, вероятно, связана с выгульным содержанием животных [3].

Вирусный лейкоз вызывает как пролиферативные заболевания, так и различные цитопении. Факторами вирулентности является генотип и степень воздействия. Факторами устойчивости организма – статус иммунной системы и возраст. Заражение одним штаммом приводит к онкогенезу, другим – к мутации в популяции лимфоцитов и клеток гемопоэза. Иммунологический контроль отображается в способности некоторых животных сдерживать и прекращать репликацию вируса [2].

Подтип вируса влияет на клиническую картину заболевания. Примерно 90% анемий, связанных с вирусным лейкозом, являются не регенеративными. Инфекция FeLV-C ведёт к эритроидной аплазии: эквивалентом в крови является не регенераторная анемия. FeLV-C связывается с белком-экспортером гема и гибелью предшественников эритроцитов. Клиническим проявлением является макроцитоз и отсутствие ретикулоцитоза [6].

Несмотря на имеющиеся в этом направлении исследования, не определены факторы распространения заболевания по московскому региону, не выявлена корреляция заболеваемости, связанная с репродуктивным статусом и возрастом животных. Таким образом, выбранное направление исследования является актуальным.

**Цель работы:** дать научно обоснованный подход к факторам распространения заболевания в Московском регионе. Изучить половую, породную и возрастную предрасположенности к данной патологии. Научно обосновать подходы к методам диагностики.

**Материалы и методы.**

Исследования проводились на кафедре болезней мелких домашних, лабораторных и экзотических животных ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИО-ТЕХ)», лаборатории «Онкологии, офтальмологии и биохимии животных», ветеринарных клиниках «в Добрые Руки» г. Москва, в рамках государственного задания: регистрационный номер ЕГИСУ темы НИР: FSMF-2022-0003.

плению осуществлялась путём иммунохроматографии (ИХА) посредством тест-систем QBQVET (рисунок 1) на выявление антигена FeLV, а при признаках иммуносупрессии проводили комбо-тест ИХА на выявление антигена к вирусному лейкозу и к вирусному иммунодефициту (рисунок 2).

**Результаты исследований и их обсуждение**

Результаты экспресс-тестирования методом иммунохроматографии (ИХА) на вирусную лейкемию представлены на рисунке 3. Полоса в тестовой и контрольной зонах означает положительный результат тестирования и откалиброванный тест. Результаты тестирования на вирусную лейкемию и вирусный иммунодефицит (комбинированным тестом ИХА) представлены на рисунке 4. Представлена группа тестов от



**Рисунок 1 – ИХА тест на ВЛК**



**Рисунок 2 – ИХА тест на ВИК/ВЛК**

Объектом исследования были кошки, различного пола, различного репродуктивного статуса, возраста и породы: 82 пациента. Все они были инфицированы FeLV в период с 2020–2023 годы.

Проводились сбор анамнеза, осмотр и инструментальные методы диагностики, гематологические исследования, вирусологические исследования. Вирусологическое исследование при первичном посту-

положительного (крайний слева), слабо положительного (в центре) и отрицательного (крайний справа) результатов.

Результаты исследования по изучению распространения и инцидентности вирусного лейкоза кошек приведены в таблице 1. Из неё следует, что выявляемость вирусного лейкоза кошек в последний год увеличилась. В период с 28.12.2020 г по 27.12.2021 г инцидентность составила 29 пациентов,



Рисунок 3 – ИХА ВЛК



Рисунок 4 – ИХА ВИК/ВЛК

или 35,36% случаев. В период с 28.12.2021 по 27.12.2022 – 15 пациентов, что составило 18,29% случаев. А за период 28.12.2022 по 27.12.2023 – 38 пациентов и, соответственно 46,34% от всех инфицированных. Это связано с большей информированностью врачей и владельцев животных о необходимости тестирования на вялотекущие инфекции животных с признаками лимфоденита, иммуносупрессии, нарушения регенерации, длительными гематологическими нарушениями, не связанными с оперативным вмешательством и кровопотерей.

Результаты исследования половой предрасположенности к вирусному лейкозу кошек представлены в диаграмме 1. Из 82 исследованных кошек число заболевших самок 36 голов, а самцы – 40 голов, что составило соответственно самки 40,24% самцов 59,76 %.

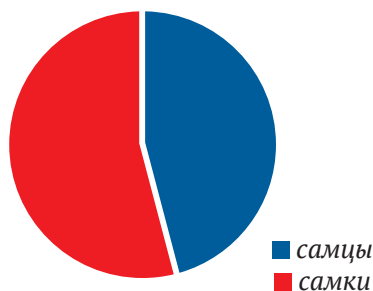
Результаты репродуктивного статуса животных приведены в диаграммах 2 и 3). Из 82 пациентов кастрированных было 30 голов, что соответствовало 36,59% всей популяции, а не кастрированных – 52 головы, что составило 63,41%.

Результаты встречаемости по породам и полу животных представлены в таблице 2. Из неё следует, что наиболее часто вирусный лейкоз регистрировался у некастрированных метисов: численность метисов была выше, чем породистых кошек. Из породистых кошек чаще всего болезнь регистрировалась у мейн-кунов, абиссинских кошек и у животных британской породы.

Результаты встречаемости вирусного лейкоза по породе и возрасту представлены в таблице 3. Полученные нами сведения аналогичны данным зарубежной литературы по развитию прогрессивной формы болезни в молодом возрасте. Также выявлено, что половой предрасположенности по частоте встречаемости нет. Не кастрированные самцы и самки в возрасте от одного года до четырёх лет болеют в равной пропорции, а вот численность кастрированных сверстников с данным заболеванием существенно ниже. Потому что кастрированные животные, даже находящиеся на выгульном содержании, в уличных условиях реже

Таблица 1 – Динамика заболеваемости вирусного лейкоза кошек по периодам на примере клиники в ЮЗАО г. Москвы

Период исследования	Инцидентность ВЛК по периодам	
	Абсолютное число	%
28.12.2020-27.12.2021	29	35.36
28.12.2021-27.12.2022	15	18.29
28.12.2022-27.12.2023	38	46.34
Всего	82	100



**Диаграмма 1** – Соотношение самцов и самок в исследовании



**Диаграмма 2** – Репродуктивный статус пациентов

**Таблица 2** – Инцидентность FeLV по породе и возрасту

Порода	Σ 82	%	♀	%	♂	%	каст. ♀	%	каст. ♂	%
Британская	5	6,10	-	-	4	80	1	20	-	-
Мейн Кун	7	8,53	4	57,1	1	14,29	-	-	2	28,56
Экзот	4	4,88	1	25	1	25	-	-	2	50
Корниш рекс	1	1,21	-	-	-	-	1	100	-	-
Абиссинская	7	8,53	-	-	6	85,71	-	-	1	14,29
Бурма	1	1,21	-	-	1	100	-	-	-	-
Персидская	2	2,44	1		1		-	-	-	-
Метисы	55	67/0	17		15		14		9	

**Таблица 3** – Частота регистрируемого вирусного лейкоза кошек в связи с возрастом и полом

Возраст кошек\лет	♀	%	♀ каст.	%	♂	%	♂ Каст.	%
1-4	18	78,26	3	18,75	18	62,07	3	21,43
4-8	3	13,04	7	43,75	6	20,70	5	35,71
Старше 8	2	8,70	6	37,50	5	17,23	6	42,86
Итого	23	100	16	100	29	100	14	100

вступают в прямой контакт с носителями вируса семейства кошачьих.

**Выводы**

Распространённость вирусного лейкоза кошек (ВЛК, FeLV) увеличилась на 28.05% в период 28.12.2022-27.12.2023 по сравнению с периодом 28.12.2021-27.12.2022 гг, данная динамика связана с увеличением числа исследуемых на данную инфекцию животных. Увеличение количества проводимых тестирований на ВЛК связано с повышением осведомлённости ветеринарных специ-

алистов по данному заболеванию. Для диагностики используется комплексный подход, а наиболее часто применяемым тестом для первичной идентификации FeLV является иммунохроматография (ИХА). Вирусный лейкоз кошек регистрируется в основном у некастрированных самцов и некастрированных самок в возрасте от одного года до четырёх лет. Наибольшая распространённость вирусного лейкоза кошек характерна для животных метисов, а среди породных кошек – для мейн-кунов и абесинцев.

## Библиографический список

1. Бажбина, Е. Б., Соколова, Ю. Б. Лейкемия и иммунодефицит-скрытые вирусные инфекции кошек // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. – 2010. – №. 1. – С. 6-8.
2. Зенченко, А. П., Макаров, В. В. Вирусная лейкемия кошек как проблема современной ветеринарии: обзор литературы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virusnaya-leykemiya-koshek-kak-problema-sovremennoy-veterinarii-obzor-literatury> (дата обращения: 14.01.2024).
3. Полякова, И. В., Шабейкин, А. А., Лахтюхов, С. В., Гулюкина, И. А., Комина, А. К., Дроздова, Е. И., Забережный, А. Д. (2017). Инцидентность выявления вируса лейкоза у домашних кошек в Москве. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 71(11), 551-562. Полякова, И. DOI:10.18551/rjoas.2017-11.73.
4. Hofmann-Lehmann, R, Hartmann, K. Feline leukaemia virus infection: A practical approach to diagnosis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2020;22(9):831–846. doi: 10.1177/1098612X209417
5. Hoover, E.A., Mullins JI. Feline leukemia virus infection and diseases. *J Am Vet Med Assoc*. 1991 Nov. 15;199(10):1287-97. PMID: 1666070.
6. Sykes, J. E., Hartmann K. Feline leukemia virus infection. *Canine and feline infectious diseases*. 2014 p.224.
7. Beall, M. J., Buch, J., Clark, G., Estrada, M., Rakitin, A., Hamman, N. T., Frenden, M. K., Jefferson, E.P., Amirian, E. S. and Levy, J.K., 2021. Feline leukemia virus p27 antigen concentration and proviral DNA load are associated with survival in naturally infected cats. *Viruses*, 13(2), p.302.

## References

1. Bazhibina, E. B., Sokolova, Yu. B. Lejkemiya i immunodeficit-skryty'e virusny'e infekcii koshek // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. Melkie domashnie i dikie zhivotny'e. – 2010. – №. 1. – С. 6-8.
2. Zenchenkova, A. P., Makarov, V. V. Virusnaya lejkemiya koshek kak problema sovremennoj veterinarii: obzor literatury // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. 2020. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virusnaya-leykemiya-koshek-kak-problema-sovremennoy-veterinarii-obzor-literatury> (data obrashheniya: 14.01.2024).
3. Polyakova, I. V., Shabeykin, A. A., Laxyuxov, S. V., Gulyukina, I. A., Komina, A. K., Drozdova, E. I., Zaberezhnyj, A. D. (2017). Incidentnost' vy'javleniya virusa lejkoza u domashnix koshek v Moskve. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 71(11), 551-562. Polyakova, I. DOI:10.18551/rjoas.2017-11.73.
4. Hofmann-Lehmann, R, Hartmann, K. Feline leukaemia virus infection: A practical approach to diagnosis. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2020;22(9):831–846. doi: 10.1177/1098612X209417
5. Hoover, E.A., Mullins JI. Feline leukemia virus infection and diseases. *J Am Vet Med Assoc*. 1991 Nov. 15;199(10):1287-97. PMID: 1666070.
6. Sykes, J. E., Hartmann K. Feline leukemia virus infection. *Canine and feline infectious diseases*. 2014 r.224.
7. Beall, M. J., Buch, J., Clark, G., Estrada, M., Rakitin, A., Hamman, N. T., Frenden, M. K., Jefferson, E.P., Amirian, E. S. and Levy, J.K., 2021. Feline leukemia virus p27 antigen concentration and proviral DNA load are associated with survival in naturally infected cats. *Viruses*, 13(2), p.302.

Статья поступила в редакцию 25.03.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024.

The article was submitted 12.02.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 30.05.2024.

## Информация об авторе:

**Булаковская Оксана Андреевна** – аспирант кафедры болезней мелких домашних, лабораторных и экзотических животных

## Information about the author:

**Oksana A. Bulakovskaya** – postgraduate student of the department of diseases of small domestic, laboratory and exotic animals

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 104-111.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):104-111.

## ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.104-111  
УДК 576.8:591.2:597.2/.5(26)

# Нарушение показателей перекисного гомеостаза при дирофиляриозе собак

Бякова Ольга Викторовна<sup>1</sup>, Пилип Павел Александрович<sup>2</sup>,  
Пилип Лариса Валентиновна<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Вятский государственный агротехнологический университет,  
РФ, г. Киров, пр-кт Октябрьский, д. 133

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
РФ, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

<sup>1</sup> Aib05@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0001-5901-7689>

<sup>2</sup> super-pasha-pilip@yandex.ru

<https://orcid.org/0009-0000-5373-2086>

<sup>3</sup> pilip\_larisa@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9695-7146>

**Аннотация.** Доминирующей формой выработки энергии является аэробное дыхание. Четырёхэлектронное восстановление кислорода приводит к образованию метаболической воды и энергии. Однако утечка электронов с промежуточных переносчиков в цитохромной дыхательной цепи или превалирование процессов свободного окисления без аккумуляции высвобождающейся энергии в энергию АТФ приводят к синтезу активных форм кислорода (АФК). К таким формам относятся супероксидный радикал, гидроксильный радикал и перекись водорода. Наиболее стабильным соединением является  $H_2O_2$ , которая может накапливаться до значительного уровня как внутри клетки, так и вне её. Супероксидный и гидроксильный радикалы крайне реакционноактивны, они способны вступать в другие реакции окисления, порождая образование новых свободных радикалов, а их синтез носит бесконечно цепной характер. Следует отметить, что понятие АФК используется для обозначения свободных радикалов кислорода, однако последние также включают активные формы азота, железа, меди и серы. Уязвимость клеток к окислению лежит в основе облигатного анаэробноза, спонтанного мутагенеза и использования окислительного стресса в качестве биологического оружия. В физиологических условиях существует баланс между образованием и распадом свободных радикалов в организме. Несмотря на то, что свободные радикалы повреждают клеточные компоненты (липиды, белки и ДНК), что приводит к нарушению транспорта веществ, метаболизма, мутациям и гибели клетки, они играют важную роль в эмбриогенезе, апоптозе, иммунных реакциях организма.

В работе приводится анализ уровня показателей перекисного окисления липидов у служебных собак с антропозоонозным заболеванием дирофиляриоз в зависимости от интенсивности инвазии. Диагноз на дирофиляриоз подтверждали путём обнаружения микрофилярий в крови животных, используя метод концентрации личинок с дистиллированной

© Бякова, О. В., Пилип, П. А., Пилип, Л. В., 2024



водой. Получены референсные значения показателей перекисного гомеостаза у клинически здоровых, незаражённых собак. В показателях свободно-радикального окисления выявлены изменения, коррелирующие с интенсивностью инвазии у собак. Наибольшая концентрация малонового диальдегида ( $8,0 \pm 0,3$  мкмоль/л) отмечалась у собак опытной группы 2 с высокой степенью инвазии, у этих животных показатель SH-групп, сигнализирующий о повреждении белков в клеточных мембранах, также был достоверно выше, в сравнении с клинически здоровыми собаками. Одновременно зарегистрировано снижение концентрации церулоплазмينا до уровня  $10,2 \pm 0,3$  мг%, что указывает на истощение антиоксидантной системы при одновременном накоплении малонового диальдегида.

**Ключевые слова:** активные формы кислорода, дирофиляриоз, перекисное окисление липидов, клеточные мембраны, малоновый диальдегид, церулоплазмин, служебные собаки.

**Для цитирования:** Бякова, О. В., Пилип, П. А., Пилип, Л. В. Нарушение показателей перекисного гомеостаза при дирофиляриозе собак // Ипология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 104-111. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.104-111>.

## INFECTIOUS DISEASES AND IMMUNOLOGY

Original article

# Disturbance of indicators of peroxide homeostasis in dirofilariasis of dogs

Olga V. Byakova<sup>1</sup>, Pavel Al. Pilip<sup>2</sup>, Larisa V. Pilip<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Vyatka State Agrotechnological University, 133 Oktyabrsky Ave., Kirov, Russian Federation

<sup>2</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
29 Politechnicheskaya str., Saint Petersburg, Russian Federation

<sup>1</sup> Aib05@mail.ru

<sup>2</sup> super-pasha-pilip@yandex.ru

<sup>3</sup> pilip\_larisa@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0001-5901-7689>

<https://orcid.org/0009-0000-5373-2086>

<https://orcid.org/0000-0001-9695-7146>

**Abstract.** Aerobic respiration is the dominant form of energy production. The four-electron reduction of oxygen leads to the formation of metabolic water and energy. However, the leakage of electrons from intermediate carriers in the cytochrome respiratory chain or the prevalence of free oxidation processes without accumulation of released energy into ATP energy lead to the synthesis of reactive oxygen species (ROS). Such forms include superoxide radical, hydroxyl radical and hydrogen peroxide. The most stable compound is H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, which can accumulate both inside and outside the cell to a significant level. Superoxide and hydroxyl radicals are extremely reactive, they are capable of entering into other oxidation reactions, generating the formation of new free radicals, and their synthesis is infinitely chain-like. It should be noted that the concept of ROS is used to refer to oxygen free radicals, but the latter also include active forms of nitrogen, iron, copper and sulfur. The vulnerability of cells to oxidation underlies obligate anaerobiosis, spontaneous mutagenesis and the use of oxidative stress as a biological weapon. Under physiological conditions, there is a balance between the formation and breakdown of free radicals in the body. Despite the fact that free radicals damage cellular components (lipids, proteins and DNA), which leads to disruption of substance transport, metabolism, mutations and cell

death, they play an important role in embryogenesis, apoptosis, and immune reactions of the body.

The article analyzes the level of lipid peroxidation in service dogs with dirofilariasis, depending on the intensity of invasion. The diagnosis of dirofilariasis was confirmed by detecting microfilariae in the blood of animals using the method of concentration of larvae with distilled water. Reference values of peroxide homeostasis indices in clinically healthy, uninfected dogs were obtained. Changes correlating with the intensity of invasion in dogs were revealed in the indicators of free radical oxidation. The highest concentration of malondialdehyde ( $8.0 \pm 0,3$  mmol/l) was observed in dogs of the experimental group 2 with a high degree of invasion. In animals of the experimental group 2, the indicators of SH groups signaling damage to proteins in cell membranes were significantly higher compared to clinically healthy dogs. At the same time, a decrease in the concentration of ceruloplasmin was recorded to the level of  $10.2 \pm 0.3$  mg%, which indicates depletion of the antioxidant system with simultaneous accumulation of malondialdehyde.

**Keywords:** reactive oxygen species, dirofilariasis, lipid peroxidation, cell membranes, malondialdehyde, ceruloplasmin, service dogs.

**For citation:** Byakova, O. V., Pilip, P. A., Pilip, L. V. Disturbance of indicators of peroxide homeostasis in dirofilariasis of dogs // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):104-111. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.104-111>.

### Введение

Доминирующей формой выработки энергии является аэробное дыхание. Четырёхэлектронное восстановление кислорода приводит к образованию метаболитической воды и энергии. Однако утечка электронов с промежуточных переносчиков в цитохромной дыхательной цепи или превалирование процессов свободного окисления без аккумуляции высвобождающейся энергии в энергию АТФ приводят к синтезу активных форм кислорода (АФК) [2, 6]. К таким формам относятся супероксидный радикал, гидроксильный радикал и перекись водорода. Наиболее стабильным соединением является  $H_2O_2$ , которая может накапливаться до значительного уровня как внутри клетки, так и вне её. Супероксидный и гидроксильный радикалы крайне реакционноактивны, они способны вступать в другие реакции окисления, порождая образование новых свободных радикалов, а их синтез носит бесконечно цепной характер [12, 16]. Следует отметить, что понятие АФК используется для обозначения свободных радикалов кислорода, однако последние также включают активные формы азота, железа, меди и серы [13]. Уязвимость клеток к окислению лежит в основе облигатного анаэробноза, спонтанного мутагенеза и

использования окислительного стресса в качестве биологического оружия [14].

В физиологических условиях существует баланс между образованием и распадом свободных радикалов в организме. Несмотря на то, что свободные радикалы повреждают клеточные компоненты (липиды, белки и ДНК), что приводит к нарушению транспорта веществ, метаболизма, мутациям и гибели клетки, они играют важную роль в эмбриогенезе, апоптозе, иммунных реакциях организма [2, 15].

При паразитарных инвазиях отмечена высокая интенсивность синтеза АФК и течения процессов перекисного окисления липидов в организме [3, 4, 11]. Резкое усиление окислительных процессов при недостаточной работе системы антиоксидантной защиты приводит к сдвигу гомеостаза и развитию окислительного стресса. Стимуляция процессов свободно-радикального окисления и снижение активности антиоксидантной защиты приводит к накоплению высокорезакционных продуктов и прогрессированию патологических процессов в организме [9, 13, 15]. Изучение процессов свободно-радикального окисления позволит более глубоко взглянуть на патогенез при антропоозоонозных трансмиссивных инвазиях.

**Цель исследований** – изучить некоторые показатели перекисного гомеостаза у клинически здоровых собак и животных с диагнозом дирофиляриоз, подтверждённым лабораторным путём.

**Материал и методика исследований**

Исследования проводились на собаках породы немецкая овчарка, принадлежащих одному из кинологических питомников в Кировской области. Кормление животных осуществлялось два раза в день, в рацион входили мясные субпродукты, мясо, крупы (греча, рис и пшено). Содержались собаки в индивидуальных вольерах.

Изучение показателей, отражающих перекисный гомеостаз, проводили в два этапа.

На первом этапе с целью прижизненной диагностики дирофиляриоза провели забор крови у всех служебных собак. Кровь у животных брали в утренние часы из вены сафена в пробирку с ЭДТА. Микрофилярии выявляли методом концентрации с дистиллированной водой по методике Ястреба В. Б. (2004). Диагноз на дирофиляриоз считали положительным при обнаружении хотя бы 1 микрофилярии в 1 мл крови. Видовое определение микрофилярий не проводилось.

Второй этап состоял из изучения процессов перекисного окисления липидов при дирофиляриозе у собак. Для этого, по результатам исследования крови были сформированы 3 группы животных 4-6 лет: контрольную группу составили кли-

нически здоровые собаки, в крови которых на момент исследования не были обнаружены микрофилярии (n=5). Опытная группа 1 (n=5) представлена собаками с низкой интенсивностью инвазии (от 1 до 12 микрофилярий в 1 мл крови), а опытная группа 2 (n=5) животными с высокой интенсивностью инвазии (более 100 микрофилярий/мл).

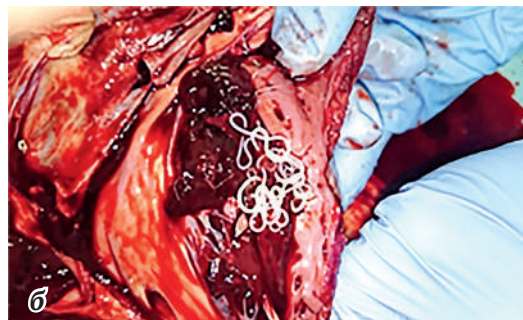
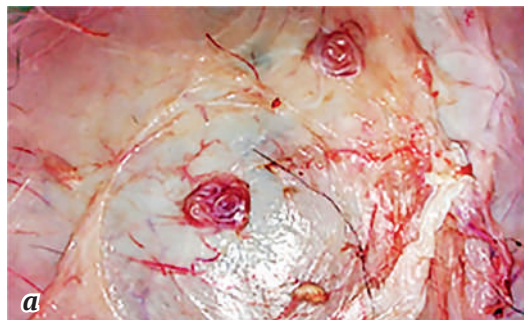
Определение продуктов перекисного гомеостаза проводили по следующим методикам: уровень малонового диальдегида в пробах сыворотки измеряли методом реакции с тиобарбитуровой кислотой. Для фиксирования концентрации SH-групп использовали фотоколориметрический метод. Количество фермента церулоплазмينا определяли иммунотурбидиметрическим методом.

Статистическая обработка результатов проводилась в программе Microsoft Excel. Все исследования проводили в трёхкратной повторности.

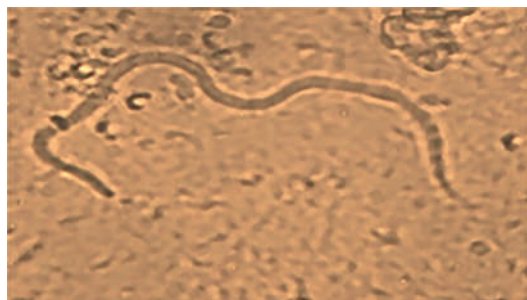
**Результаты эксперимента и их обсуждение**

Возбудителем антропоозоозного заболевания дирофиляриоз являются личинки нематоды *Dirofilaria* sp., переносимые комарами [1, 5]. Заболевание регистрируется в 2 формах: подкожной (возбудитель *Dirofilaria repens*) и сердечной (возбудитель *Dirofilaria immitis*) (рисунок 1). Чаще всего заболевание протекает бессимптомно, без характерных клинических проявлений.

Взрослые самки нематод продуцируют в кровь личинки – микрофилярии



**Рисунок 1** – Подкожная форма дирофиляриоза (а); сердечная форма дирофиляриоза (б) (фото О. В. Бяковой)



**Рисунок 2** – Микрофилярия в мазке крови (увеличение 10x16) (фото О. В. Бяковой)

(рисунок 2). Комары заражаются во время кровососания от больных плотоядных и передают инвазионных личинок третьей стадии восприимчивым хозяевам через укусы (трансмиссивный путь) [8, 10].

В Кировской области в природной среде дирофиляриоз регистрируется у медведей с 2002 г. (возбудитель *Dirofilaria immitis*), в синантропном очаге у человека заболевание впервые зафиксировано в 2008 году, а с 2013 года дирофиляриоз выявлен в питомнике у служебных собак [1, 8, 10].

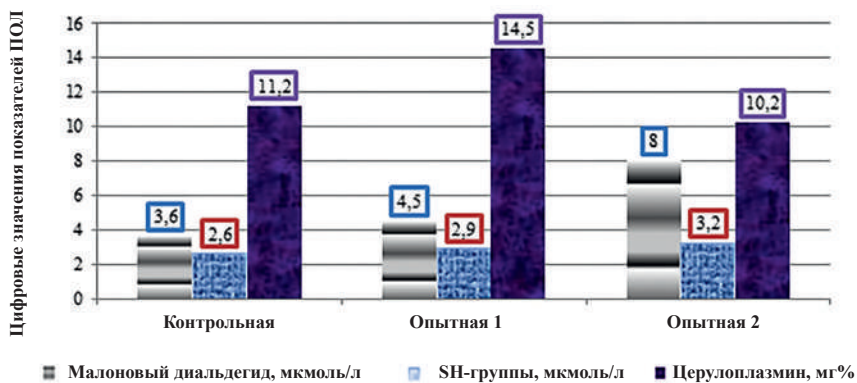
В ряде исследований сообщается о повышении уровня токсичных продуктов перекисного окисления липидов в крови при паразитарных инвазиях животных, что в свою очередь изменяет показатели перекисного гомеостаза [2, 11, 13]. Сравнительный анализ показателей перекисного гомеостаза у клинически здоровых и больных дирофиляриозом собак с раз-

личной интенсивностью инвазии отражён на рисунке 3.

При анализе данных рисунка 3 отмечено достоверное возрастание концентрации малонового диальдегида до 4,5-8,0 мкмоль/л и SH-групп до 2,9-3,2 ммоль/л у собак, больных дирофиляриозом, в сравнении с клинически здоровыми животными (3,6 мкмоль/л), что свидетельствует о накоплении уровня свободных радикалов и их повреждающем действии на клеточные компоненты. Показатель церулоплазмينا, отражающий ферментативную защиту, у естественно инвазированных собак, составил 10,2-14,5 мг% в сравнении с незаражёнными (11,2 мг%).

Интенсивность инвазии оказывает влияние на показатели перекисного гомеостаза. У собак с низкой степенью интенсивности инвазии достоверно вырос уровень малонового диальдегида до значения 4,5±0,3 мкмоль/л (P>0,05), а у животных с высокой степенью инвазии до 8,0±0,3 мкмоль/л (P>0,05) в сравнении с клинически здоровыми собаками (3,6±0,5 мкмоль/л).

Показатель, отражающий степень повреждения содержащих серу белков (SH-группы), практически не изменился у собак с низкой степенью инвазии (2,9±0,3 ммоль/л) в сравнении со значениями у собак контрольной группы (2,6±0,4 ммоль/л). Достоверно высокие значения (P>0,05) показателя были



**Рисунок 3** – Сравнительные значения показателей перекисного гомеостаза у собак

у собак с высокой степенью инвазии ( $3,2 \pm 0,4$  ммоль/л).

Церулоплазмин – основной антиоксидант плазмы крови, является специфическим показателем «острой фазы» при различных инфекционных заболеваниях. Активность церулоплазмينا у незаражённых собак составила  $11,2 \pm 0,3$  мг%, в то время как у животных с микрофиляриемией (1–12 микрофилярий в 1 мл крови), данный показатель увеличился на 29,5% и составил  $14,5 \pm 0,3$  мг% ( $P > 0,05$ ). У собак с высокой интенсивностью инвазии отмечалось снижение концентрации церулоплазмينا до уровня  $10,2 \pm 0,3$  мг%, что указывает на истощение антиоксидантной системы при одновременном накоплении МДА.

### Выводы

При изучении показателей перекисного гомеостаза были определены референсные значения у незаражённых, клинически здоровых собак: концентрация МДА –  $3,6 \pm 0,5$  мкмоль/л; уровень сульфгидрильных групп белка составил  $2,6 \pm 0,4$  ммоль/л, содержание церулоплазмينا –  $11,2 \pm 0,3$  мг%. Длительная

паразитарная инвазия, наличие микрофилярий в кровеносном русле приводит к изменению показателей перекисного гомеостаза, что отражается в достоверном увеличении концентрации малонового диальдегида и SH-групп. Степень интенсивности инвазии отражается на показателях перекисного окисления. У собак с высокой интенсивностью инвазии, отмечается значительное накопление МДА в сыворотке крови, увеличивается показатель концентрации SH-групп, сигнализирующий о повреждении белков в клеточных мембранах. Антиоксидантная система отвечает недостаточной выработкой церулоплазмينا, что указывает на возможное её истощение.

Таким образом, при дирофиляриозе собак происходит усиленное образование и/или неадекватное удаление продуктов окисления, что приводит к деструктивному необратимому повреждению клеток с дисбалансом в системе «оксидант/антиоксидант». Для поддержания нормального функционирования клетки необходим равновесный баланс между концентрацией прооксидантных и антиоксидантных компонентов.

### Библиографический список

1. Бякова, О. В. Обязатно-трансмиссивный зооноз служебных собак / О. В. Бякова, Л. В. Пилип // *Аграрная наука-сельскому хозяйству: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции: в 2 кн., Барнаул, 15–16 февраля 2018 года* / ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет». Том Книга 2. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2018. – С. 364-366.
2. Бякова, О. В. Перекисное окисление липидов и естественная резистентность при гельминтозах лошадей / О. В. Бякова, Л. В. Пилип. – Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2018. – 149 с.
3. Бякова, О. В. Перекисное окисление липидов как фактор эндогенной интоксикации при гельминтозах / О. В. Бякова, Л. В. Пилип, С. Н. Белозеров // *Российский паразитологический журнал*. – 2008. – № 2. – С. 52-55.
4. Бякова, О. В. Перекисное окисление липидов лошадей при кишечных нематодозах / О. В. Бякова, Л. В. Пилип // *Вестник ветеринарии*. – 2012. – № 4(63). – С. 28-30
5. Бякова, О. В. *Dirofilaria repens* и *Dirofilaria immitis* – возбудители дирофиляриоза плотоядных в Кировской области / О. В. Бякова, Л. В. Пилип // *Актуальные проблемы науки и агропромышленного комплекса в процессе Европейской интеграции: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию высшего сельскохозяйственного образования на Урале*. Пермь: Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова, 2013. – С. 165-167.

