

# Иппология И ветеринария

3 (57) 2025

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**

**Учредители:**  
**ООО «Национальный информационный канал»**  
**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 – Зеленевский 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, академик Петровской академии наук и искусств**

**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, академик Петровской академии наук и искусств

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

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

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

**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, член-корреспондент Петровской академии наук и искусств

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

Научный редактор К. Н. Зеленевский  
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*

---

- Бабкин Павел Алексеевич, Соломахина Любовь Анатольевна**  
**Babkin Pavel Alekseevich, Solomakhina Lyubov Anatolyevna**  
Этиология увеитов собак  
Etiology of canine uveitis . . . . . 7
- Витте Мария Владимировна, Соломахина Любовь Анатольевна**  
**Witte Maria Vladimirovna, Solomakhina Lyubov Anatolyevna**  
Этиология увеитов кошек  
Etiology of feline uveitis . . . . . 13
- Головина Елизавета Алексеевна, Соломахина Любовь Анатольевна**  
**Golovina Elizaveta Alekseevna, Solomakhina Lyubov Anatolyevna**  
Дебридмент роговицы алмазным бором  
Corneal debridement with a diamond bur . . . . . 20
- Князева Ксения Константиновна**  
**Knyazeva Xenia Konstantinovna**  
Первичный синусит у лошади  
Primary sinusitis in horses . . . . . 27
- Михолап Анна Петровна, Соломахина Любовь Анатольевна**  
**Mikholap Anna Petrovna, Solomakhina Lyubov Anatolyevna**  
Дебридмент роговицы ватной палочкой в лечении язвенных кератитов  
Corneal debridement with a cotton swab in the treatment of ulcerative keratitis . . . . . 35

## *Морфология – Morphology*

---

- Дмитриева Оксана Сергеевна, Аржанкова Юлия Владимировна, Скопцова Татьяна Ивановна**  
**Dmitrieva Oksana Sergeevna, Arzhankova Yulia Vladimirovna, Skoptsova Tatiana Ivanovna**  
Эмбриональные этапы формирования кривизны роговицы у домашних кур  
Embryonic stages of corneal curvature formation in domestic Chickens . . . . . 42
- Камлия Игорь Лаврентьевич, Момот Надежда Васильевна, Колина Юлия Александровна**  
**Kamlia Igor Lavrentievich, Momot Nadezhda Vasilievna, Kolina Yulia Aleksandrovna**  
Анатомия органов грудобрюшной полости маисового полоза  
Anatomy of the organs of the thoracic cavity of the corn runner . . . . . 52
- Каюмова Элина Ильгизовна, Зеленецкий Николай Вячеславович**  
**Kayumova Elina Ilgizovna, Zelenevskiy Nikolay Vyacheslavovich**  
Анатомо-морфометрические закономерности строения верхней и нижней челюстей соболя чёрной пушкинской породы  
Anatomical and morphometric regularities of the structure of the upper and lower jaws of the Black Pushkin sable . . . . . 57

---

**Порублев Владислав Анатольевич, Тамбиева Диана Магомедовна,  
Шестаков Дмитрий Евгеньевич**  
**Porublev Vladislav Anatolyevich, Tambieva Diana Magomedovna, Shestakov Dmitry Evgenievich**  
Макроморфологические особенности внеоргана артериального русла ободочной кишки  
кроликов калифорнийской породы 9-месячного возраста  
Micromorphological features of the intraorgan arterial bed of the colon  
of California rabbits aged 9 months. . . . . 64

**Синьковская Ирина Сергеевна, Дроздова Людмила Ивановна, Корч Мария Анатольевна**  
**Sin'kovskaya Irina Sergeevna, Drozdova Lyudmila Ivanovna, Korch Maria Anatolyevna**  
Современное представление об атипичных лимфатических узлах, их морфологии  
и физиологическом значении у разных видов животных и человека  
Current understanding of atypical lymph nodes, their morphology and physiologic significance  
in different animal species and human. . . . . 72

**Якимова Александра Владимировна, Соломахина Любовь Анатольевна**  
**Yakimova Alexandra Vladimirovna, Solomakhina Lyubov Anatolyevna**  
Анатомия и физиология сосудистой оболочки лошади  
Anatomy and physiology of the equine vascular membrane. . . . . 90

### ***Физиология – Physiology***

---

**Голдырев Андрей Анатольевич, Дердюк Татьяна Степановна**  
**Goldyrev Andrey Anatolyevich, Deryuk Tatyana Stepanovna**  
Сравнительная характеристика результатов подбора и подготовки служебных собак к поиску  
запаховых веществ с учётом преобладающих игровой и пищевой реакций поведения  
Comparative characteristics of the results of selecting and training working dogs to search  
for odor substances, taking into account the prevailing play and food behavioral responses. . . . . 98

**Нарижная Екатерина Вячеславовна, Соломахина Любовь Анатольевна**  
**Narizhnyaya Ekaterina Vyacheslavovna, Solomakhina Lyubov Anatolyevna**  
Защитная тарзорафия в лечении язвенных кератитов животных  
Protective tarsorrhaphy in the treatment of ulcerative keratitis in animals. . . . . 107

**Соломахина Любовь Анатольевна**  
**Solomakhina Lyubov Anatolyevna**  
Слёзопродукция птиц  
Tear production of birds. . . . . 114

**Соломахина Любовь Анатольевна**  
**Solomakhina Lyubov Anatolyevna**  
Этиология язвенных кератитов птиц  
Etiology of ulcerative keratitis in birds. . . . . 120

---

---

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

---

**Понамарёв Владимир Сергеевич**

**Ponamarev Vladimir Sergeevich**

Определение активности цитохрома P-450 (1A1) у лабораторных крыс

Determination of cytochrome P-450 (1A1) activity in laboratory rats. . . . . 126

---

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

---

**Кастарнова Елена Сергеевна, Оробец Владимир Александрович,**

**Скрипкин Валентин Сергеевич, Гвоздецкий Николай Алексеевич**

**Castarnova Elena Sergeevna, Orobets Vladimir Alexandrovich, Skripkin Valentin Sergeevich,**

**Gvozdetsky Nikolai Alekseevich**

Иммунобиология сальмонеллёза птиц: структура возбудителя, механизмы заражения и защитные реакции организма

The immunobiology of avian salmonellosis: the structure of the pathogen,

the mechanisms of infection and the protective reactions of the body . . . . . 135

**Кастарнова Елена Сергеевна, Оробец Владимир Александрович,**

**Скрипкин Валентин Сергеевич, Гвоздецкий Николай Алексеевич**

**Castarnova Elena Sergeevna, Orobets Vladimir Alexandrovich, Skripkin Valentin Sergeevich,**

**Gvozdetsky Nikolai Alekseevich**

Современные стратегии контроля сальмонеллёза в птицеводстве: от профилактики к терапии

Modern salmonella control strategies in poultry farming: from prevention to therapy . . . . . 145

**Кастарнова Елена Сергеевна, Оробец Владимир Александрович, Скрипкин Валентин Сергеевич**

**Castarnova Elena Sergeevna, Orobets Vladimir Alexandrovich, Skripkin Valentin Sergeevich**

Виды адъювантов для вакцин, их механизм действия, области и перспективы применения

Types of vaccine adjuvants, their mechanism of action, areas and prospects of application . . . . . 157

**Кастарнова Елена Сергеевна, Оробец Владимир Александрович, Скрипкин Валентин Сергеевич**

**Castarnova Elena Sergeevna, Orobets Vladimir Alexandrovich, Skripkin Valentin Sergeevich**

Использование хитозана для лечения и профилактики микотоксикозов животных

The use of chitosan for the treatment and prevention of mycotoxicosis in animals . . . . . 173

---

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

---

**Устинов Владимир Олегович, Максимова Александра Николаевна,**

**Алексеева Нюргина Илларионовна, Платонов Терентий Афанасьевич,**

**Слепцов Евгений Семёнович, Нюкканов Аян Николаевич, Стручков Николай Афанасьевич**

**Tegretyn Vadim Konstantinovich, Savvinova Margarita Semenovna, Nifontov Konstantin**

**Revolevich, Popova Nadezhda Vasilyevna, Fedorova Praskovya Nikolaevna Ustinov Vladimir**

**Olegovich, Maximova Alexandra Nikolaevna, Alekseeva Nyurgina Illarionovna,**

**Platonov Terenty Afanasyevich, Sleptsov Evgeny Semenovich, Nyukkanov Ayan Nikolaevich,**

**Struchkov Nikolai Afanasyevich**

Ветеринарно-санитарная оценка омуля при микроспоридиозах,

вызванных *Henneguya Zschokkei* (Gurly, 1894)

Veterinary and sanitary assessment of omul in myxosporidiosis

caused by *Henneguya Zschokkei* (Gurly, 1884) . . . . . 184

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

---

<b>Вирзум Людмила Викторовна, Клетикова Людмила Владимировна, Шашурина Юлия Николаевна, Терентьев Сергей Сергеевич, Горбунов Павел Александрович Virzum Lyudmila Viktorovna, Kletikova Lyudmila Vladimirovna, Shashurina Yulia Nikolaevna, Terentyev Sergey Sergeevich, Gorbunov Pavel Alexandrovich</b> Мониторинг применение комплексов эрготропиков ягнятам после их отъёма от овец-матерей Monitoring the use of ergotropic complexes to lambs after weaning from mother ewes. . . . .	193
<b>Ворожцова Любовь Дамировна, Меликян Екатерина Сергеевна, Шакиров Вячеслав Евгеньевич, Дроздова Людмила Ивановна Vorozhtsova Lyubov Damirovna, Melikyan Ekaterina Sergeevna, Shakirov Vyacheslav Evgenievich, Drozdova Lyudmila Ivanovna</b> Сравнение перепелов мясных пород: феникс и радонежская (обзор) Comparison of meat quail breeds: Phoenix and Radonezh (review). . . . .	202
<b>Капитонова Елена Алевтиновна, Рязанов Игорь Геннадьевич, Веденева Элла Олеговна Kapitonova Elena Alevtinovna, Ryazanov Igor Gennadievich, Vedeneeva Ella Olegovna</b> Кормовая добавка «Гербастор» и её влияние на родуктивность кур-несушек кросса ломанн браун Herbastor feed additive and its effect on the productivity of laying hens the Lohmann Brown Cross . . . . .	211
<b>Тегреттын Вадим Константинович, Саввинова Маргарита Семеновна, Нифонтов Константин Револьевич, Попова Надежда Васильевна, Федорова Прасковья Николаевна Tegrettytn Vadim Konstantinovich, Savvinova Margarita Semenovna, Nifontov Konstantin Revolevich, Popova Nadezhda Vasilyevna, Fedorova Praskovya Nikolaevna</b> Технологические аспекты производства и хранения пантов северных оленей на примере МУП СКП «Амгуэма» Technological aspects of production and storage of reindeer antlers on the example of MUP SKHP «Amguema». . . . .	219
<b>Авторы номера – Authors of articles . . . . .</b>	224
<b>Информация для авторов – Information for authors . . . . .</b>	228

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 7-12.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):7-12.

## ПАТОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.7-12  
УДК 617.721.6-02:636.7

# Этиология увеитов собак

Бабкин Павел Алексеевич<sup>1</sup>, Соломахина Любовь Анатольевна<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФКП «Росгосцирк» «Самарский госцирк», Россия, г. Самара

<sup>2</sup> Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, Россия, г. Воронеж

<sup>1</sup> energy-x81@mail.ru

нет

<sup>2</sup> barashek.l@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Аннотация.** Увеит – это воспаление сосудистой оболочки глазного яблока. Различают передние увеиты, которые представляют собой воспаление радужной оболочки и цилиарного тела, задние увеиты (хориоретиниты), которые представляют собой воспаление собственно сосудистой оболочки (хороидеа), а также панувеиты (воспаление передней и задней сосудистой оболочки). Воспаление передней сосудистой оболочки может происходить изолировано от задней сосудистой оболочки, однако при тяжёлых инфекционных процессах зачастую мы регистрируем панувеит. Клинические признаки переднего увеита можно выявить путём визуального осмотра глаз, а также при помощи биомикроскопии. К наиболее частым клиническим проявлениям переднего увеита относят блефароспазм, светобоязнь, слезотечение, помутнение внутриглазной жидкости, наличие кровяных сгустков и гноя в передней камере глаза, гифему, расширение эписклеральных сосудов, появление в роговице глубоких кровеносных сосудов, снижение внутриглазного давления. В результате тяжёлого переднего увеита может развиваться спаечный процесс, фтизис (субатрофия глазного яблока), катаракта, люксация хрусталика, а также увеальная глаукома (повышение внутриглазного давления, которое возникает на фоне затруднения оттока внутриглазной жидкости через иридокорнеальный угол на фоне скопления в передней камере глаза воспалительных субстанций). Клинические признаки заднего увеита (хориоретинита) можно выявить путём офтальмоскопии. Золотым стандартом офтальмоскопии является непрямая офтальмоскопия. К наиболее частым клиническим проявлениям хориоретинитов относят ретинальные геморрагии (поверхностные и глубокие интратретинальные геморрагии, преретинальные (субвitreальные) геморрагии, субретинальные геморрагии), отёк сетчатки, локальную и полную отслойку сетчатки, периваскулярный выпот с формированием периваскулярных муфт из воспалительных клеток, складки сетчатки, глиоз, отложение меланина и т. д. Как в случае переднего, так и в случае заднего увеита может возникать слепота. Увеиты в зависимости от причины возникновения делятся на вирусные, бактериальные, протозойные, грибковые, паразитарные аутоиммунные, рефлекторные, посттравматические, факолитические и факокластические, неопластические и идиопатические и т. д.

© Бабкин П. А., Соломахина, Л. А., 2025

**Ключевые слова:** ветеринарная офтальмология, животные, увеиты, хороретиниты.

**Для цитирования:** Бабкин, П. А., Соломахина, Л. А. Этиология увеитов собак // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 7-12. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.7-12>.

## PATHOLOGY

Original article

# Etiology of canine uveitis

**Pavel A. Babkin<sup>1</sup>, Liubov A. Solomakhina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Federal State Enterprise “Rosgoscirk” “Samara State Circus”, Russia, Samara

<sup>2</sup> Voronezh Veterinary Hospital № 1, Russia, Voronezh

<sup>1</sup> energy-x81@mail.ru

no

<sup>2</sup> barashek.l@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Abstract.** Uveitis is an inflammation of the vascular membrane of the eyeball. There are anterior uveitis, which is an inflammation of the iris and ciliary body, posterior uveitis (chorioretinitis), which is an inflammation of the vascular membrane itself (choroid), and panuveitis (inflammation of the anterior and posterior vascular membrane). Inflammation of the anterior vascular membrane can occur isolated from the posterior vascular membrane, but in severe infectious processes we often register panuveitis. Clinical signs of anterior uveitis can be detected by visual examination of the eyes, as well as by biomicroscopy. The most common clinical manifestations of anterior uveitis include blepharospasm, photophobia, lacrimation, clouding of the intraocular fluid, the presence of blood clots and pus in the anterior chamber of the eye, hyphema, dilation of the episcleral vessels, the appearance of deep blood vessels in the cornea, and decreased intraocular pressure. Severe anterior uveitis may result in adhesions, phthisis (subatrophy of the eyeball), cataracts, luxation of the lens, and uveal glaucoma (increased intraocular pressure that occurs due to difficulty in the outflow of intraocular fluid through the iridocorneal angle due to accumulation of inflammatory substances in the anterior chamber of the eye). Clinical signs of posterior uveitis (chorioretinitis) can be detected by ophthalmoscopy. The gold standard of ophthalmoscopy is indirect ophthalmoscopy. The most common clinical manifestations of chorioretinitis include retinal hemorrhages (superficial and deep intraretinal hemorrhages, preretinal (subvitreous) hemorrhages, subretinal hemorrhages), retinal edema, local and complete retinal detachment, perivascular effusion with the formation of perivascular cuffs of inflammatory cells, retinal folds, gliosis, melanin deposition, etc. Blindness may occur in both anterior and posterior uveitis. Depending on the cause, uveitis is divided into viral, bacterial, protozoal, fungal, parasitic autoimmune, reflex, post-traumatic, phacolytic and phacoclastic, neoplastic and idiopathic, etc.