6. Ермолина, С. А. Биологическая химия: Лабораторный практикум для студентов по специальности «Ветеринария» / С. А. Ермолина, Л. В. Пилип. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – 164 с.
7. Малинина, А. Д. Собаки – детекторы в криминалистике / А. Д. Малинина, О. В. Бякова, Л. В. Пилип // Теория и практика обеспечения законности и правопорядка в современном обществе: материалы всероссийской студенческой научной конференции. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 179-184.
8. Малинин, С. Ф. Новый зооноз в Кировской области / С. Ф. Малинин, О. В. Бякова, Л. В. Пилип // Проблемы развития животноводства в условиях учреждений ФСИН России: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Пермь: Пермский институт ФСИН России, 2014. – С. 53-57.
9. Микашинович, З. И. Диагностическая значимость показателей антиоксидантной защиты для оценки течения постковидного синдрома / З. И. Микашинович, Н. Р. Телесманич, О. Б. Смирнова, А. С. Киракосян // Молекулярная медицина. – 2023. – Т. 21. – № 6. – С. 48-53.
10. Пилип, Л. В. Использование экспресс-теста для выявления антигенов *D. immitis* / Л. В. Пилип, О. В. Бякова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – № 1(6). – С. 53-57.
11. Трифанова, Д. В. Паразитарные заболевания лошадей / Д. В. Трифанова, О. В. Бякова, Л. В. Пилип // Молодежная наука 2014: технологии, инновации, Пермь, 11–14 марта 2014 года. Том Часть 3. – Пермь: ИПЦ Прокростъ, 2014. – С. 233-235.
12. Bagchi, K. Free radicals and antioxidants in health and disease / K. Bagchi, S. Puri // *East Mediterranean Health Journal*. – 1998. – №4. – P. 350-360.
13. Imlay, J. A. Cellular defenses against superoxide and hydrogen peroxide. *Annu Rev Biochem*. 2008;77:755–776.
14. Imlay, J. A. Pathways of oxidative damage. *Annu Rev Microbiol*. 2003;57:395–418.
15. Karsen, H., Sunnetcioglu M., Ceylan R. M, Bayraktar M, Taskin A, Aksoy N, Erten R Evaluation of oxidative status in patients with *Fasciola hepatica* infection. *African Health Sciences*. 2011, C.14–19.
16. Lobo, V. Chandra Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health / V. Lobo, A. Patil, A. Phatak, N. Chandra // *Pharmacognosy Reviews*. – 2010. – Vol. 4. – № 8. – P. 118-126.

### References

1. Byakova, O. V. Obligatno-transmissivny`j zoonoz sluzhebny`x sobak / O. V. Byakova, L. V. Pilip // *Agrarnaya nauka-sel'skomu khozyajstvu: sbornik materialov XIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 2 kn., Barnaul, 15–16 fevralya 2018 goda / FGBOU VO «Altajskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet»*. Tom Kniga 2. – Barnaul: Altajskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2018. – S. 364-366.
2. Byakova, O. V. Perekisnoe okislenie lipidov i estestvennaya rezistentnost` pri gel`mintozax loshadej / O. V. Byakova, L. V. Pilip. – Киров: ООО «Izdatel'stvo «Raduga-PRESS», 2018. – 149 s.
3. Byakova, O. V. Perekisnoe okislenie lipidov kak faktor e`ndogennoj intoksikacii pri gel`mintozax / O. V. Byakova, L. V. Pilip, S. N. Belozеров // *Rossijskij parazitologicheskij zhurnal*. – 2008. – № 2. – S. 52-55.
4. Byakova, O. V. Perekisnoe okislenie lipidov loshadej pri kishhechny`x nematodozax / O. V. Byakova, L. V. Pilip // *Vestnik veterinarii*. – 2012. – № 4(63). – S. 28-30
5. Byakova, O. V. *Dirofilaria repens* i *Dirofilaria immitis*–vozbuditeli dirofilyarioza plotoyadny`x v Кировской области / O. V. Byakova, L. V. Pilip // *Aktual`ny`e problemy` nauki i agropromy`shlennogo kompleksa v processe Evropejskoj integracii: materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj 95-letiyu vy`sshego sel'skoxozyajstvennogo obrazovaniya na Urале*. Perm`: Permskaya gosudarstvennaya sel'skoxozyajstvennaya akademiya imeni akademika D.N. Pryanishnikova, 2013. – S. 165-167.
6. Ermolina, S. A. *Biologicheskaya ximiya: Laboratorny`j praktikum dlya studentov po special`nosti «Veterinariya»* / S. A. Ermolina, L. V. Pilip. – Киров: Vyatskaya gosudarstvennaya sel'skoxozyajstvennaya akademiya, 2013. – 164 s.

7. Malinina, A. D. Sobaki – detektory` v kriminalistike / A. D. Malinina, O. V. Byakova, L. V. Pilip // *Teoriya i praktika obespecheniya zakonnosti i pravoporyadka v sovremennom obshhestve: materialy` vserossijskoj studencheskoj nauchnoj konferencii. Voronezh: Voronezhskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet im. Imperatora Petra I, 2018. – S. 179-184.*
8. Malinin, S. F. Novy`j zoonoz v Kirovskoj oblasti / S. F. Malinin, O. V. Byakova, L. V. Pilip // *Problemy` razvitiya zhivotnovodstva v usloviyax uchrezhdenij FSIN Rossii: materialy` Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Perm` : Permskij institut FSIN Rossii, 2014. – S. 53-57.*
9. Mikashinovich, Z. I. Diagnosticheskaya znachimost` pokazatelej antioksidantnoj zashhity` dlya ocenki techeniya postkovidnogo sindroma / Z. I. Mikashinovich, N. R. Telesmanich, O. B. Smirnova, A. S. Kirakosyan // *Molekulyarnaya medicina. – 2023. – T. 21. – № 6. – S. 48-53.*
10. Pilip, L. V. Ispol`zovanie e`kspress-testa dlya vy`yavleniya antigenov D. immitis / L. V. Pilip, O.V.Byakova//*Vestnik Soveta molody`x ucheny`x Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotexnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kosty`cheva. – 2018. – № 1(6). – S. 53-57.*
11. Trifanova, D. V. Parazitarny`e zabolevaniya loshadej / D. V. Trifanova, O. V. Byakova, L. V. Pilip // *Molodezhnaya nauka 2014: texnologii, innovacii, Perm` , 11–14 marta 2014 goda. Tom Chast` 3. – Perm` : IPCz Prokrost` , 2014. – S. 233-235.*
12. Bagchi, K. Free radicals and antioxidants in health and disease / K. Bagchi, S. Puri // *East Mediterranean Health Journal. – 1998. – №4. – R. 350-360.*
13. Imlay, J. A. Cellular defenses against superoxide and hydrogen peroxide. *Annu Rev Biochem. 2008;77:755–776.*
14. Imlay, J. A. Pathways of oxidative damage. *Annu Rev Microbiol. 2003;57:395–418.*
15. Karsen, H., Sunnetcioglu M., Ceylan R. M, Bayraktar M, Taskin A, Aksoy N, Erten R *Evaluation of oxidative status in patients with Fasciola hepatica infection. African Health Sciences. 2011, S.14–19.*
16. Lobo, V. Chandra Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health / V. Lobo, A. Patil, A. Phatak, N. Chandra // *Pharmacognosy Reviews. – 2010. – Vol. 4. – № 8. – R. 118-126.*

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 25.03.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024.

The article was submitted 25.03.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 30.05.2024.

**Информация об авторах:**

**Бякова, Ольга Викторовна** – кандидат биологических наук, доцент

**Пилип, Павел Александрович** – студент

**Пилип, Лариса Валентиновна** – кандидат ветеринарных наук, доцент

**Information about the authors:**

**Olga V. Byakova** – candidate of biological sciences, associate professor

**Pavel Al. Pilip** – student

**Larisa V. Pilip** – candidate of veterinary sciences, associate professor

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 112-116.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):112-116.

## ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.112-116  
УДК 639.1.06.599.731.1

# Новые эпизоотические очаги африканской чумы свиней в Приморье

Момот Надежда Васильевна<sup>1</sup>, Колина Юлия Александровна<sup>2</sup>,  
Камлия Игорь Лаврентьевич<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Приморский государственный аграрно-технологический университет  
РФ, Приморский край, г. Уссурийск, пр-кт Блюхера, д. 44

<sup>1</sup> momot1953@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0582-6253>

<sup>2</sup> momot18@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0350-1279>

<sup>3</sup> kaml\_4@inbox.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6755-6407>

**Аннотация.** В древние века земли современного Приморья являлись благоприятными для разведения домашних свиней, о чем свидетельствуют археологические находки поселений. В последние годы в Приморском крае среди свиней регистрируются эпизоотические вспышки инфекционного заболевания *Pestis africana suum*, что создаст огромные экономические убытки животноводству, потому как при остром течении заболевание приводит к летальному исходу всех заболевших животных. В нескольких районах Приморского края в 2023 году было обнаружено несколько эпизоотий, в том числе массовое заражение животных на свинокомплексе «Русагро» Михайловского района. Восточно-африканская лихорадка или Африканская чума свиней (*Pestis africana suum*) характеризуется не только лихорадкой, но и множественными кровоизлияниями. Кроме того, болезнь сопровождается воспалительными реакциями. Наблюдаемые дистрофические и некротические процессы в различных тканях органов приводят к высокой летальности. Возбудитель болезни, являясь ДНК-содержащим вирусом, оказывает негативное влияние на клетки, ткани и органы, накапливаясь в них. Размножаясь в протоплазме клеток, вирус приводит к подавлению в них синтетической активности ДНК, РНК и белков. Свиньи, переболевшие данным заболеванием, не способны приобретать иммунитет и остаются вирусоносителями. При изучении эпизоотической обстановки по африканской чуме свиней было выявлено четыре эпизоотии в различных районах Приморья, а именно в Хасанском, Уссурийском, Михайловском. Специалистами ветеринарной службы Приморья были осуществлены полноценные эффективные действия по уничтожению появившихся вновь эпизоотических очагов АЧС, в подтверждение чего на всей территории Приморского края к концу декабря 2023 года источники АЧС были полностью ликвидированы. Ветеринарная служба региона продолжает профилактическую работу, направленную на предотвращение возникновения новых вспышек заболевания.

---

© Момот, Н. В., Колина, Ю. А., Камлия, И. Л., 2024

---



**Ключевая слова:** африканская чума, вирус, домашняя свинья, дикий кабан, эпизоотический очаг.

**Для цитирования:** Момот, Н. В., Колина, Ю. А., Камлия, И. Л. Новые эпизоотические очаги африканской чумы свиней в Приморье // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 112-116. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.112-116>.

## INFECTIOUS DISEASES AND IMMUNOLOGY

Original article

# New epizootic focus of african swine fever in Primorye

Nadezhda V. Momot<sup>1</sup>, Yulia Al. Kolina<sup>2</sup>, Igor L. Kamliya<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Primorsky State Agrarian-Technological University,  
44 Blucher Ave., Primorsky Krai, Russian Federation, Ussuriysk

<sup>1</sup> momot1953@bk.ru

<sup>2</sup> momot18@mail.ru

<sup>3</sup> kaml\_4@inbox.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0582-6253>

<https://orcid.org/0000-0002-0350-1279>

<https://orcid.org/0000-0001-6755-6407>

**Abstract.** In ancient times, the lands of modern Primorye were favorable for the breeding of domestic pigs, as evidenced by archaeological finds of settlements. In recent years, epizootic outbreaks of the infectious disease *Pestis africana suum* have been recorded among pigs in the Primorsky Territory, which creates huge economic losses to livestock, because in the acute course of the disease, all diseased animals are fatal. In 2023, several epizootics were detected in several districts of the Primorsky Territory, including mass infection of animals at the Rusagro pig complex in the Mikhailovsky district. East African fever or African swine fever (*Pestis africana suum*) is characterized not only by fever, but also by multiple hemorrhages. In addition, the disease is accompanied by inflammatory reactions. The observed dystrophic and necrotic processes in various organ tissues lead to high mortality. The causative agent of the disease, being DNA-containing. The article indicates that when studying the epizootic situation regarding African swine fever, four epizootics were identified in different regions of Primorye, namely in Khasansky, Ussuriysky, Mikhailovsky. Specialists of the veterinary service of Primorye carried out full-scale effective actions to destroy newly emerging epizootic foci of ASF, as evidenced by which they were completely eliminated throughout the entire territory of Primorsky Krai by the end of December 2023. The region's veterinary service continues preventive work aimed at preventing new outbreaks of the disease.

**Keywords:** African plague, virus, domestic pig, wild boar, epizootic focus.

**For citation:** Nadezhda V. Momot, Yulia Al. Kolina, Igor L. Kamliya, New epizootic focus of african swine fever in Primorye // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):112-116. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.112-116>.

### Введение

Как известно, в древние века земли современного Приморья являлись благоприятными для разведения домашних свиней, о чём свидетельствуют археологические находки поселений [3,4]. В последние годы в Приморском крае среди свиней регистрируются эпизоотические вспышки инфекционного заболевания *Pestis africana suum*, что создаёт огромные экономические убытки животноводству, потому как при остром течении заболевание завершается летальным исходом всех заболевших животных. В ряде районов Приморского края в 2023 году было обнаружено несколько эпизоотий, в том числе массовое заражение животных на свиномкомплексе «Русагро» Михайловского района.

Восточно-африканская лихорадка или Африканская чума свиней (*Pestis africana suum*) характеризуется не только лихорадкой, но и множественными кровоизлияниями. Кроме того, болезнь сопровождается воспалительными реакциями. Наблюдаемые дистрофические и некротические процессы в тканях различных органов приводят к высокой летальности.

Возбудитель болезни, являясь ДНК-содержащим вирусом, оказывает негативное влияние на клетки, ткани и органы, накапливаясь в них. Размножаясь в протоплазме клеток, вирус приводит к подавлению в них синтетической активности ДНК, РНК и белков. Свиньи, переболевшие данным заболеванием, не способны приобретать иммунитет и остаются вирусносителями.

**Цель исследования** – изучить эпизоотическую обстановку по африканской чуме свиней за календарный 2023 год на всей территории Приморского края.

### Материал и методы исследования

Для осуществления лабораторных испытаний от убитых больных и павших животных из эпизоотических очагов, расположенных в Михайловском, Уссурийском и Хасанском районах Приморья

брался патологический материал, к которому относится кровь, костный мозг, лимфатические узлы, селезёнка, лёгкие. Он изымался и доставлялся согласно межгосударственному стандарту (ГОСТ 28573–90).

Диагноз на АЧС устанавливался по результатам исследований доставленного материала и сыворотки крови.

### Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведённых испытаний, которые в мае 2023 года осуществила Приморская межобластная ветеринарная лаборатория Россельхознадзора, был выявлен ДНК-содержащий вирус АЧС у домашних животных на свиномкомплексе «Ленинский-2» ООО «Русагро-Приморье», расположенном на территории с. Первомайское Михайловского района Приморского края.

В начале календарного года, т. е. зимой, это заболевание было зафиксировано в Приморье в дикой природе (февраль 2023 года). Вирус, который был подтверждён лабораторно, обнаружен у дикого кабана (трупа) в исследованных пробах на территории Хасанского района.

Новый очаг этого высококонтагиозного заболевания в 2023 году в Приморье был установлен в августе в Уссурийском районе с. Борисовка, где обнаружено 14 больных свиней и два павших животных. В селе Кроуновка Уссурийского района был зарегистрирован ещё один эпизоотический очаг АЧС в сентябре месяце. Позднее специалистами ветеринарной службы были в полной мере проведены мероприятия по предотвращению заболевания, включающие дезинфекцию в хозяйствах разных форм собственности, введение карантина, на границе второй угрожаемой зоны установлены пункты пропуска и др.

По состоянию на 15 декабря 2023 года на территории трёх населённых пунктов Приморья (рис.1) АЧС подтверждена в личном подсобном хозяйстве (2), на свиномкомплексе (1), в дикой природе (1).

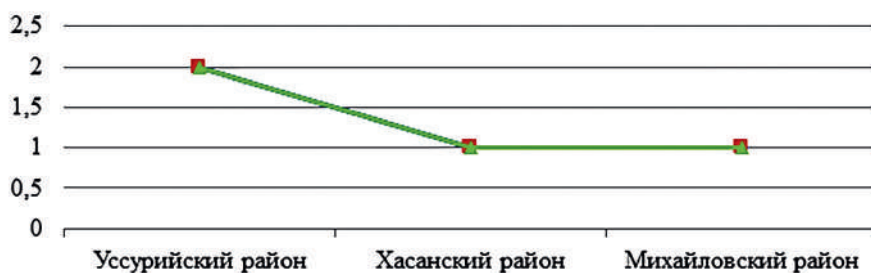


Рисунок 1 – Численность очагов АЧС в Приморье на декабрь 2023 года

В результате согласованных действий специалистов ветеринарной службы, своевременной изоляции и умерщвления больных свиней из животноводческих хозяйств, а также других охранных мероприятий в Приморье новых вспышек заболевания не зафиксировано. Так, заболевшие животные, принадлежащие компании «Русагро», в количестве 38 тыс. были переведены в изолированные помещения и подлежали полному уничтожению. Свиноводство, как отрасль животноводства, в Приморье будет развиваться, несмотря на появление эпизоотий. Материальные потери, нанесённые АЧС в крупном масштабе, будут компенсированы компанией «Русагро», так как всё поголовье было застраховано на случай гибели животных.

Распространение вируса связано не только с заражёнными животными, являющимися вирусоносителями, но и с различными инфицированными объек-

тами, особую опасность представляют продукты убоя заражённых животных. Инфицированные вирусом боенские отходы, которые применялись как основа в кормовом рационе без термической обработки, в большинстве случаев служили причиной заболевания свиней АЧС.

#### Выводы

Таким образом, специалистами ветеринарной службы Приморья были осуществлены полномерные действия по уничтожению появившихся вновь эпизоотических очагов по недопущению распространения АЧС, в подтверждение чего на всей территории Приморского края к концу декабря 2023 года ликвидированы все эпизоотические очаги. Ветеринарная служба региона продолжает профилактическую работу, направленную на профилактику и предотвращение возникновения новых вспышек заболевания.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 28573-90 Свиньи. Методы лабораторной диагностики африканской чумы. Межгосударственный стандарт.
2. Африканская чума свиней в Приморье / Н. В. Момот, Ю. А. Колина, И. Л. Камлия, С. В. Теребова // Свиноводство. – 2020. – № 7. – С. 58-59. – DOI 10.37925/0039-713X-2020-7-58-59.
3. К развитию свиноводства на территории древнего Приморья / Н. В. Момот, Ю. А. Колина, И. Л. Камлия, Л. В. Лапшин // Актуальные вопросы и инновационные технологии в ветеринарной медицине, животноводстве и природоохранном комплексе: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летнему юбилею со дня образования ветеринарного факультета, Уссурийск, 06–08 ноября 2019 года. Том Часть 1. – Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 126-129.
4. Макаров, В. В. Эпизоотические ситуации и контроль африканской чумы свиней / В. В. Макаров, В. А. Грубый // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 3. – С. 68-70.

5. Момот, Н.В. Морфологические доказательства о наличии свиноводства на территории древнего Приморья / Н.В. Момот, И.Л. Камлия, Л.В. Лапшин, Ю.А. Колина // Проблемы видовой и возрастной морфологии: материалы Всероссийской научно-практической конф. с международным участием, посвященной 100-летию профессора Васильева Кирилла Антоновича. – Улан-Удэ, 2019. – С. 86-90.
6. Момот, Н. В. Новые вспышки африканской чумы свиней в дикой природе / Н. В. Момот, Ю. А. Колина, И. Л. Камлия // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 11(193). – С. 99-102.

### References

1. GOST 28573-90 Svin'i. Metody laboratornoj diagnostiki afrikanskoj chumy. Mezhsudarstvennyj standart.
2. Afrikanskaja chuma svinej v Primor'e / N. V. Momot, Ju. A. Kolina, I. L. Kamlija, S. V. Terebova // Svinovodstvo. – 2020. – № 7. – С. 58-59. – DOI 10.37925/0039-713X-2020-7-58-59.
3. K razvitiyu svinovodstva na territorii drevnego Primor'ja / N. V. Momot, Ju. A. Kolina, I. L. Kamlija, L. V. Lapshin // Aktual'nye voprosy i innovacionnye tehnologii v veterinarnoj medicine, zhivotnovodstve i prirodohranom komplekse: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 40-letnemu jubileju so dnja obrazovanija veterinarnogo fakul'teta, Ussurijsk, 06–08 nojabrja 2019 goda. Tom Chast' 1. – Ussurijsk: Primorskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija, 2019. – С. 126-129.
4. Makarov, V. V. Jepizooticheskie situacii i kontrol' afrikanskoj chumy svinej / V. V. Makarov, V. A. Grubij // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk. – 2013. – № 3. – С. 68-70.
5. Momot, N. V. Morfologicheskie dokazatel'stva o nalichii svinovodstva na territorii drevnego Primor'ja / N.V. Momot, I.L. Kamlija, L.V. Lapshin, Ju.A. Kolina // Problemy vidovoj i vozrastnoj morfologii: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konf. s mezhdunarodnym uchastiem, posvjashhennoj 100-letiju professora Vasil'eva Kirilla Antonovicha. – Ulan-Udje, 2019. – С. 86-90.
6. Momot, N. V. Novye vspyshki afrikanskoj chumy svinej v dikoj prirode / N. V. Momot, Ju. A. Kolina, I. L. Kamlija // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 11(193). – С. 99-102.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 19.01.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024

The article was submitted 19.01.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 30.05.2024

### Информация об авторах:

**Момот Надежда Васильевна** – доктор ветеринарных наук, профессор

**Колина Юлия Александровна** – доктор биологических наук, профессор

**Камлия Игорь Лаврентьевич** – кандидат ветеринарных наук, доцент

### Information about the authors:

**Nadezhda V. Momot** – doctor of veterinary sciences, professor

**Yulia Al. Kolina** – doctor of biological sciences, professor

**Igor L. Kamliya** – candidate of veterinary sciences, associate professor

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 117-136.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):117-136.

## ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.117-136  
УДК 619:616.98:578.8:636.4(510)

# Цирковироз свиней второго типа в условиях свиноводства Китая: эпизоотология и тест эффективности вакцинации

Юйцзе Фу<sup>1</sup>, Пэн Чжан<sup>2</sup>, Терехова Светлана Викторовна<sup>3</sup>,  
Колина Юлия Александровна<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Колледж инженерии жизни, Шеньянский технологический институт, Фушунь, Китай  
<sup>3</sup> Федеральный Научный Центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, РФ, Приморский край, г. Уссурийск, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, д. 30  
<sup>4</sup> Приморский государственный аграрно-технологический университет, РФ, Приморский край, г. Уссурийск, пр-кт Блюхера, д. 44

<sup>1,2</sup> momot18@mail.ru

нет

<sup>3</sup> terebovasv@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9845-5729>

<sup>4</sup> momot18@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0350-1279>

**Аннотация.** Цирковироз свиней 2-го типа является важным патогеном, вызывающим такие заболевания, как цирковирозная инфекция свиней (ЦВИС) и синдром послеотъёмного мультисистемного истощения поросят (СПМИ). Цирковироз быстро распространился в свиноводстве различных стран, что серьёзно повлияло на здоровое развитие мировой свиноводческой отрасли. Цирковирусы свиней устойчивы к различным детергентам и дезинфицирующим средствам. Вспышки цирковироза появляются и на свинофермах, где придерживаются жёстких мер биобезопасности. Очистить свинофермы от этой инфекции сложно, поэтому основным средством профилактики и борьбы с ней в настоящее время является профилактическая иммунизация. В Китае до 2003 года преобладающим штаммом был ЦВС-2а, после 2003 года геном сместился от ЦВС-2а к ЦВС-2b, который и стал преобладающим. Наши исследования показали, что за последние 20 лет в Китае генотип претерпел два дрейфа в ходе эволюции ЦВС-2. До 2004 г. генотип дрейфовал с ЦВС-2а на ЦВС-2b, а в 2009 г. – с ЦВС-2b на ЦВС-2d. В данном исследовании была приготовлена цельновирусная инактивированная вакцина с использованием штамма PCV-2d в качестве шаблона и проведены испытания по защите организма поросят от заражения PCV-2d. Для эксперимента были отобраны шесть 5-недельных поросят породы ландрас, которых разделили на две группы: опытная группа (группа вакцинированных и заражённых PCV-2d, n=3) и контрольная группа (группа невакцинированных и заражённых PCV-2d, n=3). В опытной группе поросят наблюдалось значительное увеличение суточного прироста массы, не отмечено патоморфологических изменений, вирусная нагрузка в паховых

© Юйцзе, Ф., Пэн, Ч., Терехова, С. В., Колина, Ю. А., 2024

лимфоузлах была значительно ниже по сравнению с контрольной группой. В контрольной группе вирусная нагрузка в паховых лимфатических узлах была выражена на высоком уровне в клетках хозяина, что способствовало развитию более серьезных патологических изменений после заражения.

Следовательно, тот же тип вакцины оказывает определённое защитное действие против инфекции PCV-2d. Данное исследование обеспечивает новую теоретическую основу для изучения инфекции вируса ЦВС-2d у поросят, получавших вакцину того же генотипа.

**Ключевые слова:** цирковирус, свиньи, эпизоотология, вакцинация, эксперимент, свиноводство, Китай.

**Для цитирования:** Юйцзе Фу, Пэн Чжан, Терехова, С. В., Колина, Ю. А. Цирковирус свиней второго типа в условиях свиноводства Китая: эпизоотология и тест эффективности вакцинации // Иммунология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 117-136. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.117-136>.

## INFECTIOUS DISEASES AND IMMUNOLOGY

Original article

# Porcine circovirus of the second type in the conditions of pig farming in China: epizootology and vaccination effectiveness test

Yuizze Fu<sup>1</sup>, Peng Zhang<sup>2</sup>, Svetlana V. Terebova<sup>3</sup>, Yulia Al. Kolina<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> College of Life Engineering, Shenyang Institute of Technology, Fushun, China

<sup>3</sup> Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Far East name A. K. Chaika, Russian Federation, Primorsky Krai, Ussuriysk, Timiryazevsky village, Volozhenina str., 30

<sup>4</sup> Primorsky State Agrarian and Technological University, 44 Blucher Ave., Ussuriysk, Primorsky Krai, Russian Federation

<sup>1,2</sup> momot18@mail.ru

нет

<sup>3</sup> terebovasv@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9845-5729>

<sup>4</sup> momot18@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0350-1279>

**Abstract.** Porcine circovirus type 2 is an important pathogen causing diseases such as porcine circovirus infection of pigs (PCVAD) and postweaning multisystemic piglet wasting syndrome (PMWS). Circovirolosis has spread rapidly in pig production in various countries, which has seriously affected the healthy development of the global pig industry. Porcine circoviruses are resistant to various detergents and disinfectants. Outbreaks of circovirolosis occur on pig farms that adhere to strict biosecurity measures. It is difficult to clear pig farms of this infection, so the main means of prevention and control is currently prophylactic immunisation. In China, before 2003, the predominant strain was CVC-2a, after 2003, the genome shifted from CVC-2a to CVC-2b, which became the predominant strain. Our studies showed that the genotype underwent two drifts during the evolution of CBC-2 in China over the past 20 years. Before 2004, the genotype drifted from CBC-2a to CBC-2b, and in 2009 – from CBC-2b to CBC-2d. In this study, whole-virus inactivated vaccine was prepared using PCV-2d strain as a template and tested to protect the body of piglets against PCV-2d infec-

tion. Six 5-week-old Landrace piglets were selected for the experiment and divided into two groups: experimental group (group vaccinated and infected with PCV-2d, n=3) and control group (group unvaccinated and infected with PCV-2d, n=3). In the experimental group of piglets, a significant increase in daily weight gain was observed, no pathomorphological changes were observed, and the viral load in inguinal lymph nodes was significantly lower compared to the control group. In the control group, the viral load in inguinal lymph nodes was expressed at a high level in host cells, which favoured the development of more severe pathological changes after infection. Consequently, the same type of vaccine has some protective effect against PCV-2d infection. This study provides a new theoretical basis for studying PCV-2d virus infection in piglets receiving the same genotype vaccine.

**Keywords:** circovirus, pigs, epizootology, vaccination, experiment, pig breeding, China.

**For citation:** Yuizze Fu, Peng Zhang, Terebova, S. V., Kolina, Yu. Al. Porcine circovirus of the second type in the conditions of pig farming in China: epizootology and vaccination effectiveness test // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):117-136. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.117-136>.

### Введение

Цирковирус свиней (сокр. рус. ЦВС, сокр. англ. PCV) принадлежит к семейству Circoviridae и является представителем рода Circovirus. Это один из самых маленьких ДНК-вирусов животных, известных в настоящее время. ЦВС включает три типа: ЦВС-1, ЦВС-2 и ЦВС-3. ЦВС-2 имеет 6 генотипов (ЦВС-2a-f), причём наиболее распространённым в свиноводстве Китая генотипом становится ЦВС-2d. ЦВС 2 типа является основным возбудителем цирковирус-ассоциированных заболеваний свиней (англ. PCVAD) [4, 7, 17]. Коинфекция другими вирусами (например, вирус РРСС, парвовирус, ротавирус и др.) может усугубить клиническое течение заболевания.

Цирковирусная болезнь свиней была впервые обнаружена в Канаде в 1991 году [4, 7, 8], а затем быстро распространилась в свиноводстве различных стран, что серьёзно повлияло на здоровое развитие мировой свиноводческой отрасли. Впервые о цирковирусной инфекции свиней в Китае сообщили в 2000 году Лан Хунву и др. [15]. Впоследствии появились последовательные сообщения о тестировании антигенов и антител к ЦВС-2, и уровень положительного обнаружения оставался высоким. ЦВС-2 является важным вирусным патогеном на свинофермах в большинстве стран-производителей мяса

свиней. Инфекция ЦВС-2 может вызывать различные клинические симптомы у свиней и наносить огромный ущерб свинофермам по всему миру [20]. ЦВС-2 в основном поражает свиней в возрасте 5-12 недель с такими клиническими проявлениями, как лимфаденопатия, снижение привеса, респираторный синдром и одышка, истощение [23]. У свиней, инфицированных ЦВС-2, также наблюдается лимфоцитопения, интерстициальная пневмония и гепатит. Среди инфицированных поросят наблюдался синдром послеотъёмного мультисистемного истощения (сокр. рус. СПМИ, сокр. англ. PMWS), синдром дерматита и нефропатии свиней (англ. PDNS), пролиферативная некротическая пневмония свиней (ПНП, porcine proliferative and necrotizing pneumonia). Вирус также был выделен от свиней с другими клиническими симптомами, такими как комплекс респираторных заболеваний свиней (сокр. рус. КРЗС), инфекционный врождённый (конгенитальный) тремор (сокр. рус. ВТ) и репродуктивные нарушения [4].

Вирусы ЦВС-2 нарушают иммунный ответ хозяина посредством ряда действий, приводящих к иммуномодуляции и уклонению от иммунного ответа. В настоящее время на рынке имеются коммерческие вакцины, эффективность которых доказана против цирковирус-

ной инфекции подтипов 2a/2b, но степень защиты от инфекции 2d, нового отечественного штамма, не определена [21, 22]. Чтобы ответить на эти вопросы, связанные с ЦВС-2 и противовирусной защитой хозяина, в этом исследовании изучалась экспрессия генов в паховых лимфатических узлах после заражения у вакцинированных и контрольных поросят. Мы использовали технологию секвенирования транскриптома для изучения дифференциально экспрессируемых генов (DEG) и путей их регуляции после заражения иммунизированных вакциной поросят PCV-2d, тем самым выяснив потенциальные молекулярные механизмы и сигнальные пути ингибирующего действия вакцины на заражение поросят вирусом PCV-2d. Это исследование обеспечивает новую теоретическую основу для эффективного контроля инфекции ЦВС-2 у поросят и механизма вакцинальной защиты.