**Keywords:** veterinary ophthalmology, animals, uveitis, chorioretinitis.

**For citation:** Babkin, P. A. Solomakhina, L. A. Etiology of canine uveitis // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):7-12. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.7-12>.

### Введение

Увеит – воспаление сосудистой оболочки глазного яблока. Различают передние увеиты, которые представляют собой воспаление радужной оболочки и цилиарного тела, задние увеиты (хороретиниты), которые представляют собой воспаление собственно сосудистой оболочки (хороидеи), а также панувеиты (воспаление передней и задней сосудистой оболочки). Воспаление передней сосудистой оболочки может происходить изолированно от задней сосудистой оболочки, однако при тяжёлых инфекционных процессах зачастую регистрируется панувеит.

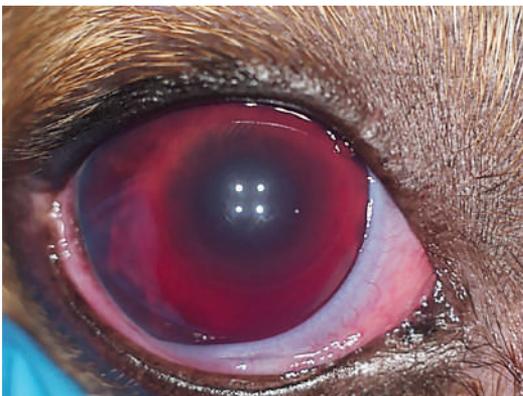
### Результаты собственных исследований и их обсуждение

Клинические признаки переднего увеита можно выявить путём визуального осмотра глаз, а также при помощи биомикроскопии. К наиболее частым клиническим проявлениям переднего увеита относят блефароспазм, светобоязнь, слезотечение, помутнение внутриглазной жидкости, наличие кровяных сгустков и гноя в передней камере глаза, гифему, расширение эписклеральных сосудов, появление в роговице глубоких кровеносных сосудов, снижение внутриглазного давления.

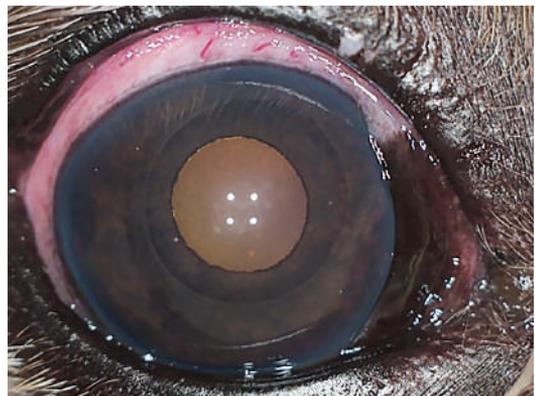
В результате тяжёлого переднего увеита может развиваться спаечный процесс,

фтизис (субатрофия глазного яблока), катаракта, люккация хрусталика, а также увеальная глаукома (повышение внутриглазного давления, которое возникает в результате скопления в передней камере глаза воспалительных субстанций на фоне затруднения оттока внутриглазной жидкости через Шлемов канал, расположенный в иридокорнеальном углу.

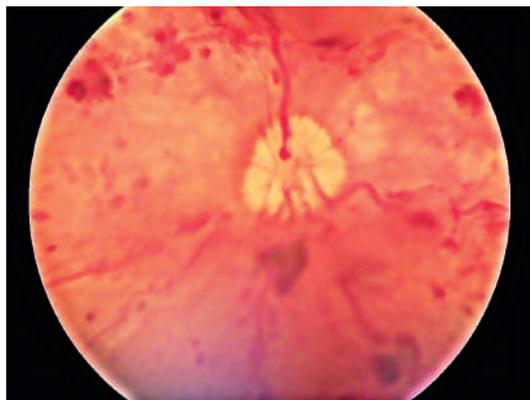
Клинические признаки заднего увеита (хороретинита) можно выявить путём офтальмоскопии. Золотым стандартом офтальмоскопии является непрямая офтальмоскопия. Исследование важно проводить на расширенном зрачке для того, чтобы не пропустить изменения на периферии глазного дна. Для этого за 15-20 минут до проведения исследования в глаза закапывается Мидримакс или Феникамид. Далее производится осмотр всего глазного дна при помощи непрямого офтальмоскопа и линзы Volk Pan Retinal 2.2. К наиболее частым клиническим проявлениям хороретинитов относим ретинальные геморрагии (поверхностные и глубокие интравитреальные геморрагии, преретинальные (субвitreальные) геморрагии, субретинальные геморрагии), отёк сетчатки, локальную и полную отслойку сетчатки, периваскулярный выпот с формированием периваскулярных муфт из воспалительных клеток, складки сетчатки, глиоз, отложение меланина и т. д.



**Рисунок 1** – Передний увеит лёгкой степени тяжести у собаки с анаплазмозом (Фото Соломахиной, Л. А.)



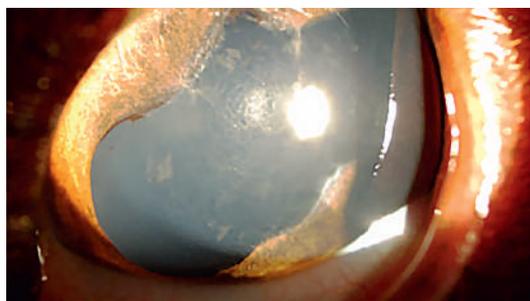
**Рисунок 2** – Передний увеит тяжёлой степени тяжести у собаки с анаплазмозом и болезнью Лайма (Фото Соломахиной, Л. А.)



**Рисунок 3** – Офтальмоскопическая картина хориоретинита и отслойки сетчатки собаки с бабезиозом (Фото Соломахиной, Л. А.)

Зачастую при различных инфекционных увеитах помимо поражения сосудистой оболочки затрагивается диск зрительного нерва, и мы видим клинические проявления неврита диска зрительного нерва, коварство которого заключается в том, что он помимо офтальмоскопически очевидного может быть ретробульбарным без явных клинических проявлений на глазном дне. В зависимости от остроты процесса различают острые и хронические хориоретиниты. В случае острого процесса мы наблюдали гипорефлексию тапетума (снижение отражательной способности), а в случае хронического процесса – гиперрефлексию тапетума (повышение отражательной способности).

Как в случае переднего, так и в случае заднего увеита может возникать слепота.



**Рисунок 4** – Последствия тяжёлого переднего увеита (задние синехии и начальная катаракта) (Фото Соломахиной, Л. А.)

Увеиты в зависимости от причины возникновения делятся на вирусные, бактериальные, протозойные, грибковые, паразитарные аутоиммунные, рефлекторные, посттравматические, факолитические и факокластические, неопластические и идиопатические и т. д.

Отдельное внимание необходимо уделять рефлекторным передним увеитам, которые зачастую сопровождаются язвенными кератитами, а практикующему врачу важно научиться их выявлять и назначать сопутствующую местную и системную противовоспалительную терапию. Относительно местной противовоспалительной терапии при вторичных увеитах, вторичных к язвенному кератиту, важно помнить, что назначение местных кортикостероидов противопоказано, а использование местных нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВС) должно быть чётко обосновано, в минимальной эффективной кратности закапывания, а также это должны быть НПВС последнего поколения (например, броксинак или неванак), которые оказывают минимальное влияние на заживление роговицы. В случае тяжёлых язвенных поражений акцент лучше делать на системную противовоспалительную терапию, применяя препараты на основе мелоксикама или робенокосиба. Таким образом обеспечится и противовоспалительный и обезболивающий эффект.

Ниже мы приводим основные причины передних увеитов и хориоретинитов, хориоретинальных рубцов и неврита диска зрительного нерва у собак. Приведена оригинальная классификация.

#### **Классификация этиологий передних увеитов собак**

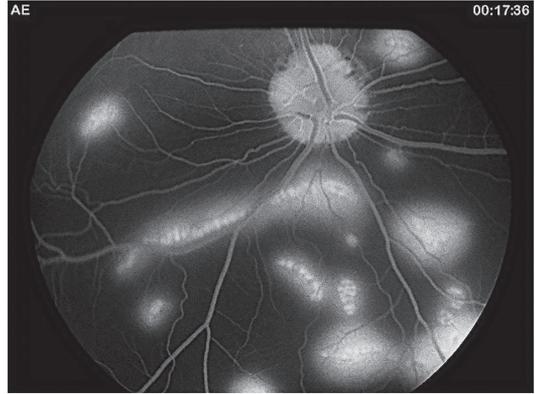
**Вирусные заболевания:** чума собак; аденовирус собак 1 типа.

**Бактериальные заболевания:** болезнь Лайма (*Borrelia burgdorferi*); моноцитарный эрлихиоз (*Ehrlichia canis*); бартоanelлез (*Bartonella vinsonii ssp. berkhoffi*).

**Грибковые заболевания:** бластомикоз (*Blastomyces dermatitidis*); кокцидиомикоз (*Coccidioides immitis*); гистоплазмоз (*Histoplasma capsulatum*);



**Рисунок 5** – Офтальмоскопические проявления тромбоцитопении у собаки (Фото Соломахиной, Л. А.)



**Рисунок 6** – Офтальмоскопические проявления передозировки ивермектина у собаки. Изменения включают нерегулярные беспорядочные точечные, линейные и червеобразные области отёка сетчатки (Фото Соломахиной, Л. А.)

криптококкоз (*C. neoformans*); аспиргиллоз (*aspergillosis*).

**Протозойные заболевания:** токсоплазмоз (*Toxoplasma gondii*); неоспороз (*Neospora caninum*); *protothecosis* (*Prototheca zopfii*, *Prototheca wickerhamii*); американский гепатозооноз (*Hepatozoon americanum*).

**Паразитарные заболевания:** мигрирующие личинки (*Toxocara canis*); телязиоз (*Thelazia callipaeda*, *Thelazia californiensis*).

**Классификация этиологий хориоретинитов собак**

**Инфекционные заболевания:** чума собак (*CDV*); моноцитарный эрлихиоз (*Ehrlichia canis*); пятнистая лихорадка скалистых гор (*Rickettsia rickettsii*); болезнь Лайма (*Borrelia burgdorferi*); бластомикоз (*Blastomyces dermatitidis*); кокцидиомикоз (*Coccidioides immitis*).

**Паразитарные заболевания:** ophthalmomyiasis interna (Diptera spp.)

**Кардиоваскулярные заболевания:** системная гипертензия; гипервискозный синдром; полицитемия; тромбоцитопения; тромбопатия; тяжёлая анемия.

**Метаболические заболевания:** сахарный диабет.

**Токсические причины:** отравление антикоагулянтами; отравление ивермектином; отравление инсектицидами.

**Неопластические заболевания:** лимфома; множественная миелома; итракраниальная неоплазия.

**Прочие системные причины:** гранулематозные менингоэнцефалиты (ГМЕ); ионизирующее излучение.

**Классификация этиологий хориоретинальных рубцов у собак**

**Пищевые причины:** хронический дефицит витамина Е.

**Кардиоваскулярные заболевания:** системная гипертензия; хроническая тяжёлая анемия.

**Токсические причины:** сульфаниламид/триметоприм токсичность у доберманов пинчеров.

**Прочие системные причины:** синдром острой приобетённой дегенерации сетчатки (SARD); увеодерматологический синдром.

**Классификация этиологий неврита диска зрительного нерва у собак**

**Инфекционные заболевания:** вирус чумы собак (*CDV*); вирус инфекционного гепатита (*ICH*); аденовирус собак 1 типа (*CAV-1*); американский гепатозооноз (*Hepatozoon americanum*); бластомикоз (*Blastomyces dermatitidis*); кокцидиоми-

коз (*Coccidioides immitis*); токсоплазмоз (*Toxoplasma gondii*).

**Кардиоваскулярные заболевания:** системная гипертензия; гипервискозный синдром.

**Неопластические заболевания:** интракраниальная неоплазия.

**Другие системные причины:** дефицит витамина А (только экспериментальное заболевание); гранулематозный менингоэнцефалит (ГМЕ).

### Выводы

Передние и задние увеиты собак в практике врача-офтальмолога являются одними из самых распространённых диагнозов, поэтому крайне важно научиться

видеть даже самые ранние клинические проявления данной патологии, чтобы не пропустить заболевание и не спутать его с конъюнктивитом. Важно знать наиболее частые патогены, которые вызывают увеиты у собак, и способы лабораторной диагностики того или иного заболевания. Это важно для своевременной и чёткой постановки диагноза и назначения правильного лечения. Для нашего региона наиболее частыми причинами увеитов собак являются вирусные, бактериальные, паразитарные. Кроме того у собак довольно распространены аутоиммунные, посттравматические и рефлекторные передние увеиты, а также факогенные увеиты.

### Библиографический список / References

1. Gelatt, K. N. *Essentials of Veterinary ophthalmology*. 3th ed. Willey-Blackwell. 2014.
2. *Ophthalmology for the Veterinary Practitioner* / F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé, W. Neumann, B. Spiess. Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH&Co. Germany, 2007.
3. Petersen, J. S., Crispin, S. *BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology*. BSAVA. Spain, 2002.
4. *Slatter's Fundamentals of Veterinary ophthalmology*. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
5. *Veterinary Ocular Pathology a comparative review* / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China, 2010.
6. *Veterinary ophthalmology* / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.
7. *Veterinary ophthalmology* / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. 6th ed.

**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 01.07.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 01.07.2024; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

### Информация об авторах:

**Бабкин Павел Алексеевич**, соискатель, ветеринарный врач ФКП «Росгосцирк» «Самарский госцирк»

**Соломахина Любовь Анатольевна**, кандидат ветеринарных наук

### Information about the authors:

**Pavel A. Babkin**, applicant, veterinarian of the Federal State Unitary Enterprise "Rosgoscirk" "Samara goscirk"

**Lyubov A. Solomakhina**, candidate of veterinary sciences

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 13-19.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):13-19.

## ПАТОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.13-19  
УДК 617.721.6-02:636.8

# Этиология увеитов кошек

Витте Мария Владимировна<sup>1</sup>, Соломахина Любовь Анатольевна<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ветеринарная клиника Леопольд, Россия, г. Пермь

<sup>2</sup> Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, Россия, г. Воронеж

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

<https://orcid.org/> нет

<sup>2</sup> barashek.l@yandex.ru,

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Аннотация.** Увеит – воспаление сосудистой оболочки глазного яблока. В зависимости от того, какая часть оболочки затронута, различают передний увеит (воспаление передней сосудистой оболочки глаза – радужки и цилиарного тела) и задний увеит или хориоретинит (воспаление задней сосудистой оболочки глаза – хориоида). Кроме того, нередко является панувеит – это состояние, когда происходит воспаление и передней и задней сосудистой оболочек глаза. Как правило, это происходит при тяжёлых инфекционных процессах. Однако нередко у кошек может возникать только передний увеит или только задний увеит. Диагностика увеитов зачастую представляет сложности для ветеринарных врачей без опыта работы и, как правило, сложности возникают именно в постановке диагноза увеита лёгкой степени тяжести, т. к. увидеть начальные воспалительные процессы в сосудистой оболочке невозможно без наличия у врача специализированного оборудования и опыта работы с ним. На раннем этапе из клинических проявлений переднего увеита обычно присутствует только незначительное помутнение внутриглазной жидкости (ВГЖ) и незначительный отёк радужной оболочки, снижение внутриглазного давления (ВГД), которые невозможно увидеть без щелевой лампы и тонометра, поэтому на данном этапе могут возникать диагностические ошибки и передний увеит путают с обычным конъюнктивитом. Назначают стандартное для конъюнктивита лечение и не получают ответа на терапию, так как при передних увеитах нужны не местные антибактериальные препараты, а местные и системные противовоспалительные препараты. Кроме того, помимо стандартного лечения при увеитах требуется добавление специфической терапии, если присутствует инфекция. Важно помнить, что в отличие от конъюнктивитов увеиты могут привести к потере зрения за 24-76 часов, поэтому важно быстро и чётко поставить диагноз и назначить лечение. По мере прогрессирования переднего увеита клинические признаки становятся характерными и специфическими: появляется фибрин, гной, кровь в передней камере глаза; выраженный отёк и покраснение радужки; выраженное расширение эписклеральных сосудов. Зачастую как осложнение тяжёлого переднего увеита развивается увеальная глаукома из-за нарушения оттока ВГЖ, катаракта, люксация хрусталика, спаечный процесс вплоть до бомбажа радужной обо-

© Витте, М. В., Соломахина, Л. А., 2025

лочки, фтизис (субатрофия) глазного яблока. Фтизис является терминальной стадией заболевания, и на данном этапе зрение и глаз уже невозможно спасти.

К основным офтальмоскопическим проявлениям хориоретинитов относятся различные ретинальные геморрагии, отёк сетчатки, локальные отслойки сетчатки, отложение меланина, складки сетчатки, глиоз, различные сосудистые изменения (повышение извилистости ретинальных сосудов, изменение их калибра, периваскулярный выпот и т. д.). Увеиты в зависимости от этиологии делятся на бактериальные, вирусные, грибковые, протозойные, паразитарные, рефлекторные, посттравматические, неопластические, факогенные (факолитические и факокластические), аутоиммунные, идиопатические и т. д.

**Ключевые слова:** ветеринарная офтальмология, животные, увеиты, хориоретиниты, кошки.

**Для цитирования:** Витте, М. В. Соломахина, Л. А. Этиология увеитов кошек // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 13-19. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.13-19>.

## PATHOLOGY

Original article

# Etiology of feline uveitis

Maria V. Witte<sup>1</sup>, Liubov A. Solomakhina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Veterinary clinic Leopold, Perm, Russia

<sup>2</sup> Voronezh Veterinary Hospital № 1, Voronezh, Russia

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

<https://orcid.org/> no

<sup>2</sup> barashek.l@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Abstract.** Uveitis is an inflammation of the vascular membrane of the eyeball. Depending on which membrane is affected, there is anterior uveitis (inflammation of the anterior vascular membrane of the eye – the iris and ciliary body) and posterior uveitis or chorioretinitis (inflammation of the posterior vascular membrane of the eye – the choroid). In addition, panuveitis is not uncommon – this is a condition when both the anterior and posterior vascular membranes of the eye become inflamed. As a rule, this occurs with severe infectious processes. However, it is not uncommon for cats to develop only anterior uveitis or only posterior uveitis. Diagnosis of uveitis is often difficult for veterinarians without experience and, as a rule, difficulties arise precisely in diagnosing mild uveitis, because it is impossible to see the initial inflammatory processes in the vascular membrane without the doctor having specialized equipment and experience working with it. After all, at the early stage of the clinical manifestations of anterior uveitis, there is usually only a slight opacity of the intraocular fluid (IOF) and slight swelling of the iris, a decrease in intraocular pressure (IOP), which cannot be seen without a slit lamp and tonometer, therefore, at this stage, diagnostic errors may occur and anterior uveitis is confused with ordinary conjunctivitis, standard treatment for conjunctivitis is prescribed and no response to therapy is received, since anterior uveitis requires not local antibacterial drugs, but local and systemic anti-

inflammatory drugs. In addition, in addition to the standard treatment for uveitis, specific therapy is required if an infection is present. It is important to remember that, unlike conjunctivitis, uveitis can lead to vision loss in 24-76 hours, so it is important to quickly and clearly diagnose and prescribe treatment. As anterior uveitis progresses, the clinical signs become characteristic and specific: fibrin, pus, blood appear in the anterior chamber of the eye; pronounced swelling and redness of the iris; pronounced dilation of the episcleral vessels. Often, as a complication of severe anterior uveitis, uveal glaucoma develops due to impaired outflow of intraocular fluid, cataract, luxation of the lens, adhesions up to bombage of the iris, phthisis (subatrophy) of the eyeball. Phthisis is the terminal stage of the disease and at this stage vision and the eye can no longer be saved. The main ophthalmoscopic manifestations of chorioretinitis include various retinal hemorrhages, retinal edema, local retinal detachments, melanin deposition, retinal folds, gliosis, various vascular changes (increased tortuosity of retinal vessels, change in their caliber, perivascular effusion, etc.). Depending on the etiology, uveitis is divided into bacterial, viral, fungal, protozoal, parasitic, reflex, post-traumatic, neoplastic, phacogenic (phacolytic and phacoclastic), autoimmune and idiopathic, etc.

**Keywords:** veterinary ophthalmology, animals, uveitis, chorioretinitis.

**For citation:** Witte M. V., Solomakhina, L. A. Etiology of feline uveitis // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):13-19. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.13-19>.

## Введение

Увеит – воспаление сосудистой оболочки глазного яблока. В зависимости от того, какая часть оболочки затронута, различают передний увеит (воспаление передней сосудистой оболочки глаза – радужки и цилиарного тела) и задний увеит или хориоретинит (воспаление задней сосудистой оболочки глаза – хориоида). Кроме того, не редким является панувеит – это состояние, когда происходит воспаление и передней, и задней сосудистой оболочек глаза. Как правило, это происходит при тяжёлых инфекционных процессах. Однако нередко у кошек может возникать только передний увеит или только задний увеит. Зачастую те причины, которые вызывают хориоретиниты у кошек, могут параллельно вызывать и невриты диска зрительного нерва, поэтому при офтальмоскопии требуется детальная оценка всех структур глазного дна.

## Результаты собственных исследований и их обсуждение

Диагностика увеитов представляет сложности для ветеринарных врачей без

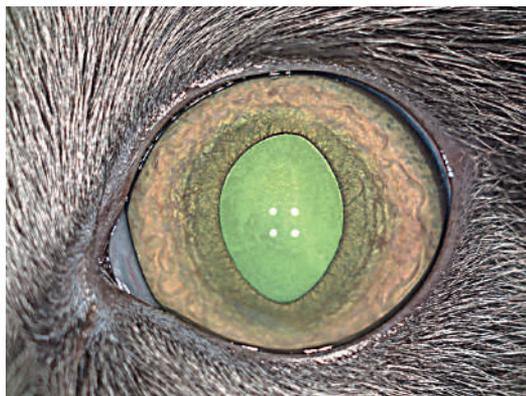
опыта работы и, как правило, сложности возникают именно в постановке диагноза увеита лёгкой степени тяжести (рисунки 1, 2): увидеть начальные воспалительные процессы в сосудистой оболочке невозможно без наличия у врача специализированного оборудования и опыта работы с ним.

На раннем этапе из клинических проявлений переднего увеита обычно присутствует только незначительное помутнение внутриглазной жидкости (ВГЖ) и незначительный отёк радужной оболочки, снижение внутриглазного давления (ВГД), которые невозможно увидеть без щелевой лампы и тонометра, поэтому на данном этапе могут возникать диагностические ошибки и передний увеит путают с обычным конъюнктивитом. Назначают стандартное для конъюнктивита лечение и не получают ответа на терапию, так как при передних увеитах нужны не местные антибактериальные препараты, а местные и системные противовоспалительные препараты.

Кроме того, помимо стандартного лечения при увеитах, если присутству-



**Рисунок 1** – Хориоретинит у кошки лёгкой степени тяжести (Фото Соломахиной, Л. А.)



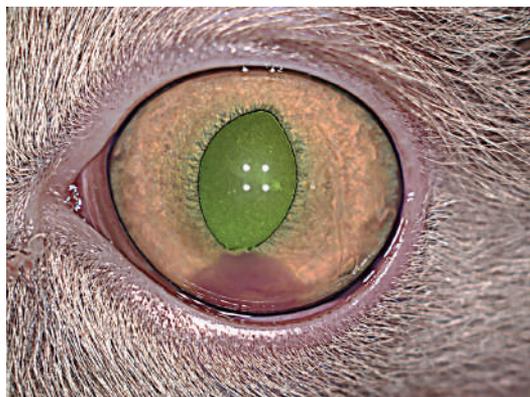
**Рисунок 2** – Передний увеит у кошки лёгкой степени тяжести (Фото Соломахиной, Л. А.)

ет инфекция, требуется добавление специфической терапии. Следует помнить, что в отличие от конъюнктивитов увеиты могут привести к потере зрения за 24-76 часов, поэтому важно быстро и чётко поставить диагноз и назначить лечение. По мере прогрессирования переднего увеита клинические признаки становятся характерными и специфическими (рисунки 3, 4): появляются фибрин, гной, кровь в передней камере глаза; выраженный отёк и покраснение радужки; выраженное расширение эписклеральных сосудов и т. д.

Как осложнение тяжёлого переднего увеита из-за нарушения оттока ВГЖ развивается увеальная глаукома, катаракта, люксия хрусталика, спаечный процесс,

вплоть до бомбажа радужной оболочки, фтизис (субатрофия) глазного яблока. Фтизис является терминальной стадией заболевания, и на данном этапе зрение и глаз уже невозможно спасти.

С диагностикой хориоретинитов тоже могут возникнуть сложности (рисунки 5, 6). В первую очередь данный диагноз мы ставим офтальмоскопически, следовательно, врачу для работы важно иметь профессиональное оборудование для офтальмоскопии и обладать достаточным опытом, «насмотренностью», для того, чтобы отличить нормальные вариации глазного дна от патологических. К основным офтальмоскопическим проявлениям хориоретинитов мы отнесли



**Рисунок 3** – Передний увеит у кошки средней степени тяжести (Фото Соломахиной, Л. А.)



**Рисунок 4** – Передний увеит у кошки тяжёлой степени тяжести (Фото Соломахиной, Л. А.)



**Рисунок 5** – Хориоретинит у кошки лёгкой степени тяжести (фото Соломахиной, Л.А.)



**Рисунок 6** – Передний увеит у кошки лёгкой степени тяжести (фото Соломахиной, Л. А.)

различные ретинальные геморрагии, отёк сетчатки, локальные отслойки сетчатки, отложение меланина, складки сетчатки, глиоз, различные сосудистые изменения (повышение извилистости ретинальных сосудов, изменение их калибра, периваскулярный выпот и т. д.). Кроме того, обращаем внимание на ДЗН, так как зачастую у кошек с хориоретинитами присутствует неврит ДЗН, который проявляется отёком и гиперемией ДЗН, перипапиллярной отслойкой сетчатки и т. д. Однако важно не забывать про то, что неврит ДЗН может быть и ретробульбарным без явных офтальмоскопических изменений.

Увеиты в зависимости от этиологии делятся на бактериальные, вирусные, грибковые, протозойные, паразитарные, рефлекторные, посттравматические, неопластические, факогенные (факолитические и факокластические), аутоиммунные, идиопатические и т. д.

В данной публикации мы исследуем основные причины передних увеитов и хориоретинитов, хориоретинальных рубцов и неврита диска зрительного нерва у кошек. Приводится оригинальная классификация.

#### **Классификация этиологий передних увеитов кошек**

**Вирусные заболевания:** вирусный иммунодефицит (FIV); вирус инфекционно-

го перитонит (FIPV); вирусная лейкемия кошек (FeLV).

**Бактериальные заболевания:** туберкулёз (*Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium avium*); бартонеллёз (*Bartonella henselae*, *Bartonella spp.*).

**Грибковые заболевания:** криптококкоз (*Cryptococcus neoformans*); бластомикоз (*B. dermatitidis*); кокцидиомикоз (*C. immitis*); гистоплазмоз (*H. capsulatum*); кандидоз (*Candida albicans*).

**Протозойные заболевания:** *toxoplasmosis (T. gondii)*.

**Паразитарные заболевания:** мигрирующие личинки (*Metastrongylus spp.*); *ophthalmomyiasis interna (Cuterebra spp.)*.

#### **Классификация этиологий хориоретинитов кошек**

**Инфекционные заболевания:** вирус инфекционного перитонита (FIP); туберкулёз (*Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium avium*).

**Паразитарные заболевания:** *ophthalmomyiasis interna*

**Кардиоваскулярные заболевания:** системная гипертензия; гипервискозный синдром; тромбоцитопения; тромбопатия; тяжёлая анемия.

**Метаболические заболевания:** сахарный диабет.

**Токсические причины:** мегестерола ацетат (может вызывать сахарный диабет); отравление ивермектином и ин-

сектицидами; энрофлоксацин токсичность.

**Неопластические заболевания:** лимфома; интракраниальная неоплазия.

**Классификация этиологий хориоретинальных рубцов у кошек**

**Пищевые причины:** дефицит таурина.

**Кардиоваскулярные заболевания:** системная гипертензия; гипервискозный синдром.

**Токсические причины:** мегестерола ацетат (Ovaban) – может вызвать сахарный диабет; гризеофульвин (Griseofulvin); энрофлоксацин токсичность.

**Прочие системные причины:** *Chédiak-Higashi syndrome* также вызывает нетепальную гипопигментацию; муколипидоз.

**Классификация этиологий неврита диска зрительного нерва у кошек**

**Инфекционные заболевания:** вирус инфекционного перитонита (FIPV); FELV; FIV; туберкулёз (*Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium avium*); криптококкоз (*Cryptococcus neoformans*); гистоплазмоз (*Histoplasma capsulatum*).

**Кардиоваскулярные заболевания:** системная гипертензия; гипервискозный синдром.

### Выводы

В результате проведённых исследований мы пришли к выводу о существова-

нии множества причин, которые могут вызвать передние увеиты и хориоретиниты у кошек. Проверить животное на все возможные причины возникновения не всегда возможно по ряду факторов, в том числе и из-за стоимости исследований для владельцев. Поэтому, зная наиболее частые причины возникновения данных патологий, врач сможет сузить круг исследований, быстро и точно поставить этиологический диагноз. Исходя из нашей практики, наиболее часто мы встречаем передние увеиты и хориоретиниты, возникшие на фоне вирусной лейкемии, вирусного иммунодефицита, вируса инфекционного перитонита кошек, гемобартонеллёза, токсоплазмоза. Грибковые заболевания не характерны для нашей полосы. Системная артериальная гипертензия у пожилых кошек является одной из самых распространённых кардиоваскулярных проблем, которая проявляется хориоретинитами. Важно помнить, что кошки крайне чувствительны к дефициту таурина, а энрофлоксацин даже в нормальных дозировках может быть токсичен для кошек. Таким образом, знание тонкостей офтальмологической и лабораторной диагностики увеитов составляет залог правильно поставленного диагноза, а значит, и своевременно назначенного лечения, которое приведёт к выздоровлению животного.

### Библиографический список / References

1. Gelatt, K. N. *Essentials of Veterinary ophthalmology*. 3th ed. Willey-Blackwell. 2014.
2. *Ophthalmology for the Veterinary Practitioner* / F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé, W. Neumann, B. Spiess. Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH&Co. Germany, 2007.
3. Petersen, J. S., Crispin, S. *BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology*. BSAVA. Spain, 2002.
4. *Slatter's Fundamentals of Veterinary ophthalmology*. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
5. *Veterinary Ocular Pathology a comparative review* / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China, 2010.
6. *Veterinary ophthalmology* / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.
7. *Veterinary ophthalmology* / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. 6th ed.