**Цель исследований** – изучить особенности эпизоотологии цирковируса в условиях свиноводства Китая и провести экспериментальное тестирование эффективности вакцинации.

### **Материал и методика исследований**

Исследования проводили в лабораториях College of Life Engineering, Shenyang Institute of Technology (Китай). Перевиваемая культура клеток PK-15 почек свиней была импортирована из-за границы и протестирована обычными методами ПЦР на отсутствие загрязнения ЦВС-2. Штамм PCV-2d-LNHC, использованный в эксперименте по заражению, был выделен от поросят с подозрением на СПМИ в провинции Ляонин, был культивирован и хранился в нашей лаборатории. Штамм PCV-2-LG использовали в тесте на иммунитет к инактивированной вакцине, титр вируса доводили до 105,0 TCID<sub>50</sub>/мл; культуру вируса штамма PCV-2d-LNHC использовали в тесте на заражение животных, титр вирусной инфекции составлял 105,5 50% TCID<sub>50</sub>/мл.

Для эксперимента были отобраны шесть 5-недельных поросят породы ландрас, которые были серонегативны по антигенам и антителам к цирковирусу свиней типа 1 (PCV-1), PCV-2, вирусу репродуктивно-респираторного синдрома свиней (рус. PPCC, англ. PRRSV) и парвовируса свиней (PPV – porcine parvovirus). Все свиньи были выращены в одинаковых условиях и случайным образом разделены на две группы: опытная группа IM+PCV-2 (группа вакцинированных и заражённых PCV-2d, n=3) и контрольная группа PCV-2 (группа невакцинированных и заражённых PCV-2d, n=3). Способ и доза иммунизации: первая доза составляла 1 мл/гол., путём внутримышечной инъекции в шею, иммунизация была усилена той же дозой и способом один раз с интервалом в 3 недели. Контрольной группе вводили PBS (физиологический раствор) тем же способом и в той же дозе.

Тест на эффективность иммунизации: через 2 недели после второй иммунизации всем поросётам опытной и контрольной групп делали интраназальную инстилляцию (1 мл/гол.) и внутримышечную инъекцию (1 мл/гол.) PCV-2d-LNHC соответственно.

Поросята опытной и контрольной групп были подвергнуты эвтаназии через 21 день после заражения (возраст 77 дней). Для дальнейшего исследования были отобраны образцы тканей, которые замораживали в жидком азоте, а также фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Ткани лимфатических узлов поросят также подвергались секвенированию РНК. Все вышеперечисленные процедуры с животными были одобрены Комитетом защиты животных Харбинского научно-исследовательского ветеринарного института. Эксперименты на животных также проводились в строгом соответствии с правилами и рекомендациями, установленными комитетом (номер лицензии: SITLLBA2023001). Для получения гистологических срезов были взяты паховые лимфоузлы от всех животных опытной и контрольной групп.



Кусочки лимфоузлов фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина, уплотняли в парафине, срезы получали на санном микротоме. Морфологию изучали на срезах, окрашенных гематоксилин-эозином.

Количественное определение ДНК PCV-2. Определение вирусной нагрузки в органах проводили с помощью флуоресцентной количественной ПЦР по установленной методике (Gui Yanwu et al., 2008). ДНК вируса из пахового лимфатического узла выделяли с помощью набора DNA (Tiangen, Китай). В качестве шаблона для кПЦР последовательности праймеров были следующими: F:PCV2-F959: 5'-CCCATGCCSTGAATTTCCATA-3'; R : P C V 2 - R 1 3 1 1 : 5'-TAAACTACTCCTCCCGCCATAC-3'; для кПЦР использовали реактивы qRT-PCR™ (Takara, Япония) с использованием SYBR® Premix Ex Taq. Условия реакции: предварительная денатурация при 95°C в течение 10 мин, 95°C в течение 5 с, 61°C в течение 15 с и 72°C в течение 20 с для 40 циклов. Результаты флуоресцентной количественной ПЦР выражали в количестве вирусных копий на грамм ткани, а данные обрабатывали с помощью статистического программного обеспечения SARS.

*Подготовка библиотек для секвенирования РНК и транскриптома.* Тотальную РНК выделяли с помощью реагента Trizol (Invitrogen Life Technologies), а затем определяли её концентрацию, качество и целостность с помощью спектрофотометра NanoDrop (Thermo Scientific). Для отбора предпочтительных фрагментов кДНК длиной 400-500 п.н. библиотека была очищена с помощью системы AMPure XP (Beckman Coulter, Беверли, Калифорния, США). Фрагменты ДНК с лигированными молекулами аптамеров на обоих концах были селективно обогащены в 15-цикловой ПЦР-реакции с использованием коктейля ПЦР-праймеров Illumina. Продукты очищали (система AMPure XP) и количественно определяли с помощью высокочувствительного ана-

лизатора ДНК Agilent. Библиотеки секвенировали на платформе NovaSeq 6000 (Illumina) Shanghai Personal Biotechnology Co.

Мы сопоставили все гены с терминами в базе данных Gene Ontology (GO) и подсчитали количество дифференциально обогащённых генов в каждом термине. Используя topGO (v2.50.0), провели анализ GO обогащения дифференциальных генов (все DEGs / up DEGs / down DEGs), рассчитали P-значение методом гипергеометрического распределения (стандартом значительного обогащения является P-значение <0,05) и нашли GO термин со значительно обогащёнными дифференциальными генами, чтобы определить основные биологические функции, выполняемые дифференциальными генами. С помощью программы ClusterProfiler (v4.6.0) проводили анализ обогащения KEGG-путей дифференциальных генов, уделяя особое внимание значимым путям обогащения с P-значением <0,05. Инструмент Gene Set Enrichment Analysis (GSEA) (v4.1.0) использовался для анализа обогащения GSEA всех генов, и была построена карта путей анализа обогащения GSEA.

Все статистические тесты проводились с использованием программного обеспечения SPSS 19.0 (IBM, США), а результаты выражены как среднее ± стандартное отклонение ( $X \pm SD$ ). Различия между двумя группами проверялись с помощью двухфакторного t-теста Стьюдента, значимые различия между цифровыми данными опытной и контрольной групп анализируют с помощью одностороннего ANOVA и метода наименьших значимых различий ( $P < 0,05$  считалось статистически значимым).

### Результаты исследований

В ходе эксперимента ни в опытной группе (IM+PCV-2 – группа иммунологического заражения, т. е. после вакцинации), ни в контрольной группе (группа невакцинированных и заражённых PCV-2) не наблюдалось повышения тем-

**Таблица 1** – Изменения и сравнение среднесуточного прироста массы поросят в контрольной и опытной группах ( $X \pm SE$  г/день)

Возраст поросят	PCV-2 control group	IM+PCV-2 group
56-63 дня (0-7 DPI)	400.2±16.5	411.8±20.3
63-70 дней (7-14 DPI)	451.2±10.3	500.2±32.4
70-77 дней (14-21DPI)	474.8±11.1	582.1±24.5*

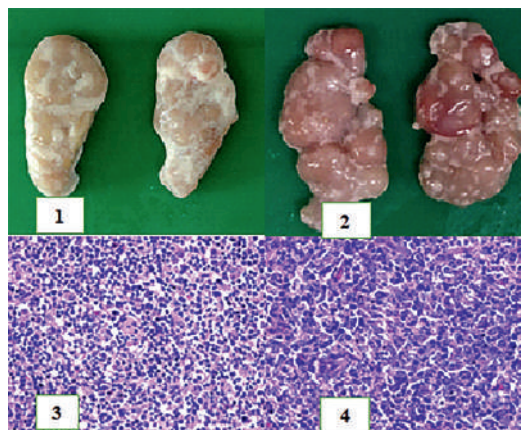
Примечания: DPI – дни после заражения; \* указывает на значительную разницу между группами ( $P < 0,05$ ).

пературы тела и других серьёзных клинических респираторных симптомов. Однако у поросят в контрольной группе наблюдали такие «лёгкие» клинические симптомы проявления инфекции, как периодическая анорексия и кашель. Во время эксперимента, начиная с 14 дня после заражения (таблица 1,  $P < 0,05$ ), средний ежедневный прирост массы тела поросят в контрольной группе был значительно ниже, чем у поросят опытной группы.

По окончании эксперимента проведено вскрытие и патологоанатомический анализ состояния органов и тканей. Отмечено увеличение и геморрагическое воспаление паховых лимфатических узлов у поросят контрольной группы. На полученных гистологических срезах паховых лимфатических узлов поросят контрольной группы выявлена умеренная лимфоидная недостаточность с уменьшением количества местных лимфоцитов и рассеянных эозинофилов; при микроскопировании гистопрепаратов паховых лимфатических узлов от поросят опытной группы не выявлено значительного уменьшения количества лимфоцитов (рисунок 1).

*Результаты количественной ПЦР.* Содержание ДНК ЦВС-2 в паховых лимфатических узлах свиней в контрольной группе заражения и опытной группе иммунологического заражения определяли с помощью флуоресцентной количественной ПЦР. Результаты показали, что на 21-ый день после заражения вирусная нуклеиновая кислота была обнаружена в ткани паховых лимфатических узлов всех

поросят в контрольной группе, причём средняя вирусная нагрузка составляла 1011 копий/г. Вирусная нуклеиновая кислота была обнаружена в ткани паховых лимфатических узлов поросят в опытной группе иммунологического заражения, причём средняя вирусная нагрузка составила 108 копий/г. Таким образом, среднее число копий геномной ДНК ЦВС-2 в паховых лимфатических узлах поросят в кон-



**Рисунок 1** – Патологические изменения в паховых лимфоузлах у поросят при проведении эксперимента: 1 – макрокартина состояния паховых лимфоузлов у поросят опытной группы (группа иммунологического заражения, т. е. заражение PCV-2 после вакцинации); 2 – макрокартина состояния паховых лимфоузлов у поросят контрольной группы (заражение PCV-2 без вакцинации); 3 – фото гистологического среза паховых лимфоузлов у поросят опытной группы (ув.400); 4 – фото гистологического среза паховых лимфоузлов у поросят контрольной группы (ув.400)

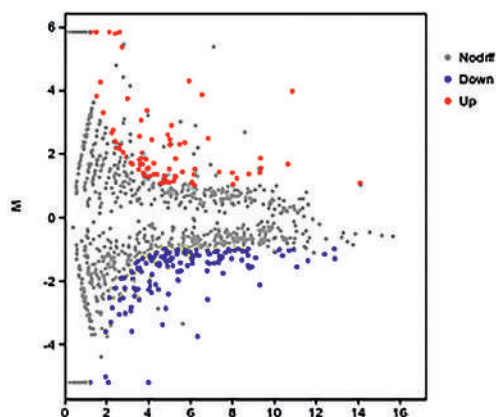
**Таблица 2** – Обнаружение вирусной нагрузки в паховых лимфатических узлах на 21-й день после заражения в контрольной и опытной группах

группа	Средняя вирусная нагрузка	Диапазон вирусной нагрузки (копий/г)
PCV-2 control group	$7.98 \times 10^{11}^{**}$	$1.46 \times 10^{11} \sim 1.93 \times 10^{12}$
IM+PCV-2 group	$2.57 \times 10^8$	$9.67 \times 10^7 \sim 7.24 \times 10^8$

Примечание: PCV-2 control group – контрольная группа поросят; IM+PCV-2 group – опытная группа поросят; \*\* указывает на высоко значимые различия между группами ( $P < 0,01$ ).

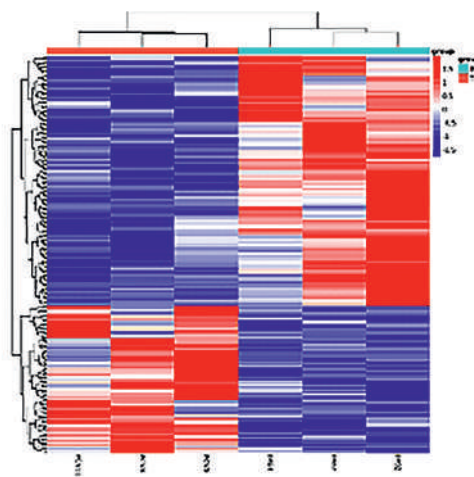
трольной группе заражения было примерно в 1000 раз выше, чем в опытной группе иммунологического заражения ( $P < 0,001$ ).

*Статистика, относящаяся к DEG.* Как показано на диаграмме MA DEGs (рисунок 2), всего было 224 DEGs, из которых 141 DEG находился в режиме повышенной активности, а 83 DEGs – в режиме понижения. DEG были кластеризованы и проанализированы, и кластеризованные гены имели одинаковые или схожие паттерны экспрессии. Результаты кла-

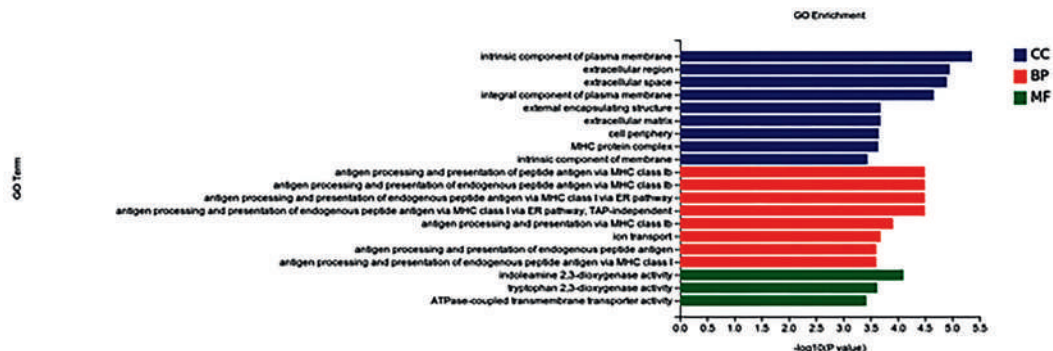


**Рисунок 2** – График результатов MA: горизонтальная координата – логарифмическое значение произведения экспрессии генов двух образцов, т. е.  $\log_2(A \cdot B)$ , А и В – экспрессия генов в двух образцах, соответственно, а вертикальная координата – логарифмическое значение кванта экспрессии, т.е.  $\log_2(A/B)$ . Красный, синий и серый цвета означают, что ген экспрессируется выше, ниже или незначительно дифференцирован, соответственно

стеризации DEG показаны на рисунке 3. В одной группе уровни экспрессии DEG были сходными. Уровни экспрессии DEGs в разных группах отличались. Результаты показали, что воспроизводимость образцов была хорошей, а иммунизация вакциной значительно изменила экспрессию генов вируса, полученного из паховых лимфатических узлов поросят контрольной группы.



**Рисунок 3** – Кластерный анализ DEG. Горизонтальные координаты представляют гены, а вертикальные – результаты кластеризации DEG. Разные столбцы на рисунке представляют разные образцы, включая C1, C2 и C3 для образцов, полученных от поросят контрольной группы и IM1, IM2 и IM3 для образцов, полученных от поросят опытной группы. Разные строки представляют разные гены. Цвета указывают на  $\log_{10}(FPKM + 0,000001)$  экспрессии генов в образцах. Красным цветом обозначены высокоэкспрессированные гены, синим – низкоэкспрессированные

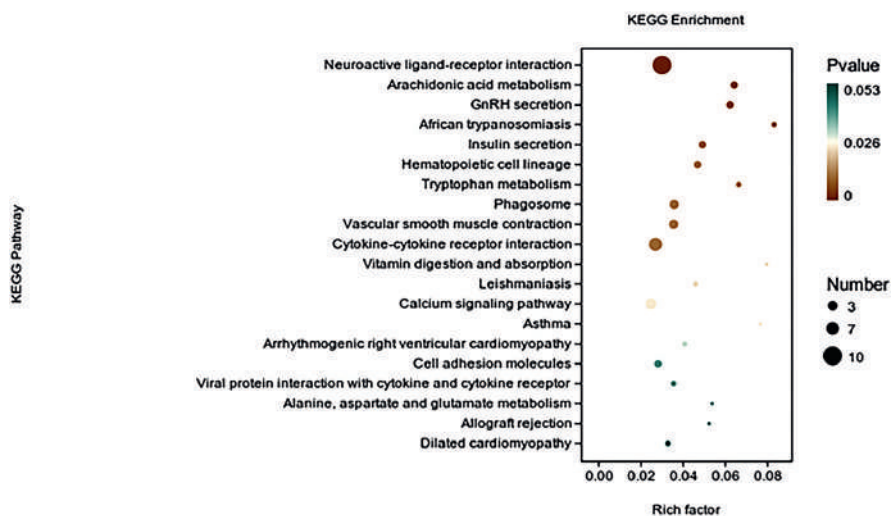


**Рисунок 4** – Анализ обогащения в базе данных Gene Ontology (GO): по оси абсцисс – GO Term, по оси ординат –  $-\log_{10}(P\text{-значение})$  обогащения GO Term

Анализ обогащения GO. Анализ GO обогащения проводился с помощью GO аннотации, 224 DEG были обогащены и проанализированы с трёх точек зрения: состав клетки, биологический процесс и молекулярная функция (рисунок 4).

В категории «компоненты клетки» наиболее обогащёнными DEG являются подкатегории «внутренний компонент плазматической мембраны», «внеклеточная область», «внеклеточное пространство» и «интегральный компонент плазматической мембра-

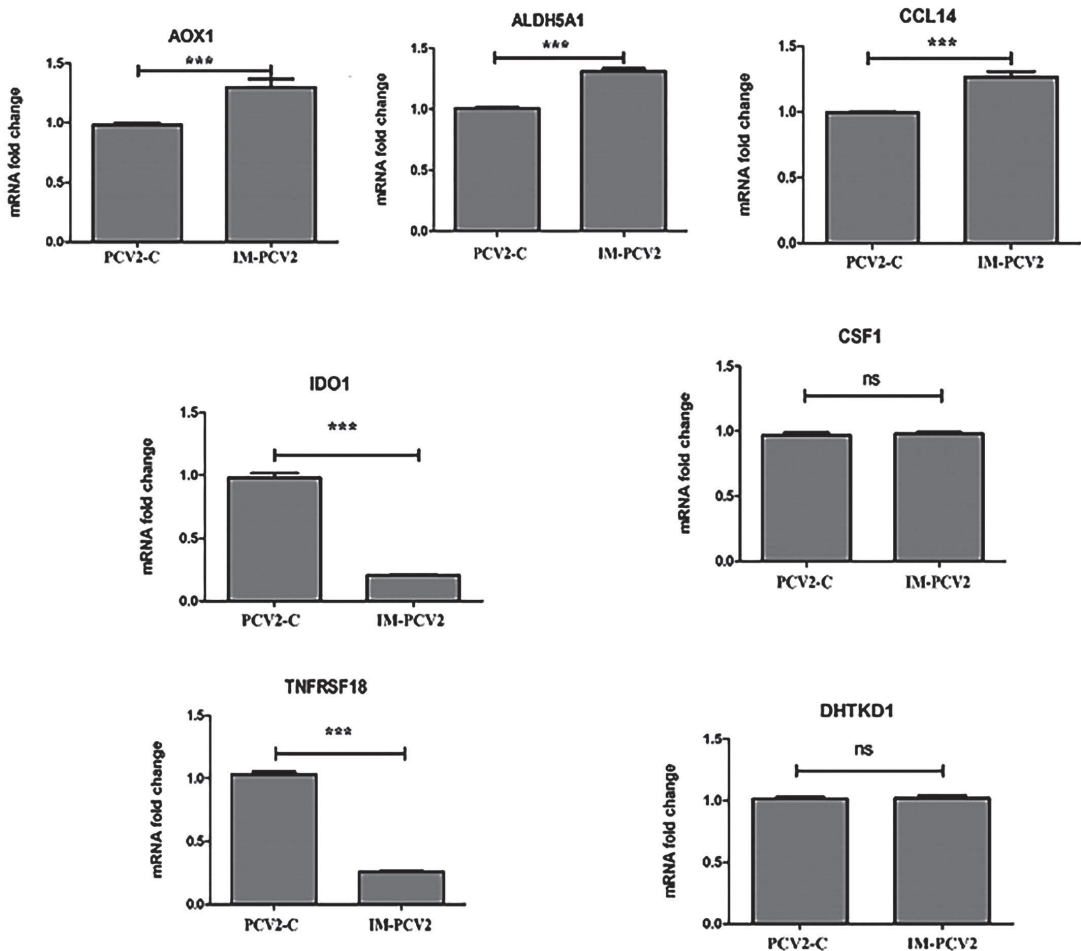
ны». В категории «биологический процесс», «процессинг антигена и презентация пептидного антигена через класс MHC I b», «процессинг антигена и презентация эндогенного пептидного антигена через класс MHC I b», «процессинг антигена и презентация эндогенного пептидного антигена через класс MHC I через путь ER», «процессинг антигена и презентация эндогенного пептидного антигена через класс MHC I через путь ER, TAP-независимый», имеют наиболее обогащённые DEG.



**Рисунок 5** – Аннотация KEGG и анализ путей обогащения: горизонтальная координата – rich-фактор, количество дифференциальных генов, аннотированных к Pathway/общее количество генов, аннотированных к Pathway; вертикальная координата – Pathway; размер точек на графике указывает на количество дифференциальных генов, аннотированных к соответствующему Pathway, а тёмный цвет – на уровень значимости

**Таблица 3** – Дифференциально экспрессируемые гены были проверены по трём путям взаимодействия цитокин-цитиновый рецептор, взаимодействия вирусного белка с цитокином и цитокиновым рецептором, а также переваривания и всасывания витаминов

Gene ID	Gene name	Fold change(up/down)
gene12936	ALDH5A1	down
gene19641	CCL14	down
gene25488	IDO1	up
gene8330	CSF1	no different
gene24407	AOX1	down
gene16356	TNFRSF18	up
gene18104	DHTKD1	no different



**Рисунок 6** – Количественный анализ уровней экспрессии мРНК ALDH5A1, CCL14, IDO1, CSF1, AOX1, TNFRSF18 и DHTKD1 в опытной группе поросят (обозначено как IM-PCV-2) и в контрольной группе поросят (обозначено как PCV-2-C) с обратной транскрипцией полимеразной цепной реакции

В категории «молекулярная функция» двумя наиболее обогащёнными подкатегориями DEG являются «активность индоламин-2,3-диоксигеназы» и «активность 2,3-диоксигеназы триптофана».

Аннотация KEGG и анализ путей обогащения (рисунок 5). Согласно рисунку 5, KEGG-анализ DEGs показал, что они были высоко обогащены: Neuroactive ligand-рецепторное взаимодействие, метаболизм арахидоновой кислоты, GnRH-секреция, африканский трипаносомоз, секреция инсулина, линия гематопоэтических клеток, метаболизм триптофана, фагосома, сокращение гладких мышц сосудов, цитокины взаимодействие цитокиновых рецепторов, переваривание и всасывание витаминов, лейшманиоз, кальциевый сигнальный путь, астма, аритмогенная кардиомиопатия правого желудочка, молекулы клеточной адгезии, взаимодействие вирусных белков с цитокинами и цитокиновыми рецепторами, аланин, метаболизм аспартата и глутамата, отторжение аллотрансплантата, дилатационная кардиомиопатия и другие пути были сильно обогащены, объединив GO-аннотацию дифференциальной функции генов, чтобы выбрать клетку и эти три пути для последующего исследования.

Идентификация DEGs методом qRT-PCR. Семь DEG, включая ALDH5A1, CCL14, IDO1, CSF1, AOX1, TNFRSF18 и DHTKD1, были отобраны из трёх путей: молекул клеточной адгезии, взаимодействия цитокинов с цитокиновыми рецепторами и метаболизма триптофана (таблица 3, рисунок 6).

Уровни экспрессии DEGs были определены методом qRT-PCR. Как показано на рисунке 8, в контрольной группе поросят (заражение PCV-2 без вакцинации) DEGs ALDH5A1 и CCL14 были снижены ( $p < 0,01$ ), AOX1 также снижен ( $p < 0,05$ ). Экспрессия IDO1 и TNFRSF18 была повышена по сравнению с опытной группой (IM+PCV-2 – вакцинация и заражение PCV-2) ( $p < 0,01$ ). Экспериментальные результаты qRT-PCR совпали с результатами секвенирования транскриптома.

Экспрессия CSF1 и DHTKD1 не отличалась при сравнении двух групп. Результаты qRT-PCR соответствовали секвенированию транскриптома.

### Обсуждение результатов исследований

Цирковирус свиней был впервые обнаружен немецкими исследователями как нецитопатогенный контаминант перевиваемой культуры клеток почек поросят РК-15 в 1974 г. Данный вирус оказался непатогенным при экспериментальном заражении свиней, однако дальнейшие исследования поросят с признаками синдрома послеотъёмного мультисистемного истощения (СПМИ) доказали его роль в развитии болезни (E.G. Clark, 1991, Канада). Цирковирус, полученный от больных поросят, отличался от вируса, выделенного из клеток РК-15 антигенностью и последовательностью ДНК, поэтому их обозначили как цирковирус тип 1 (PCV-1) из культуры клеток РК-15 и цирковирус тип 2 (PCV-2), выделенный от поросят с признаками СПМИ. Ю.Г. Крысенко (2012) в своих исследованиях пишет: «...репликация вирусной ДНК осуществляется по типу «катыщегося кольца» характерному для фагов, бактериальных плазмид и вирусов растений рода Masrtevirus семейства Gemeniviridae. Rep-комплекс совместно с шпилькообразной структурой ДНК выступают в роли промотера репликации. Rep-комплекс не обладает ДНК-полимеразной функцией, в результате чего формирование новой вирусной ДНК возможно лишь при участии клеточных ДНК-полимераз. Характерной особенностью репродукции ЦВС является наличие клеток в фазе активного деления (S-фаза). Условия взаимодействия клеточных детерминант с ЦВС антигеном до конца не известны» [цитата с.15, 4]. И.М. Донник, О.Г. Петрова, А.Г. Исаева (2013) отмечают: «... интенсивная репликация ЦВС-2 приводит к развитию иммунодефицитного состояния организма поросят. У животных создаются условия для активизации условно-патогенных микроорганизмов,

что приводит к возникновению вторичных инфекций. Однако основные факторы, запускающие клиническое проявление инфекции, ещё в недостаточной степени ясны. При иммуногистохимическом исследовании лимфоидной ткани отмечают поражения лимфоузлов, миндалин, Пейеровых бляшек, селезёнки и тимуса. В ряде случаев базофильные внутриплазматические включения, содержащие ЦВС-2, обнаруживаются в клетках гистиоцитарного происхождения» [цитата с.11, 2]. Вирус поражает иммунокомпетентные клетки лимфоидной ткани, усиление размножения и распространения его в организме поросят происходит после активации иммунной системы в результате применения каких-либо вакцин или инфицирования другими патогенными биологическими агентами, что сопровождается размножением макрофагов, Т- и В-лимфоцитов, являющихся клетками-мишенями для цирковируса [5].

Многие авторы в своих исследованиях указывают, что цирковирусы свиней устойчивы к различным детергентам и дезинфицирующим средствам [1, 4, 7, 9, 13, 14]. О.Г. Петрова с соавторами (2014) констатирует, что вспышки цирковироза появляются и на свинофермах, где придерживаются жёстких мер биобезопасности. Борьба с сопутствующими инфекциями может внести вклад в ослабление симптомов комплекса респираторных заболеваний свиней [6]. Высокая устойчивость ЦВС-2 к внешним воздействиям может вызывать смешанные инфекции при участии нескольких видов бактерий и/или вирусов, в связи с чем эффективных мер лечения цирковироза не существует [1, 9, 20, 24]. Очистить свинофермы от этой инфекции сложно, поэтому основным средством профилактики и борьбы с ней в настоящее время является профилактическая иммунизация. Вакцинация может увеличить выживаемость поросят, суточный прирост массы, снизить расход кормов и улучшить показатели роста поросят.

В Китае до 2003 г. преобладающим штаммом был ЦВС-2а, после 2003 г. ге-

ном сместился от ЦВС-2а к ЦВС-2b, который и стал преобладающим [14, 15, 19, 21, 22]. Наши исследования показали, что за последние 20 лет в Китае генотип претерпел два дрейфа в ходе эволюции ЦВС-2. До 2004 г. генотип дрейфовал с ЦВС-2а на ЦВС-2b, а в 2009 г. – с ЦВС-2b на ЦВС-2d. В трёх провинциях Ляонин, Хэйлунцзян и Цзилинь, граничащих с Россией на северо-востоке Китая, за период с 2018 по 2023 гг. было дополнительно проверено в общей сложности 43 штамма вируса. Среди них генотип ЦВС-2а составил 18,6 %, генотип ЦВС-2b – 27,9 %, генотип ЦВС-2d – 53,4 %. Это указывает на то, что генетическое разнообразие ЦВС-2 увеличилось в Северо-Восточном Китае, и ЦВС-2b и ЦВС-2d стали основными преобладающими генотипами.

Инактивированная вакцина PCV-2 готовится путём обработки инфицированных культур клеток PCV-2 физико-химическими методами, так что они теряют свою инфекционность, но сохраняют хорошую иммуногенность, а затем добавляется адъювант для эмульгирования. Зарубежные учёные инвестировали в исследования инактивированной вакцины PCV-2 ранее, и французская компания Merial успешно разработала первую в мире инактивированную цельновирусную вакцину PCV-2 CircovacoR в 2006 г. В Китае Институт ветеринарных исследований Китайской академии сельскохозяйственных наук, Харбин, впервые разработал инактивированную вакцину PCV-2 (штамм LG), которая имеет преимущества быстрой индукции иммунного ответа и хорошего иммунного эффекта. Хуан Липин и др. оценили иммунный эффект существующей коммерческой вакцины по двум программам, однократной и двукратной, и результаты показали, что поросята, иммунизированные по двум программам иммунитета, не проявляли клинических признаков PCVAD, и не было значительной разницы в показателях роста, смертности и выбраковки подопытных свиней, что указывает на то, что существующая коммерческая вакцина

может защитить от заражения подтипом PCV-2d. В Китае существует 41 производитель вакцин PCV-2, которые одобрили импортную регистрацию [10, 12, 18, 24].

Вакцины PCV-2 в основном включают три категории, соответственно: цельновирусная инактивированная вакцина, генно-инженерная субъединичная вакцина и химерная вакцина. Цельновирусная инактивированная вакцина – большинство штаммов принадлежат к подтипу PCV-2b, включая штамм ZJ/C, SH, SH II, LG, WH, DBN, SX07 и 1010. Отечественные и зарубежные учёные провели большое количество исследований, чтобы ответить на вопрос, эффективны ли существующие вакцины против распространённых штаммов PCV-2, и могут ли они обеспечить хорошую защиту. Последнее эпидемиологическое исследование, проведённое Lü et al [19], показало, что с 2016 г. в исследуемом регионе Китая преобладает PCV-2d генотип. Иммунизация свиней, естественно заражённых PCV-2b, тремя субъединичными вакцинами PCV-2a, а затем заражение их PCV-2d выявила, что вирусия как PCV-2b, так и PCV-2d была ослаблена у инфицированных свиней, а показатели повреждений у иммунизированных свиней были значительно снижены [20]. Однако, судя по текущим данным эпидемиологических вирусных испытаний, существующие коммерческие вакцины не обеспечивают адекватной защиты от PCV-2d. В связи с этим необходимо продолжать исследования по перекрестной защите между PCV-2a, PCV-2b и PCV-2d. В связи с появлением PCV-2-ассоциированных заболеваний даже после иммунизации вакциной PCV-2 в промышленном свиноводстве, высокая частота обнаружения PCV-2d поставила новые задачи перед существующей коммерческой вакциной PCV-2.

В данном исследовании была приготовлена цельновирусная инактивированная вакцина с использованием штамма PCV-2d в качестве шаблона и проведены испытания по защите организма поросят от заражения PCV-2d в эксперименте.