**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 01.07.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025;  
принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 01.07.2024; approved after reviewing 28.08.2025;  
accepted for publication 01.09.2025.

**Информация об авторах:**

**Витте Мария Владимировна**, соискатель

**Соломахина Любовь Анатольевна**, кандидат ветеринарных наук

**Information about the authors:**

**Maria V. Witte**, applicant

**Lyubov A. Solomakhina**, candidate of veterinary sciences

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 20-26.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):20-26.

## ПАТОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.20-26  
УДК 617.713-002.44-08:619

# Дебридмент роговицы алмазным бором

Головина Елизавета Алексеевна<sup>1</sup>, Соломахина Любовь Анатольевна<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ветеринарная клиника «Собаچه сердце», Россия, г. Краснодар

<sup>2</sup> Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, Россия, г. Воронеж

<sup>1</sup> golovinaelizaveta340@gmail.com

<https://orcid.org/> нет

<sup>2</sup> barashek.l@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Аннотация.** Дебридмент патологического эпителия является важной лечебной процедурой, которая позволяет добиться заживления роговицы у различных видов животных, а также птиц. Существуют определённые виды язвенного кератита, которые характеризуются появлением так называемого патологического или неадгезивного эпителия. Неадгезивным называется такой эпителий, который плохо прилегает к нижележащей строме и не удерживается, сдвигаясь при малейшем воздействии. Кроме того, при проведении флюоресцинового теста флюоресцин будет затекать под патологический эпителий, что имеет характерную биомикроскопическую картину. Наличие в язвенном дефекте патологического эпителия является диагностически ценным, так как такие язвенные дефекты не лечатся только медикаментозно. Для лечения язв роговицы с неадгезивным эпителием дебридмент этого эпителия тем или иным способом является обязательным условием заживления роговицы в комплексе с медикаментозной терапией. А это значит, что если дебридмент не будет выполнен, то такая язва роговицы не заживет. Без знания этих тонкостей врачи допускают много ошибок в лечении и многократно меняют антибиотики вместо того, чтобы первоначально произвести дебридмент патологического эпителия. Существует несколько основных видов язвенных кератитов, которые характеризуются наличием патологического эпителия и требуют дебридмента. Во-первых, это герпетический кератит кошек первого типа. Во-вторых, это наследственные спонтанные хронические дефекты роговичного эпителия собак («ленивые» язвы роговицы/SCCEDs). В-третьих, это наследственные язвы роговицы птиц, а также герпетические язвы роговицы птиц. В-четвёртых, это наследственные и герпетические язвы роговицы лошадей. Эпителиальный дебридмент может быть выполнен ватной палочкой, алмазным бором, а также скарификатором для роговицы и тыльной стороны скальпеля (в данном случае при неумелом обращении присутствует риск удаления нормального эпителия и повреждения роговичной стромы, поэтому при работе с этими инструментами необходимо соблюдать осторожность). Поверхностная обработка роговицы при помощи алмазного бора является самым современным и эффективным способом дебридмента роговицы, но так как для кошек противопопо-

---

© Головина, Е. А. Соломахина, Л. А., 2025

---

казана любая скарификация роговицы, мы стараемся не использовать алмазный бор данному виду животных.

**Ключевые слова:** ветеринарная офтальмология, животные, язвенные кератиты, дебридмент, алмазный бор.

**Для цитирования:** Головина, Е. А. Соломахина, Л. А. Дебридмент роговицы алмазным бором // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 20-26. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.20-26>.

## PATHOLOGY

Original article

# Corneal debridement with a diamond bur

Elizaveta A. Golovina<sup>1</sup>, Liubov A. Solomakhina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Veterinary Clinic “Dog’s Heart”, Russia, Krasnodar

<sup>2</sup> Voronezh Veterinary Hospital № 1, Russia, Voronezh

<sup>1</sup> golovinaelizaveta340@gmail.com

<https://orcid.org/no>

<sup>2</sup> barashek.l@yandex.ru,

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Abstract.** Debridement of pathological epithelium is an important therapeutic procedure that allows for corneal healing in various animal species, including birds. There are certain types of ulcerative keratitis that are characterized by the appearance of so-called pathological or non-adhesive epithelium. Non-adhesive epithelium is epithelium that poorly adheres to the underlying stroma and is not retained, peeling off at the slightest impact. In addition, when performing a fluorescein test, fluorescein will flow under the pathological epithelium, which has a characteristic biomicroscopic picture. The presence of pathological epithelium in an ulcerative defect is diagnostically valuable, since such ulcerative defects are not treated with medication only. For the treatment of corneal ulcers with non-adhesive epithelium, debridement of this epithelium in one way or another is a prerequisite for corneal healing in combination with drug therapy. This means that if debridement is not performed, such a corneal ulcer will not heal. Without knowledge of these subtleties, doctors make many mistakes in treatment and repeatedly change antibiotics instead of initially debridement of the pathological epithelium. There are several main types of ulcerative keratitis, which are characterized by the presence of pathological epithelium and require debridement. Firstly, this is herpetic keratitis of cats of the first type. Secondly, these are hereditary spontaneous chronic defects of the corneal epithelium of dogs (“lazy” corneal ulcers / SCCEDs). Thirdly, these are hereditary corneal ulcers of birds, as well as herpetic ulcers of the cornea of birds. Fourthly, these are hereditary and herpetic ulcers of the cornea of horses. Epithelial debridement can be performed with a cotton swab, a diamond bur, as well as a corneal scarifier and the back of a scalpel (in this case, if handled improperly, there is a risk of removing normal epithelium and damaging the corneal stroma, so care must be taken when working with these instruments). Surface treatment of the cornea with a diamond bur is the most modern and effective method of corneal debridement, however, since any corneal scarification is contraindicated for cats, we try not to use a diamond bur for this species of animal.

**Keywords:** veterinary ophthalmology, animals, ulcerative keratitis, debridement, diamond bur.

**For citation:** Golovina, E. A. Solomakhina, L. A., Corneal debridement with a diamond bur // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):20-26. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.20-26>.

## Введение

Дебридмент патологического эпителия является важной лечебной процедурой, которая позволяет добиться заживления роговицы у различных видов животных, включая птиц.

Существуют определённые виды язвенного кератита, которые характеризуются появлением так называемого патологического или неадгезивного эпителия. Неадгезивным называется такой эпителий, который плохо прилегает к нижележащей строме и не удерживается, слущиваясь при малейшем воздействии. Кроме того, при проведении флюоресцинового теста, флюоресцин затекает под патологический эпителий, что имеет характерную биомикроскопическую картину. Наличие в язвенном дефекте патологического эпителия является диагностически ценным, так как такие язвенные дефекты не лечатся только медикаментозно. Из нашей многолетней практики следует, что для лечения язв роговицы с неадгезивным эпителием, дебридмент этого эпителия тем или иным способом является обязательным условием заживления роговицы в комплексе с медикаментозной терапией. А это значит, что если дебридмент не будет выполнен, то такая язва роговицы не заживёт. Без знания этих тонкостей врачи допускают много ошибок в лечении, многократно меняют антибиотики вместо того, чтобы первоначально произвести дебридмент патологического эпителия.

Из нашего врачебного опыта следует, что существует несколько основных видов язвенных кератитов, которые характеризуются наличием патологического эпителия и требуют дебридмента. Во-первых, это герпетический кератит

кошек первого типа. Во-вторых, это наследственные спонтанные хронические дефекты роговичного эпителия собак («ленивые» язвы роговицы/SCCEDs). В-третьих, это наследственные язвы роговицы птиц, а также герпетические язвы роговицы птиц. В-четвёртых, это наследственные и герпетические язвы роговицы лошадей.

Эпителиальный дебридмент может быть выполнен ватной палочкой, алмазным бором, а также скарификатором для роговицы и тыльной стороной скальпеля (в данном случае при неумелом обращении присутствует риск удаления нормального эпителия и повреждения роговичной стромы, поэтому при работе с этими инструментами необходимо соблюдать осторожность). Поверхностная обработка роговицы при помощи алмазного бора является самым современным и эффективным способом дебридмента роговицы, но так как для кошек противопоказана любая скарификация роговицы, мы стараемся не использовать алмазный бор данному виду животных.

Дебридмент патологического эпителия алмазным бором мы предлагаем у собак с ленивыми язвами роговицы и сравниваем с положительным эффектом сетчатой кератотомии. Однако, в редких случаях (3 из 100) у собак, получавших обработку роговицы алмазным бором, в виде осложнения встречалась кератомалиция, а также – из нашего опыта – тяжёлый отёк роговицы и выраженная грануляция роговицы. Поэтому за несколько дней до дебридмента мы рекомендуем подготовку глазной поверхности к данной процедуре с применением местных антибактериальных препаратов широкого спектра действия.

Было проведено исследование, где после экспериментального дебридмента роговицы алмазным бором у нормальных собак проводилась гистологическая оценка, которая показала, что алмазный бор не создает дефектов за пределами эпителиальной базальной мембраны, что доказывает безопасность этого способа дебридмента роговицы.

### Подготовка к дебридменту патологического эпителия роговицы алмазным бором

Перед дебридментом роговицы алмазным бором необходимо подготовить всё необходимое: алмазный бор, пинцет для фиксации глазного яблока, стерильные ватные палочки, салфетки, инструменты для наложения защитного покрытия (иглодержатель, ножницы, анатомический пинцет, кусочек инфузионной системы, стерильную иглу 23 G), нить полипропилен 4-0 для защитного покрытия. Обработку алмазного бора мы рассмотрим отдельно.

Что касается обработки вышеперечисленного инструмента: салфеток и ватных палочек, они автоклавируются в стерильных крафт-пакетах при температуре 134 °C в течение 40 минут. Инструмент и расходные материалы всегда должны быть готовы на случай поступления экстренного пациента.

Глазная поверхность должна быть тщательно обработана с захватом век при помощи раствора бетадина 1:50 с 0,9% раствором натрия хлорида. Кроме того, на роговичную поверхность перед процедурой необходимо нанести местный фторхинолоновый препарат на капельной основе и обезболить роговицу капля-

ми Инокаина двукратно в интервале 2 минуты. В качестве системной анальгезии можно использовать препарат трамвет. Процедура дебридмента роговицы алмазным бором может быть выполнена под местной анестезией, но так как после дебридмента рекомендовано наложение защитного покрытия, лучше использовать общую анестезию.

### Подготовка алмазного бора

В нашей практике мы используем портативный алмазный бор «ALGERBRUSH II» с насадкой BRPT-RM (Med Round) от фирмы Alger Company. Существует четыре разных вида насадок, однако насадки BRPT-RM (Med Round) максимально удобны для дебридмента роговицы большинства видов животных и наиболее часто используются в нашей практике.

Подготовка алмазного бора к работе включает проверку работоспособности батареек (AA), обработку 95% спиртом рукоятки бора и автоклавирувание при температуре 134 °C съёмной части бора, в которую фиксируется насадка. Для того, чтобы проавтоклавирувать насадку и её фиксатор, их необходимо извлечь из рукоятки путём нажатия от себя и далее потянуть блок с насадкой к себе.

Металлические детали размещаются в автоклав на 40 минут и автоклавируются при температуре 134 °C. Далее деталям необходимо остыть не менее 10 минут. Минимальное время автоклавирувания при температуре 134 °C составляет 5,0 минут.

Стерильными перчатками наконечник вместе с держателем размещается в рукоятку и прибор готов к работе.



**Рисунок 1** – Алмазный бор «ALGERBRUSH II» с насадкой BRPT-RM (Med Round) в упаковке (Фото Соломахиной, Л. А.)



**Рисунок 2** – Алмазный бор «ALGERBRUSH II» с насадкой BRPT-RM (Med Round) без упаковки (Фото Соломахиной, Л. А.)

Для начала работы ручку на рукоятке необходимо повернуть против часовой стрелки. После окончания работы ручку рукоятки необходимо повернуть по часовой стрелке.

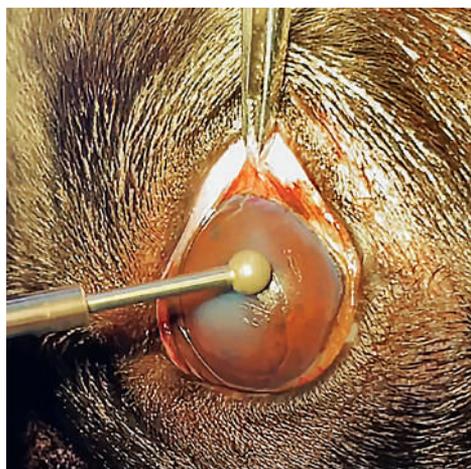
### **Техника дебридмента патологического эпителия роговицы алмазным бором**

Перед началом работы алмазным бором рекомендуется провести дебридмент роговицы ватной палочкой для получения реальных границ патологического дефекта, а уже дальше произвести обработку полученной области алмазным бором, так как если обрабатывать роговицу алмазным бором без подготовки, то зачастую эпителий удаляется от лимба до лимба, то есть в том числе и нормальный, а для нас это не желательно. В идеале мы должны убрать только патологический эпителий с небольшим захватом нормального. Работа алмазным бором начинается с того, что после поворота рукоятки алмазного бора в положение включено, насадка начинает вибрировать. Дебридмент патологического эпителия производится штрихообразными движениями с небольшим захватом нормального эпителия до чётких ровных границ. Очень важно не допускать сильного надавливания на алмазный бор, чтобы минимизировать травмирование тканей и поливать поверхность роговицы стерильным 0,9%

натрия хлоридом для её охлаждения. В ходе дебридмента алмазным бором для удобства глазное яблоко удерживается за бульбарную конъюнктиву пинцетом для фиксации глаза. Удалённый патологический эпителий выглядит в виде кашицы и должен быть удалён сухой автоклавированной ватной палочкой. Для удобства работы мы рекомендуем использовать бамбуковые ватные палочки, так как они практически не разволокняются при автоклавировании, что делает дебридмент более комфортным, так как не приходится дополнительно удалять ворс от ватной палочки с роговичной поверхности. После удаления патологического эпителия роговичная поверхность промывается раствором бетадина 1:50 с 0,9% натрия хлоридом и местного фторхинолона в капельной форме.

### **Обработка насадки алмазного бора после работы**

Насадку и фиксирующий наконечник необходимо вынуть из рукоятки и промыть под проточной водой аккуратно, чтобы не упустить насадку в канализацию (лучше делать это в кювете). После этого насадку необходимо обработать 3,0% раствором перекиси водорода, убрать все органические остатки, которые довольно тяжело удаляются. Важно убрать все прилипшие к насадке бора частицы. Удобно для таких очиститель-



*Рисунок 3 – Дебридмент роговицы собак алмазным бором (фото Соломахиной, Л. А.)*



**Рисунок 4** – Роговица собаки с «ленивой» язвой роговицы до и после дебридмента алмазным бором (Фото Соломахиной, Л. А.)

ных процедур использовать ультразвуковые мойки. После перекиси водорода насадка промывается проточной водой запаковывается и помещается в стерильный крафт-пакет, затем в стерилизатор для автоклавирования при температуре 134 °С. В клинике всегда должны быть готовые стерильные насадки, чтобы при поступлении пациента, требующего срочного дебридмента роговицы, можно было быстро, не тратя время на подготовку, провести процедуру.

#### **Послеоперационная терапия**

После дебридмента роговицы алмазным бором роговица промывается раствором бетадина 1:50 с 0,9% натрия хлоридом, наносится местный фторхинолоновый препарат в виде капель и лубрикант на основе дексапантенола, гиалуроновой кислоты и хондроитина сульфата.

После данной процедуры также показана мягкая контактная/коллагеновая линза или наложение защитного покрытия из третьего века (защитной тарзорафии) или защитного покрытия из век (защитной блефарорафии). Оставлять открытой роговичную поверхность после данной процедуры, как следует из нашего опыта, не желательно. Безусловно, заживление роговицы

будет зависеть от множества факторов, в том числе от правильного и частого нанесения владельцами местных лекарственных препаратов на роговицу, ношения животным защитного воротника и т. д. Бывают случаи, что и «открытая» роговица хорошо заживает. Однако наш опыт показывает, что при оставлении роговицы открытой, после процедуры дебридмента алмазным бором новый эпителий нарастает неравномерно и может повторно слущиваться, поэтому рекомендовано защищать роговицу тем или иным способом.

В качестве системной терапии назначается мелоксикам, доксициклин.

#### **Выводы**

Дебридмент роговицы алмазным бором является простой и эффективной процедурой, которая позволяет легко и безопасно удалить патологический эпителий. Данная техника дебридмента незаменима при лечении «ленивых» язв роговицы собак, лошадей и птиц. Важно соблюдать осторожность при работе с герпетическими язвами роговицы кошек, для данного вида животных противопоказана любая скарификация роговицы, так как у них присутствует риск развития корнеальной секвестрации.

## **Библиографический список / Referenses**

1. Gelatt, K. N. *Essentials of Veterinary ophthalmology*. 3th ed. Willey-Blackwell. 2014.
2. *Ophthalmology for the Veterinary Practitioner* / F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé, W. Neumann, B. Spiess. Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH&Co. Germany, 2007.
3. Petersen, J. S., Crispin, S. *BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology*. BSAVA. Spain, 2002.
4. *Slatter's Fundamentals of Veterinary ophthalmology*. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
5. *Veterinary Ocular Pathology a comparative review* / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China, 2010.
6. *Veterinary ophthalmology* / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.
7. *Veterinary ophthalmology* / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. 6th ed.

**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 01.07.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025;  
принята к публикации 01.09.2025.  
The article was submitted 01.07.2024; approved after reviewing 28.08.2025;  
accepted for publication 01.09.2025.

## **Информация об авторах:**

**Соломахина Любовь Анатольевна**, кандидат ветеринарных наук  
**Головина Елизавета Алексеевна**, соискатель

## **Information about the authors:**

**Lyubov A. Solomakhina**, candidate of veterinary sciences  
**Elizaveta A. Golovina**, applicant

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 27-34.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):27-34.

## ПАТОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.27-34  
УДК 636.1.051: 66.636:616.2

# Первичный синусит у лошади

Князева Ксения Константиновна

Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет,  
Россия, г. Иваново

ksyuchka84@yandex.ru

<https://orcid.org/0009-0007-9928-5251>

**Аннотация.** Синусы – это придаточные околоносовые пазухи, ведущие в средний носовой ход, они облегчают прохождение лицевых нервов, простираются вокруг глаз лошади и заканчиваются вдоль лицевого гребня. Голова лошади имеет три парные околоносовые пазухи: лобную, клиновидно-нёбную и верхнечелюстную, а также дорсальный, средний, вентральный и общий носовые ходы. Верхнечелюстная пазуха соединяется с задним отделом вентральной раковины обширным раковинно-верхнечелюстным отверстием (*apertura conchomaxillaris*) с лобным синусом – относительно широким отверстием (4,0x3,0 см), лежащим на уровне плоскости, проходящей через медиальные углы правого и левого глаза (*apertura frontomaxillaris*). С нёбным синусом она соединяется меньшим отверстием и уже через них – со всеми придаточными пазухами. Верхнечелюстная пазуха простирается от сегментированной плоскости, проходящей между 2-м и 3-м молярами или через 4-й моляр до бугра верхней челюсти, а дорсально заходит в слезную и скуловую кости. В области 4-5-го или 5-6-го коренных зубов верхнечелюстная пазуха разделяется перегородкой (*septum sinuum maxillarium*) на каудальную и роstralную части. В верхнечелюстном синусе также находятся корни премолярных и коренных зубов верхней челюсти. Лобная пазуха также разделена перегородкой на каудальную и роstralную части. У здоровых лошадей слизь, вырабатываемая слизистой оболочкой пазух, свободно стекает по пазухам в носовые ходы. Кость, покрывающая пазухи, очень тонкая и может легко деформироваться из-за болезни. Синусит – наиболее распространённое заболевание околоносовых пазух лошадей в широком возрастном диапазоне. Целью исследования был анализ клинического случая первичного синусита у лошади. На основании анамнестических данных, клинических и инструментальных исследований у лошади выявлен правосторонний хронический гнойно-катаральный синусит лобной и клинонёбной пазух и вторичный трахеит. Назначенная комплексная терапия с применением антибактериальных, противогрибковых и противовоспалительных средств в адекватных дозах и промывание пазух способствовали разрешению патологического процесса, что было подтверждено клиническим и инструментальным исследованиям. Применённая тактика лечения может быть использована при терапии аналогичных случаев.

© Князева, К. К., 2025

**Ключевые слова:** лошадь, методы исследования, синусит, трахеит, причины патологии органов дыхания, терапия при первичных синуситах.

**Для цитирования:** Князева, К. К. Первичный синусит у лошади // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 27-34. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.27-34>.

## PATHOLOGY

Original article

# Primary sinusitis in horses

**Ksenia K. Knyazeva**

Upper Volga State Agrarian University, Russia, Ivanovo

[ksyuchka84@yandex.ru](mailto:ksyuchka84@yandex.ru)

<https://orcid.org/0009-0007-9928-5251>

**Abstract.** Sinuses are accessory paranasal sinuses that lead to the middle nasal passage, they facilitate the passage of the facial nerves, extend around the horse's eyes, and end along the facial ridge. The horse's head has three paired paranasal sinuses: frontal, sphenopalatine, and maxillary, as well as dorsal, middle, ventral, and common nasal passages. The maxillary sinus is connected to the posterior part of the ventral conch by a large conchomaxillary opening (*apertura conchomaxillaris*), and to the frontal sinus by a relatively wide opening (4.0x3.0 cm) at the level of the plane passing through the medial angles of the right and left eyes (*apertura frontomaxillaris*). It is connected to the palatine sinus by a smaller opening, and through these openings, it is connected to all the other paranasal sinuses. The maxillary sinus extends from the segmented plane between the 2nd and 3rd molars or through the 4th molar to the tubercle of the maxilla, and extends dorsally into the lacrimal and zygomatic bones. In the region of the 4th and 5th or 5th and 6th molars, the maxillary sinus is divided by the septum (*septum sinuum maxillarum*) into the caudal and rostral maxillary sinuses. The maxillary sinus also contains the roots of the premolar and molar teeth in the upper jaw. The frontal sinus is also divided into a caudal and rostral part by a septum. In healthy horses, the mucus produced by the mucous membrane of the sinuses flows freely through the sinuses into the nasal passages. The bone that covers the sinuses is very thin and can easily be deformed due to disease. Sinusitis is the most common disease of the paranasal sinuses of horses in a wide age range. The aim of the study was to analyze a clinical case of primary sinusitis in a horse. Based on anamnestic data, clinical and instrumental studies, the horse was diagnosed with right-sided chronic purulent-catarhal sinusitis of the frontal and sphenopalatine sinuses and secondary tracheitis. Prescribed complex therapy with the use of antibacterial, antifungal and anti-inflammatory agents in adequate doses and sinus lavage contributed to the resolution of the pathological process, which was confirmed by clinical and instrumental studies. The applied treatment tactics can be used in the treatment of similar cases.

**Keywords:** horse, research methods, sinusitis, tracheitis, causes of respiratory pathology, therapy for primary sinusitis.

**For citation:** Knyazeva, K. K. Clinical case of primary sinusitis in a horse // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):27-34. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.27-34>.

## Введение

Синусы – это придаточные околоносовые пазухи, ведущие в средний носовой ход, они облегчают прохождение лицевых нервов, простираются вокруг глаз лошади и заканчиваются вдоль лицевого гребня. Голова лошади имеет три парные околоносовые пазухи: лобную, клиновидно-нёбную и верхнечелюстную, а также дорсальный, средний, вентральный и общий носовые ходы [4, 7, 13]. Верхнечелюстная пазуха соединяется с задним отделом вентральной раковины обширным раковинно-верхнечелюстным отверстием (*apertura conchomaxillaris*), с лобным синусом, относительно широким отверстием (4,0x3,0 см), лежащим на уровне плоскости, проходящей через медиальные углы правого и левого глаза (*apertura frontomaxillaris*), с нёбным синусом она соединяется меньшим отверстием и уже через них – со всеми придаточными пазухами [3, 4, 5].

Верхнечелюстная пазуха простирается от сегментированной плоскости, проходящей между 2-м и 3-м молярами или через 4-й моляр до бугра верхней челюсти, а дорсально заходит в слёзную и скуловую кости. В области 4-5-го или 5-6-го коренных зубов верхнечелюстная пазуха разделяется перегородкой (*septum sinuum maxillarium*) на каудальную и ростральную верхнечелюстные пазухи. В верхнечелюстном синусе также находятся корни премолярных и коренных зубов верхней челюсти. Лобная пазуха также разделена перегородкой на каудальную и ростральную часть [3, 4, 5]. У здоровых лошадей слизь, вырабатываемая слизистой оболочкой пазух, свободно стекает по пазухам в носовые ходы. Кость, покрывающая пазуху, очень тонкая и может легко деформироваться из-за болезни [6].

Синусит – воспаление одной или нескольких околоносовых пазух. Это наиболее распространённое заболевание околоносовых пазух лошадей в широком возрастном диапазоне. Оно классифицируется как первичное или вторичное, одностороннее или двустороннее, а так-

же как острое или хроническое [6, 10]. Первичный синусит определяется как инфекция в пазухе, обычно бактериальной природы и чаще всего вызывается бактериями рода *Streptococcus equi* и *Streptococcus zooepidemicus*, а также как стафилококковая гранулёма [10]. Преимущественно он затрагивает все полости околоносовых пазух, но может ограничиваться только нижней носовой пазухой [6]. Вторичный синусит обычно связан с наличием кист придаточных пазух носа, опухолевых образований или стоматологических заболеваний [9].

Заболевания околоносовых пазух обычно сопровождаются слизисто-гнойными или кровянистыми выделениями из носа и ринодиспноей, отёком лицевой части лица (зачастую болезненный), слёзотечение, шум при вдохе и глухой перкуторный звук [7, 8, 9].

Детальная диагностика включает рентгенографическое исследование пазух, эндоскопическое обследование верхних дыхательных путей, синопцентез [9, 10, 11]. Рентгенография околоносовых пазух может выявить скопление экссудата или отдельное образование в пазухе, изменения в корнях моляров верхней челюсти или литические/пролиферативные костные изменения, связанные с неоплазией. Как правило эффективны снимки латеральной, дорсовентральной областей и обеих косых проекций, что позволит максимально отличить синусы друг от друга [1, 7, 11]. При эндоскопии в носовом ходе можно увидеть гнойный, гнойно-катаральный экссудаты иногда с примесью крови, выходящие из носоподъязычного отверстия. Синопскопию можно проводить либо с помощью классической трепанации костных локутов, либо с помощью трансназальных эндоскопически контролируемых минимально инвазивных подходов. Процедура проводится на стоящей лошади с седацией и местной анестезией; после создания трепанационного отверстия в него вводится эндоскоп, позволяющий напрямую осмотреть лобную или верхнечелюстную пазуху. Эта процедура может помочь в диагности-

ке, удалении гнойного содержимого и анатомическом размещении постоянной промывочной системы [7, 9, 11].

После постановки диагноза важно выбрать правильную стратегию лечения. Так при первичном остром синусите животные хорошо отвечают на парентеральное введение антибактериальных препаратов курсом 10 дней в комплексе с НПВП в терапевтических дозах и промывание околоносовых пазух, при хроническом течении процесса можно назначать физиопроцедуры (УВЧ- и гальванотерапию) [2, 7].

Вторичный синусит – более часто встречаемая патология у лошадей на фоне заболевания зубов. После выявления поражённого зуба, его удаляют путём экстракции через ротовую полость или, при необходимости, с помощью операции на пазухах, после чего назначают лечение, аналогичное первичному синуситу. Синусит у лошадей часто сопровождается рецидивом или неполным разрешением назальных выделений [8, 11, 12].

**Цель исследования:** анализ клинического случая первичного синусита у лошади.

### Материал и методы исследований

Объектом исследования явилась пятнадцатилетняя кобыла, помеси орловской рысистой породы, принадлежащая частному лицу, проживающему в сельском поселении на территории Гаврилов-Ямского района Ярославской области. Было проведено клиническое обследование животного, которое включало общие и специальные методы. Из общих методов использовали осмотр, пальпацию, перкуссию, аускультацию и термометрию; из специальных – рентгенографию, эндоскопию, бактериологическое исследование с определением чувствительности микрофлоры к антибактериальным препаратам.

### Результаты исследования.

В октябре 2024 года за ветеринарной помощью обратилась владелица лошади

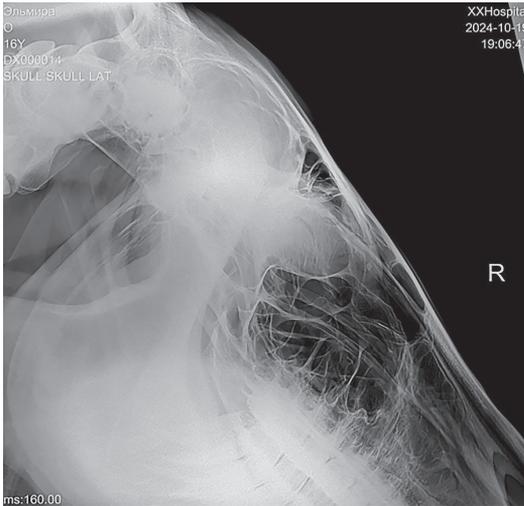
с жалобами на угнетённое общее состояние животного, истечения из носа, затяжной кашель, одышку.

Из анамнестических данных известно, что животное в течение двух месяцев участвовало в съёмках и получало корма, предоставляемые заказчиком, и в этот период проявились первые симптомы – истечения из носа и кашель. Подобная клиническая картина наблюдалась также у других лошадей. Владельцем самостоятельно было проведено промывание пазух носа гипертоническим солевым раствором, что способствовало прекращению проявления клинических признаков. Спустя две недели после возвращения на место постоянного содержания у кобылы вновь проявились вышеперечисленные клинические признаки и добавилась одышка.

Объективно при клиническом осмотре лошадь находилась в угнетённом состоянии, голова опущена вниз; волосяной покров тусклый, видимые непигментированные слизистые оболочки бледно-розовые, тургор кожи снижен; температура тела – 39 °С; из носовых ходов наблюдались гнойно-катаральные истечения; при перкуссии в области лобной пазухи – тупой звук; справа – болезненность; также отмечался затяжной кашель с небольшим количеством мокроты; при аускультации лёгких – везикулярное дыхание.

По результатам клинического исследования был поставлен предварительный диагноз – синусит, также возникло предположение, что у животного развился вторичный трахеит. Для подтверждения и уточнения диагноза проведено рентгенологическое исследование. По его итогам у лошади выявлены правосторонний хронический гнойно-катаральный лобный и клинонёбный синуситы (рисунок 1).