Роль ЦВС-2 в патогенезе синдрома послеотъёмного мультисистемного истощения поросят (СПМИ), и в частности его влияние на иммунную систему хозяина, является предметом многочисленных исследований на протяжении последних двух десятилетий, с момента первого описания СПМИ в Канаде (Clark, 1997). ЦВС-2 вызывает широкий спектр клинических симптомов, в зависимости от состояния организма заражённого животного. Цирковирус-ассоциированная иммуносупрессия характеризуется лимфопенией, истощением лимфоидных клеток (В- и Т-клеток) и изменением выработки цитокинов [11]. Истощение лимфы и замещение гистиоцитов в лимфоидных тканях приводят к иммуносупрессии у свиней и характерны при PCV2-инфекции и PCVAD [3, 4, 9]. В связи с вышесказанным наш эксперимент актуален.

Наши исследования выявили, что с 14-го дня от начала эксперимента среднесуточный прирост массы поросят в контрольной группе был значительно ниже ( $P < 0,05$ ), чем у поросят в опытной группе. Результаты патологоанатомического и гистологического исследования показали увеличение и геморрагическое воспаление паховых лимфатических узлов у поросят в контрольной группе. Микроскопирование гистологических срезов паховых лимфатических узлов поросят контрольной группы выявило значительное уменьшение количества лимфоцитов, в то время как в срезах в опытной группе значительного уменьшения лимфоцитов не наблюдалось. Поэтому транскрипционный анализ был проведён путём подготовки образцов тканей паховых лимфатических узлов.

Число копий ДНК PCV-2 было значительно выше в лимфоидных тканях поросят из контрольной группы, подвергшихся заражению PCV-2 (без иммунизации вакциной), чем у поросят опытной группы (иммунизированных вакциной и позже заражённых цирковирусом). Эти данные согласуются с результатами предыдущих исследований, в которых отме-



чалась более высокая вирусная нагрузка, сопровождавшаяся большим истощением лимфоцитов в тканях паховых лимфатических узлов PCV-2-инфицированных свиней.

Это первое исследование, описывающее транскрипционный профиль вакцины в тканях пахового лимфатического узла после заражения PCV-2. Всего с помощью секвенирования транскриптома было проверено 224 DEG. Среди них у 141 была повышенная активность, а у 83 – пониженная. Для проверки истинной надёжности данных транскриптома была проведена qPCR (количественная ПЦР). По дифференциальным генам обогащены 150 KEGG-путей. В сочетании с GO-аннотацией иммунной функции, компонентами цитоплазматической мембраны и метаболизмом материала ткани паховых лимфатических узлов были выбраны молекулы клеточной адгезии, взаимодействие цитокин-цитокиновый рецептор и сигнальные пути метаболизма триптофана, которые играют вышеуказанные роли в процессе транскрипции. По сравнению со свиньями в контрольной группе, молекулы, связанные с иммунитетом, такие как молекулы адгезии и хемокины в группе иммунного заражения, были специфически активированы у свиней в группе, подвергнутой иммуноиммунному заражению, что может помочь хозяину усилить иммунный ответ и снизить уровень PCV-2-восприимчивость. Результаты нашего исследования показывают важную роль вакцин в иммунном ответе на инфекцию ЦВС-2, что требует дальнейшего изучения для улучшения здоровья свиней в период воспроизводства.

Для глубокого изучения роли вакцин в иммунологическом процессе при PCV2-инфекции мы рассмотрели молекулы клеточной адгезии, взаимодействие цитокинов с рецепторами и сигнальные пути метаболизма триптофана.

Молекулы адгезии являются важными сигнальными молекулами иммунной системы, выступая в роли преобразователей сигналов, передающих их из внеклеточ-

ного во внутриклеточное пространство (Kumar et al, 2016; Korytina et al, 2019). В данном исследовании PCV-2-инфекция у свиней контрольной группы привела к снижению экспрессии многих молекул адгезии (например, ITGAM, SLA-2, MAG). Эти молекулы адгезии были значительно обогащены молекулами клеточной адгезии (CAMs), которые играют важную роль в распознавании патогенов, передаче сигналов и взаимодействии между иммунными клетками [13, 19].

ITGAM (интегрин  $\alpha M$ ): субъединица интегринов, экспрессируемая преимущественно на лейкоцитах, которая связывается с субъединицей  $\beta 2$ , образуя интегрин  $\alpha M\beta 2$ , также известный как Mac-1. Mac-1 играет важную роль в трансэндотелиальной миграции лейкоцитов (LTM) и взаимодействии иммунных клеток.

SLA-2 (porcine leukocyte antigen-2): антигены лейкоцитов свиней (SLA) – это группа антигенов, экспрессирующихся в основном на поверхности лейкоцитов свиней и тесно связанных с функцией иммунной системы. SLA-2 является членом семейства SLA и играет роль в распознавании и взаимодействии иммунных клеток.

MAG (основной белок миелина) – это компонент миелина, который относится к цитоскелетным белкам и участвует в поддержании клеточной структуры и межклеточной сигнализации. В иммунной системе MAG также участвует во взаимодействии иммунных клеток и сигнализации.

Снижение регуляции этих молекул адгезии во время инфекции может привести к нарушению взаимодействия и сигнализации между иммунными клетками, тем самым влияя на эффективность иммунного ответа. Это также позволяет предположить, что патогены могут уклоняться от иммунного надзора путём модуляции экспрессии молекул адгезии в клетках хозяина во время инфекции. Результаты показали, что поросята контрольной группы имели более высокую нагрузку вирусных нуклеиновых кислот в паховых

лимфатических узлах и более тяжёлые поражения, видимые на патогистологических срезах. Снижение регуляции этих молекул адгезии в этой группе может усугублять тяжесть поражения лимфоидной ткани, инфицированной PCV-2. Напротив, поросята опытной группы, иммунизированные вакциной, были более устойчивы к повышению уровня этих молекул адгезии.

В этом исследовании мы изучили дифференциально экспрессированные гены (DEGs) и пути их регуляции у поросят, заражённых PCV-2 после иммунизации вакциной, с помощью секвенирования транскриптома. Результаты показали, что относительно высокорегулярные DEGs в опытной группе были функционально обогащены в сигнальном пути взаимодействия цитокинов и цитокиновых рецепторов по сравнению с контрольной группой.

Цитокины инициируют и координируют иммунные реакции и играют важнейшую роль в противовирусной защите. Некоторые цитокины оказывают прямое противовирусное действие, вызывая в клетках противовирусное состояние, активируя апоптоз или способствуя уничтожению инфицированных клеток активированными иммунными клетками. Хемокины – это класс цитокинов, которые контролируют миграцию иммунных клеток к очагам инфекции и воспаления.

Хемокины представляют собой большое семейство хемотаксических молекул, которые принимают фундаментальное участие в воспалительной реакции, привлекая иммунные клетки к месту воспаления и способствуя иммунному ответу и заживлению ран (Le et al, 2004; Zlotnik & Yoshie, 2012). Многие хемокины экспрессируются в иммунных тканях и клетках PCV-2-инфицированных свиней (Li et al, 2014; Zhang et al, 2011) [16, 17]. В настоящем исследовании у поросят опытной группы (IM+PCV2) было выявлено множество специфически повышенных хемокинов (CCL14, CCR3, EPOR и LOC100515857), которые в основном были связаны со вза-

имодействием цитокиновых рецепторов и хемокиновыми сигнальными путями. Оба пути вовлечены в специфическую функциональную задачу рекрутирования иммунных клеток для индуцирования воспалительного и адаптивного иммунного ответа (Carvalho et al, 2012; Hu et al, 2016). Таким образом, повышение уровня хемокинов способствует рекрутированию большего количества иммунных клеток для защиты от патогенов, а поросята опытной группы демонстрируют большую способность к хемотаксису иммунных клеток.

CCL14 (CC motif chemokine ligand 14) является хемокином, способствующим активации иммунных клеток. После вакцинации иммунная система активируется для создания иммунного ответа против патогенов. CCR3 (CC motif chemokine receptor 3) – рецептор клеточной поверхности, относящийся к семейству хемокиновых рецепторов. Он экспрессируется преимущественно на лейкоцитах, таких как моноциты, макрофаги и некоторые субпопуляции Т-клеток. Лиганды для CCR3 включают CCL11, CCL12, CCL13, CCL14, CCL15, CCL16, CCL17, CCL18, CCL19, CCL21, CCL22, CCL23, CCL24, CCL25 и CCL26. Когда CCR3 связывается со своими лигандами, он вызывает хемотаксис и активацию лейкоцитов, которые участвуют в иммунном ответе.

Кроме того, это исследование обнаружило у контрольной группы поросят белки с повышенным уровнем экспрессии (TNFRSF18, CSF3, AMHR2). TNFRSF18 – Tumour Necrosis Factor Receptor Superfamily member 18 – член суперсемейства рецепторов фактора некроза опухоли 18, также известный как GITR, тесно связан с иммунной регуляцией. Он присутствует в регуляторных Т-клетках (Treg) и активированных CD4+ Т-клетках. Вирусные инфекции (например, ЦВС-2 инфекция и коинфекция ЦВС-2/PPCC) стимулируют дифференцировку CD4+ Т-клеток в Treg-клетки путём повышения уровня трансформирующего фактора роста (TGF)- $\beta$ , который, в свою очередь,

стимулирует дифференцировку CD4+ Т-клеток путём фосфорилирования внеклеточной сигнал-регулируемой киназы (ERK) (Liu et al. 2022). Это приводит к увеличению количества Treg-клеток, что снижает иммунный ответ хозяина и может привести к хроническим инфекциям (Maizels and Smith 2011; Liu et al. 2022). ЦБС-2 влияет на дифференциацию иммунных клеток через индукцию цитокиновых изменений в DCs (дендритных клетках), что в свою очередь влияет на иммунный ответ хозяина [15, 16, 19]. В настоящем исследовании в контрольной группе экспрессия гена TNFRSF18 (GITR) была значительно повышена, что ещё больше снизило реактивность системы хозяина. Эти данные согласуются с результатами настоящего исследования.

Иммунизация обычно сопровождается нарушением роста у молодняка. Воспаление снижает потребление корма наряду с процессами высвобождения питательных веществ (катаболизм скелетных мышц) и истощения (быстрый синтез белка, лихорадка). Некоторые аминокислоты демонстрируют более серьезные и длительные изменения во время воспаления, вероятно, они выступают в качестве предшественников высокоэнергетических процессов [16, 17, 18]. Проведённое нами исследование выявило повышенную активность белков IDO1 и IDO2 у поросят контрольной группы. IDO – это фермент, играющий важную роль в иммуномодуляции и экспрессирующийся в основном в фагоцитах и дендритных клетках организма. Основная функция IDO заключается в катализе метаболизма триптофана (аминокислоты) в кинуренин. Продукты этого метаболического пути могут ингибировать пролиферацию и функцию Т-клеток, тем самым регулируя иммунные реакции. IDO играет ключевую роль в противовирусном иммунном ответе организма. Например, при ВИЧ-инфекции повышенная активность IDO может приводить к снижению количества и нарушению функции CD4+

Т-клеток, тем самым ускоряя прогрессирование вирусной инфекции.

Мы подтвердили, что DEGs (ALDH5A1 и FOLH1B), активность которых снижена у поросят контрольной группы, были функционально обогащены в пути метаболизма аланина, аспартата и глутамата. Это позволяет предположить, что вирусная инфекция тесно связана с метаболизмом аминокислот (например, метаболизмом аланина, аспартата и глутамата) и метаболизмом триптофана. Метаболизм аминокислот и триптофана может изменяться во время вирусной инфекции, тем самым влияя на вирусную репликацию, иммунный ответ хозяина и взаимодействие вируса и хозяина.

Во время репликации вирусам необходимо использовать биосинтетические механизмы клетки-хозяина для копирования своего генетического материала и белков. В этом процессе аминокислоты являются основными единицами, из которых состоят вирусные белки. Вирусная инфекция изменяет метаболизм аминокислот в клетке-хозяине, тем самым влияя на вирусную репликацию и сборку. Кроме того, вирусная инфекция стимулирует иммунный ответ хозяина, включая клеточный и гуморальный иммунитет. Иммунные клетки должны синтезировать и выделять большое количество иммунных факторов в процессе очищения от вирусов, и многие из этих иммунных факторов являются белками, для синтеза которых требуется большое количество аминокислот.

### **Выводы**

В данном исследовании мы провели эксперимент по одновременному заражению вакцинированных и контрольных поросят. После заражения по сравнению с контрольной группой у вакцинированных поросят (опытная группа) наблюдалось значительное увеличение суточного привеса и отсутствие явных патоморфологических изменений. При этом вирусная нагрузка в паховых лимфоузлах была значительно ниже, чем в контрольной

группе. Это показывает, что вакцина оказывает определённый защитный эффект против инфекции ЦВС-2.

В общей сложности 224 DEG были проверены с помощью секвенирования транскриптома паховых лимфатических узлов: 141 из них был повышен, а 83 – понижены. DEG были сгруппированы, и сгруппированные гены имели одинаковые или схожие паттерны экспрессии. Результаты анализа обогащения GO и KEGG показали, что по сравнению с поросятами контрольной группы, в опытной группе поросят относительно повышенные DEG были специально активированы в связанных с иммунитетом сигнальных путях, таких как молекулы адгезии и хемокины, цитокины и взаимодействие цитокинов. Взаимодействие цитокиновых рецепторов и другие сигнальные пути, связанные с иммунитетом, были специфически ак-

тивированы. Нерегулируемые DEG были функционально обогащены в путях метаболизма аланина, аспартата и глутамата, а также в путях метаболизма триптофана. В контрольной группе вирусная нагрузка в паховых лимфатических узлах была сильно выражена в клетках хозяина, что привело к сверхэкспрессии генов, связанных с метаболизмом, и способствовало развитию тяжёлых патологических изменений.

Таким образом, ожидается, что данное исследование внесёт вклад в эту область, предоставив основные данные для изучения сигнальных путей, лежащих в основе ингибирующего действия вакцин на ЦВС-2 вирусную инфекцию у поросят. Оно создаёт новую теоретическую основу для эффективного контроля циркувирусной инфекции второго типа у поросят и механизма действия вакцинной защиты.

### Библиографический список

1. Бабина, Е. А. Цирковирусная инфекция свиней второго типа // Научные основы производства и обеспечения качества биологических препаратов для АПК: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения И. В. Звягина, Щелково, 08 – 09 октября 2020 г. / гл. ред. С. А. Гринь. Москва, 2020. С. 215–220. DOI: 10.47804/978-5-89904-028-3\_2020\_215. eLIBRARY ID: 44412142. EDN: KGUPDJ.
2. Донник, И. М., Петрова, О. Г., Исаева, А. Г. Патогенез болезни и воздействие ЦВС-2 на иммунную систему организма свиней // Аграрный вестник Урала. 2013. №4(110). С.11–13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/patogenez-bolezni-i-vozdeystvie-tsvs-2-na-immunnuyu-sistemu-organizma-sviney> (дата обращения: 16.04.2024).
3. Забережный, А. Д., Алипер, Т. И. Современные молекулярно-генетические технологии для разработки противовирусных вакцин в свиноводстве // Актуальные ветеринарные проблемы в промышленном свиноводстве [Электронный ресурс]. URL:[https://vetkom.novreg.ru/tinybrowser/files/poleznaya\\_informaciya/materialy\\_vatkongressa/aktualnye\\_problemy/zaberezhnyy.pdf](https://vetkom.novreg.ru/tinybrowser/files/poleznaya_informaciya/materialy_vatkongressa/aktualnye_problemy/zaberezhnyy.pdf) (дата обращения: 16.04.2024).
4. Крысенко, Ю. Г. Эпизоотологический мониторинг, патогенез и меры профилактики при ассоциированной форме циркувирусной инфекции свиней: дис. ... д-ра вет. наук: специальность 06.02.02 – ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология. / Крысенко, Юрий Гаврилович – Ижевск, 2012. 305 с.
5. Крысенко, Ю. Г., Меньшиков, А. В., Капачинских, Н. А. Динамика отдельных показателей крови при смешанной форме циркувирусной инфекции // Актуальные вопросы зооветеринарной науки: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию доктора ветеринарных наук, профессора, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, ветерана труда Новых Николая Николаевича, Ижевск, 15 мая 2019 г. / Ижевская ГСХА; отв. за вып. Н. В. Исунова. Ижевск, 2019. С.34–38.

6. Рекомендации по борьбе с ЦВС-2 / О. Г. Петрова и др. // *Аграрный вестник Урала*. 2014. №6(124). С. 34-39.
7. Стафффорд, В. В., Стрельцова, Я. Б., Аноятбеков, М. А. Цирковиральная инфекция свиней. Обзорные данные // *Труды ВИЭВ*. 2018. Т. 80, ч. I. С.324-330. DOI 10.30917/АТТ-PRINT-2018-1.
8. Фу Ю., Терёбова, С. В. Цирковиральная инфекция свиней // *Аграрный вестник Приморья*. 2021. № 3 (23). С. 44-49.
9. Цирковиральная болезнь свиней (ЦВБС) – эпизоотическая и экономическая значимость, особенности профилактики / А. А. Евлевский и др. // *Вестник Курской ГСХА*. 2013. №6. С. 75 – 77. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsirkovirusnaya-bolezn-sviney-tsvbs-epizooticheskaya-i-ekonomicheskaya-znachimost-osobennosti-profilaktiki> (дата обращения: 03.04.2024).
10. Commercial PCV2a-based vaccines are effective in protecting naturally PCV2b-infected finisher pigs against experimental challenge with a 2012 mutant PCV2 / T. Opriessnig et al. // *Vaccine*. 2014. V.32 (34). P.4342-4348. doi:10.1016/j.vaccine.2014.06.004.
11. Cytokine mRNA expression profiles in lymphoid tissues of pigs naturally affected by postweaning multisystemic wasting syndrome / L. Darwich et al. // *The Journal of general virology*. 2003. V.84 (Pt8). P.2117-2125. doi:10.1099/vir.0.19124-0.
12. Enhancement of the immunogenicity of a porcine circovirus type 2 DNA vaccine by a recombinant plasmid coexpressing capsid protein and porcine interleukin-6 in mice / X. Q. Guo et al. // *Microbiology and immunology*. 2015. V. 59(3). P.174-180. doi:10.1111/1348-0421.12244.
13. Environmental distribution of Porcine Circovirus Type 2 (PCV2) in swine herds with natural infection / G. López-Lorenzo et al. // *Scientific reports*. 2019. V. 9(1). P.14816. doi: 10.1038/s41598-019-51473-6.
14. Epidemiology and transmission of porcine circovirus type 2 (PCV2) / N. Rose et al. // *Virus research*. 2017. V.164. P.78-89. doi:10.1016/j.virusres.2011.12.002.
15. Genetic analysis of porcine circovirus type 2 (PCV2) strains between 2002 and 2016 reveals PCV2 mutant predominating in porcine population in Guangxi, China / J. Yao et al. // *BMC veterinary research*. 2019. V.15 (1). P.118. doi: 10.1186/s12917-019-1859-z.
16. Immune gene expression profiles in swine inguinal lymph nodes with different viral loads of porcine circovirus type 2 / C.M. Lin et al. // *Veterinary microbiology*. 2013. V.162 (2-4). P.519-529. doi:10.1016/j.vetmic.2012.11.012.
17. Isolation of porcine circovirus-like viruses from pigs with a wasting disease in the USA and Europe / G. M. Allan et al. // *Journal of veterinary diagnostic investigation*. 1998. Vol.10(1). P.3-10. doi: 10.1177/104063879801000102 (1998).
18. Karuppappan A. K., Opriessnig T. Porcine Circovirus Type 2 (PCV2) // *Vaccines in the Context of Current Molecular Epidemiology*. 2017. V. 9(5). P.99. doi:10.3390/v9050099.
19. Molecular epidemiology and genetic variation analyses of porcine circovirus type 2 isolated from Yunnan Province in China from 2016-2019 / N. Lv et al. // *BMC veterinary research*. 2020. V.16 (1). P.96. doi: 10.1186/s12917-020-02304-8.
20. Opriessnig T., Meng X. J., Halbur P. G. Porcine circovirus type 2 associated disease: update on current terminology, clinical manifestations, pathogenesis, diagnosis, and intervention strategies // *Journal of veterinary diagnostic investigation*. 2007. V.19 (6). P.591-615. doi: 10.1177/104063870701900601.
21. Phylogenetic analysis of porcine circovirus type 2 (PCV2) between 2015 and 2018 in Henan Province, China / G. Zheng et al. // *BMC veterinary research*. 2020. V.16. P.6. doi: 10.1186/s12917-019-2193-1.
22. Prevalence of porcine circovirus 2 throughout China in 2015-2019: A systematic review and meta-analysis / Y. Liu et al. // *Microbial pathogenesis*. 2020. V.149. P.104490. doi:10.1016/j.micpath.2020.104490.
23. Segalés J. Porcine circovirus type 2 (PCV2) infections: clinical signs, pathology and laboratory diagnosis // *Virus research*. 2012. V.164 (1-2). P.10-1. doi:10.1016/j.virusres.2011.10.007.
24. Ten years of PCV2 vaccines and vaccination: Is eradication a possibility? / Z. Afghah et al. // *Veterinary microbiology*. 2017. V.206. P.21-2. doi:10.1016/j.vetmic.2016.10.002.

## References

1. Babina, Ye. A. Tsirkovirusnaya infektsiya sviney vtorogo tipa [Circovirus infection of pigs of the second type] // *Nauchnyye osnovy proizvodstva i obespecheniya kachestva biologicheskikh preparatov dlya APK: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya I. V. Zvyagina, Shchelkovo, 08 – 09 oktyabrya 2020 g. / gl. red. S.A. Grin'. Moskva, 2020. S. 215-220. DOI: 10.47804/978-5-89904-028-3\_2020\_215. eLIBRARY ID: 44412142. EDN: KGUPDJ.*
2. Donnik, I. M., Petrova, O. G., Isayeva, A. G. Patogenez bolezni i vozdeystviye TSVS-2 na immunnuyu sistemu organizma sviney [Pathogenesis of the disease and the effect of PCV-2 on the immune system of pigs] // *Agrarnyy vestnik Urala. 2013. №4(110). S.11-13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/patogenez-bolezni-i-vozdeystvie-tsvs-2-na-immunnuyu-sistemu-organizma-sviney> (data obrashcheniya: 16.04.2024).*
3. Zaberezhnyy, A. D., Aliper T.I. Sovremennyye molekulyarno-geneticheskiye tekhnologii dlya razrabotki protivovirusnykh vaktsin v svinovodstve [Modern molecular genetic technologies for the development of antiviral vaccines in pig farming] // *Aktual'nyye veterinarnyye problemy v promyshlennom svinovodstve [Elektronnyy resurs]. URL:[https://vetkom.novreg.ru/tinybrowser/files/poleznaya\\_informaciya/materialy\\_vatkongressa/aktualnye\\_problemy/zaberezhnyy.pdf](https://vetkom.novreg.ru/tinybrowser/files/poleznaya_informaciya/materialy_vatkongressa/aktualnye_problemy/zaberezhnyy.pdf) (data obrashcheniya: 16.04.2024).*
4. Krysenko, YU. G. Epizootologicheskii monitoring, patogenez i mery profilaktiki pri assotsiirovannoy forme tsirkovirusnoy infektsii sviney [Epizootological monitoring, pathogenesis and preventive measures for the associated form of pig circovirus infection]: dis. ... d-ra vet. nauk: spetsial'nost' 06.02.02 – veterinarnaya mikrobiologiya, virusologiya, epizootologiya, mikologiya s mikotoksikologiyey i immunologiya. / Krysenko, YUrij Gavrilovich – Izhevsk, 2012. 305 s.
5. Krysenko, YU. G., Men'shikov, A. V., Kapachinskikh, N. A. Dinamika otdel'nykh pokazateley krovi pri smeshannoy forme tsirkovirusnoy infektsii [Dynamics of individual blood parameters in a mixed form of circovirus infection] // *Aktual'nyye voprosy zooveterinarnoy nauki: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 80-letiyu doktora veterinarnykh nauk, professora, pochetnogo rabotnika vysshego professional'nogo obrazovaniya Rossiyskoy Federatsii, veterana truda Novykh Nikolaya Nikolayevicha, Izhevsk, 15 maya 2019 g. / Izhevskaya GSKHA; otv. za vyp. N.V. Isupova. Izhevsk, 2019. S.34-38.*
6. Rekomendatsii po bor'be s TSVS-2 [Recommendations for combating PCV-2] / O.G. Petrova i dr. // *Agrarnyy vestnik Urala. 2014. №6(124). S. 34-39.*
7. Stafford, V. V., Strel'tsova, YA. B., Anoyatbekov M.A. Tsirkovirusnaya infektsiya sviney. Obzornyye dannyye [Porcine circovirus infection. Review data] // *Trudy VIEV. 2018. T. 80, ch. I. S.324-330. DOI 10.30917/ATT-PRINT-2018-1.*
8. Fu YU., Terebova, S. V. Tsirkovirusnaya infektsiya sviney [Circovirus infection of pigs] // *Agrarnyy vestnik Primor'ya. 2021. № 3 (23). S. 44-49.*
9. Tsirkovirusnaya bolezni' sviney (TSVBS) – epizooticheskaya i ekonomicheskaya znachimost', osobennosti profilaktiki [Porcine circovirus disease (PVD) – epizootic and economic significance, features of prevention] / A. A. Yevglevskiy i dr. // *Vestnik Kurskoy GSKHA. 2013. №6. S. 75 – 77. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsirkovirusnaya-bolezni-sviney-tsvbs-epizooticheskaya-i-ekonomicheskaya-znachimost-osobennosti-profilaktiki> (data obrashcheniya: 03.04.2024).*
10. Commercial PCV2a-based vaccines are effective in protecting naturally PCV2b-infected finisher pigs against experimental challenge with a 2012 mutant PCV2 / T. Opriessnig et al. // *Vaccine. 2014. V.32 (34). P.4342-4348. doi:10.1016/j.vaccine.2014.06.004.*
11. Cytokine mRNA expression profiles in lymphoid tissues of pigs naturally affected by postweaning multisystemic wasting syndrome / L. Darwich et al. // *The Journal of general virology. 2003. V.84 (Pt8). P.2117-2125. doi:10.1099/vir.0.19124-0.*
12. Enhancement of the immunogenicity of a porcine circovirus type 2 DNA vaccine by a recombinant plasmid coexpressing capsid protein and porcine interleukin-6 in mice / X. Q. Guo et al. // *Microbiology and immunology. 2015. V. 59(3). P.174-180. doi:10.1111/1348-0421.12244.*

13. Environmental distribution of Porcine Circovirus Type 2 (PCV2) in swine herds with natural infection / G. López-Lorenzo et al. // *Scientific reports*. 2019. V. 9(1). P.14816. doi: 10.1038/s41598-019-51473-6.
14. Epidemiology and transmission of porcine circovirus type 2 (PCV2) / N. Rose et al. // *Virus research*. 2017. V.164. P.78-89. doi:10.1016/j.virusres.2011.12.002.
15. Genetic analysis of porcine circovirus type 2 (PCV2) strains between 2002 and 2016 reveals PCV2 mutant predominating in porcine population in Guangxi, China / J. Yao et al. // *BMC veterinary research*. 2019. V.15 (1). P.118. doi: 10.1186/s12917-019-1859-z.
16. Immune gene expression profiles in swine inguinal lymph nodes with different viral loads of porcine circovirus type 2 / C.M. Lin et al. // *Veterinary microbiology*. 2013. V.162 (2-4). P.519-529. doi:10.1016/j.vetmic.2012.11.012.
17. Isolation of porcine circovirus-like viruses from pigs with a wasting disease in the USA and Europe / G. M. Allan et al. // *Journal of veterinary diagnostic investigation*. 1998. Vol.10(1). P.3-10. doi: 10.1177/104063879801000102 (1998).
18. Karuppanan A. K., Opriessnig T. Porcine Circovirus Type 2 (PCV2) // *Vaccines in the Context of Current Molecular Epidemiology*. 2017. V. 9(5). P.99. doi:10.3390/v9050099.
19. Molecular epidemiology and genetic variation analyses of porcine circovirus type 2 isolated from Yunnan Province in China from 2016-2019 / N. Lv et al. // *BMC veterinary research*. 2020. V.16 (1). P.96. doi: 10.1186/s12917-020-02304-8.
20. Opriessnig T., Meng X. J., Halbur P. G. Porcine circovirus type 2 associated disease: update on current terminology, clinical manifestations, pathogenesis, diagnosis, and intervention strategies // *Journal of veterinary diagnostic investigation*. 2007. V.19 (6). P.591-615. doi: 10.1177/104063870701900601.
21. Phylogenetic analysis of porcine circovirus type 2 (PCV2) between 2015 and 2018 in Henan Province, China / G. Zheng et al. // *BMC veterinary research*. 2020. V.16. P.6. doi: 10.1186/s12917-019-2193-1.
22. Prevalence of porcine circovirus 2 throughout China in 2015-2019: A systematic review and meta-analysis / Y. Liu et al. // *Microbial pathogenesis*. 2020. V.149. P.104490. doi:10.1016/j.micpath.2020.104490.
23. Segalés J. Porcine circovirus type 2 (PCV2) infections: clinical signs, pathology and laboratory diagnosis // *Virus research*. 2012. V.164 (1-2). P.10-1. doi:10.1016/j.virusres.2011.10.007.
24. Ten years of PCV2 vaccines and vaccination: Is eradication a possibility? / Z. Afghah et al. // *Veterinary microbiology*. 2017. V.206. P.21-2. doi:10.1016/j.vetmic.2016.10.002.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.  
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 02.05.2024; одобрена после рецензирования 24;05.2024  
принята к публикации 30.05.2024  
The article was submitted 02.05.2024; approved after reviewing 24.05.2024  
accepted for publication 30.05.2024

#### **Информация об авторах:**

**Юйцзе Фу** – доцент, Колледж инженерии жизни, Шеньянский технологический институт, Фушунь, Китай

**Пэн Чжан** – преподаватель, Колледж инженерии жизни, Шеньянский технологический институт, Фушунь

**Теребова Светлана Викторовна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», Россия, г. Уссурийск, п. Тимирязевский

**Колина Юлия Александровна** – доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Приморский государственный аграрно-технологический университет», Россия, Уссурийск

***Information about the authors:***

**Yuizze Fu** – associate professor, College of Life Engineering, Shenyang institute of technology Peng

Zhang – lecturer, College of Life Engineering, Shenyang Institute of Technology

**Svetlana V. Terebova** – candidate of biological sciences, senior researcher

**Yulia Al. Kolina** – doctor of biological sciences, professor



Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 137-145.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):137-145.