Для исключения вторичного трахеита и отбора проб экссудата для назначения антибактериальных препаратов, проведено эндоскопическое исследование верхних дыхательных путей. По его ре-



**Рисунок 1** – Правосторонний лобной и клинонёбный синусит

зультатам диагноз вторичный трахеит был подтверждён (рисунок 2). Также в ходе проведения эндоскопического исследования отмечена гиперемия и усиление сосудистого рисунка слизистых оболочек носовых ходов (рисунок 3), что подтверждает наличие патологий пазух носа.

В экссудате, отобранном для исследования, обнаружены *Acinetobacter lwoffii*  $10^5$  КОЕ, *Streptococcus thoraltensis*  $10^5$  КОЕ, *Stenotrophomonas sp*  $10^5$  КОЕ, *Rhizopus microspores*  $10^5$  КОЕ.

При определении чувствительности микрофлоры к антибиотикам были по-

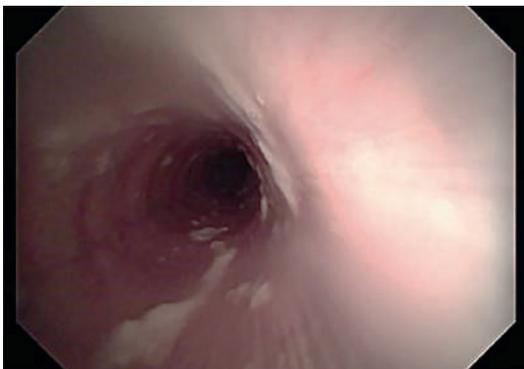
лучены результаты, отражённые в таблице 1.

По итогам всех проведённых исследований лошади был поставлен следующий диагноз: первичный правосторонний гнойно-катаральный синусит, вторичный хронический гнойно-катаральный трахеит.

Животному было назначено лечение, включающее антибактериальную терапию препаратом энрофлокс 5% в терапевтической дозе, один раз в день, курсом 10 дней, внутривенно; противогрибковую терапию флуконазолом в терапевтической дозе, курсом 30 дней, внутрь с кормом, ежедневно; промывание пазух гипертоническим раствором морской соли в течение 7 дней ежедневно, далее каждые 48 часов в течение 14 дней, при наличии истечений – промывание продолжить до полного прекращения выделения экссудата; нестероидную противовоспалительную терапию флуниджемтом в терапевтической дозе, один раз в день в течение 7 дней строго внутривенно.

После проведённой терапии при общем клиническом исследовании лошади ранее отмеченных симптомов не выявлено; при контрольном рентгенологическом исследовании скопления экссудата в лобной и клинонёбной пазухах отсутствовали (рисунок 4).

Владельцу было рекомендовано провести стоматологическое обследование и обработку ротовой полости с целью профилактики развития вторичного синусита.



**Рисунок 2** – Трахеит



**Рисунок 3** – Гиперемия и усиление сосудистого рисунка слизистой оболочки носовых ходов

**Таблица 1 – Устойчивость к антибиотикам**

Антибиотики	Acinetobacter lwoffii	Streptococcus thoralensis	Stenotrophomonas sp.	Rhizopus microspores
Амоксиклав	Чувствителен	Устойчив	Чувствителен	Не тестировалось
Доксициклин (вибрамицин), 30 мкг	Устойчив	Устойчив	Чувствителен	Не тестировалось
Клиндамицин (климицин), 2мкг	Устойчив	Устойчив	Чувствителен	Не тестировалось
Сульфаметоксолазол/Триметаприм, 1,25/23, 75 мкг	Чувствителен	Устойчив	Чувствителен	Не тестировалось
Цефазолин (кефзол, цефамезин, цезолин), 30 мкг	Чувствителен	Устойчив	Чувствителен	Не тестировалось
Цефтриаксон (цефаксон, лонгацеф, роцефин), 30 мкг	Чувствителен	Устойчив	Чувствителен	Не тестировалось
Энрофлоксацин, 5 мкг	Чувствителен	Чувствителен	Чувствителен	Не тестировалось
Тербинафин	Не тестировалось	Не тестировалось	Не тестировалось	Чувствителен
Флуконазол	Не тестировалось	Не тестировалось	Не тестировалось	Чувствителен
Интраконазол	Не тестировалось	Не тестировалось	Не тестировалось	Чувствителен
Кетоконазол	Не тестировалось	Не тестировалось	Не тестировалось	Чувствителен

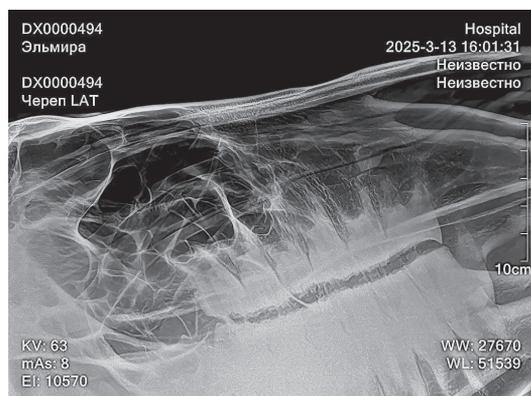
**Обсуждение результатов исследования**

Анализируя данный клинический случай первичного синусита у лошади, можно предположить, что причинами воз-

никновения патологического процесса послужили смена условий содержания, кормления и эксплуатации, вызвавшие стресс и, как следствие, иммуносупрессию, что стало триггером для развития патогенной микрофлоры, поступившей в организм из окружающей среды (возможно из корма). Известно, что стресс-реакция на неблагоприятные факторы запускает в организме симпатoadrenalовый ответ, который в свою очередь вызывает функциональное напряжение в иммунной системе [12].

**Выводы**

Комплексная диагностика позволила установить правильный диагноз и назначить адекватное лечение. Проведённые лечебные мероприятия показали высокую терапевтическую эффективность и



**Рисунок 4 – Контрольное рентгенологическое исследование**

могут быть применены в дальнейшем при работе с подобными патологиями.

В связи с тем, что синусит у лошадей относится к часто рецидивирующим заболеваниям, владельцам необходимо обращать особое внимание на меры профилактики, такие как визуальный осмотр

животных при смене условий содержания и эксплуатации, осмотр и санация ротовой полости не менее двух раз в год, контроль качества кормов.

Данные мероприятия помогут значительно снизить риск возникновения как первичного, так и вторичного синусита.

### Библиографический список

1. Гарднер, А. К. Деформация лица лошади из-за заболевания синуса. / А. К. Гарднер // URL: [https://www.prokoni.ru/articles/961/deformatsiya litsa\\_loshadi\\_iz\\_za\\_zabolevaniya\\_sinusa.html](https://www.prokoni.ru/articles/961/deformatsiya litsa_loshadi_iz_za_zabolevaniya_sinusa.html). [Электронный ресурс] (дата обращения 28.04.2025 г.).
2. Герцева, К. А. Внутренние незаразные болезни дыхательной системы животных. / К. А. Герцева, В. В. Кулаков, Е. В. Киселева, Л. В. Никулова, Э. О. Сайтханов. // Рязань, 2020. – С. 38-43.
3. Гуди, П. К. Топографическая анатомия лошади. / П. К. Гуди. // Москва: Аквариум, 2006. – С. 98–104.
4. Зеленовский, Н. В. Анатомия лошади (Атлас – учебник) том 2. / Н. В. Зеленовский // Санкт-Петербург: ООО «ИКЦ», 2007. – С. 81–88.
5. Юдичев, Ю. Ф. Анатомия животных. В 2-х томах. Т. 2 / Ю. Ф. Юдичев, В. В. Дегтярев, Г. А. Хонин. // Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2013. – С. 8.
6. American College of Veterinary Surgeons ACVS is an AVMA-recognized veterinary specialty organization. // URL: <https://www.acvs.org/large-animal/sinusitis-in-horses/> [Электронный ресурс] (дата обращения 04.01.2025)
7. Boone, L. Diseases of the paranasal sinuses in horses. / L. Boone. // Merck Manual. Veterinary Manual. Reviewed, Revised Jul 2023. Modified Sept. 2024. / URL: <https://www.merckvetmanual.com/respiratory-system/respiratory-diseases-of-horses/diseases-of-the-paranasal-sinuses-in-horses> [Электронный ресурс] (дата обращения 13.05.2025).
8. Boulton, C. H. Equine nasal cavity and paranasal sinus disease: A review of 85 cases. / C. H. Boulton. // Journal of Equine Veterinary Science. – 1985. – Volume 5, Issue 5. – P. 268–275.
9. Couetil, L. L. Respiratory diseases of the horse. / L. L. Couetil, J. F. Hawkins. // Manson Publishing Ltd. – 2013, P. 105–109.
10. Freeman D. E. Sinus disease. / D. E. Freeman. // Veterinary Clinics of North America: Equine Practice. – 2003. – Volume 19, Issue 1. – P. 209–243.
11. Jehle, M. C. Trephination versus minimally invasive transnasal approaches for the diagnosis and treatment of sinus disease in horses. / M. C. Jehle, N. M. Biermann, E. Haltmayer. // Current Research in Equine Dentistry. Vet. Sci. – 2022. – № 9(7). – P. 334.
12. Hernández-Avalos, I. Nociceptive pain and anxiety in equines: Physiological and behavioral alterations. / I. Hernández-Avalos, D. Mota-Rojas, J. E. Mendoza-Flores et al. // Veterinary World. – 2021. – № 14 (11). – P. 2984–2995.
13. Waguespack, R. W. Paranasal sinus disease in horses. / R. W. Waguespack, J. Taintor. // Compend Contin Educ Vet. – 2011. – № 33(2). – E 2. PMID: 21870345.

### References

1. Gardner, A. K. Deformatsiya licza loshadi iz-za zabolevaniya sinusa. / A. K. Gardner // URL: [https://www.prokoni.ru/articles/961/deformatsiya litsa\\_loshadi\\_iz\\_za\\_zabolevaniya\\_sinusa.html](https://www.prokoni.ru/articles/961/deformatsiya litsa_loshadi_iz_za_zabolevaniya_sinusa.html). [Elektronnyj resurs] (data obrashheniya 28.04.2025 g.).
2. Gerceva, K. A. Vnutrennie nezarazny'e bolezni dyxatel'noj sistemy zhivotnyx. / K. A. Gerceva, V. V. Kulakov, E. V. Kiseleva, L. V. Nikulova, E. O. Sajtxanov. // Ryzan', 2020.– S. 38–43.

3. Gudi, P. K. *Топографическая анатомия лошади*. / P. K. Gudi. // Москва: Аквариум, 2006. – С. 98–104.
4. Zelenevsky, N. V. *Anatomy of the Horse (Atlas – Textbook) Volume 2*. / N. V. Zelenevsky // Saint Petersburg: IKC LLC, 2007. – С. 81–88.
5. Yudichev, Yu. F. *Анатомия животных*. V 2-х томах. Т. 2 / Yu. F. Yudichev, V. V. Degtyarev, G. A. Xonin. // Оренбург: Издател`ский центр OGAU, 2013. – С. 8.
6. American College of Veterinary Surgeons ACVS is an AVMA-recognized veterinary specialty organization. // URL: <https://www.acvs.org/large-animal/sinusitis-in-horses/> [Электронный ресурс] (дата обращения 04.01.2025)
7. Boone, L. *Diseases of the paranasal sinuses in horses*. / L. Boone. // Merck Manual. *Veterinary Manual*. Reviewed, Revised Jul 2023. Modified Sept. 2024. / URL: <https://www.merckvetmanual.com/respiratory-system/respiratory-diseases-of-horses/diseases-of-the-paranasal-sinuses-in-horses> [Электронный ресурс] (дата обращения 13.05.2025).
8. Boulton, C. H. *Equine nasal cavity and paranasal sinus disease: A review of 85 cases*. / C. H. Boulton. // *Journal of Equine Veterinary Science*. – 1985. – Volume 5, Issue 5. – P. 268–275.
9. Couetil, L. L. *Respiratory diseases of the horse*. / L. L. Couetil, J. F. Hawkins. // Manson Publishing Ltd. – 2013, P. 105–109.
10. Freeman D. E. *Sinus disease*. / D. E. Freeman. // *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. – 2003. – Volume 19, Issue 1. – P. 209–243.
11. Jehle, M. C. *Trephination versus minimally invasive transnasal approaches for the diagnosis and treatment of sinus disease in horses*. / M. C. Jehle, N. M. Biermann, E. Haltmayer. // *Current Research in Equine Dentistry. Vet. Sci.* – 2022. – № 9(7). – P. 334.
12. Hernández-Avalos, I. *Nociceptive pain and anxiety in equines: Physiological and behavioral alterations*. / I. Hernández-Avalos, D. Mota-Rojas, J. E. Mendoza-Flores et al. // *Veterinary World*. – 2021. – № 14 (11). – P. 2984–2995.
13. Waguespack, R. W. *Paranasal sinus disease in horses*. / R. W. Waguespack, J. Taintor. // *Compend Contin Educ Vet.* – 2011. – № 33(2). – E 2. PMID: 21870345

Статья поступила в редакцию 28.07.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 28.07.2024; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

### **Информация об авторе:**

**Князева Ксения Константиновна**, аспирант

### **Information about the author:**

**Kseniya K. Knyazeva**, postgraduate student

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 35-41.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):35-41.

ПАТОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.35-41  
УДК 617.713-002.44-08:619

## Дебридмент роговицы ватной палочкой в лечении язвенных кератитов

Михолап Анна Петровна<sup>1</sup>, Соломахина Любовь Анатольевна<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ветеринарная клиника БиоВет, Россия, Москва

<sup>2</sup> Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, Россия, г. Воронеж

<sup>1</sup> anka2061@yandex.ru

<https://orcid.org/> нет

<sup>2</sup> barashek.l@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Аннотация.** Дебридмент роговицы ватной палочкой представляет собой малоинвазивное оперативное удаление патологического роговичного эпителия. Нормальный роговичный эпителий не может быть удалён при помощи ватной палочки. Дебридмент роговицы является процедурой первого выбора в случаях лечения хронических долго незаживающих язв роговицы кошек и собак. У кошек такие язвенные дефекты зачастую являются результатом герпесвирусной инфекции кошек 1 типа, а у собак такие язвенные дефекты наиболее часто являются наследственными. Не все язвы роговицы требуют дебридмента. Дебридмент роговичного эпителия показан только для язвенных роговичных дефектов, которые имеют характерный внешний вид или же не заживают на стандартном протоколе медикаментозного лечения. Для того, чтобы выявить такие дефекты необходимо произвести флюоресциновый тест и оценить его результаты при помощи кобальтового фильтра щелевой лампы/офтальмоскопа или же фонарика с синим светом. Для того, чтобы корректно оценить результаты флюоресцинового теста необходимо использовать увеличение, так как небольшие поражения можно пропустить. Хронические долго незаживающие язвенные дефекты имеют несколько отличительных особенностей: характерное затекание красителя под края язвенного дефекта, неровные края язвенного дефекта с кусочками свисающего патологического эпителия по краям язвы, лёгкость удаления эпителия ватной палочкой. Патологическим считается неадгезивный эпителий, то есть тот эпителий, который недостаточно хорошо прикрепляется к роговичной строме и может быть с лёгкостью удалён обычной ватной палочкой. В случае, если по результатам офтальмологического осмотра мы констатируем, что имеем дело с хронической долго незаживающей язвой, дебридмент патологического роговичного эпителия тем или иным способом должен быть обязательно выполнен до чётких ровных краёв с целью удаления всех нежизнеспособных тканей для того, чтобы мог нарасти нормальный роговичный эпителий, который будет хорошо прикрепляться к строме, и тем самым обеспечится заживление роговицы. Наиболее часто дебридмент патологического эпителия производится при

© Михолап, А. П., Соломахина, Л. А., 2025

помощи ватной палочки, алмазного бора, скарификатора роговицы или же тыльной стороны скальпеля. Существуют разные подходы к дебридменту роговицы кошек и собак. Так для кошек наиболее подходящим считается дебридмент ватной палочкой, а для собак дебридмент алмазным бором.