САНИТАРИЯ, ГИГИЕНА, ЭКОЛОГИЯ, ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Научная статья

DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.137-145

УДК 639.122:612.086

## Микроморфологические показатели мышечной ткани и внутренних органов перепелов при применении в рационе кормовой добавки на основе рыбьего жира

Бочарова Полина Александровна<sup>1</sup>, Бачинская Валентина Михайловна<sup>2</sup>,  
Василевич Федор Иванович<sup>3</sup>, Гончар Дмитрий Витальевич<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и  
биотехнологии-МВА имени К. И. Скрябина, Россия, Москва

<sup>1</sup> 5564677@mail.ru

<sup>2</sup> bachinskaya1980@mail.ru

<sup>3</sup> f-vasilevich@inbox.ru

<sup>4</sup> san111194@mail.ru

нет

<https://orcid.org/0000-0001-7763-3066>

<https://orcid.org/0000-0003-0786-5317>

<https://orcid.org/0009-0006-8634-0568>

**Аннотация.** Проблема полноценного кормления сельскохозяйственной птицы в связи с интенсификацией птицеводства в последние годы приобретает всё большее значение. Доказано, что важно не только удовлетворение потребности птицы в основных факторах питания, но и соотношение в рационе отдельных питательных веществ (сахаропротеиновое, энергопротеиновое, кислотно-щелочное), отсутствие в кормах антипитательных и токсических веществ. Одним из основных путей реализации продуктивного потенциала животных наряду с улучшением качества комбикормов и повышением их биологической полноценности является применение добавок разного происхождения. Включение жира в рационы стало широко распространённой практикой в птицеводстве, которая позволяет удовлетворить высокие энергетические потребности быстрорастущих птиц. Вместе с жиром в организм также поступают незаменимые жирные кислоты и витамины. Отдельные жирные кислоты такие, как линолевая, линоленовая, олеиновая жизненно необходимы для нормальных процессов обмена веществ, роста и развития, кроме того эти кислоты не могут синтезироваться в организме животных и считаются незаменимыми, поэтому обязательно должны доставляться с кормами. Незаменимые жирные кислоты используются в основном для синтеза биологически активных веществ животного. Обеспечить без использования жировых добавок потребность животных в жире в период выращивания согласно нормам, по существу невозможно. Стоит отметить, что применение препаратов и кормовых добавок в животноводстве может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на организм животных и птиц в целом. Проведение ги-

---

© Бочарова, П. А., Бачинская, В. М., Василевич, Ф. И., Гончар Д. В., 2024

---

стоморфологических исследований мышечной ткани и внутренних органов перепелов, после применения кормовых добавок позволит оценить степень их воздействия на организм. В статье представлены результаты научных исследований кормовой добавки отечественного производства на перепелах. Целью настоящей работы являлось изучение влияния новой кормовой добавки на основе 55% водно-масляной эмульсии рыбьего жира на гистоморфологические показатели мышечной ткани и внутренних органов перепелов. Экспериментальная часть работы выполнена в виварии кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО МГАВМиБ-МВА им. К. И. Скрябина и в ветеринарном центре патоморфологии «СИТО». Опытной группе перепелов (20 голов) на протяжении 30 суток, каждый день скармливали комбикорм ПК-1П, который предварительно просушивали и обрабатывали кормовой добавкой, контрольная группа (20 голов) получала стандартный комбикорм. На основании проведённых исследований было установлено, что применяемая кормовая добавка на основе рыбьего жира не оказывает негативного влияния на гистоморфологические показатели мышечной ткани и внутренних органов (печень, почки) перепелов.

**Ключевые слова:** кормовые добавки, кормление, рыбий жир, гистология, перепеловодство, микроструктура органов.

**Для цитирования:** Бочарова, П. А., Бачинская, В. М., Василевич, Ф. И., Гончар, Д. В. Микроморфологические показатели мышечной ткани и внутренних органов перепелов при применении в рационе кормовой добавки на основе рыбьего жира // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 137-145. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.137-145>.

## SANITATION, HYGIENE, ECOLOGY, VETERINARY AND SANITARY EXAMINATION

Original article

# Micromorphological indicators of muscle tissue and internal organs of quails when using a feed additive based on fish oil in the diet

Polina A.I. Bocharova<sup>1</sup>, Valentina M. Bachinskaya<sup>2</sup>, Fedor I.V. Vasilevich<sup>3</sup>, Dmitry V. Gonchar<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K. I. Scriabin, Russia, Moscow

<sup>1</sup> 5564677@mail.ru

<sup>2</sup> bachinskaya1980@mail.ru

<sup>3</sup> f-vasilevich@inbox.ru

<sup>4</sup> san111194@mail.ru

no

<https://orcid.org/0000-0001-7763-3066>

<https://orcid.org/0000-0003-0786-5317>

<https://orcid.org/0009-0006-8634-0568>

**Abstract.** The problem of adequate feeding of poultry in recent years, due to the intensification of poultry farming, has become increasingly important. It has been proven that it is important not only to meet the needs of poultry in the main nutrition factors, but

also the ratio of individual nutrients in the diet (sugar-protein, energy-protein, acid-base), the absence of anti-nutritional and toxic substances in the feed. One of the main ways to realize the productive potential of animals, along with improving the quality of compound feeds and increasing their biological usefulness, is the use of additives of various origins. The inclusion of fat in diets has become a widespread practice in poultry farming, which allows meeting the high energy needs of fast-growing birds. Along with fat, the body also receives essential fatty acids and vitamins. Individual fatty acids such as linoleic acid, linolenic acid, oleic acid are vital for normal metabolic processes, growth and development, in addition, these acids cannot be synthesized in the body of animals and are considered essential, therefore they must be delivered with feed. Essential fatty acids are mainly used for the synthesis of biologically active substances of the animal. It is essentially impossible to ensure the need of animals for fat during the growing period according to the norms without the use of fat additives. It is worth noting that the use of drugs and feed additives in animal husbandry can have both positive and negative effects on the body of animals and birds in general. Histomorphological studies of the muscle tissue and internal organs of quails, after the use of feed additives, will allow to assess the degree of their effect on the body. The article presents the results of scientific research of a domestically produced feed additive on quail. The purpose of this work was to study the effect of a new feed additive based on a 55% water-oil emulsion of fish oil on the histomorphological parameters of muscle tissue and internal organs of quails. The experimental part of the work was carried out in the vivarium of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education MGAVMiB-MVA named after K.I. Scriabin and at the CITO veterinary pathomorphology center. The experimental group of quails (20 heads) was fed PK-1P compound feed every day for 30 days, which was previously dried and treated with a feed additive, the control group (20 heads) received standard feed. Based on the studies conducted, it was found that the used fish oil-based feed additive does not have a negative effect on the histomorphological parameters of muscle tissue and internal organs (liver, kidneys) of quails.

**Keywords:** feed additives, feeding, fish oil, histology, quail breeding, microstructure of organs.

**For citation:** Bocharova, P. A., Bachinskaya, V. M., Vasilevich, F. I., Gonchar, D. V. Micro-morphological indicators of muscle tissue and internal organs of quails when using a feed additive based on fish oil in the diet // *Hippology and Veterinary Medicine*. 2024;2(52):137-145. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.137-145>.

### **Введение**

По мере увеличения производства мяса птицы и яиц все более актуальными становятся задачи улучшения качества производимой продукции, а также расширения её ассортимента. Сравнительно молодая, но динамично развивающаяся отрасль птицеводства – перепеловодство – позволяет обеспечить население высокопитательными и диетическими продуктами [4].

Перепела являются одним из самых взрослых видов сельскохозяйствен-

ной птицы, способным давать продукцию уже через два месяца после закладки яиц в инкубатор, что существенно меньше, чем у курицы, у которой этот цикл превышает семь-восемь месяцев. Скорость роста в пять раз выше, чем у кур, яйценоскость наступает в 5-6 недельном возрасте. Каждая перепелка может снести за год до 300 и более вкусных и полезных яиц [1].

Продукция перепелов в нашей стране занимает устойчивое положение в ассортименте пищевых продуктов птицевод-

ства. Яйца и мясо этих птиц отличаются диетическими свойствами и используются в лечебном питании человека. Спрос на мясо перепелов в последние годы растёт, хотя полностью он не удовлетворяется, несмотря на заметное увеличение числа хозяйств по разведению перепелов [11].

Проблема полноценного кормления сельскохозяйственной птицы в последние годы в связи с интенсификацией птицеводства приобретает всё большее значение. Доказано, что важно не только удовлетворение потребности птицы в основных факторах питания, но и соотношение в рационе отдельных питательных веществ (сахаропротеиновое, энергопротеиновое, кислотно-щелочное), отсутствие в кормах антипитательных и токсических веществ [10].

Одним из основных путей реализации продуктивного потенциала животных наряду с улучшением качества комбикормов и повышением их биологической полноценности является применение добавок разного происхождения [12].

Включение жира в рационы стало широко распространённой практикой в птицеводстве, которая позволяет удовлетворить высокие энергетические потребности быстрорастущих птиц. Вместе с жиром в организм также поступают незаменимые жирные кислоты и витамины [7, 9, 13].

Отдельные жирные кислоты такие как линолевая, линоленовая, олеиновая жизненно необходимы для нормальных процессов обмена веществ, роста и развития, кроме того эти кислоты не могут синтезироваться в организме животных и считаются незаменимыми, поэтому обязательно должны доставляться с кормами. Незаменимые жирные кислоты используются в основном для синтеза биологически активных веществ животного. Обеспечить потребность животных в жире в период выращивания согласно нормам, без использования жировых добавок по существу невозможно [3, 9].

Стоит отметить, что применение препаратов и кормовых добавок в животноводстве

может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на организм животных и птиц в целом [2]. Проведение гистоморфологических исследований мышечной ткани и внутренних органов перепелов после применения кормовых добавок позволит оценить степень их воздействия на организм.

**Цель работы** – изучить влияние новой кормовой добавки на основе 55% водно-масляной эмульсии рыбьего жира на гистоморфологические показатели мышечной ткани и внутренних органов перепелов.

### **Материалы и методы исследований**

Экспериментальная часть работы выполнена в виварии кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина в период с августа по октябрь 2023 г.

Перепелов содержали в клетках, предназначенных для данного вида птиц, питание и кормление осуществляли «волю», в помещении выдерживали все необходимые зоотехнические параметры. В эксперименте использовали клинически здоровых перепелов породы Техасская белая в количестве 40 голов, которых приобрели в возрасте 60 суток в ООО «КролИнфо» (Московская область, Орехово-Зуевский район, д. Новая).

Кормовую добавку предоставила ООО Фирма «А-БИО» (г. Пущино, Московская обл.). Характеристика применяемой кормовой добавки: 55% масла, 11% эмульгатора и 34% водной фазы. При этом масляная фаза рыбьего жира – в 1 л содержит: витамина D<sub>3</sub> – 78 мкг; витамина А – 5000 мкг; витамина Е – 31 мг; йод – 968 мкг; селен – 0,375 мг; сорбиновокислого калия – 2 г.

Опытной группе перепелов (20 голов) на протяжении 30 суток, каждый день, скармливали комбикорм ПК-1П (крупка для взрослых перепелов), который предварительно просушивали и обрабатывали с помощью пульверизатора 55% во-

дно-масляной эмульсией рыбьего жира, контрольная группа (20 голов) получала стандартный комбикорм ПК-1П (крупка для взрослых перепелов).

Гистоморфологические исследования мышечной ткани и внутренних органов перепелов проводили в ветеринарном центре патоморфологии «СІТО». Гистологические срезы толщиной 5-7 мкм изготавливали на лабораторном ротационном микротоме Rotary 3002 PFM medical по общепринятым методикам. Гистологические срезы для обзорных целей окрашивали гематоксилином и эозином. Микроскопию срезов проводили при помощи микроскопа ScienOpBP-52 при увеличении окуляров  $\times 10$  и объектива  $\times 40$ . Фотографии срезов делали при помощи цифровой камеры для микроскопа Levenhuk M1400 PLUS (размер пикселя 1,4x1,4).

#### Результаты исследований и их обсуждение

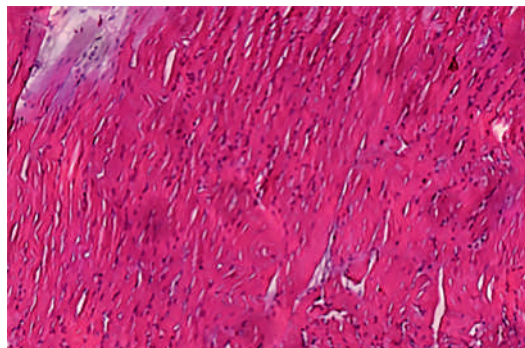
Сведения о микроструктурных особенностях мышечной ткани и внутренних органов сельскохозяйственных животных и птиц позволяют дать более подробно ветеринарно-санитарную оценку мяса, его пригодности и особенностей строения, тем самым улучшить качество пищевой продукции [6, 8].

Гистоморфологические показатели мышечной ткани перепелов опытной и контрольной групп не имели различий. Пучки миофибрилл собраны в плотные однонаправленные группы в рамках эндомизия, имеют равный диаметр на по-

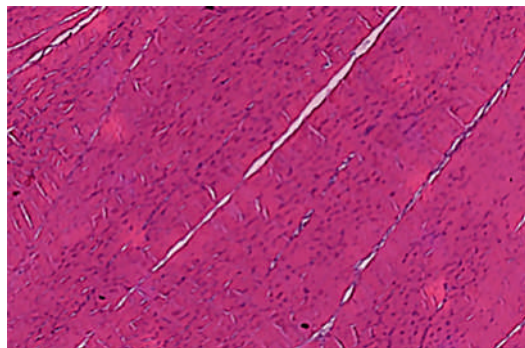
перечном сечении, саркоlemma равномерно ацидофильная с типичной мелкодисперсной зернистостью. Выявляются тонкие прослойки пери- и эпимизия, включающие редкие артериовенозные просветы малого и реже среднего калибра, располагающиеся в скудной рыхлой волокнистой соединительной ткани. Также определяются единичные группы зрелых адипоцитов в составе межмышечных фасций (рисунки 1-2).

Печень представляет собой компактный орган, выполняющий ряд важных функций, определяющих анатомо-гистологическую структуру органа.

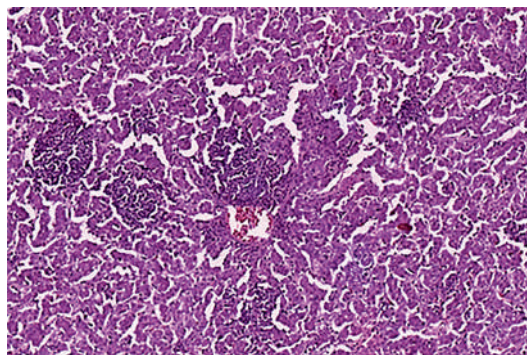
Балочная структура печени перепелов опытной и контрольной групп сохранена, отмечается диффузная мелкокапельная и реже крупнокапельная вакуолизация гепатоцитов слабой и умеренной интенсивности. Выявляются множественные мелкие лейкоцитарные скопления в структуре паренхимы органа, сформированные малыми лимфоцитами и, в меньшей степени – гетерофилами. В контрольной группе наблюдается выраженное кровенаполнение центральных внутридольковых, междольковых и магистральных кровеносных сосудов (рисунок 3). В печени перепелов опытной группы лимфоидные узелки хорошо развиты, мелкого и среднего размера. Синусоидные капилляры хорошо выражены, кровенаполнение их умеренное, как в центральных участках, так и на периферии долек (рисунок 4).



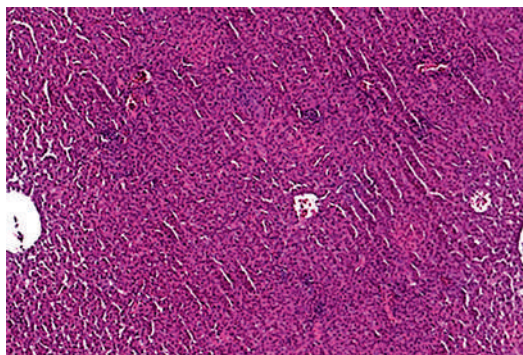
**Рисунок 1** – Морфология скелетной мускулатуры (контроль).  
Гематоксилин и эозин, ок.  $\times 10$  об.  $\times 10$



**Рисунок 2** – Морфология скелетной мускулатуры (опыт).  
Гематоксилин и эозин, ок.  $\times 10$  об.  $\times 10$



**Рисунок 3** – Морфология печени (контроль).  
Гематоксилин и эозин, ок.  $\times 10$  об.  $\times 10$



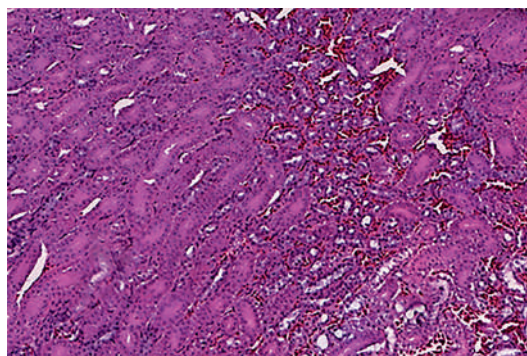
**Рисунок 4** – Морфология печени (опыт).  
Гематоксилин и эозин, ок.  $\times 10$  об.  $\times 10$

Воспалительные и дистрофические процессы в почках птиц могут развиваться при воздействии многих факторов: погрешностей в кормлении и содержании, вирусов, микотоксинов, лекарственных препаратов и др. [5].

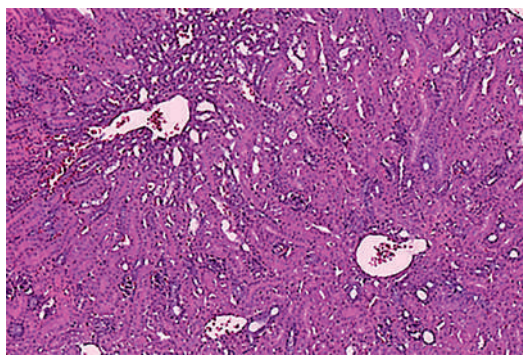
Структура почек перепелов контрольной группы типичная, кортико-медулярная дифференцировка сохранена. Наблюдается умеренное увеличение субкапсулярного пространства сосудистого клубочка нефрона, что сопровождается его гипо- и, редко, атрофией. Отмечаются синехии между капсулой и стенкой капилляров. Проксимальные канальцы имеют нормальное строение, на уровне базального полюса эпителиальных клеток нередко выявляется скопления крупнокапельных везикул; эпителий дистальных канальцев преимущественно в мозговой зоне сопровождается уплощением

и мелкокапельной вакуолизацией. Кровеносные сосуды интерстиция умеренно и резко расширены, отмечаются единичные очаговые лимфоцитарные инфильтраты, располагающиеся в области сосочка (рисунок 5).

Почки перепелов опытной группы имеют типичное строение клубочкового и канальцевого аппарата нефрона с хорошо выраженной дифференцировкой проксимальных и дистальных канальцев. В редких случаях эпителий дистального отдела приобретает уплощенную морфологию с мелкокапельной цитоплазматической вакуолизацией. Субкапсулярное пространство клубочка варьируется от крайне скудного до скудного, редко умеренного объема при сохранении размеров капиллярного клубочка. Отмечается неравномерное диффузное полнокровие сосудов интерстиция (рисунок 6).



**Рисунок 5** – Морфология почек (контроль).  
Гематоксилин и эозин, ок.  $\times 10$  об.  $\times 10$



**Рисунок 6** – Морфология почек (опыт).  
Гематоксилин и эозин, ок.  $\times 10$  об.  $\times 10$

По результатам проведённых исследований нами установлено, что микроморфологические показатели почек опытной и контрольной групп перепелов не имеют достоверных различий.

### Выводы

При гистологическом исследовании скелетных мышц перепелов не было обнаружено различий в строении тканей образцов опытных и контрольной групп.

Структура печени перепелов исследуемых групп не нарушена и соответствует физиологической норме, что отражает её морфологическое благополучие.

Гистоархитектоника почек перепелов опытной и контрольной групп нарушена

незначительно, общее морфофункциональное состояние органа отражает функциональную активность. В контрольной группе отмечается умеренное увеличение субкапсулярного пространства сосудистого клубочка нефрона, что сопровождается его гипо- и, редко, атрофией. В почках перепелов опытной группы было зафиксировано неравномерное диффузное полнокровие сосудов интерстиция.

На основании проведённых исследований было установлено, что применяемая кормовая добавка на основе рыбьего жира не оказывает негативного влияния на гистоморфологические показатели мышечной ткани и внутренних органов (печень, почки) перепелов.

### Библиографический список

1. Артемьева, О. А. Эффективность использования кормовых дрожжей в перепеловодстве / О. А. Артемьева, Т. И. Логвинова // *Ветеринария и кормление*. – 2018. – № 5. – С. 34-37.
2. Бачинская, В. М. Влияние белкового гидролизата на гистоморфологические показатели продуктов убоя кроликов / В. М. Бачинская, А. А. Дельцов, Д. В. Гончар // *Ипнология и ветеринария*. – 2021. – № 2(40). – С. 73-79.
3. Бочарова, П. А. Опыт применения кормовой добавки на основе рыбьего жира в перепеловодстве / П. А. Бочарова, В. М. Бачинская, Д. В. Гончар // *АПК России*. – 2023. – Т. 30, № 5. – С. 665-670.
4. Галкина, Т. С. Актуальные вопросы развития перепеловодства и производственной безопасности получаемой продукции / Т. С. Галкина // *Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*. – 2012. – № 1(7). – С. 198-203.
5. Журов, Д. О. Болезни почек в промышленном птицеводстве / Д. О. Журов, И. Н. Громов // *Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины*. – 2022. – Т. 58, № 3. – С. 29-34.
6. Кундрюкова, У. И. Ветеринарно-санитарная экспертиза и гистологическая характеристика мяса цыплят-бройлеров / У. И. Кундрюкова, Д. И. Пластинина // *Молодежь и наука*. – 2018. – № 3. – С. 17.
7. Околелова, Т. М. Новый источник омега-3 жирных кислот в кормлении птицы / Т. М. Околелова, Р. Ш. Мансуров, В. А. Новиков // *Птицеводство*. – 2012. – № 4. – С. 17-18.
8. Петрова, Ю. В. Анатомо-гистологические параметры мышц цыплят-бройлеров при использовании в рационе кормовой добавки «Максисорб®» с целью профилактики микотоксикозов / Ю. В. Петрова, В. М. Бачинская, Г. В. Кондратов, М. А. Спивак // *Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*. – 2023. – № 1(45). – С. 114-119.
9. Сизова, Е. А. Жиры и эмульгаторы в кормлении цыплят-бройлеров (обзор) / Е. А. Сизова, К. В. Рязанцева // *Сельскохозяйственная биология*. – 2022. – Т. 57, № 4. – С. 664-680.
10. Смоленцев, С. Ю. Гистологическая картина паренхиматозных органов у перепелов при добавлении в рацион янтарной кислоты / С. Ю. Смоленцев, Н. А. Кислицына // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. – 2022. – Т. 251, № 3. – С. 242-248.

11. Стрельникова, И. И. Влияние муки амаранта на морфологию паренхиматозных органов перепелов мясной породы / И. И. Стрельникова, С. Ю. Смоленцев // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022. – Т. 251, № 3. – С. 255-260.
12. Шемуранова, Н. А. Эффективности применения биодобавки из кукумарии в перепеловодстве / Н. А. Шемуранова, А. В. Филатов, А. Ф. Сапожников [и др.] // Птицеводство. – 2017. – № 5. – С. 32-35.
13. Ширнина, Н. М. Качественные показатели рационов бычков в зависимости от уровня ненасыщенных жирных кислот / Н. М. Ширнина, Б. Х. Галиев, И. А. Рахимжанова, Х. Б. Дусаева // Вестник мясного скотоводства. – 2013. – № 2(80). – С. 96-99.

### References

1. Artem`eva, O. A. E`ffektivnost` ispol`zovaniya kormovy`x drozhzhej v perepelovodstve / O. A. Artem`eva, T. I. Logvinova // Veterinariya i kormlenie. – 2018. – № 5. – С. 34-37.
2. Bachinskaya, V. M. Vliyanie belkovogo gidrolizata na gistomorfologicheskie pokazateli produktov uboia krolikov / V. M. Bachinskaya, A. A. Del`czov, D. V. Gonchar // Ippologiya i veterinariya. – 2021. – № 2(40). – С. 73-79.
3. Bocharova, P. A. Opy`t primeneniya kormovoj dobavki na osnove ry`b`ego zhira v perepelovodstve / P. A. Bocharova, V. M. Bachinskaya, D. V. Gonchar // APK Rossii. – 2023. – Т. 30, № 5. – С. 665-670.
4. Galkina, T. S. Aktual`ny`e voprosy` razvitiya perepelovodstva i proizvodstvennoj bezopasnosti poluchaemoj produkcii / T. S. Galkina // Rossijskij zhurnal Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii. – 2012. – № 1(7). – С. 198-203.
5. Zhurov, D. O. Bolezni pochetk v promy`shlennom pticevodstve / D. O. Zhurov, I. N. Gromov // Ucheny`e zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny`. – 2022. – Т. 58, № 3. – С. 29-34.
6. Kundryukova, U. I. Veterinarno-sanitarnaya e`kspertiza i gistologicheskaya karakteristika myasa cyplyat-brojlerov / U. I. Kundryukova, D. I. Plastinina // Molodezh` i nauka. – 2018. – № 3. – С. 17.
7. Okolelova, T. M. Novy`j istochnik omega-3 zhirny`x kislot v kormlenii pticy / T. M. Okolelova, R. Sh. Mansurov, V. A. Novikov // Pticevodstvo. – 2012. – № 4. – С. 17-18.
8. Petrova, Yu. V. Anatomico-gistologicheskie parametry` my`shcz cyplyat-brojlerov pri ispol`zovanii v racione kormovoj dobavki «Maksisorb®» s cel`yu profilaktiki mikotoksikozov / Yu. V. Petrova, V. M. Bachinskaya, G. V. Kondratov, M. A. Spivak // Rossijskij zhurnal Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii. – 2023. – № 1(45). – С. 114-119.
9. Sizova, E. A. Zhiry` i e`mul`gatory` v kormlenii cyplyat-brojlerov (obzor) / E. A. Sizova, K. V. Ryazanceva // Sel`skozozyajstvennaya biologiya. – 2022. – Т. 57, № 4. – С. 664-680.
10. Smolencev, S. Yu. Gistologicheskaya kartina parenximatozny`x organov u perepelov pri dobavlenii v racione yantarnoj kisloty` / S. Yu. Smolencev, N. A. Kislicyna // Ucheny`e zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny` im. N.E`. Baumana. – 2022. – Т. 251, № 3. – С. 242-248.
11. Strel`nikova, I. I. Vliyanie muki amaranta na morfologiyu parenximatozny`x organov perepelov myasnoj porody` / I. I. Strel`nikova, S. Yu. Smolencev // Ucheny`e zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny` im. N.E`. Baumana. – 2022. – Т. 251, № 3. – С. 255-260.
12. Shemuranova, N. A. E`ffektivnosti primeneniya biodobavki iz kukumarii v perepelovodstve / N. A. Shemuranova, A. V. Filatov, A. F. Sapozhnikov [i dr.] // Pticevodstvo. – 2017. – № 5. – С. 32-35.
13. Shirnina, N. M. Kachestvenny`e pokazateli racionov by`chkov v zavisimosti ot urovnya nenasy`shhenny`x zhirny`x kislot / N. M. Shirnina, B. X. Galiev, I. A. Raximzhanova, X. B. Dusaeva // Vestnik myasnogo skotovodstva. – 2013. – № 2(80). – С. 96-99.



**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 18.03.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024.

The article was submitted 18.03.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 30.05.2024.

### **Информация об авторах:**

**Бочарова Полина Александровна** – соискатель кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы

**Бачинская Валентина Михайловна** – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы

**Василевич Федор Иванович** – академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы

**Гончар Дмитрий Витальевич** – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы

### **Information about the authors:**

**Polina A. Bocharova** – applicant for the department of parasitology and veterinary and sanitary expertise

**Valentina M. Bachinskaya** – doctor of biological sciences, associate professor, professor of the department of parasitology and veterinary and sanitary expertise

**Fedor I. Vasilevich** – academician of the Russian academy of sciences, doctor of veterinary sciences, professor, head of the department of parasitology and veterinary and sanitary expertise

**Dmitry V. Gonchar** – candidate of biological sciences, senior lecturer at the department of parasitology and veterinary and sanitary expertise

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 146-157.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):146-157.

**САНИТАРИЯ, ГИГИЕНА, ЭКОЛОГИЯ, ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.146-157  
УДК 631.155.2:636

**Сравнительная ветеринарно-санитарная  
экспертиза красной икры**

Горошникова Гульжан Абайдулловна<sup>1</sup>, Алмазов Владислав Максимович<sup>2</sup>,  
Попков Егор Иванович<sup>3</sup>, Смолин Сергей Анатольевич<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Уральский государственный аграрный университет,  
РФ, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, стр. 42

<sup>4</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Краснодарский  
научный центр по зоотехнии и ветеринарии», Россия, Краснодарский край,  
п. Знаменский

<sup>1</sup> goroshnikova120113@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9565-5509>

<sup>2</sup>almazov.vlad11@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5954-3534>

<sup>3</sup>Egor27051994@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3314-1374>

<sup>4</sup>lowkickman45@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1226-747X>

**Аннотация.** Зернистая икра – пищевая рыбная продукция, изготовленная из икры-зерна рыбы семейства лососевых или семейства осетровых, обработанная поваренной солью или смесью поваренной соли с пищевыми добавками, с добавлением или без добавления растительного масла. Красная икра представляет собой ценный пищевой продукт, который используется человеком с незапамятных времён. С развитием научных исследований красной зернистой икры становится известно о её уникальном химическом составе, характеристиках, о влиянии на обменные процессы организма человека и животных, о её высокой пищевой ценности в целом. Однако наличие питательных веществ и большое количество воды в составе икры одновременно являются благоприятной средой для развития различных микроорганизмов. Само производство икры при малейшем нарушении требований к технологии (неправильный посол, контакт с воздухом, нарушение гигиенических норм ч т. п.) может провоцировать обсеменение икры. Кроме того, даже качественно приготовленный продукт при его неправильной упаковке, транспортировании и хранении точно также может подвергнуться обсеменению и порче. Отсюда противоречие, заключающееся в том, что ценнейший продукт – красная икра – становится опасной для человека, поскольку употребление некачественного продукта может вызвать отравление с негативными последствиями, как для здоровья человека, так и для жизни в целом.

**Ключевые слова:** зернистая икра, красная икра, ветеринарно-санитарная экспертиза, микробиологическая безопасность.

**Для цитирования:** Горошникова, Г. А. Сравнительная ветеринарно-санитарная экспертиза красной икры / Г. А. Горошникова, В. М. Алмазов, Е. И. Попков, С. А. Смолин // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 146-157. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.146-157>.

© Горошникова, Г. А., Алмазов, В. М., Попков, Е. И., Смолин, С. А., 2024

---

SANITATION, HYGIENE, ECOLOGY, VETERINARY AND SANITARY EXAMINATION

Original article

## Comparative veterinary and sanitary examination of red caviar

Gulzhan A. Goroshnikova<sup>1</sup>, Vladislav M. Almazov<sup>2</sup>, Egor I. Popkov<sup>3</sup>,  
Sergey A. Smolin<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Ural State Agrarian University, Russian Federation, Yekaterinburg, Karl Liebknecht str., p. 42

<sup>4</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine, Russia, Krasnodarskiy kray, p. Znamenskiy

<sup>1</sup> goroshnikova120113@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9565-5509>

<sup>2</sup>almazov.vlad11@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5954-3534>

<sup>3</sup>Egor27051994@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3314-1374>

<sup>4</sup>lowkickman45@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1226-747X>

**Abstract.** Granular caviar is a food fish product made from caviar-grains of fish of the salmon family or the sturgeon family, processed with table salt or a mixture of table salt with food additives, with or without the addition of vegetable oil. Red caviar is a valuable food product that has been used by humans since time immemorial. With the development of scientific research on red granular caviar, it becomes known about its unique chemical composition, characteristics, its effect on the metabolic processes of the human and animal body, and its high nutritional value in general. However, the presence of nutrients and a large amount of water in the composition of caviar are simultaneously a favorable environment for the development of various microorganisms. The very production of caviar, at the slightest violation of technology requirements (improper ambassador, contact with air, violation of hygiene standards, etc.) provokes the contamination of caviar. In addition, even a well-prepared product, if improperly packaged, transported and stored, can also be subject to contamination and spoilage. Hence, the contradiction lies in the fact that the most valuable product – red caviar – becomes dangerous to humans, since the use of a low-quality product can cause poisoning of a person with negative consequences for both health and life in general.

**Keywords:** granular caviar, red caviar, veterinary and sanitary examination, microbiological safety.

**For citation:** Goroshnikova, G. A. Comparative veterinary and sanitary examination of red caviar / G. A. Goroshnikova, V. M. Almazov, E. I. Popkov, S. A. Smolin // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):146-157. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.146-157>.

### Введение

На страже жизни и здоровья людей стоит наука – ветеринарно-санитарная экспертиза (ВСЭ), призванная производить исследования партий любых продуктов питания животного и растительного происхождения, поступающих в

потребительскую торговую сеть с целью составления экспертного заключения обо всех видах, их безопасности для потребителя. Естественно, красная икра является одним из продуктов высокой востребованности в осуществлении ветеринарно-санитарной экспертизы её качеств и

потребительской безопасности [7]. Так как производителей красной икры достаточно большое количество, то есть востребованность в проведении сравнительной ветеринарно-санитарной экспертизы различных товарных знаков красной икры на их соответствие требованиям ГОСТов. Поэтому тема исследования звучит так: «Сравнительная ветеринарно-санитарная экспертиза и микробиологическая безопасность красной икры». Актуальность названной темы заключается в обнаружившемся противоречии между наличием достаточно большого количества разработанных и действующих ГОСТов в отношении ветеринарно-санитарной экспертизы красной икры и недостаточным количеством теоретико-практических исследований в области именно сравнительной ВСЭ и микробиологической безопасности названного пищевого продукта.

## Материалы и методы исследований

Все исследования проводились на базе Свердловской областной ветеринарной лаборатории (СОВЛ) и на базе кафедры морфологии и экспертизы Уральского государственного аграрного университета.

Для исследования были приняты методы исследования образцов красной зернистой икры, изготовленной разными производителями: методы товароведной оценки упаковки и маркировки; органолептический метод оценки качества; метод определения концентрации хлористого натрия; метод определения радионуклидов; методы микробиологического исследования; экспресс-метод исследования икры на качественную фальсификацию, предложенный И.Г. Серёгиным, Д.В. Никитченко, М.И. Михеевой.

Исследования проводились согласно следующим нормативно-техническим документам: ТР/ЕАЭС 040/2016; ТР/ТС 021/2011; СанПиН 2.3.2.1078-01; ГОСТ 18173-2004 «ИКРА ЛОСОСЕВАЯ ЗЕРНИСТАЯ БАНОЧНАЯ»; ГОСТ 31794-2012 «ИКРА ЗЕРНИСТАЯ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ»; Ветеринарные правила назначения и

проведения ветеринарно-санитарной экспертизы рыбы, водных беспозвоночных и рыбной продукции из них, предназначенных для переработки и реализации [9, 10, 14].

В качестве объекта исследования была взята красная зернистая икра от четырёх разных производителей, а именно:

- товарный знак «Киржачская», производитель по адресу: Россия, Владимирская область, Киржачский район, город Киржач, ул. Юбилейная, 24;
- товарный знак «Рыбпромпродукт», производитель по адресу: Россия, город Москва, посёлок Курилово, ул. Центральная, 15;
- товарный знак «Свежий улов», производитель по адресу: Россия, Московская область, Дмитровский район, город Дмитров, ул. Внуковская, 81;
- товарный знак ООО «Дельфин», производитель по адресу: Россия, Камчатский край, Олюторский район, село Пахчи.

Первые три объекта приобретены в сетевых магазинах «Лента» и «Мегамарт». Четвёртый объект приобретён на сельскохозяйственном рынке «Омега» города Екатеринбурга.

## Результаты исследования и их обсуждения

### 1. Проведение товароведной оценки упаковки и маркировки

Все четыре образца упаковки красной лососевой икры подверглись тщательному внешнему осмотру. Три образца красной икры упакованы в металлические (жестяные), герметичные банки. Банки сохранные, без вмятин и повреждений, крышки банок не проминаются, вздутия крышек не обнаружено. Образец с сельскохозяйственного рынка «Омега» упакован в одноразовый контейнер из тонкого пластика для розничной торговли. Крышка негерметична. Данная тара не предназначена для длительного хранения [13].

Для проведения исследования маркировки мы обратились к требованиям, регламентированным ГОСТами, в частно-

сти к требованиям ГОСТ 11771-93 «Консервы и пресервы из рыбы и морепродуктов. Упаковка и маркировка» и ГОСТ 7630-96 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные, водоросли и продукты их переработки. Маркировка и упаковка». Названные ГОСТы чётко указывают на обязательное требование при маркировке потребительской тары с красной лососевой икрой [3, 4]

В соответствии с названными требованиями были проанализированы маркировки всех четырёх образцов красной лососевой икры.

После проведения сравнительного анализа маркировок всех четырёх образцов икры, можно сделать вывод о том, что полнота информации для потребителей на маркировке экспериментальных образцов полная в своей основе и соответствует требованиям указанных ГОСТов. Однако, отсутствие некоторых сведений, например, сорта или информации о со-

ставе продукции (образец № 4) может не удовлетворить взыскательного потребителя, для которого важна эта информация с точки зрения пищевых предпочтений [11, 12]

## 2. Проведение органолептического исследования

Для оценки органолептических показателей (внешний вид, консистенция, запах, цвет) мы пользовались нормативным документом ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [5, 6].

Результаты органолептического исследования представлены в содержании таблицы 1.

Сравнительный анализ всех четырёх образцов икры с помощью органолептического метода позволяет заключить, что все образцы икры соответствуют требованиям ГОСТа 7631-2008. Причём, образцы №2, 3 и 4 соответствуют первому сорту

**Таблица 1 – Органолептическая оценка образцов красной икры**

Наименование показателя	Показатели по ГОСТ 7631-2008	Образец 1 «Киржачская»	Образец 2 «Рыбпром-продукт»	Образец 3 «Свежий улов»	Образец 4 ООО «Дельфин»
Внешний вид	Икра одного вида рыбы однородного цвета. Икринки чистые, целые, без пленки и стустков крови. 1 сорт: незначительное количество оболочек икринок-лопанца 2 сорт: неоднородный цвет; наличие кусочков пленки и оболочек икринок-лопанца	Наличие кусочков пленки и оболочек икринок-лопанца; икринки неоднородные по цвету присутствуют икринки неправильной формы, пузыри воздуха внутри	Икринки чистые, целые, без пленки и стустков крови. наличие кусочков пленки и оболочек икринок-лопанца; Цвет однородный	Икринки чистые, целые, без пленки и стустков крови. Неоднородный цвет; наличие кусочков пленки и оболочек икринок-лопанца	Икринки чистые, целые, без пленки и стустков крови. Цвет неоднородный
Консистенция	Икринки упругие, со слегка влажной или сухой поверхностью, отделяющиеся одна от другой (разбористые) 1 сорт: незначительная вязкость 2 сорт: слабые влажные икринки, вязкость икры (в пределах сохранения зернистой структуры)	Икринки упругие, со слегка влажной поверхностью, отделяющиеся одна от другой	Икринки упругие, со слегка влажной поверхностью, отделяющиеся одна от другой (разбористые)	Икринки упругие, со слегка влажной поверхностью, отделяющиеся одна от другой.	Икринки слабые, слегка вязкие, но сохраняют структуру

Запах	Приятный, свойственный данному виду продукции, без порочащих признаков	Слегка кисловат	Приятный, свойственный данному виду продукции, без порочащих признаков	Приятный, свойственный данному виду продукции, без порочащих признаков	Приятный, свойственный данному виду продукции, без порочащих признаков
Вкус	Приятный, свойственный икре данного вида. Рыба, без постороннего привкуса Могут быть: незначительный, естественный привкус горечи и остроты	Свойственный икре данного вида рыба, слегка горчит. Сильно соленая	Свойственный икре горбуши, без постороннего привкуса. Присутствует острота	Свойственный икре горбуши, без постороннего привкуса	Свойственный икре горбуши, без постороннего привкуса. Естественный привкус горечи и остроты
Сорт		Не соответствует первому сорту	Соответствует первому сорту	Соответствует первому сорту	Соответствует первому сорту

красной зернистой икры. Следовательно, по товароведной оценке и по органолептическому исследованию в совокупности подтвердился первый сорт у образцов №2 и №3. У образца икры № 4 не был указан сорт в сопроводительном документе, но по органолептическому исследованию он установлен на уровне первого сорта. Главное, что у всех четырёх образцов не установлено признаков порочности [16, 17].

У образца № 1 не был указан сорт на маркировке. По органолептическому исследованию установлено, что эта икра не соответствует первому сорту. Кроме того, в процессе определения органолептических показателей качества красной икры установлены небольшие отклонения в образце № 1, касающиеся в основном внешнего вида и более солёного вкуса. Однако если характеризовать исследуемые объекты в целом, то все образцы икры соот-

ветствуют установленным требованиям нормативно-технической документации по внешнему виду, вкусу и запаху.

### 3. Определение массовой доли хлористого натрия

Для определения массовой доли поваренной соли мы проводили испытания в соответствии ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа».

Для проведения экспертизы воспользовались упрощенным аргентометрическим методом.

Результаты представлены в таблице № 2.

В соответствии с ГОСТ 18173-2004 «Икра лососевая зернистая баночная» и ГОСТ 31794-2012 «Икра зернистая лососевых рыб», 31793-2012 «Икра лососевая зернистая замороженная. Тех-

Таблица 2 – Результаты исследований образцов икры на количество NaCl

Наименование	Показатель в соответствии с ГОСТ 18173-2004, 31794-2012, 31793-2012	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
М.Д. хлористого натрия, %	От 3,0 до 5,0	5,6 ± 0,3	4,7 ± 0,3	4,4 ± 0,3	3,5 ± 0,3

нические условия», в икре должно содержаться 2,5–5,0 массовой доли поваренной соли, %.

По результатам исследований образцов икры, можно сделать вывод, что образцы №№ 2, 3, 4 имеют в своём составе массовую долю поваренной соли в полном соответствии с требованиями

ГОСТов. В образце № 1 имеется повышенный показатель массовой доли поваренной соли.

**4. Проведение оценки образцов на микробиологическую безопасность**

Результаты исследования на микробиологическую безопасность образцов красной икры представим в таблице 3.

**Таблица 3 – Результаты микробиологических исследований образцов икры**

Показатели	Показатели в соответствии с СанПиН, ТР/ЕАЭС 040/2016	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
КМАФАнМ, КОЕ/г	$5 \cdot 10^4$	менее $1,5 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^2$	$4,7 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^4$
БГКП (колиформы)	Не обнаружены в 1,0 г	Не обнаружены в 1,0 г	Не обнаружены в 1,0 г	Не обнаружены в 1,0 г	Не обнаружены в 1,0 г

В соответствии с нормативными документами, КМАФАнМ допускается не более  $5 \cdot 10^4$ , а наличие БГКП не допускается в 1,0 г. продукта.

По анализу результатов, можно сделать вывод, что все образцы соответствуют ТР/ЕАЭС 040/2016 и СанПиН [2, 8].

**5. Радиобиологическое исследование икры**

Провели исследования всех экспериментальных образцов икры на количество и активность радионуклидов: стронция-90 и цезия-137. Результаты исследования представлены в таблице № 4:

На основании анализа показателей, можно сделать вывод, что все экспериментальные образцы икры содержат намного меньшую концентрацию выявляемых радионуклидов, по сравнению с тем, что указано в СанПиН. Таким образом, данные образцы икры полностью безопасны, с точки зрения радиобиологической безопасности.

**6. Исследование икры на качественную фальсификацию**

Для проведения экспертизы был использован экспресс-метод, предложенный исследователями И.Г. Серёгиным, Д.В. Никитченко, М.И. Михеевой.

**Таблица 4 – Показатели наличия радионуклидов в образцах икры**

Наименование	Цезий-137 Бк/кг	Стронций-90 Бк/кг
Икра № 1	$4,0 \pm 13,5$ <17,5	$1,7 \pm 7,2$ <8,9
Икра № 2	$15,9 \pm 15,1$ (3 – 31)	$-0,6 \pm 6,0$ <6,0
Икра № 3	$11,6 \pm 13,4$ <25,0	$-1,5 \pm 6,9$ <6,9
Икра № 4	$12,1 \pm 13,7$ <25,8	$1,2 \pm 6,3$ <7,5
Показатели в соответствии с СанПиН	130 Бк/кг	100 Бк/кг

Методика проведения экспресс-метода:

1) Икру следует размешать в стакане с тёплой водой в соотношении 1:20 – 1:25. При этом смесь приобретает белый цвет, искусственные зерна икры расплавляются, окрашивая воду, а натуральные икринки в чистом виде оседают, сохраняя свою форму и размер. При выдерживании смеси, вода быстро просветляется, а зерна натуральной икры остаются неповреждёнными;

2) Исследование икры под микроскопом для обнаружения структурных единиц клетки.

Образец икры № 1 был подвергнут исследованию описанным экспресс-методом в чётком соответствии с его технологией.

Анализ результатов проведения экспресс-метода: икра (образец № 1) не расплавилась в воде, осела на дно. Следовательно, икра натуральная. Однако, при проведении микроскопирования обнаружено большое количество пузырьков воздуха, а вот обнаружить «глазок» икры при рассматривании икринок не удалось. Скопления пузырьков воздуха могут указывать на:

- наличие имитированной икры;
- некачественное сырьё;
- начало брожения.

Есть основания полагать, что, скорее всего, данная икра была выработана из замороженного сыря.

## Выводы

На основании данных, полученных нами в ходе собственных исследований, выявлено, что:

- упаковка и маркировка каждого образца указывают на полноту информации для потребителя и на соответствие её требованиям технических регламентов таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»;
- по органолептическим показателям образцы № 1, 2, 3, 4 соответствуют ГОСТ, СанПиН и ТР/ТС;
- образцы №№ 2, 3, 4 имеют в своём составе массовую долю поваренной соли в полном соответствии с требованиями ГОСТов;
- по микробиологической безопасности, а именно по КМАФАнМ и БГКП, образцы № 1, 2, 3, 4 полностью безопасны для потребителя;
- все экспериментальные образцы икры содержат намного меньшую концентрацию выявляемых радионуклидов, по сравнению с тем, что указано в СанПиН;
- все образцы икры не фальсифицированы.

## Библиографический список

1. Боровков, М. Ф. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства : учебник для вузов / М. Ф. Боровков, В. П. Фролов, С. А. Серко. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 476 с. – ISBN 978-5-8114-6848-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/152644> (Дата обращения 18.10.2023).
2. Васильева И. Л., И. С. Иванов. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы, икры, морских млекопитающих и беспозвоночных животных : методические указания / составители И. Л. Васильева, И. С. Иванов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2020. – 52 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/158582> (Дата обращения 18.10.2023).
3. Волков А. Х., Папуниди Э. К., Якупова Л. Ф. Оценка качества и безопасности рыбы и морепродуктов: Учебное пособие. – Казань, 2020. – 154 с.
4. Галкина, Д. С. Санитарная оценка икры лососевой зернистой / Д. С. Галкина // *Discovery science research* : сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 24 декабря 2020 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская Ирина Игоревна), 2020. – С. 123-136.



5. Долганова, Н. В. Микробиология рыбы и рыбных продуктов : учебное пособие / Н. В. Долганова, Е. В. Першина, З. К. Хасанова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 288 с. – ISBN 978-5-8114-1371-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168454> (Дата обращения 18.10.2023).
6. Калюжная, Т. В. Ветеринарно-санитарная экспертиза икорных продуктов / Т. В. Калюжная, Д. А. Орлова, Г. Н. Родак // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2021. – № 2. – С. 133-136. – DOI 10.17238/issn2072-6023.2021.2.133.
7. Кереселидзе, А. Н. Сравнительная ветеринарно-санитарная экспертиза икры лососевых рыб / А. Н. Кереселидзе // Формирование и развитие новой парадигмы науки в условиях постиндустриального общества : сборник статей Международной научно-практической конференции, Пермь, 20 июня 2021 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2021. – С. 189-193.
8. Коновалова, К. Б. Особенности ветеринарно-санитарной оценки икры лососевых рыб при проведении ее идентификационной экспертизы / К. Б. Коновалова, И. В. Якушкин // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 24–25 октября 2019 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – С. 147-149.
9. Латыпов, Д. Г. Судебная ветеринарно-санитарная экспертиза : учебное пособие / Д. Г. Латыпов, О. Т. Муллакаев, И. Н. Залялов. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 456 с. – ISBN 978-5-8114-2584-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/167468> (Дата обращения 18.10.2023).
10. Латыпов, Д. Г. Основы судебно-ветеринарной экспертизы : учебное пособие / Д. Г. Латыпов, И. Н. Залялов. – 2-е изд., перераб. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 576 с. – ISBN 978-5-8114-1795-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168738> (Дата обращения 18.10.2023).
11. Легошко, А. В. Ветеринарно-санитарная экспертиза консервированной икры лососевых пород и усовершенствование метода определения содержания бензойной и сорбиновой кислот / А. В. Легошко // International Independent Scientific Journal. – 2020. – № 15-1. – С. 72-75.
12. Мармурова, О. М. Ветеринарно-санитарная оценка рыбной икры / О. М. Мармурова, И. Д. Шелякин, О. А. Сапожкова // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции : материалы III-й международной конференции по ветеринарно-санитарной экспертизе, Воронеж, 15 ноября 2018 года / Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 81-83.
13. Наумова Наталья Леонидовна, Макаева Ольга Александровна, Бурмистров Евгений Александрович, Бурмистрова Ольга Михайловна. Структура ассортимента и качество икры лососевой, реализуемой на потребительском рынке г. Челябинска // Ползуновский вестник. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-assortimenta-i-kachestvo-ikry-lososevoy-realizuemoy-na-potrebitelskom-rynke-g-chelyabinska> (Дата обращения 18.10.2023).
14. Пивкина Антонина Тимофеевна, Петрова Юлия Валентиновна Фальсификация красной икры Дальневосточного региона // Academy. 2020. №7 (58). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/falsifikatsiya-krasnoy-ikry-dalnevostochnogo-regiona> (Дата обращения 18.10.2023).
15. Рыбакина, В. С. Определение фальсификации Красной икры лососёвых пород рыб экспресс-методом / В. С. Рыбакина // Научные исследования по приоритетным направлениям для создания инновационных технологий : сборник статей Международной научно-практической конференции, Саратов, 20 июля 2020 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2020. – С. 144-147.

16. Рязанова, О. А. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность : учебник для спо / О. А. Рязанова, В. М. Дацун, В. М. Позняковский ; Под общей редакцией заслуженного деятеля науки РФ [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 572 с. – ISBN 978-5-8114-8431-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/176690> (Дата обращения 18.10.2023).
17. Серегин И. Г., Никитченко Д. В., Михеева М. И. Совершенствование ветсанэкспертизы икры лососевых рыб // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2017. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-vetsanekspertizy-ikry-lososevyh-ryb> (Дата обращения 18.10.2023).
18. Ситникова Надежда Владимировна. Идентификация и фальсификация икры в России // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В. Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. 2007. №2 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/identifikatsiya-i-falsifikatsiya-ikry-v-rossii> (Дата обращения 18.10.2023).
19. Чугунова Е. О. Оценка качества и микробиологической безопасности икры рыб семейства лососевых // Пермский аграрный вестник. 2019. №3 (27). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-i-mikrobiologicheskoy-bezopasnosti-ikry-ryb-semeystva-lososevyh> (Дата обращения 18.10.2023).
20. Шмат Елена Викторовна, Кныш Евгения Анатольевна, Кульчановский Артур Олегович, Матлахов Александр Александрович, Кузьмин Сергей Сергеевич, Оверченко Виктория Сергеевна: Фальсификация икры и её выявление с помощью органолептических методов // Инновации в науке. 2016. №6 (55). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/falsifikatsiya-ikry-i-eyo-vyyavlenie-s-rotoschuyi-organolepticheskikh-metodov> (Дата обращения 18.10.2023).
21. Роскачество : [Электронный ресурс] // Рейтинг производителей красной икры. URL: <https://rskrf.ru/ratings/produkty-pitaniya/ryba-i-moreprodukty/ikra-lososevykh/> (Дата обращения 18.10.2023).
22. Роконтроль : [Электронный ресурс] // Рейтинг производителей красной икры и результаты исследований. URL: [https://roscontrol.com/category/produkti/riba\\_i\\_moreprodukty/ikra/](https://roscontrol.com/category/produkti/riba_i_moreprodukty/ikra/) (Дата обращения 18.10.2023).
23. Heude, Clément et al. "Metabolic Characterization of Caviar Specimens by 1H NMR Spectroscopy: Towards Caviar Authenticity and Integrity." *Food Analytical Methods* 9 (2016): 3428-3438. Метаболическая характеристика образцов икры методом ЯМР-спектроскопии 1 ч: к подлинности и целостности икры.
24. Borodich, F.M., Gorb, S.N. (2022). Spreading of Red Caviar Cells: The Knife-Cell and the Cell-Cell Adhesive Interactions. In: Borodich, F.M., Jin, X. (eds) *Contact Problems for Soft, Biological and Bioinspired Materials. Biologically-Inspired Systems*, vol 15. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85175-0\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85175-0_7)
25. Mohamed A. Farag, Bishoy Abib, Sherouk Tawfik, Noha Shafik, Amira R. Khattab, Caviar and fish roe substitutes: Current status of their nutritive value, bio-chemical diversity, authenticity and quality control methods with future perspectives, *Trends in Food Science & Technology*, 10.1016/j.tifs.2021.02.015015, 110, (405-417), (2021).

### References

1. Borovkov, M. F. *Veterinarno-sanitarnaya e`kspertiza s osnovami texnologii i standartizacii produktov zhivotnovodstva : uchebnik dlya vuzov / M. F. Borovkov, V. P. Frolov, S. A. Serko. – 5-e izd., ster. – Sankt-Peterburg : Lan`, 2021. – 476 s. – ISBN 978-5-8114-6848-5. – Текст : e`lektronny`j // Lan` : e`lektronno-bibliotchnaya sistema. – URL: <https://e.lanbook.com/book/152644> (Data obrashheniya 18.10.2023).*
2. Vasil`eva I. L., I. S. Ivanov. *Veterinarno-sanitarnaya e`kspertiza ry`by`, ikry`, morskix mlekopitayushhix i bespozvonochny`x zhivotny`x : metodicheskie ukazaniya / sostaviteli I. L. Vasil`eva, I. S. Ivanov. – 2-e izd., pererab. i dop. – Izhevsk : Izhevskaya GSXA, 2020. – 52 s. – Текст : e`lektronny`j // Lan` : e`lektronno-bibliotchnaya sistema. – URL: <https://e.lanbook.com/book/158582> (Data obrashheniya 18.10.2023).*

3. Volkov A. X., Papunidi E. K., Yakupova L. F. Ocenka kachestva i bezopasnosti ry`by` i moreproduktov: Uchebnoe posobie.– Kazan`, 2020. – 154 s.
4. Galkina, D. S. Sanitarnaya ocenka ikry` lososevoj zernistoj / D. S. Galkina // *Discovery science research : sbornik statej VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Petrozavodsk, 24 dekabrya 2020 goda.* – Petrozavodsk: Mezhdunarodny`j centr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka» (IP Ivanovskaya Irina Igorevna), 2020. – S. 123-136.
5. Dolganova, N. V. Mikrobiologiya ry`by` i ry`bny`x produktov : uchebnoe posobie / N. V. Dolganova, E. V. Pershina, Z. K. Xasanova. – 2-e izd., pererab. i dop. – Sankt-Peterburg : Lan`, 2021. – 288 s. – ISBN 978-5-8114-1371-3. – Tekst : e`lektronny`j // Lan` : e`lektronno-bibliotechnaya sistema. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168454> (Data obrashheniya 18.10.2023).
6. Kalyuzhnaya, T. V. Veterinarно-sanitarnaya e`kspertiza ikorny`x produktov / T. V. Kalyuzhnaya, D. A. Orlova, G. N. Rodak // *Voprosy` normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarии.* – 2021. – № 2. – S. 133-136. – DOI 10.17238/issn2072-6023.2021.2.133.
7. Kereselidze, A. N. Sravnitel'naya veterinarno-sanitarnaya e`kspertiza ikry` lososevy`x ry`b / A. N. Kereselidze // *Formirovanie i razvitie novoy paradigmy` nauki v usloviyax postindustrial'nogo obshhestva : sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Perm`, 20 iyunya 2021 goda.* – Ufa: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost`yu “Ae`terna”, 2021. – S. 189-193.
8. Konovalova, K. B. Osobennosti veterinarno-sanitarnoy ocenki ikry` lososevy`x ry`b pri provedenii ee identifikacionnoj e`kspertizy` / K. B. Konovalova, I. V. Yakushkin // *Vklad molody`x ucheny`x v innovacionnoe razvitie APK Rossii : Sbornik statej Vserossijskoy nauchno-prakticheskoy konferencii molody`x ucheny`x, Penza, 24–25 oktyabrya 2019 goda.* – Penza: Penzenskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2019. – S. 147-149.
9. Laty`pov, D. G. Sudebnaya veterinarno-sanitarnaya e`kspertiza : uchebnoe posobie / D. G. Laty`pov, O. T. Mullakaev, I. N. Zalyalov. – Sankt-Peterburg : Lan`, 2021. – 456 s. – ISBN 978-5-8114-2584-6. – Tekst : e`lektronny`j // Lan` : e`lektronno-bibliotechnaya sistema. – URL: <https://e.lanbook.com/book/167468> (Data obrashheniya 18.10.2023).
10. Laty`pov, D. G. Osnovy` sudebno-veterinarноj e`kspertizy` : uchebnoe posobie / D. G. Laty`pov, I. N. Zalyalov. – 2-e izd., pererab. – Sankt-Peterburg : Lan`, 2021. – 576 s. – ISBN 978-5-8114-1795-7. – Tekst : e`lektronny`j // Lan` : e`lektronno-bibliotechnaya sistema. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168738> (Data obrashheniya 18.10.2023).
11. Levoshko, A. V. Veterinarно-sanitarnaya e`kspertiza konservirovannoj ikry` lososevy`x porod i usovershenstvovanie metoda opredeleniya sodержaniya benzojnoj i sorbinovoj kislot / A. V. Levoshko // *International Independent Scientific Journal.* – 2020. – № 15-1. – S. 72-75.
12. Marmurova, O. M. Veterinarно-sanitarnaya ocenka ry`bnoj ikry` / O. M. Marmurova, I. D. Shelyakin, O. A. Sapozhkova // *Veterinarно-sanitarny`e aspekty` kachestva i bezopasnosti sel'skoxozyajstvennoj produkcii : materialy` III-j mezhdunarodnoj konferencii po veterinarno-sanitarnoj e`kspertize, Voronezh, 15 noyabrya 2018 goda / Voronezhskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet im. Imperatora Petra I. – Voronezh: Voronezhskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet im. Imperatora Petra I, 2019. – S. 81-83.*
13. Naumova Natal`ya Leonidovna, Makaeva Ol`ga Aleksandrovna, Burmistrov Evgenij Aleksandrovich, Burmistrova Ol`ga Mixajlovna. Struktura assortimenta i kachestvo ikry` lososevoj, realizuemoj na potrebitel'skom ry`nke g. Chelyabinska // *Polzunovskij vestnik.* 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-assortimenta-i-kachestvo-ikry-lososevoy-realizuemoj-na-potrebitelskom-rynke-g-chelyabinska> (Data obrashheniya 18.10.2023).
14. Pivkina Antonina Timofeevna, Petrova Yuliya Valentinovna Fal`sifikaciya krasnoj ikry` Dal'nevostochnogo regiona // *Academy.* 2020. №7 (58). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/falsifikatsiya-krasnoj-ikry-dalnevostochnogo-regiona> (Data obrashheniya 18.10.2023).
15. Ry`bakina, V. S. Opredelenie fal`sifikacii Krasnoj ikry` lososovy`x porod ry`b e`kspress-metodom / V.S. Ry`bakina // *Nauchny`e issledovaniya po prioritetny`m napravleniyam dlya sozdaniya innovacionny`x texnologij : sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Saratov, 20 iyulya 2020 goda.* – Ufa: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost`yu “Ae`terna”, 2020. – S. 144-147.

16. Ryazanova, O. A. E`kspertiza ry`by, ry`boproductov i nery`bny`x ob`ektov vodnogo promy`sla. Kachestvo i bezopasnost` : uchebnyy dlya spo / O. A. Ryazanova, V. M. Daczun, V. M. Poznyakovskij ; Pod obshhej redakciej zasluzhennogo deyatelya nauki RF [i dr.]. – Sankt-Peterburg : Lan`, 2021. – 572 s. – ISBN 978-5-8114-8431-7. – Tekst : e`lektronny`j // Lan` : e`lektronno-bibliotchnaya sistema. – URL: <https://e.lanbook.com/book/176690> (Data obrashheniya 18.10.2023).
17. Seregin I. G., Nikitchenko D. V., Mixeeva M. I. Sovershenstvovanie vetsane`kspertizy` ikry` lososevy`x ry`b // Vestnik RUDN. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. 2017. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-vetsanekspertizy-ikry-lososevyh-ryb> (Data obrashheniya 18.10.2023).
18. Sitnikova Nadezhda Vladimirovna. Identifikatsiya i fal`sifikatsiya ikry` v Rossii // Ucheny`e zapiski Sankt-Peterburgskogo imeni V. B. Bobkova filiala Rossijskoj tamozhennoj akademii. 2007. №2 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/identifikatsiya-i-falsifikatsiya-ikry-v-rossii> (Data obrashheniya 18.10.2023).
19. Chugunova E. O. Ocenka kachestva i mikrobiologicheskoy bezopasnosti ikry` ry`b semeystva lososevy`x // Permskij agrarnyy` vestnik. 2019. №3 (27). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-i-mikrobiologicheskoy-bezopasnosti-ikry-ryb-semeystva-lososevyh> (Data obrashheniya 18.10.2023).
20. Shmat Elena Viktorovna, Kny`sh Evgeniya Anatol`evna, Kul`chanovskiy Artur Olegovich, Matlaxov Aleksandr Aleksandrovich, Kuz`min Sergej Sergeevich, Overchenko Viktoriya Sergeevna: Fal`sifikatsiya ikry` i eyo vy`yavlenie s pomoshh`yu organolepticheskix metodov // Innovatsii v nauke. 2016. №6 (55). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/falsifikatsiya-ikry-i-eyo-vyyavlenie-s-pomoschyu-organolepticheskix-metodov> (Data obrashheniya 18.10.2023).
21. Roskachestvo : [E`lektronny`j resurs] // Rejting proizvoditelej krasnoj ikry`. URL: <https://rskrf.ru/ratings/produkty-pitaniya/ryba-i-moreprodukty/ikra-lososevykh/> (Data obrashheniya 18.10.2023).
22. Rokontrol` : [E`lektronny`j resurs] // Rejting proizvoditelej krasnoj ikry` i rezul`taty` issledovaniy. URL: [https://roscontrol.com/category/produkti/riba\\_i\\_moreprodukty/ikra/](https://roscontrol.com/category/produkti/riba_i_moreprodukty/ikra/) (Data obrashheniya 18.10.2023).
23. Heude, Clément et al. “Metabolic Characterization of Caviar Specimens by 1H NMR Spectroscopy: Towards Caviar Authenticity and Integrity.” *Food Analytical Methods* 9 (2016): 3428-3438. *Metabolicheskaya xarakteristika obrazczov ikry` metodom YaMR-spektroskopii 1 ch: k podlinnosti i celostnosti ikry`.*
24. Borodich, F.M., Gorb, S.N. (2022). Spreading of Red Caviar Cells: The Knife-Cell and the Cell-Cell Adhesive Interactions. In: Borodich, F.M., Jin, X. (eds) *Contact Problems for Soft, Biological and Bioinspired Materials. Biologically-Inspired Systems*, vol 15. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85175-0\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85175-0_7)
25. Mohamed A. Farag, Bishoy Abib, Sherouk Tawfik, Noha Shafik, Amira R. Khattab, *Caviar and fish roe substitutes: Current status of their nutritive value, bio-chemical diversity, authenticity and quality control methods with future perspectives*, *Trends in Food Science & Technology*, 10.1016/j.tifs.2021.02.015015, 110, (405-417), (2021).

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 16.04.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024.

The article was submitted 16.04.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 30.05.2024.

***Информация об авторах:***

**Горошникова Гульжан Абайдулловна** – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии и экспертизы

**Алмазов Владислав Максимович** – магистрант

**Попков Егор Иванович** – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии и экспертизы

**Смолин Сергей Анатольевич** – младший научный сотрудник

***Information about the authors:***

**Gulzhan A. Goroshnikova** – candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of morphology and expertise

**Vladislav M. Almazov** – postgraduate student

**Egor I. Popkov** – candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of morphology and expertise

**Sergey A. Smolin** – junior researcher

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 158-165.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):158-165.