**Ключевые слова:** ветеринарная офтальмология, животные, язвенные кератиты, дебридмент ватной палочкой.

**Для цитирования:** Михолап, А. П. Соломахина, Л. А., Дебридмент роговицы ватной палочкой в лечении язвенных кератитов // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 35-41. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.35-41>.

## PATHOLOGY

Original article

# Corneal debridement with a cotton swab in the treatment of ulcerative keratitis

Anna P. Mikholaп<sup>1</sup>, Liubov An. Solomakhina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Veterinary clinic BioVet, Russia, Moscow

<sup>2</sup> Voronezh Veterinary Hospital № 1, Russia, Voronezh

<sup>1</sup> anka2061@yandex.ru

[https://orcid.org/ no](https://orcid.org/no)

<sup>2</sup> barashek.l@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Abstract.** Corneal debridement with a cotton swab is a minimally invasive surgical removal of abnormal corneal epithelium. Normal corneal epithelium cannot be removed with a cotton swab. Corneal debridement is the procedure of first choice for the treatment of chronic, non-healing corneal ulcers in cats and dogs. In cats, such ulcers are often the result of feline herpesvirus type 1 infection, and in dogs, such ulcers are most often hereditary. Not all corneal ulcers require debridement. Corneal epithelial debridement is indicated only for ulcerative corneal defects that have a characteristic appearance or do not heal with standard drug treatment protocols. In order to detect such defects, it is necessary to perform a fluorescein test and evaluate its results using a cobalt filter slit lamp/ophthalmoscope or a blue light flashlight. In order to correctly evaluate the results of the fluorescein test, it is necessary to use magnification, since small lesions can be missed. Chronic, long-term non-healing ulcerative defects have several distinctive features: characteristic leakage of dye under the edges of the ulcerative defect, uneven edges of the ulcerative defect with pieces of hanging pathological epithelium along the edges of the ulcer, ease of removal of the epithelium with a cotton swab. Non-adhesive epithelium is considered pathological, that is, the epithelium that does not adhere well enough to the corneal stroma and can be easily removed with a regular cotton swab. If, based on the results of an ophthalmological examination, we find that we are dealing with a chronic, long-term non-healing ulcer, debridement of the pathological corneal epithelium must be performed in one way or another to clear, even edges in order to remove all non-viable tissue so that normal corneal epithelium can grow, which will attach well to the stroma and thereby ensure healing of the cornea. Most often, debridement of pathological epithelium is performed using a cotton swab, a diamond

bur, a corneal scarifier, or the back of a scalpel. There are different approaches to debridement of the cornea of cats and dogs. Thus, debridement with a cotton swab is considered the most suitable for cats, and debridement with a diamond bur for dogs.

**Keywords:** veterinary ophthalmology, animals, ulcerative keratitis, cotton swab debridement.

**For citation:** Mikhola, A. P. Solomakhina, L. A., Corneal debridement with a cotton swab in the treatment of ulcerative keratitis // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):35-41. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.35-41>.

## Введение

Дебридмент роговицы ватной палочкой представляет собой малоинвазивное оперативное удаление патологического роговичного эпителия. Дебридмент роговицы является процедурой первого выбора в случаях лечения хронических долго незаживающих язв роговицы кошек и собак. У кошек такие язвенные дефекты зачастую являются результатом герпесвирусной инфекции кошек 1 типа, а у собак такие язвенные дефекты наиболее часто являются наследственными. Не все язвы роговицы требуют дебридмента. Дебридмент роговичного эпителия показан только для язвенных роговичных дефектов, которые имеют характерный внешний вид или же не заживают на стандартном протоколе медикаментозного лечения. Для того, чтобы выявить такие дефекты необходимо произвести флюоресциновый тест и оценить его результаты при помощи кобальтового фильтра щелевой лампы/офтальмоскопа или же фонарика с синим светом. Для того, чтобы корректно оценить результаты флюоресцинового теста необходимо использовать увеличение, так как небольшие поражения можно пропустить.

Хронические долго незаживающие язвенные дефекты имеют несколько отличительных особенностей: характерное затекание красителя под края язвенного дефекта, неровные края язвенного дефекта с кусочками свисающего патологического эпителия по краям язвы, лёгкость удаления эпителия ватной палочкой. Патологическим считается неадгезивный эпителий, то есть тот эпителий, который

недостаточно хорошо прикрепляется к роговичной строме и может быть с лёгкостью удалён обычной ватной палочкой. В случае, если по результатам офтальмологического осмотра мы констатируем, что имеем дело с хронической долго незаживающей язвой, дебридмент патологического роговичного эпителия тем или иным способом должен быть обязательно выполнен до чётких ровных краёв с целью удаления всех нежизнеспособных тканей для того, чтобы мог нарасти нормальный роговичный эпителий, который будет хорошо прикрепляться к строме, и тем самым обеспечится заживление роговицы. Наиболее часто дебридмент патологического эпителия производится при помощи ватной палочки, алмазного бора, скарификатора роговицы или же тыльной стороны скальпеля. Существуют разные подходы к дебридменту роговицы кошек и собак. Так для кошек наиболее подходящим считается дебридмент ватной палочкой, а для собак – дебридмент алмазным бором.

В нашей практике в случае хронической долго незаживающей язвы роговицы кошек процедурой первого выбора для дебридмента патологического эпителия является именно дебридмент роговицы ватной палочкой, так как для кошек противопоказана любая скарификация роговицы. Мы в своей практике стараемся не использовать алмазный бор кошкам. Безусловно, наличие в клинике алмазного бора делает очень заманчивым его применение для лечения герпетических кошачьих язв роговицы с патологическим эпителием, так как этот прибор быстро

и идеально убирает патологический эпителий, однако так как нет долгосрочных, оформленных в публикации, наблюдений о безопасности применения алмазного бора у кошек, мы используем его только в крайних случаях.

В нашей практике такой случай был единственным. Кошке дважды в интервале 14 дней был произведён дебридмент роговицы ватной палочкой и наложение защитной тарзорафии под местным обезболиванием из-за наркозных рисков, что не дало результата. Применение поверхностной кератэктомии для такого пациента было невозможно из-за наркозных рисков. В этом случае можно произвести дебридмент роговицы алмазным бором и наложение защитной тарзорафии под местным обезболиванием. Обычно качественный дебридмент ватной палочкой является очень эффективной процедурой в лечении язв роговицы с патологическим эпителием кошек. Он примерно в 95% случаев позволяет решить проблему заживления роговицы без использования поверхностной кератэктомии.

Наш подход в лечении хронических долго незаживающих язв роговицы кошек следующий: если первый дебридмент роговицы ватной палочкой не даёт результата, делаем повторный дебридмент ватной палочкой в интервале 7-14 дней, и в случае, если и он не даёт результата, то делаем поверхностную кератэктомию.

### **Подготовка к дебридменту патологического эпителия роговицы ватной палочкой**

Перед проведением дебридмента роговицы ватной палочкой необходимо тщательно подготовить инструмент и стерильные ватные палочки, обработать глазную поверхность с захватом век антибактериальным раствором, произвести местное обезбоживание роговицы и конъюнктивы, определиться с дальнейшей тактикой ведения пациента (закрыть глаз на защитное покрытие или же оставить открытым).



**Рисунок 1** – Крафт-пакеты для стерилизации инструмента и ватных палочек (фото Соломахиной, Л. А.)

Для проведения данной манипуляции нам потребуются стерильные ватные палочки, которые мы получаем путём автоклавирования обычных ватных палочек при температуре 134 °С в течение 40 минут в герметичных крафт-пакетах (рисунок 1). Рекомендуем всегда иметь в клинике заранее заготовленный стерильный инструмент и ватные палочки, чтобы в случае поступления внепланового пациента иметь возможность, не тратя время на подготовку, использовать всё, что требуется для проведения дебридмента роговицы и, при необходимости, закрытия глаза на защитное покрытие.

Для дебридмента роговицы мы рекомендуем использовать бамбуковые ватные палочки с гипоаллергенным 100% хлопком, без химикатов и отдушек, не оставляющие ворсинок, которые не пушатся и имеют плотную намотку хлопка, упругие и не гнутся. Они практически не разволокняются после автоклавирования, не оставляют ворсы на роговице,



**Рисунок 2** – Бамбуковые ватные палочки для дебридмента роговицы (фото Соломахиной, Л. А.)

что делает проведение процедуры более комфортной для врача и безопасной для пациента, (рисунок 2).

Помимо самих ватных палочек для проведения процедуры необходимо подготовить атравматичный пинцет для фиксации глазного яблока для бульбарной конъюнктивы. В случае, если планируется не просто дебридмент роговицы, но и дальнейшее закрытие глаза на защитное покрытие, то дополнительно нужно подготовить иглодержатель, ножницы, пинцет для фиксации нити, кусочек системы от капельницы и стерильную иглу 23 G от шприца на 2 мл. Инструмент автоклавировается при температуре 134 °C в течение 40 минут в герметичных крафт пакетах. Процедуру необходимо производить в стерильных перчатках.

Далее следует обработать глазную поверхность с захватом век антибактериальным раствором бетадина 10% (йод повидон) в разбавлении натрия хлоридом 0,9% в соотношении 1:50, то есть к 1 мл водного раствора бетадина 10% добавляем 50 мл натрия хлорида 0,9%. Раствор обесцвечивается на свету, поэтому на стеклянный флакон необходимо надеть тёмную перчатку или же разводить раствор в пластиковых флаконах.

После промывания роговицы необходимо закапать в глаз антибактериальный препарат для офтальмологического применения на основе офлоксацина (флоксал/данцил и т. д.), левофлоксацина (офтаквикс и т. д.) или марбофлоксацина (максифлокс/вигамокс и т. д.). Далее роговица и конъюнктура обезболивается путём двух-трёхкратного закапывания местного анестетика инокаин (оксибупрокаин 0,4%) в интервале 2 минуты. Для системной анальгезии нами наиболее часто используется препарат трамвет (трамадол 50 мг/мл), который является анальгезирующим средством со смешанным механизмом действия в дозе 2-4 мг/кг за 30-40 минут до дебридмента.

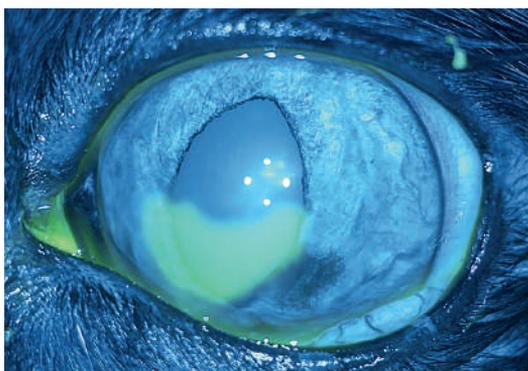
#### **Техника дебридмента патологического эпителия роговицы ватной палочкой**

Для проведения процедуры необходимо захватить бульбарную конъюнктиву верхнего конъюнктивального свода пинцетом для фиксации глазного яблока и придерживать её, чтобы минимизировать движения глазного яблока при проведении самой процедуры, в случае если она производится без наркоза. Если процедура производится в наркозе фиксация глаза тоже требуется, так как глазное яблоко опускается вниз, а нам необходимо, чтобы оно стояло ровно.

Далее мы начинаем удалять патологический эпителий штрихообразными движениями и продолжаем это делать до получения чётких ровных краёв роговичного дефекта. Нормальный роговичный эпителий не может быть удалён при помощи ватной палочки, поэтому убрать эпителия больше, чем требуется, невозможно. Первоначально мы проходим штрихообразными движениями по всей площади дефекта в одном направлении, а затем меняем направление ватной палочки. Это необходимо для получения ровных чётких краёв раны. Весь слущенный эпителий необходимо убрать с роговицы ватной палочкой и дополнительно промыть роговичную



*Рисунки 3, 4 – Герпетическая язва роговицы кошки с патологическим эпителием до и после дебридмента ватной палочкой (фото Соломахиной, Л. А.)*



*Рисунок 4 – Герпетическая язва роговицы кошки (фото Соломахиной, Л. А.)*

поверхность при помощи разведённого раствора бетадина.

Только убедившись, что роговица тщательно зачищена от неадгезивного эпителия, мы переходим к завершению процедуры и нанесению на роговицу корнепротектора на основе дексапантенола, гиалуроновой кислоты, хондроитина сульфата, а также их комбинации. Кроме того, хорошо работают гелевые протекторы животного происхождения (Сферо око и т. д.).

После процедуры дебридмента либо назначается местная и системная терапия, либо дополнительно производится наложение защитного покрытия из третьего века или век. Вариант с наложением защитного покрытия является более надёжным с точки зрения терапевтического результата и имеет гораздо меньше

осложнений по сравнению с вариантом, когда после зачистки роговицы глаз остаётся открытым.

#### **Послеоперационная терапия**

После дебридмента роговицы ватной палочкой применяется стандартная местная терапия, которая включает местный антибактериальный препарат широкого спектра на основе офлоксацина (флоксал/данцил и т. д.), левофлоксацина (офтаквикс и т. д.) или марбофлоксацина (максифлокс/вигамокс и т. д.); аутосыворотку, а также корнепротекторы на основе дексапантенола, гиалуроновой кислоты, хондроитина сульфата или их комбинации. В качестве стандартной системной терапии использовался доксициклин в дозе 10 мг на кг в день до 30 дней, мелоксикам в дозе 0,2 мг/кг в первый день и далее 0,1 мг/кг до 30 дней. В случае, если хроническая долго незаживающая язва роговицы связана с герпесвирусной инфекцией кошек 1 типа, то дополнительно добавляется фамцикловир в дозе 40-90 мг/кг x 3 раза в день до 21 дня.

#### **Выводы**

Дебридмент роговицы ватной палочкой является простой и эффективной процедурой, которая позволяет удалить патологический эпителий, что способствует быстрому и эффективному заживлению язвенных дефектов. У кошек дебридмент роговицы ватной

палочкой является процедурой выбора набор инструмента и расходного материала, что делает данную процедуру доступной широкому кругу ветеринарных врачей.

**Библиографический список / Referenses**

1. Gelatt, K. N. *Essentials of Veterinary ophthalmology*. 3th ed. Willey-Blackwell. 2014.
2. *Ophthalmology for the Veterinary Practitioner* / F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé, W. Neumann, B. Spiess. Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH&Co. Germany, 2007.
3. Petersen, J. S., Crispin, S. *BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology*. BSAVA. Spain, 2002.
4. *Slatter's Fundamentals of Veterinary ophthalmology*. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
5. *Veterinary Ocular Pathology a comparative review* / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China, 2010.
6. *Veterinary ophthalmology* / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.
7. *Veterinary ophthalmology* / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. 6th ed.

**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 16.06.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 16.06.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

**Информация об авторах:**

Михолап Анна Петровна, соискатель

Соломахина Любовь Анатольевна, кандидат ветеринарных наук

**Information about the authors:**

Anna P. Mikholap, applicant

Ljubov A. Solomakhina, candidate of veterinary sciences

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 42-51.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):42-51.

**МОРФОЛОГИЯ**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.42-51  
УДК 636.52/.58:611.013

**Эмбриональные этапы формирования кривизны  
роговицы у домашних кур**

Дмитриева Оксана Сергеевна<sup>1</sup>, Аржанкова Юлия Владимировна<sup>2</sup>,  
Скопцова Татьяна Ивановна<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Великолукская государственная сельскохозяйственная академия,  
Россия, Псковская область, г. Великие Луки

<sup>1</sup> oksana.sergeevna85@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1326-7794>

<sup>2</sup> ar@vgsa.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0964-5270>

<sup>3</sup> skopcova@vgsa.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1092-0172>

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования динамики радиуса кривизны передней и задней поверхностей роговой оболочки глазных яблок куриных эмбрионов в период с 10-х по 20-е сутки инкубации. Установлено, что на ранних стадиях развития роговица более сферична и постепенно уплощается к 15-17-м суткам инкубации, приобретая к 18-м суткам окончательную форму и прозрачность, что важно для подготовки к вылуплению. Анализ данных выявил периодически возникающие асимметрии в развитии роговицы между левыми и правыми глазными яблоками как по передней, так и по задней поверхности. Наблюдались фазы как преобладания кривизны в левых глазных яблоках (на 11-18-е сутки для передней поверхности, на 10-е, 12-13-е, 15-16-е, 18-19-е сутки для задней поверхности), так и в правых (на 10-е, 19-20-е сутки для передней поверхности, на 11-е, 14-е, 17-е, 20-е сутки для задней поверхности). Эти асимметрии в большинстве случаев сменялись выравниванием показателей, что свидетельствует о сложных процессах регуляции и адаптации в ходе морфогенеза. Выявлены достоверные различия в радиусе кривизны передней поверхности роговицы между левыми и правыми глазными яблоками на 13-14-е сутки инкубации. Полученные данные позволяют проследить динамику возрастных изменений и выявить ключевые фазы эмбрионального развития роговицы у кур.

**Ключевые слова:** куриный эмбрион, глазные яблоки, роговица, измерение.

**Для цитирования:** Дмитриева О. С. Эмбриональные этапы формирования кривизны роговицы у домашних кур / О. С. Дмитриева, Юл. В. Аржанкова, Т. И. Скопцова // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 42-51. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.42-51>.

## MORPHOLOGY

Original article

## Embryonic stages of corneal curvature formation in domestic Chickens

Oksana S. Dmitrieva<sup>1</sup>, Yulia V. Arzhankova<sup>2</sup>, Tatyana I. Skoptsova<sup>3</sup><sup>1,2,3</sup> State Agricultural Academy of Velikie Luki, Russia, Pskov region, Velikiye Luki<sup>1</sup> oksana.sergeevna85@mail.ru<https://orcid.org/0000-0003-1326-7794><sup>2</sup> ar@vgsa.ru<https://orcid.org/0000-0003-0964-5270><sup>3</sup> skopcova@vgsa.ru<https://orcid.org/0000-0002-1092-0172>

**Abstract.** The article presents the results of a study of the dynamics of the radius of curvature of the anterior and posterior surfaces of the cornea of the eyeballs of chicken embryos during the period from 10 to 20 days of incubation. It was found that in the early stages of development, the cornea is more spherical and gradually becomes flatter by 15-17 days of incubation, acquiring its final shape and transparency by 18 days, which is important for preparing for hatching. Data analysis revealed periodically occurring asymmetries in the development of the cornea between the left and right eyeballs, both on the anterior and posterior surfaces. There were phases of both predominance of curvature in the left eyeballs (on days 11-18 for the anterior surface, on days 10, 12-13, 15-16, 18-19 for the posterior surface) and in the right ones (on days 10, 19-20 for the anterior surface, on 11th, 14th, 17th, 20th days for the posterior surface). In most cases, these asymmetries were replaced by a leveling of the indicators, which indicates complex processes of regulation and adaptation during morphogenesis. Significant differences in the radius of curvature of the anterior surface of the cornea between the left and right eyeballs were detected on the 13th and 14th days of incubation. These findings provide insights into the dynamics of age-related changes and identify key phases of embryonic corneal development in chickens.

**Keywords:** chicken embryo, eyeballs, cornea, measurement.

**For citation:** Dmitrieva O. S. Embryonic stages of corneal curvature formation in domestic chickens / Dmitrieva O. S., Arzhankova Yu. V., Skoptsova T. I. // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):42-51. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.42-51>.

### Введение

Формирование кривизны роговой оболочки глазных яблок у куриных эмбрионов является сложным и динамичным процессом, отражающим основные закономерности органогенеза оптической системы. Кривизна роговицы играет ключевую роль в обеспечении фокусировки световых лучей на сетчатке, а также в поддержании оптической целостности глаза [1]. На ранних этапах эмбрионального развития морфогенез роговицы

контролируется сложными взаимодействиями между наружной эктодермой, мезенхимой и зрительным бокалом, что определяет не только размеры, но и пространственную организацию будущей оптической среды глаза [3].

Особенности развития роговой оболочки являются предметом многочисленных научных исследований. В последнее время основное внимание учёных сосредоточено на изучении генетических и гуморальных механизмов, которые кон-

тролируют развитие роговицы [5]. Настоящее исследование направлено на анализ изменений радиуса кривизны передней и задней поверхности роговой оболочки на разных стадиях развития у куриных эмбрионов [2].

В ходе эмбрионального развития кур кривизна передней и задней поверхности роговицы подвергается значительным изменениям [4]. На ранних стадиях, около 4-5-х суток инкубации, роговица сохраняет более сферичную форму. Такая сферичность обусловлена активным ростом и развитием глазного яблока, что требует определённой конфигурации для правильного формирования зрительных структур (роговица, хрусталик и сетчатка) [8].

К 15-17-м суткам инкубации происходит постепенное уплощение роговицы. В этот период завершается дифференциация тканей глаза и роговица адаптируется к будущим функциям зрительной системы, которым она будет соответствовать после вылупления. Эта адаптация включает изменения в оптических свойствах глаза для обеспечения оптимального зрения цыпленка [7].

Морфологические изменения имеют ключевое значение для формирования полноценной функции зрительной системы после вылупления. Постепенное преобразование роговицы от относительно сферичной к более уплощённой форме обеспечивает адаптацию цыплёнка к условиям внешней среды и способствует эффективной фокусировке световых лучей на сетчатке. Таким образом, исследование процессов развития роговой оболочки позволяет глубже понять фундаментальные механизмы формирования зрительной системы у птиц [6, 9].

**Целью исследований** является изучение возрастных различий в радиусе кривизны передней и задней поверхностей роговой оболочки глазных яблок кур с 10-х по 20-е сутки инкубации.

### Материалы и методы

Исследование проводилось на базе научной лаборатории ФГБОУ ВО Великолук-

ская ГСХА Псковской области. Объектом изучения служили эмбрионы кур (*Gallus gallus domesticus* L.) кросса ломанн браун на различных стадиях эмбрионального развития.

Для инкубации были отобраны куриные яйца массой 51-59 г. Все яйца прошли тщательный отбор по критериям целостности скорлупы и степени мраморности, чтобы стандартизировать исходный материал и обеспечить его соответствие для инкубации. Исследованию подвергались роговицы глазных яблок эмбрионов, извлечённые в период с 10-го по 20-й день инкубации (по три яйца ежедневно).

Для доступа к роговице использовались микрохирургические инструменты, позволяющие отодвигать веко для визуализации роговицы. Поверхность роговицы (эпителий) аккуратно удалялась с помощью специального скребка [10]. Прорезание склеральной области, в месте перехода между роговицей и склерой, выполнялось микрохирургическими ножницами. После чего роговица обходилась по кругу при помощи пинцета, чтобы избежать повреждения важных структур. Извлечённая роговица погружалась в 10% раствор формалина для дальнейшего анализа [11].

Морфометрические измерения роговицы выполнялись с использованием специализированного программного обеспечения ScreenMeter, позволяющего анализировать параметры в микрометрах. Измерение диаметра роговицы производилось на передней и задней поверхностях. Эти процедуры помогли обеспечить точность данных, необходимых для анализа изменений кривизны роговицы на различных стадиях эмбрионального развития.

### Результаты и их обсуждение

Радиус кривизны роговицы изменяется с возрастом. У эмбрионов кур она более сферичная и уплощается к 15-17-м суткам инкубации, что сопровождается изменением диаметра и площади роговицы. На 18-е сутки инкубации роговица

становится более уплотнённой, приобретая окончательную форму и прозрачность, что важно для подготовки к вылуплению.

Сферичность и гладкость передней поверхности роговицы являются основными факторами, обеспечивающими её прозрачность и высокое качество оптических свойств. Нарушение сферичности передней поверхности приводит к развитию астигматизма, что существенно ухудшает качество зрения. Особенно выраженные изменения наблюдаются при кератоконусе. В случаях формирования рубцовой ткани при сохранении кривизны роговицы острота зрения, как правило, снижается незначительно.

Астигматизм у кур, так же, как и у других видов животных, обусловлен неправильной формой роговицы или хрусталика, что приводит к искажённому фокусированию изображения на сетчатке. У кур подобные нарушения могут проявляться неравномерным преломлением световых лучей, влияя на зрительное восприятие. Тем не менее, у кур зрительная

система хорошо адаптирована к условиям их существования, и астигматизм встречается относительно редко.

В рамках данного исследования анализ радиуса кривизны передней поверхности роговицы у куриных эмбрионов проводился в период с 10-х по 20-е сутки инкубации, что позволяет проследить динамику изменений на различных стадиях развития.

Таблица 1 и рисунки 1 и 2 предоставляют данные об изменениях радиуса кривизны передней и задней поверхностей роговой оболочки глазных яблок кур на различных стадиях эмбрионального развития.

На 10-е сутки инкубации наблюдалось превышение радиуса кривизны роговицы в правых глазных яблоках по сравнению с левыми глазными яблоками, составившее 3,80%. Это свидетельствует о более значительной кривизне роговицы в правых глазных яблоках. Ситуация меняется на противоположную на 11-е сутки инкубации: радиус кривизны роговицы в левых глазных яблоках превышает ради-

**Таблица 1** – Возрастные различия в радиусе кривизны передней и задней поверхностей роговой оболочки глазных яблок кур на разные сутки и стадии эмбрионального развития, мкм

Сутки развития	Радиус кривизны передней поверхности роговой оболочки, мкм		Радиус кривизны задней поверхности роговой оболочки, мкм	
	Левое (Л)	Правое (П)	Левое (Л)	Правое (П)
Раннеплодная стадия (7-12-е сутки)				
10	3,16±0,10	3,28±0,13	0,41±0,07	0,25±0,03
11	3,62±0,13	3,52±0,06	0,40±0,09	0,44±0,04
12	3,91±0,20	3,84±0,08	0,53±0,03	0,44±0,04
Среднеплодная стадия (13-17-е сутки)				
13	4,49±0,02*	4,36±0,03	0,69±0,04	0,58±0,06
14	4,69±0,03*	4,54±0,04	0,80±0,03	0,84±0,05
15	4,79±0,01	4,78±0,06	1,02±0,07	0,94±0,06
16	4,93±0,05	4,87±0,03	1,23±0,04	1,10±0,04
17	4,96±0,03	4,94±0,06	1,41±0,05	1,42±0,02
Позднеплодная стадия (18-20-е сутки)				
18	5,10±0,05	5,06±0,03	1,47±0,02	1,43±0,02
19	5,21±0,08	5,22±0,06	1,53±0,03	1,44±0,06
20	5,59±0,15	5,60±0,07	1,51±0,01	1,58±0,04

\* $p < 0,05$

ус кривизны роговицы в правых глазных яблоках на 2,84%. На 12-е сутки инкубации превосходство радиуса кривизны роговицы в левых глазных яблоках сохраняется, хотя процентное соотношение уменьшается до 1,82%. Затем разница снова увеличивается, и радиус кривизны роговицы в левых глазных яблоках достоверно превышает кривизну роговицы в правых глазных яблоках на 13-е сутки инкубации (2,98%,  $p < 0,05$ ), что может быть показателем скачкообразного роста. На 14-е сутки инкубации превосходство радиуса кривизны роговицы в левых глазных яблоках вновь достоверно и составляет 3,30% ( $p < 0,05$ ). Разница радиуса кривизны роговицы с 15-х по 18-е сутки инкубации между левыми и правыми глазными яблоками с превосходством левых становится менее заметной, от 0,21% до 1,23%, что указывает на стабилизацию и сведение к минимуму асимметрий. Однако небольшое превышение радиуса кривизны роговицы наблюдается с 19-х по 20-е сутки инкубации в правых глазных яблоках, 0,19% и 0,18% соответственно, но эти различия остаются незначительными и практически не влияют на общую симметрию развития роговицы.

Представленные данные о радиусе кривизны передней поверхности роговой оболочки демонстрируют периодически возникающие асимметрии в развитии, которые в большинстве случаев сбалансированы естественными механизмами роста. Изменения в показателях свидетельствуют о сложной динамике морфогенеза, в ходе которого происходят адаптация и оптимизация зрительных структур эмбрионов на разных стадиях инкубации.

На 10-е сутки инкубации радиус кривизны задней поверхности роговицы в левых глазных яблоках превышает радиус кривизны правых глазных яблок на значительные 64,00%. Это значительное отличие может быть вызвано различиями в локальном клеточном метаболизме и начальной дифференциации тканей. Разные темпы развития могут быть свя-

заны с тем, что в одном глазном яблоке активируются особые генетические программы, которые заставляют клетки делиться быстрее и формировать структуры глаза, такие как роговица, хрусталик и сетчатка, быстрее, чем в другом глазном яблоке.

Однако на 11-е сутки инкубации выявлено некоторое, на 10,00%, превосходство показателя в правых глазных яблоках по сравнению с левыми. Это может означать, что активизируются процессы, которые начинают функционировать, чтобы исправить начальные различия в развитии роговицы глазных яблок, обеспечить более равномерное и сбалансированное их развитие.

К 12-м суткам снова наблюдается превосходство кривизны роговицы в левых глазных яблоках, теперь уже на 20,45%, что может свидетельствовать о фазе ускоренного клеточного роста или изменениях в водно-солевом обмене, приводящих к увеличению кривизны роговицы. На 13-е сутки это преимущество слегка уменьшается, до 18,97%, что может быть признаком постепенного выравнивания гормональных или нутритивных влияний.

На 14-е сутки инкубации снова наблюдается превосходство кривизны роговицы в пользу правых глазных яблок, где показатель превышает таковой у левых глазных яблок на 5,00%. Такие изменения могут быть обусловлены корректировкой объёма и состава внутриглазной жидкости или изменениями в активности специфичных факторов роста.

На 15-е и 16-е сутки инкубации радиус кривизны роговицы в левых глазных яблоках вновь оказывается больше, чем в правых, сначала с превышением на 8,51%, затем на 11,82% на 16-е сутки.

На 17-е сутки инкубации радиус кривизны роговицы в правых глазных яблоках вновь демонстрируют незначительное превосходство в развитии (0,71%), что может отражать промежуточную фазу стабилизации и фокусировку ресурсов на подготовке к вылуплению. С 18-х по 19-е

сутки инкубации фиксируется очередное превосходство радиуса кривизны роговицы в левых глазных яблоках, сначала на 2,80%, а затем на 6,25%. Это указывает на активные процессы завершающего выравнивания и формирования структуры глазных яблок к функциональной зрелости.

Однако на 20-е сутки инкубации выявлено, что радиус кривизны роговицы в правых глазных яблоках вновь больше радиуса кривизны роговицы в левых глазных яблоках на 4,64%. Это изменение может свидетельствовать о циклических процессах в развитии и регуляции межглазной асимметрии.

Анализ радиуса кривизны задней поверхности роговицы у эмбрионов кур в период с 10-го по 20-й день инкубации показывает сложные изменения, которые отражают различные стадии развития и адаптации зрительных структур. В течение этого времени наблюдается, что радиус кривизны задней поверхности роговицы то в левых, то в правых глазных яблоках становится больше. Это чередование может указывать на то, что левые и правые глазные яблоки развиваются с разной скоростью или что они по-разному адаптируются в процессе роста в эмбриональный период.