**САНИТАРИЯ, ГИГИЕНА, ЭКОЛОГИЯ, ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.158-165  
УДК 631.155.2:636

## **Сравнительная ветеринарно-санитарная оценка мясных полуфабрикатов в натуральной оболочке**

Горошникова Гульжан Абайдулловна<sup>1</sup>, Бильжанова Гульнар Жардымовна<sup>2</sup>,  
Попков Егор Иванович<sup>3</sup>, Смолин Сергей Анатольевич<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Уральский государственный аграрный университет,  
РФ, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, стр. 42

<sup>4</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», Россия, Краснодарский край, п. Знаменский

<sup>1</sup> goroshnikova120113@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9565-5509>

<sup>2</sup> bilzhanovagulnara@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0003-8925-1294>

<sup>3</sup> Egor27051994@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3314-1374>

<sup>4</sup> lowkickman45@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1226-747X>

**Аннотация.** С увеличением темпа жизни среднестатистической российской семьи увеличивается спрос на полуфабрикаты, так как продукты питания, изготовленные для оптимизации и удобства потребления, значительно сокращают сроки проведения потребителя на кухне. Актуальность темы работы связана с тем, что на данный момент наблюдается значительное увеличение ассортимента таких полуфабрикатов, как рубленые колбаски в натуральной оболочке. Это относительно новый продукт в охлаждённом виде, пользующийся большим спросом у потребителя в связи с удобством использования. Однако проблема в том, что исследован продукт недостаточно. А также, в 99% случаев, согласно маркировкам на этикетках, это продукт, изготовленный по СТО и ТУ. Цель исследования – проведение гистологического анализа мясных полуфабрикатов в натуральной оболочке. Объектами исследования были: мини-колбаски куриные «Курбаски» – полуфабрикат из мяса (цыплят-бройлеров), подготовленный к кулинарной обработке, рубленый, в оболочке; колбаски «Шашлычные» – полуфабрикат из мяса цыплят-бройлеров рубленый, в оболочке, охлаждённый; колбаски «Уральские» в натуральной оболочке – полуфабрикат мясной рубленый в натуральной оболочке, категории «А», охлаждённый; колбаски «Немецкие» – полуфабрикат мясной рубленый формованный, категории В, охлаждённый; купаты «Боярские» – полуфабрикаты из мяса индейки, рубленые, в оболочке, охлаждённые.

**Ключевые слова:** мясные колбасы, полуфабрикаты, ветеринарно-санитарная экспертиза, свежесть мясного сырья, колбасы в натуральной оболочке.

**Для цитирования:** Горошникова, Г. А., Бильжанова, Г. Ж., Попков, Е. И., Смолин, С. А. Сравнительная ветеринарно-санитарная оценка мясных полуфабрикатов в натуральной оболочке // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 158-165. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.158-165>.

© Горошникова, Г. А., Бильжанова, Г. Ж., Попков, Е. И., Смолин, С. А., 2024

---

Original article

## Comparative veterinary and sanitary assessment of semi-finished meat products in a natural shell

Gulzhan A. Goroshnikova<sup>1</sup>, Gulnar Zh. Bilzhanova<sup>2</sup>, Egor I. Popkov<sup>3</sup>, Sergey A. Smolin<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Ural State Agrarian University, Russian Federation, Yekaterinburg, Karl Liebknecht str., p. 42

<sup>4</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine, Russia, Krasnodarskiy kray, p. Znamenskiy

<sup>1</sup> goroshnikova120113@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9565-5509>

<sup>2</sup> bilzhanovagulnara@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0003-8925-1294>

<sup>3</sup> Egor27051994@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3314-1374>

<sup>4</sup> lowkickman45@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1226-747X>

**Abstract.** With an increase in the pace of life of the average Russian family, the demand for semi-finished products increases, since food products made for optimization and convenience of consumption significantly reduce the time spent by the consumer in the kitchen. The relevance of the topic of the work is due to the fact that at the moment there is a significant increase in the range of semi-finished products such as chopped sausages in a natural shell. This is a relatively new product in chilled form, which is in great demand among consumers, due to the convenience of use. However, the problem is that the product has not been researched enough. And also, in 99% of cases, according to the labels on the labels, this is a product made according to the service station and technical specifications. The purpose of the study is to conduct a histological analysis of semi-finished meat products in a natural shell. The objects of the study were: mini chicken sausages “Kurbaski”. Semi-finished meat (broiler chickens), prepared for cooking, chopped in a shell; sausages “Kebab”. Semi-finished meat from broiler chickens, chopped in a shell, chilled; sausages “Ural” in a natural shell. Semi-finished minced meat in a natural shell, category “A”. Chilled; sausages are “German”. Semi-finished meat minced molded, category B, chilled; kupaty “Boyarsky”. Semi-finished products of turkey meat, chopped in a shell, chilled.

**Keywords:** meat sausages, semi-finished products, veterinary and sanitary examination, freshness of meat raw materials, sausages in a natural shell.

**For citation:** Goroshnikova, G. A., Bilzhanova, G. J., Popkov, E. I., Smolin, S. A. Comparative veterinary and sanitary assessment of semi-finished meat products in a natural shell // Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):158-165. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.158-165>.

### Введение

Сосиски в натуральной оболочке входят в группу полуфабрикатов, не подвергающихся заморозке и требующей только тепловой обработки, то есть требования к свежести мяса весьма высоки. Кроме того, микрофлора любого рубленного фарша, в

том числе колбасок, на порядок обильнее, чем микрофлора целого куска мяса.

Натуральная оболочка – это оболочка из органов домашних животных или белкового происхождения, пригодная для потребления вместе с содержимым. Суть её, как и любой другой оболочки (искус-

ственной или синтетической), придать форму продукту и защитить от воздействия окружающей среды. Натуральные оболочки могут быть говяжьи, свиные или из баранины. Такие оболочки менее удобны в обращении, чем иные, а также подвержены интенсивному обсеменению патогенной микрофлоры, что значительно влияет на сроки годности всего продукта.

**Целью данной работы** является проведение гистологического анализа мясных полуфабрикатов в натуральной оболочке от разных производителей.

## Материалы и методы исследований

Все исследования проводились на базе кафедры морфологии и экспертизы Уральского государственного аграрного университета.

За объект исследования были взяты колбаски в натуральной оболочке различной категории от пяти разных производителей:

1. Мини-колбаски куриные «Курбаски». Полуфабрикат из мяса цыплят-бройлеров, подготовленный к кулинарной обработке, рубленый в оболочке.

2. Колбаски «Шашлычные». Полуфабрикат из мяса цыплят-бройлеров рубленый в оболочке, охлаждённый.

3. Колбаски «Уральские» в натуральной оболочке. Полуфабрикат мясной рубленый в натуральной оболочке, категории «А». Охлаждённый.

4. Колбаски «Немецкие». Полуфабрикат мясной рубленый формованный, категории В, охлаждённый.

5. Купаты «Боярские». Полуфабрикаты из мяса индейки рубленые в оболочке, охлаждённые.

Гистологические исследования проводились по ГОСТ 19496-2013 «Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования».

## Результаты исследования и их обсуждения

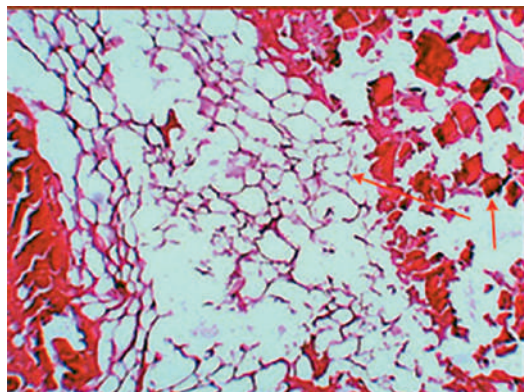
### 1. Проведение гистологического исследования

Результаты гистологического исследования следующие: у образца №1

структура жировых клеток не сохранена, что свидетельствует о несвежести жира в продукции. Мышечные волокна представляют собой неоднородную массу, саркомеры в состоянии автолиза. Также был обнаружен участок околушной слюнной железы с прилегающей к ней мышечной тканью, что свидетельствует об использовании тримминга в рецептуре. У образца №2 при окрашивании по Ван Гизон было обнаружено большое количество грубой соединительной ткани в мясном сырье, что может свидетельствовать о применении низкосортного сырья. У образца №5 при исследовании структура мышечных волокон сохранена. Волокна неравномерно набухшие, вследствие использования поваренной соли. Саркомеры имеют участки просветления, что свидетельствует о зрелости мясного сырья.

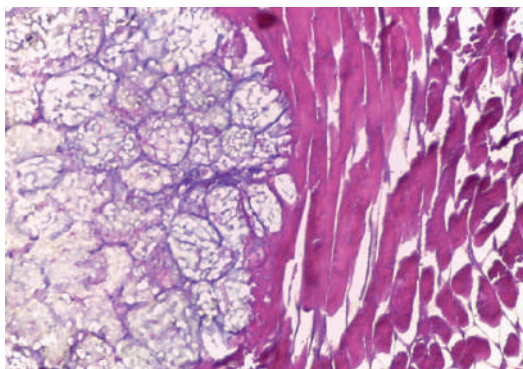
На основании гистологического исследования, мы можем подтвердить свежесть мяса в образце №5.

Образец № 1. Мини-колбаски куриные «Курбаски». Полуфабрикат из мяса (цыплят-бройлеров), подготовленный к кулинарной обработке, рубленый в оболочке.

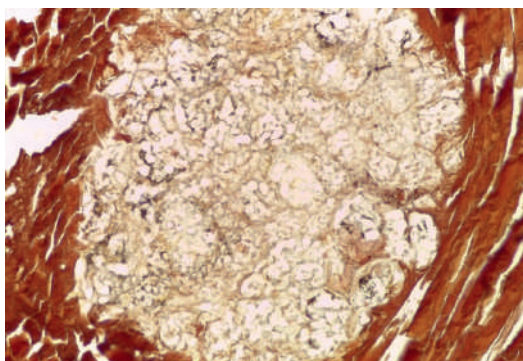


**Рисунок 1** – Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 40$ . Структура жировых клеток не сохранена, что свидетельствует о несвежести жира в продукции. Мышечные волокна представляют собой неоднородную массу, саркомеры в состоянии автолиза



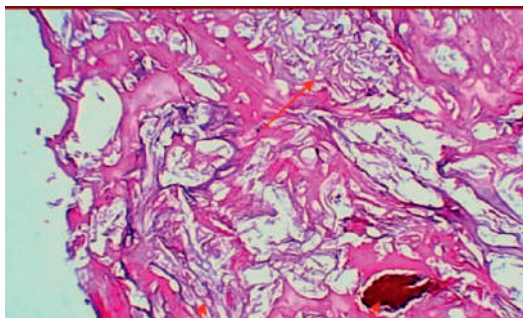


**Рисунок 2** – Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 100$ . Граница околушной железы и мышечной ткани. Срез мяса с головы свиньи с захватом околушных желез называется свиной тримминг (обрезки)

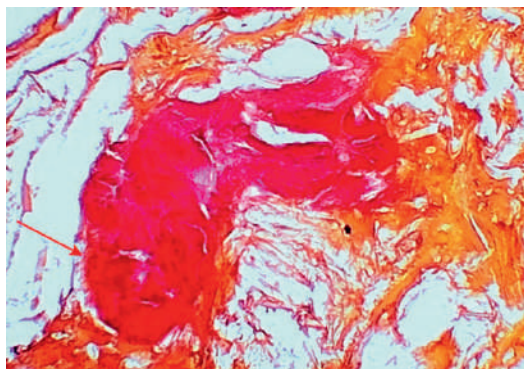


**Рисунок 3** – Окрашивание по Ван Гизон. Увеличение  $\times 100$ . Околушная железа

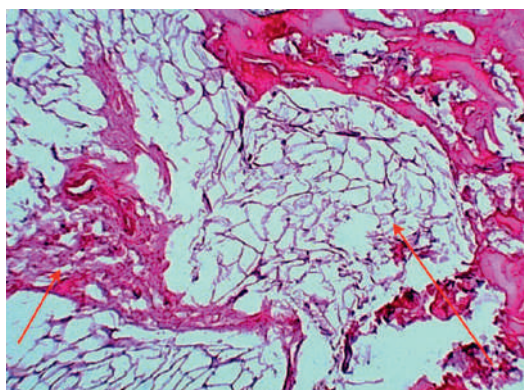
Образец № 3. Колбаски «Уральские» в натуральной оболочке. Полуфабрикат мясной рубленый в натуральной оболочке, категории «А». Охлаждённый.



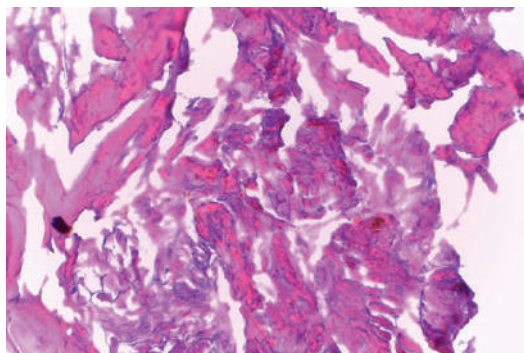
**Рисунок 4** – Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 40$ . Структура мышечных волокон не сохранена, ядра не различимы. Саркомеры представляют собой неоднородную массу, что свидетельствует об автолизе мясного сырья



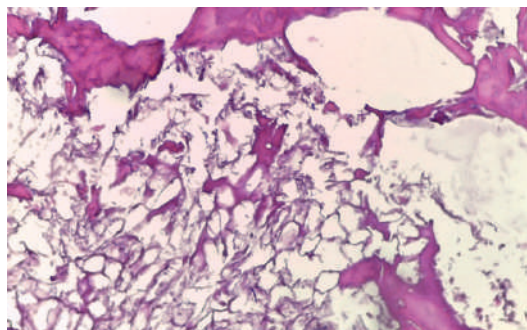
**Рисунок 5** – Окрашивание по Ван Гизон. Увеличение  $\times 40$ . Большое количество грубой соединительной ткани в мясном сырье, что может свидетельствовать о применении низкосортного сырья



**Рисунок 6** – Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 40$ . Представлены жировые клетки, которые в состоянии липолиза. Видно нарушенную структуру мышечных волокон и жировую ткань

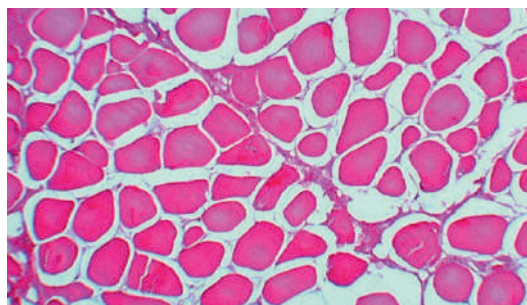


**Рисунок 7** – Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 200$ . Более тёмные мышечные волокна – говядина, более светлые – свинина. Ядра в состоянии лизиса, исчерченности нет, следовательно, мясное сырье не свежее. Выраженная тёмная структура – специи

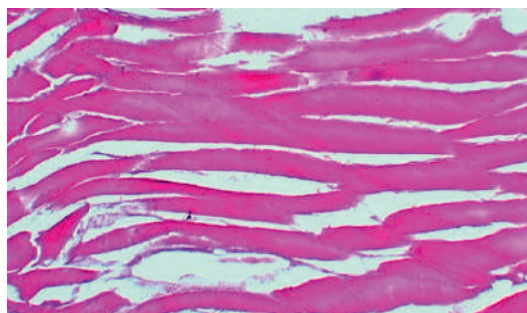


**Рисунок 8** – Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 100$ . Множество жировых клеток. Крупные полости, заполненные водой

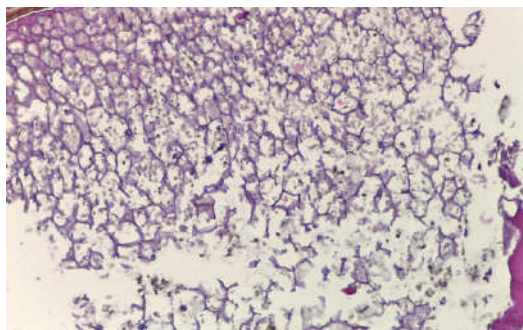
Образец № 5. Купаты Боярские». Полуфабрикаты из мяса индейки рубленые в оболочке, охлаждённые.



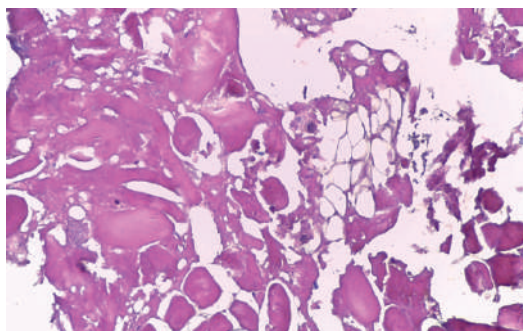
**Рисунок 9** – Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 40$ . Поперечный срез. Структура мышечных волокон сохранена. Волокна неравномерно набухшие. Влияние на неравномерное набухание оказывает натрия хлорид (соль)



**Рисунок 10** – Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 40$ . Продольный срез мышечных волокон. Структура волокон сохранена, ядра не визуализируются (возможно, потому что в охлаждённом виде продукция долго хранилась, и произошёл лизис ядер). Саркомеры имеют участки просветления, что свидетельствует о зрелости мясного сырья. Волокна неравномерно набухшие, так как в рецептуре есть натрия хлорид



**Рисунок 11** – Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 100$ . По верхнему краю кишечная оболочка, подслизистая, её слой. В процессе переработки слизистый, серозный и мышечный слой убирают, оставляют в фарше только подслизистый. Ниже видны жировые клетки



**Рисунок 12** – Окрашивание гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 100$ . Мышечная ткань находится в состоянии лизиса, исчерченность ядер утеряна, это говорит нам о том, что мышечные волокна находятся в состоянии автолиза, мясное сырье несвежее

### **Выводы**

На основании гистологического исследования только у образца Купаты «Боярские» сохранена структура мышечных волокон, саркомеры имеют участки просветления, что свидетельствует о свежести и зрелости мясного сырья. В фарше из мяса цыплят-бройлеров Курбаски обнаружен тримминг.

## Библиографический список

1. Артемов, Е. С. Разработки рубленых полуфабрикатов из мяса птицы обогащенного состава / Е. С. Артемов, А. Ф. Коротких, Е. А. Псарева // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2020. – № 2(15). – С. 83-89. – EDN NGVRWV.
2. Бенда, Е. С. Требования, предъявляемые к сырью для производства мясных полуфабрикатов и оценка их качества / Е. С. Бенда // Студенческие исследования – производству: Сборник работ 27-й студенческой научной конференции, Благовещенск, 30 октября – 13 ноября 2019 года / Ответственный редактор А.И. Герасимович. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2019. – С. 7-9. – EDN DPAOBV.
3. Гербер, В. Я. Ветеринарно-санитарная оценка качества и безопасности полуфабрикатов мясных / В. Я. Гербер, К. В. Порошин // Альманах мировой науки. – 2018. – № 1(21). – С. 49-50. – EDN XTGDZJ.
4. Горошникова, Г. А. Сравнительная ветеринарно-санитарная экспертиза рубленых мелкокусковых мясных полуфабрикатов / Г. А. Горошникова, А. С. Киримбаева, Е. И. Попков // Иппология и ветеринария. – 2023. – № 3(49). – С. 186-193. – DOI 10.52419/2225-1537/2023.3.186-193. – EDN AZXAMV.
5. Жаринов, А. И. Белки мышечной ткани: особенности функционально-технологического потенциала / А. И. Жаринов, О. В. Кузнецова, Л. А. Текутьева // Мясная индустрия. – 2020. – № 6. – С. 25-28. – DOI 10.37861/2618-8252-2020-6-25-28. – EDN WHGBKD.
6. Колесникова, А. Д. Сравнительная ветеринарно-санитарная экспертиза фарша говяжьего разных производителей / А. Д. Колесникова, Г. А. Горошникова, Е. И. Попков // Иппология и ветеринария. – 2021. – № 4(42). – С. 88-96. – EDN MVLQAH.
7. Корниенко, Р. С. Сравнительная характеристика натуральной и искусственной оболочек для колбасного производства / Р. С. Корниенко, М. А. Корч // Молодежь и наука. – 2021. – № 2. – EDN NNPGBB.
8. Минашина, И. Н. Ветеринарно-санитарная оценка качества и безопасности мясных полуфабрикатов / И. Н. Минашина // Современные научно-практические достижения в ветеринарии: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Киров, 13–14 апреля 2022 года. Том Выпуск 13. – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 109-113. – EDN QBERXW.
9. Немолочнова, М. В. Сравнительная ветеринарно-санитарная оценка состояния мясных полуфабрикатов по показателям качества и безопасности / М. В. Немолочнова, А. Н. Токарев // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Санкт-Петербург, 19–20 ноября 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2020. – С. 256-258. – EDN FVBXMF.
10. Jiang J, Xiong YL. Technologies and mechanisms for safety control of ready-to-eat muscle foods: an updated review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2015;55(13):1886-901. doi: 10.1080/10408398.2012.732624. PMID: 24754253.
11. Mataragas M, Skandamis PN, Drosinos EH. Risk profiles of pork and poultry meat and risk ratings of various pathogen/product combinations. *Int J Food Microbiol.* 2008 Aug 15;126(1-2):1-12. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.05.014. Epub 2008 May 21. PMID: 18602180.
12. Prache S, Adamiec C, Astruc T, Baéza-Campane E, Bouillot PE, Clinquart A, Feidt C, Fourat E, Gautron J, Girard A, Guillier L, Kesse-Guyot E, Lebret B, Lefèvre F, Le Perchec S, Martin B, Mirade PS, Pierre F, Raulet M, Rémond D, Sans P, Souchon I, Donnars C, Santé-Lhoutellier V. Review: Quality of animal-source foods. *Animal.* 2022 Feb;16 Suppl 1:100376. doi: 10.1016/j.animal.2021.100376. Epub 2021 Nov 23. PMID: 34836809.
- Richard G, De Smet S, Font-I-Furnols M, Leroy F, Lind V. Editorial: Quality of animal-source foods related to their production and processing conditions. *Animal.* 2022 Feb;16 Suppl 1:100440. doi: 10.1016/j.animal.2021.100440. Epub 2022 Jan 17. PMID: 35058167.

## References

1. Artemov, E. S. Razrabotki rublenny`x polufabrikatov iz myasa pticy obogashhennogo sostava / E. S. Artemov, A. F. Korotkix, E. A. Psareva // *Texnologii i tovarovedenie sel`skoxozyajstvennoj produkcii*. – 2020. – № 2(15). – S. 83-89. – EDN NGVRWV.
2. Benda, E. S. Trebovaniya, pred`yavlyaemy`e k sy`ru dlya proizvodstva myasny`x polufabrikatov i ocenka ix kachestva / E. S. Benda // *Studencheskie issledovaniya – proizvodstvu : Sbornik rabot 27-j studencheskoj nauchnoj konferencii, Blagoveshhensk, 30 oktyabrya – 13 2019 goda / Otvetstvenny`j redaktor A.I. Gerasimovich*. – Blagoveshhensk: Dal`nevostochny`j gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2019. – S. 7-9. – EDN DPAOBV.
3. Gerber, V. Ya. Veterinarno-sanitarnaya ocenka kachestva i bezopasnosti polufabrikatov myasny`x / V. Ya. Gerber, K. V. Poroshin // *Al`manax mirovoj nauki*. – 2018. – № 1(21). – S. 49-50. – EDN XTGDZJ.
4. Goroshnikova, G. A. Sravnitel`naya veterinarno-sanitarnaya e`kspertiza rublenny`x melkokuskovy`x myasny`x polufabrikatov / G. A. Goroshnikova, A. S. Kirimbaeva, E. I. Popkov // *Ippologiya i veterinariya*. – 2023. – № 3(49). – S. 186-193. – DOI 10.52419/2225-1537/2023.3.186-193. – EDN AZXAMV.
5. Zharinov, A. I. Belki my`shechnoj tkani: osobennosti funkcional`no-texnologicheskogo potentsiala / A. I. Zharinov, O. V. Kuznecova, L. A. Tekut`eva // *Myasnaya industriya*. – 2020. – № 6. – S. 25-28. – DOI 10.37861/2618-8252-2020-6-25-28. – EDN WHGBKD.
6. Kolesnikova, A. D. Sravnitel`naya veterinarno-sanitarnaya e`kspertiza farsha govyazh`ego razny`x proizvodeitej / A. D. Kolesnikova, G. A. Goroshnikova, E. I. Popkov // *Ippologiya i veterinariya*. – 2021. – № 4(42). – S. 88-96. – EDN MVLQAH.
7. Kornienko, R. S. Sravnitel`naya xarakteristika natural`noj i iskusstvennoj obolochek dlya kolbasnogo proizvodstva / R. S. Kornienko, M. A. Korch // *Molodezh` i nauka*. – 2021. – № 2. – EDN NNPGGG.
8. Minashina, I. N. Veterinarno-sanitarnaya ocenka kachestva i bezopasnosti myasny`x polufabrikatov / I. N. Minashina // *Sovremennye nauchno-prakticheskie dostizheniya v veterinarii : Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Kirov, 13–14 aprelya 2022 goda. Tom Vy`pusk 13*. – Kirov: Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego obrazovaniya Vyatskij gosudarstvenny`j agrotexnologicheskij universitet, 2022. – S. 109-113. – EDN QBERXW.
9. Nemolochnova, M. V. Sravnitel`naya veterinarno-sanitarnaya ocenka sostoyaniya myasny`x polufabrikatov po pokazatelyam kachestva i bezopasnosti / M. V. Nemolochnova, A. N. Tokarev // *Znaniya molody`x dlya razvitiya veterinarnoj mediciny` i APK strany` : Materialy` mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molody`x ucheny`x, Sankt-Peterburg, 19–20 noyabrya 2020 goda*. – Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskij gosudarstvenny`j universitet veterinarnoj mediciny`, 2020. – S. 256-258. – EDN FVBXMF.
10. Jiang J, Xiong YL. Technologies and mechanisms for safety control of ready-to-eat muscle foods: an updated review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2015;55(13):1886-901. doi: 10.1080/10408398.2012.732624. PMID: 24754253.
11. Mataragas M, Skandamis PN, Drosinos EH. Risk profiles of pork and poultry meat and risk ratings of various pathogen/product combinations. *Int J Food Microbiol*. 2008 Aug 15;126(1-2):1-12. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.05.014. Epub 2008 May 21. PMID: 18602180.
12. Prache S, Adamiec C, Astruc T, Baéza-Campone E, Bouillot PE, Clinquart A, Feidt C, Fourat E, Gautron J, Girard A, Guillier L, Kesse-Guyot E, Lebret B, Lefèvre F, Le Perchec S, Martin B, Mirade PS, Pierre F, Raulet M, Rémond D, Sans P, Souchon I, Donnars C, Santé-Lhoutellier V. Review: Quality of animal-source foods. *Animal*. 2022 Feb;16 Suppl 1:100376. doi: 10.1016/j.animal.2021.100376. Epub 2021 Nov 23. PMID: 34836809.
13. Richard G, De Smet S, Font-I-Furnols M, Leroy F, Lind V. Editorial: Quality of animal-source foods related to their production and processing conditions. *Animal*. 2022 Feb;16 Suppl 1:100440. doi: 10.1016/j.animal.2021.100440. Epub 2022 Jan 17. PMID: 35058167.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.  
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 16.04.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024;  
принята к публикации 30.05.2024.

The article was submitted 16.04.2024; approved after reviewing 24.05.2024;  
accepted for publication 30.05.2024.

**Информация об авторах:**

**Горошникова Гульжан Абайдулловна** – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии и экспертизы

**Бильжанова Гульнар Жардымовна** – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии и экспертизы

**Попков Егор Иванович** – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии и экспертизы

**Смолин Сергей Анатольевич** – младший научный сотрудник

**Information about the authors:**

**Gulzhan A. Goroshnikova** – candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of morphology and expertise

**Gulnar Zh. Bilzhanova** – candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of morphology and expertise

**Egor I. Popkov** – candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of morphology and expertise

**Sergey A. Smolin** – junior researcher

Иппология и ветеринария. 2024. №2(52). С. 166-172.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2024;2(52):166-172.

**ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ПРОДУКЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2024.2.166-172  
УДК: 636.087.7

## **Изучение влияния кормовой добавки Вермин на набор массы тела цыплят-бройлеров**

**Малышева Ксения Олеговна<sup>1,2</sup>, Зыкова Светлана Сергеевна<sup>1</sup>,  
Солодников Сергей Юрьевич<sup>1</sup>, Кашина Татьяна Андреевна<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Пермская государственная фармацевтическая академия,  
РФ, г. Пермь, ул. Екатерининская, д. 101

<sup>2</sup> Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
РФ, г. Пермь, пр-кт Комсомольский, д. 29

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
РФ, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

<sup>1,2</sup> malksen96@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2776-388X>

<sup>1</sup> zykova.sv@rambler.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7395-4951>

<sup>1</sup> s.u.solodnikov@rambler.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2670-7296>

<sup>3</sup> tat.kashina@list.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6687-1720>

**Аннотация.** Для обеспечения продовольственной безопасности РФ в условиях санкций, появилась необходимость в разработке отечественных кормовых добавок, обеспечивающих полноценное развитие сельскохозяйственной птицы за счёт сбалансированного питания и повышения иммунитета. Нами разработана комбинированная кормовая добавка Вермин, состоящая из левзеи сафлоровидной и вермикултуры. Объединение этих компонентов в одну форму связано с их взаимодополняющими свойствами. Левзея сафлоровидная является лекарственным растением, нормируемым действующим веществом которого является экдистерон (20-гидроксиэкдизон) – основной биологически активный представитель фитоэкдистероидов. Добавки с фитоэкдистероидами снимают сильный стресс, имеют прямой анаболический эффект за счёт взаимодействия с рецепторами эстрогенов, оказывают противовоспалительное, гепатопротекторное, антиоксидантное, противомикробное, иммуномодулирующее, адаптогенное и ноотропное действия. Питательная ценность продукта вермикултуры обусловлена присутствием в нём высококачественных белков и минеральных компонентов. Сухое вещество дождевых червей содержит от 55 до 70% белка, с высоким содержанием незаменимых аминокислот, таких как лизин и метионин. Ткани дождевого червя содержат минеральные вещества, витамины комплексов А и В, ферменты, антибиотики, которые являются ценными компонентами кормов. Цель данного исследования – изучение влияния новой комбинированной кормовой добавки Вермин на набор массы тела цыплят бройлеров. Для достижения заявленной цели были поставлены следующие задачи: определить влияние кормовой добавки Вермин

© Малышева, К. О., Зыкова, С. С., Солодников, С. Ю., Кашина, Т. А., 2024

на набор массы тела цыплят бройлеров в лабораторных и производственных условиях; определить минимально эффективный срок использования кормовой добавки Вермин. В статье приведены результаты изучения влияния новой кормовой добавки Вермин, объединяющей надземную часть травы левзеи сафлоровидной и вермикультуру, на набор массы тела цыплят бройлеров в лабораторных и производственных условиях. В обоих случаях кормовая добавка включалась в рацион питания, начиная с восьмого дня жизни цыплят. На производстве добавка вводилась в корм в течение 5, 10 и 14 дней. В лабораторных условиях добавка вводилась в течение всего времени откорма. Установлено, что добавка существенно увеличивает набор массы цыплят бройлеров во всех временных интервалах использования.

**Ключевые слова:** кормовая добавка, левзея сафлоровидная, вермикультура, цыплята бройлеры, специфическая активность

**Для цитирования:** Малышева К.О., Зыкова С.С., Солодников С.Ю., Кашина Т.А. Изучение влияния кормовой добавки Вермин на набор массы тела цыплят-бройлеров // Иппология и ветеринария. 2024. № 2(52). С. 166-172. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.166-172>.

## ANIMAL HUSBANDRY, FEEDING, ANIMAL PRODUCTS

Original article

# Study of the effect of the feed additive Vermin on body weight gain in broiler chickens

Ksenia Ol. Malysheva<sup>1,2</sup>, Svetlana S. Zykova<sup>1</sup>, Sergey Yu. Solodnikov<sup>1</sup>, Tatyana An. Kashina<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Perm State Pharmaceutical Academy, Russia, Perm, Yekaterininskaya str., 101

<sup>2</sup> Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolsky Ave., Perm, RF

<sup>3</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya str., Saint Petersburg, Russian Federation

<sup>1,2</sup> [malksen96@gmail.com](mailto:malksen96@gmail.com)

<sup>1</sup> [zykova.sv@rambler.ru](mailto:zykova.sv@rambler.ru)

<sup>1</sup> [s.u.solodnikov@rambler.ru](mailto:s.u.solodnikov@rambler.ru)

<sup>3</sup> [tat.kashina@list.ru](mailto:tat.kashina@list.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-2776-388X>

<https://orcid.org/0000-0002-7395-4951>

<https://orcid.org/0000-0002-2670-7296>

<https://orcid.org/0000-0001-6687-1720>

**Abstract.** To ensure the food security of the Russian Federation in the face of sanctions, it became necessary to develop domestic feed additives that ensure the full development of poultry through balanced nutrition and increased immunity. We have developed a combined feed additive Vermin, consisting of safflower *Leucea* and vermiculture. Combining these components into one form is due to their complementary properties. *Leucea* safflower is a medicinal plant, the normalized active ingredient of which is ecdysterone (20-hydroxyecdysone), the main biologically active representative of phytoecdysteroids. Supplements with phytoecdysteroids relieve severe stress, have a direct anabolic effect due to interaction with estrogen receptors, have anti-inflammatory, hepatoprotective, antioxidant, antimicrobial, immunomodulatory, adaptogenic and nootropic effects. The nutritional value of the vermiculture product is due to the presence of high-quality proteins and mineral components in it. The dry matter of earthworms contains from 55 to 70% protein, with a

high content of essential amino acids such as lysine and methionine. Earthworm tissues contain minerals, vitamins of complexes A and B, enzymes, antibiotics, which are valuable components of feed. The purpose of this study is to study the effects of the new combined feed additive Vermin on the body weight gain of broiler chickens. To achieve the stated goal, the following tasks were set: to determine the effect of the Vermin feed additive on the body weight gain of broiler chickens in laboratory and production conditions; to determine the minimum effective period of use of the Vermin feed additive. The article presents the results of a study of the influence of the new feed additive Vermin, which combines the aerial part of the *Leuzea safflower* grass and vermiculture, on the body weight gain of broiler chickens in laboratory and production conditions. In both cases, the feed additive was included in the diet starting from the 8th day of life of the chickens. At production, the additive was introduced into the feed for 5, 10 and 14 days. In laboratory conditions, the additive was administered throughout the entire fattening period. It has been established that the additive significantly increases the weight gain of broiler chickens in all time intervals of use.

**Keywords:** feed additive, *Leuzea safflower*, vermiculture, broiler chickens, specific activity.

**For citation:** Malysheva, K. Ol., Zykova, S. S., Solodnikov, S. Yu., Kashina, T. An. Study of the effect of the feed additive Vermin on body weight gain in broiler chickens // *Hippology and Veterinary Medicine*. 2024;2(52):166-172. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2024.2.166-172>.

## **Введение**

Для обеспечения продовольственной безопасности РФ в условиях санкций, появилась необходимость в разработке отечественных кормовых добавок, обеспечивающих полноценное развитие сельскохозяйственной птицы за счёт сбалансированного питания и повышения иммунитета.

Нами разработана комбинированная кормовая добавка Вермин, состоящая из левзеи сафлоровидной и вермикултуры. Объединение этих компонентов в одну форму связано с их взаимодополняющими свойствами.

Левзея сафлоровидная является лекарственным растением, нормируемым действующим веществом которого является экидистерон (20-гидроксиэкидизон) – основной биологически активный представитель фитоэкидистероидов [1]. Добавки с фитоэкидистероидами снимают сильный стресс, имеют прямой анаболический эффект за счёт взаимодействия с рецепторами эстрогенов, оказывают противовоспалительное, гепатопротекторное, антиоксидантное, противомикробное, иммуномодулирующее, адаптогенное и ноотропное действия [2, 3, 4, 5].

Питательная ценность продукта вермикултуры обусловлена присутствием

в нём высококачественных белков и минеральных компонентов. Сухое вещество дождевых червей (*Eisenia Andrei* – красный калифорнийский червь), входящее в кормовую добавку, содержит от 55 до 70% белка [5] с высоким содержанием незаменимых аминокислот, таких как лизин и метионин [7]. Ткани дождевого червя содержат минеральные вещества, витамины комплексов А и В, ферменты, антибиотики, которые являются ценными компонентами кормов [8, 9].

**Цель данного исследования** – изучить влияния новой комбинированной кормовой добавки Вермин на набор массы тела цыплят-бройлеров. Для достижения заявленной цели были поставлены следующие задачи: определить влияние кормовой добавки Вермин на набор массы тела цыплят бройлеров в лабораторных и производственных условиях; определить минимально эффективный срок использования кормовой добавки Вермин.

## **Материал и методика исследований**

Кормовая добавка Вермин представляет собой сухую смесь высушенной и измельченной надземной части тра-



вы левзеи сафлоровидной (*Rhaponticum carthamoides*) и, полученного методом высушивания порошка вермикультуры (*Eisenia Andrei* – красный калифорнийский червь), в соотношении 1:5 соответственно.

### Лабораторный эксперимент

В экспериментах использованы цыплята-бройлеры кросса РОСС-308 в возрасте 8 дней. Источник животных: АО «Птицефабрика Пермская» (Пермский край п. Сылва). До начала использования кормовой добавки цыплята были вакцинированы по схеме, принятой на птицефабрике. Были сформированы контрольная и опытная группы по 20 цыплят.

Все процедуры по рутинному уходу за животными выполнялись в соответствии с СОП («Ежедневный осмотр состояния животных», «Размещение и маркировка лабораторных животных»). Условия содержания цыплят в эксперименте максимально соответствовали условиям содержания на птицефабрике. Для проведения эксперимента было выделено отдельное помещение, снабжённое приточно-вытяжной вентиляцией, центральным отоплением и искусственным освещением. Помещение регулярно обрабатывалось ультрафиолетовым излучением. В комнате содержания цыплят поддерживались следующие условия: температура окружающего воздуха 32–34°C; относительная влажность 50–70%, естественная смена световых периодов; 100% вентиляция без рециркуляции со сменой воздуха восемь объёмов комнаты в час.

В течение девяти дней цыплята содержались в брудере «Базис 90-БР-1 престиж», далее цыплята были переведены в клетки для выращивания бройлеров «ПРОФЕССИОНАЛ 3-12 ПРЕСТИЖ» по 10 цыплят в клетке. Кормление цыплят проводилось по следующей схеме: первые 20 дней использовался корм для бройлеров ПК-5 (изготовитель: АО «ПРОДО Птицефабрика Пермская»), далее использовался корм для бройлеров ПК-6 того же изготовителя. Корм добавляли в кормушки в соответствии с нормой, принятой на

птицефабрике. Для питья использовалась профильтрованная водопроводная вода в стандартных поилках, питье без ограничения. Содержание цыплят исключало возможность контаминации корма и воды, способных повлиять на результаты исследования. Проводилось ежедневное взвешивание цыплят с использованием весов Scout-Pro (ОНАУС).

Кормовая добавка составляла 1,2 % от массы корма. Перерасчёт массы добавки проводился ежедневно на протяжении всего срока эксперимента.

Количество растительного компонента на сутки рассчитывали по формуле:

$$m_{\text{л}} = m \times 0,002 \quad (1),$$

где  $m_{\text{л}}$  – масса левзеи сафлоровидной, г;

$m$  – общий вес корма на группу цыплят, г.

Количество вермикультуры на сутки рассчитывали по формуле:

$$m_{\text{в}} = m \times 0,01 \quad (2),$$

где  $m_{\text{в}}$  – масса вермикультуры, г;

$m$  – общий вес корма на группу цыплят, г.

Добавку вводили в течение всего времени кормления, начиная с восьмого дня жизни.

### Производственные испытания

Эксперименты проводились на базе АО «Агросила Птицефабрика Пермская», Пермский край, п. Сылва. В первом эксперименте опытная группа получала кормовую добавку в течение 14 дней, начиная с восьмого дня жизни. Во втором эксперименте опытные группы получали кормовую добавку в течение 5 и 10 дней, начиная с восьмого дня жизни. Корм добавляли в кормушки в соответствии с нормой, принятой на птицефабрике. Доза компонентов кормовой добавки рассчитывалась с использованием вышеприведённых формул. В условиях птицефабрики цыплята получали корм «Старт», «Рост» и «Финиш». Массу тела цыплят определяли взвешиванием на 8, 10, 15, 21, 25, 30 и 35 день жизни.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с использованием программы GraphPad Prism 6 (GraphPad Software, Inc., USA). Для оценки статистической значимости различий применялся t-критерий для множественных сравнений. Различия

считались статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты эксперимента и их обсуждение**

Результаты лабораторных и производственных экспериментов представ-

**Таблица 1** – Масса тела цыплят при использовании кормовой добавки Вермин в лаборатории (добавка вводилась в течение всего периода кормления)

Возраст цыплят, дни	Средняя масса цыплят, г	
	Контроль (M±m)	Опыт (M±m)
8	160 ± 5	170 ± 4
10	227 ± 7	253 ± 9
15	431 ± 11	504 ± 13*
21	807 ± 20	964 ± 20*
25	1026 ± 26	1285 ± 29*
30	1520 ± 52	1774 ± 56*
35	1963 ± 74	2190 ± 70

\* $p \leq 0,05$  по отношению к контролю

**Таблица 2** – Масса тела цыплят при использовании кормовой добавки Вермин на производстве (добавка вводилась в течение 14 дней)

Возраст цыплят, дни	Средняя масса цыплят, г	
	Контроль (M±m)	Опыт (M±m)
8	193 ± 3	190 ± 5
10	275 ± 11	292 ± 8
15	618 ± 21	640 ± 18
21	892 ± 23	1079 ± 29*
25	1330 ± 42	1396 ± 34
30	1496 ± 48	1605 ± 54*
35	1726 ± 64	2114 ± 72*

\* $p \leq 0,05$  по отношению к контролю

**Таблица 3** – Масса тела цыплят при использовании кормовой добавки Вермин на производстве (добавка вводилась в течение 5 и 10 дней)

Возраст цыплят, дни	Средняя масса цыплят, г		
	Контроль (M±m)	Опыт (5 дней) (M±m)	Опыт (10 дней) (M±m)
8	226 ± 8	220 ± 10	226 ± 6
10	358 ± 10	361 ± 13	344 ± 9
15	675 ± 21	628 ± 23	641 ± 18
21	992 ± 17	1027 ± 26	1015 ± 21
25	1313 ± 46	1464 ± 42*	1488 ± 39*
30	1578 ± 58	1824 ± 69*	1840 ± 62*
35	1980 ± 69	2243 ± 78*	2269 ± 71*

\* $p \leq 0,05$  по отношению к контролю

лены в таблицах 1, 2 и 3. Масса цыплят опытной группы в лабораторном эксперименте статистически достоверно превышала массу цыплят контрольной группы спустя 7 дней после начала использования и до 22 дня наблюдения. Прирост составил в среднем 2020 г, в контрольной группе прирост – 1803 г (таблица 1). На производстве при использовании добавки в течение 14 дней масса цыплят опытной группы превысила массу контрольной группы с 13 дня и до конца выкармливания. Прирост в опыте составил 1924 г, в контроле – 1533 г (таблица 2). В случае назначения добавки в течение 5 и 10 дней прирост массы тела цыплят опытных групп превысил массу тела цыплят контрольной группы с 25 дня и наблюдался до конца эксперимента. Прирост в опытных группах составил 2023 г и 2043 г

соответственно, в контрольной – 1754 г (таблица 3).

Статистически достоверных различий в массе цыплят при использовании добавки в течение 5 и 10 дней не установлено. В обоих случаях масса цыплят, получавших добавку, превысила массу цыплят контрольной группы.

#### Выводы

1. Кормовая добавка Вермин статистически достоверно увеличивает массу тела цыплят-бройлеров, как в условиях лабораторного эксперимента, так и на производстве при включении добавки в рацион питания цыплят в течение 5, 10 и 14 дней, начиная с восьмого дня жизни.

2. Минимальный эффективный срок использования кормовой добавки Вермин составил пять дней при включении добавки в рацион питания, начиная с восьмого дня жизни цыплят-бройлеров.

#### Библиографический список

1. Kokoska, L. *Chemistry and pharmacology of Rhaponticum carthamoides: A review* / L. Kokoska, D. Janovska // *Phytochemistry*. – 2009. – Vol. 70. – P. 842–855.
2. Тимофеев, Н. П. Потенциал экистероид синтезирующих растений для фитобиотиков (Обзор) // *International agricultural journal*. – 2021. – № 6. – С. 46–112.
3. Dinan, L. *20-Hydroxyecdysone, from Plant Extracts to Clinical Use: Therapeutic Potential for the Treatment of Neuromuscular, Cardio-Metabolic and Respiratory Diseases* / L. Dinan, W. Diah, S. Veillet [et al] // *Biomedicines*. – 2021. – № 9(5). – P. 492.
4. Das, N. *The phytochemical, biological, and medicinal attributes of phytoecdysteroids: An updated review* / N. Das, S. K. Mishra, A. Bishayee [et al] // *Acta Pharmaceutica Sinica B*. – 2021. – Vol. 11(7). – P. 1740–1766.
5. Кашина, Т. А. Эффективность кормовой добавки, включающей в себя Левзею сафлоровидную и животный белок, полученный из вермикюльтуры / Т. А. Кашина, А. А. Шутова, С. Ю. Солодников и др. // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. – 2022. – № 12(2). – С. 107–116.
6. Parolini, M. *Earthworm as an alternative protein source in poultry and fish farming: Current applications and future perspectives* / M. Parolini, A. Ganzaroli, J. Bacenetti // *Science of the Total Environment*. – 2020. – Vol. 734. – P. 139–460.
7. Sun, Z. *Earthworm as a biopharmaceutical: from traditional to precise* // *European Journal of BioMedical Research*. – 2015. – Vol. 1(2). – P. 28–35.
8. Hesami, Y. *Effect of diets containing earthworm powder and vermihumus on egg production, hatchability, blood parameters and immunity of Japanese breeder quails* / Y. Hesami, L. Esmailzadeh, M. A. Karimi-Torshizi [et al] // *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. – 2021. – Vol. 105. – P. 316–325.
9. Bahadori, Z. *The Effect of Earthworm Eisenia foetida Meal as a Protein Source on Carcass characteristics and Physico-Chemical Attributes of Broilers* / Z. Bahadori, L. Esmailzadeh, M. A. Karimi Torshizi // *Livestock Science*. – 2017. – Vol. 202. – P. 74–81.

## References

1. Kokoska, L. Chemistry and pharmacology of *Rhaponticum carthamoides*: A review / L. Kokoska, D. Janovska // *Phytochemistry*. – 2009. – Vol. 70. – P. 842–855.
2. Timofeev, N. P. Potencial ekdisteroid sinteziruyushchih rastenij dlya fitobiotikov (Obzor) // *International agricultural journal*. – 2021. – № 6. – С. 46–112.
3. Dinan, L. 20-Hydroxyecdysone, from Plant Extracts to Clinical Use: Therapeutic Potential for the Treatment of Neuromuscular, Cardio-Metabolic and Respiratory Diseases / L. Dinan, W. Dioh, S. Veillet [et al] // *Biomedicines*. – 2021. – № 9(5). – P. 492.
4. Das, N. The phytochemical, biological, and medicinal attributes of phytoecdysteroids: An updated review / N. Das, S. K. Mishra, A. Bishayee [et al] // *Acta Pharmaceutica Sinica B*. – 2021. – Vol. 11(7). – P. 1740–1766.
5. Kashina, T. A. Effektivnost' kormovoj dobavki, vklyuchayushchej v sebya Levzeyu saflorovidnuyu i zhivotnyj belok, poluchennyj iz vermikul'tury / T. A. Kashina, A. A. Shutova, S. Yu. Solodnikov [et al] // *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya*. – 2022. – № 12(2). – P. 107–116.
6. Parolini, M. Earthworm as an alternative protein source in poultry and fish farming: Current applications and future perspectives / M. Parolini, A. Ganzaroli, J. Bacenetti // *Science of the Total Environment*. – 2020. – Vol. 734. – P. 139–460.
7. Sun, Z. Earthworm as a biopharmaceutical: from traditional to precise // *European Journal of BioMedical Research*. – 2015. – Vol. 1(2). – P. 28–35.
8. Hesami, Y. Effect of diets containing earthworm powder and vermihumus on egg production, hatchability, blood parameters and immunity of Japanese breeder quails / Y. Hesami, L. Esmailzadeh, M. A. Karimi-Torshizi [et al] // *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. – 2021. – Vol. 105. – P. 316–325.
9. Bahadori, Z. The Effect of Earthworm *Eisenia foetida* Meal as a Protein Source on Carcass characteristics and Physico-Chemical Attributes of Broilers / Z. Bahadori, L. Esmailzadeh, M. A. Karimi Torshizi // *Livestock Science*. – 2017. – Vol. 202. – P. 74–81.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 29.02.2024; одобрена после рецензирования 24.05.2024; принята к публикации 30.05.2024

The article was submitted 29.02.2024; approved after reviewing 24.05.2024; accepted for publication 30.05.2024

## Информация об авторах:

**Мальшева Ксения Олеговна** – соискатель, ассистент и старший лаборант кафедры химических технологий, лаборант кафедры фармакологии

**Зыкова Светлана Сергеевна** – доктор биологических наук, заведующий кафедрой фармакологии, доктор биологических наук, заведующий кафедрой фармакологии

**Солодников Сергей Юрьевич** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры экстремальной медицины и товароведения

**Кашина Татьяна Андреевна** – магистр

***Information about the authors:***

**Ksenia Ol. Malysheva** – applicant, assistant and senior laboratory assistant of the department of chemical technologies, laboratory assistant of the department of pharmacology

**Svetlana S. Zykova** – doctor of biological sciences, head of the department of pharmacology, doctor of biological sciences, head of the department of pharmacology

**Sergey Yu. Solodnikov** – candidate of medical sciences, associate professor of the department of extreme medicine and commodity science

**Tatyana An. Kashina** – master of science

---

## Авторы номера Authors of articles

**1. Алмазов, Владислав Максимович**, магистрант, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Екатеринбург,almazov.vlad11@yandex.ru

**2. Бабик, Анна Владимировна**, первый заместитель начальника, ГБУ «Станция по борьбе с болезнями животных по Великолукскому, Куньинскому и Усвятскому районам», Россия, г. Псков, babik-vet@yandex.ru

**3. Батанова, Анна Михайловна**, аспирант кафедры морфологии и экспертизы, Россия, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Екатеринбург, frosy\_55@mail.ru

**4. Бачинская, Валентина Михайловна**, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», Россия, Москва, bachinskaya1980@mail.ru

**5. Бильжанова, Гульнар Жардымовна**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры Морфологии и экспертизы, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Екатеринбург, bilzhanovagulnara@mail.ru

**6. Бочарова, Полина Александровна**, соискатель кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии-МВА имени К. И. Скрябина», Россия, Москва, 5564677@mail.ru

**7. Булаковская, Оксана Андреевна**, аспирант кафедры болезней мелких домашних, лабораторных и экзотических животных ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», Россия, Москва, oksana\_kruglik@mail.ru

**8. Булдакова, Ксения Витальевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», Россия, г. Киров, kseniia.buldakova@yandex.ru

**9. Бякова, Ольга Викторовна**, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», Россия, г. Киров, Aib05@mail.ru

**10. Василевич, Федор Иванович**, академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии-МВА имени К. И. Скрябина», Россия, Москва, f-vasilevich@inbox.ru

**11. Гончар, Дмитрий Витальевич**, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии-МВА имени К. И. Скрябина», Россия, Москва, san111194@mail.ru

**12. Горошникова, Гульжан Абайдуллоевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры Морфологии и экспертизы ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Екатеринбург, goroshnikova120113@gmail.com

---

**13. Дроздова, Людмила Ивановна**, профессор, доктор ветеринарных наук, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», заведующая кафедрой морфологии и экспертизы, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» ведущий научный сотрудник отдела экологии и незаразной патологии животных, Россия, г. Екатеринбург, drozdova43@mail.ru

**14. Зеленовский, Николай Вячеславович**, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры анатомии животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», Россия, Санкт-Петербург, znvprof@mail.ru

**15. Зиновьева, Светлана Александровна**, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», доцент кафедры частной зоотехнии, Россия, Москва, ruhkarev@mail.ru

**16. Зыкова, Светлана Сергеевна**, доктор биологических наук, заведующий кафедрой фармакологии, доктор биологических наук, заведующий кафедрой фармакологии ФГБОУ ВО «Пермская государственная фармацевтическая академия» Минздрава России, Россия, г. Пермь, zyкова.sv@rambler.ru

**17. Ибишов, Джалаир Фейруз-оглы**, заведующий кафедрой внутренних незаразных болезней, хирургии и акушерства ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова», профессор, доктор ветеринарных наук, Россия, г. Пермь, vnb@pgsha.ru

**18. Иванникова, Регина Фановна**, кандидат биологических наук, доцент, кафедра физиологии, фармакологии и токсикологии им. А. Н. Голикова и И. Е. Мозгова, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», доцент кафедры частной зоотехнии, Россия, Москва, regiotf@yandex.ru

**19. Камлия, Игорь Лаврентьевич**, кандидат ветеринарных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Приморский государственный аграрно-технологический университет», Россия, г. Уссурийск, kaml\_4@inbox.ru

**20. Кашина, Татьяна Андреевна**, магистр, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Россия, Санкт-Петербург, tat.kashina@list.ru

**21. Козлов, Сергей Анатольевич**, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», профессор кафедры частной зоотехнии, Россия, Москва, ksa64@mail.ru

**22. Колина, Юлия Александровна**, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Приморский государственный аграрно-технологический университет», Россия, г. Уссурийск, momot18@mail.ru

**23. Колина, Юлия Александровна**, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Приморский государственный аграрно-технологический университет», Россия, г. Уссурийск, momot18@mail.ru.

**24. Красноперов, Александр Сергеевич**, кандидат ветеринарных наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», старший научный сотрудник лаборатории иммунологии и патобиохимии отдела экологии и незаразной патологии животных, Россия, г. Екатеринбург, marafon.86@list.ru

---

**25. Кундрюкова, Ульяна Ивановна**, доцент, доктор ветеринарных наук, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», доцент кафедры морфологии и экспертизы, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», старший научный сотрудник лаборатории промышленного птицеводства, Россия, г. Екатеринбург, angel-55551@mail.ru

**26. Мальшева, Ксения Олеговна**, соискатель, ассистент и старший лаборант кафедры химических технологий, лаборант кафедры фармакологии, ФГБОУ ВО «Пермская государственная фармацевтическая академия» Минздрава России, ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Россия, г. Пермь, malksen96@gmail.com

**27. Мальчиков, Роман Викторович**, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Пермский институт Федеральной службы исполнения наказаний», Россия, г. Пермь, malchikov00@bk.ru

**28. Маркин, Сергей Сергеевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», доцент кафедры частной зоотехнии, Россия, Москва, markinss@yandex.ru

**29. Момот, Надежда Васильевна**, доктор ветеринарных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Приморский государственный аграрно-технологический университет», Россия, г. Уссурийск, momot1953@bk.ru

**30. Петрова Юлия Валентиновна**, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО «Московская ветеринарная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», Россия, Москва, belova\_u@mail.ru

**31. Пилип, Лариса Валентиновна**, кандидат ветеринарных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», Россия, г. Киров, pilip\_larisa@mail.ru

**32. Пилип, Павел Александрович**, обучающийся (бакалавриат), ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Россия, Санкт-Петербург, super-pasha-pilip@yandex.ru

**33. Пименов, Николай Васильевич**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой иммунологии и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», доцент кафедры частной зоотехнии, Россия, Москва, pimenov-nikolai@yandex.ru

**34. Пономарева, Татьяна Анатольевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры Морфологии, физиологии и фармакологии Института ветеринарной медицины, ФБГОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Троицк, Strizhikov50@yandex.ru

**35. Поносов, Степан Владимирович**, начальник кафедры зоотехнии ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России, доцент, кандидат ветеринарных наук, Россия, г. Пермь, ponosovs@yandex.ru

**36. Попков, Егор Иванович**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры Морфологии и экспертизы ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Екатеринбург, Egor27051994@yandex.ru



---

37. **Пэн Чжан**, преподаватель, Колледж инженерии жизни, Шеньянский технологический институт, Китай, г. Фушунь, momot18@mail.ru

38. **Смирнова, Екатерина Александровна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры иммунологии и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», доцент кафедры частной зоотехнии, Россия, Москва, e.smirnova.a@gmail.com

39. **Смолин, Сергей Анатольевич**, младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Россия, г. Краснодар, lowkickman45@gmail.com

40. **Солодников, Сергей Юрьевич**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры экстремальной медицины и товароведения, ФГБОУ ВО «Пермская государственная фармацевтическая академия» Минздрава России, Россия, г. Пермь, s.u.solodnikov@rambler.ru

41. **Старинская, Ксения Юрьевна**, аспирант кафедры анатомии животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», Россия, Санкт-Петербург, kseniya.starinskaya@mail.ru

42. **Степанишин, Виктор Владимирович**, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры анатомии и гистологии животных имени А.Ф. Климова, ФГБОУ ВО «Московская ветеринарная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», Россия, Москва, stepanishin.victor@yandex.ru

43. **Стрижиков, Виктор Константинович**, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры Морфологии, физиологии и фармакологии Института ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Троицк, Strizhikov50@yandex.ru

44. **Стрижикова, Светлана Васильевна**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры Морфологии, физиологии и фармакологии Института ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Троицк, Strizhikov50@yandex.ru

45. **Теребова, Светлана Викторовна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки», Россия, г. Усурийск, п. Тимирязевский, terebovasv@mail.ru

46. **Тришина, Юлия Владимировна**, аспирант кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО «Московская ветеринарная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», Россия, г. Москва, Yulya.skrynnikov@mail.ru

47. **Юйцзе Фу**, доцент, Колледж инженерии жизни, Шеньянский технологический институт, Китай, г. Фушунь, momot18@mail.ru

48. **Яруков, Егор Ильич**, студент, ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», Россия, г. Киров, egor.yarukov26@bk.ru

---

# Информация для авторов

*Уважаемые коллеги!*

Приглашаем Вас опубликовать результаты своих научных исследований в 53 (третьем в 2024 году) номере научно-производственного журнала «Иппология и ветеринария» (Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-45531 от 16 июня 2011 г.).

Журнал включён в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук» ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации. Журнал отнесён в К3 и принимает статьи от соискателей учёной степени кандидата биологических и кандидата ветеринарных наук.

Публикация результатов научных изысканий является чрезвычайно ответственным и важным шагом для каждого учёного. В процессе исследовательской работы появляется множество новых оригинальных идей, теорий, заслуживающих самого пристального внимания научной общественности. В связи с этим особую актуальность приобретают публикации исследований в научных сборниках и журналах, распространяемых в России и за рубежом. Кроме того, наличие определённого числа публикаций является обязательным условием при защите диссертации, для получения категорий или повышения по службе.

**Журнал принимает к публикации статьи по специальностям номенклатуры, утверждённой приказом Минобрнауки России от 24 февраля 2021 г. № 118 и соответствующим им отраслям науки:**

**4.2.1 Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (биологические науки, ветеринарные науки)**

**4.2.2 Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (биологические науки, ветеринарные науки)**

**4.2.3 Инфекционные болезни и иммунология животных (биологические науки, ветеринарные науки)**

**4.2.4 Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки, сельскохозяйственные науки)**

---

## Правила оформления статьи

1. Статья пишется на русском языке.
2. Материал статьи должен соответствовать профилю журнала и содержать результаты научных исследований, **ранее не публиковавшиеся в других изданиях.**
3. Статья должна быть тщательно откорректирована и отредактирована.
4. Оригинальность текста не менее 80%.
5. Статья оформляется согласно ГОСТу Р 7.0.7-2021.
6. Объём статьи – до десяти страниц машинописного текста (29-30 строк на странице, в строке до 60 знаков), число соавторов не более шести, число литературных источников **не более 15.**
7. Число рисунков в статье **не более пяти.** Рисунки растровые, разрешение не менее 300 dpi. Они должны быть размещены по тексту статьи и представлены в редакцию в виде **отдельных файлов** с расширением tif (TIF).
8. Таблицы, размещённые по тексту статьи в текстовом редакторе Word, необходимо продублировать в виде отдельных файлов в редакторе Office excel.
9. В статье не следует употреблять сокращения слов, не включенные в ГОСТ 7.0.12-2011. **В названии статьи не допускаются сокращения слов и их перенос!**
10. Статья должна иметь внутреннюю рецензию, где утверждается о возможности и необходимости публикации её в открытой печати.
11. 11. Статью (текстовый редактор Word), рецензию (с расширением PDF) на неё и справку об оригинальности текста необходимо выслать по электронной почте **znvprof@mail.ru до 01.08.2024 г.**
12. Редакционная коллегия оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи.
13. Все статьи рецензируются ведущими учёными. Рецензии хранятся в редакции в течение пяти лет.
14. Датой поступления статьи считается день получения редакцией окончательного варианта текста.
15. Статьи аспирантов размещаются в журнале бесплатно. Публикации аспирантов в соавторстве с другими категориями авторов – на общих основаниях. С условиями публикации можно ознакомиться на сайте ЧОУ ВО «Национальный открытый институт г. Санкт-Петербург», по электронной почте главного редактора журнала **znvprof@mail.ru или по телефону 8-911-955-44-54.**

*Главный редактор журнала,  
доктор ветеринарных наук,  
профессор*

*Зеленовский, Н.В.*

Ежеквартальный научно-производственный журнал

**Иппология и ветеринария**

Учредитель – ООО «Национальный информационный канал»  
Журнал издаётся кафедрой анатомии животных  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет  
ветеринарной медицины»

**Журнал включён в  
«Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть  
опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание  
ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук»  
ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации**

Распространяется по всем регионам России  
Периодичность издания не менее 4 раз в год

Свидетельство о государственной регистрации средства массовой информации  
ПИ № ФС77-45531 от 16 июня 2011 г.

**Главный редактор – Зеленецкий Н. В., доктор ветеринарных наук, профессор**

**E-mail: [znvprof@mail.ru](mailto:znvprof@mail.ru)  
Сайты: [noironline.ru](http://noironline.ru) [spbguvvm.ru](http://spbguvvm.ru)**

Научный редактор К. Н. Зеленецкий  
Корректор Т. С. Урбан  
Компьютерная верстка Д. И. Сазонов  
Юридический консультант О. Ю. Калюжин

Подписано в печать 30.05.2024  
Формат бумаги 70x100 1/16. Бумага офсетная

Усл. печ. л. 14,63  
Тираж 500  
Заказ № 24015

Отпечатано в ООО «Информационно-консалтинговый центр»

Открыта подписка на второе полугодие 2023 года  
Объединенный каталог «Пресса России»

**Подписной индекс 70007  
Подписной индекс 23085-Крым**

**197183, Санкт-Петербург, ул. Черниговская, 5. Тел.: +7 911 955 44 54**

# Иппология И ветеринария

2 (52) 2024

Ежеквартальный научно-производственный журнал

Издаётся с 2011 года

**Журнал включён в  
«Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны  
быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на  
соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой  
степени доктора наук»  
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации**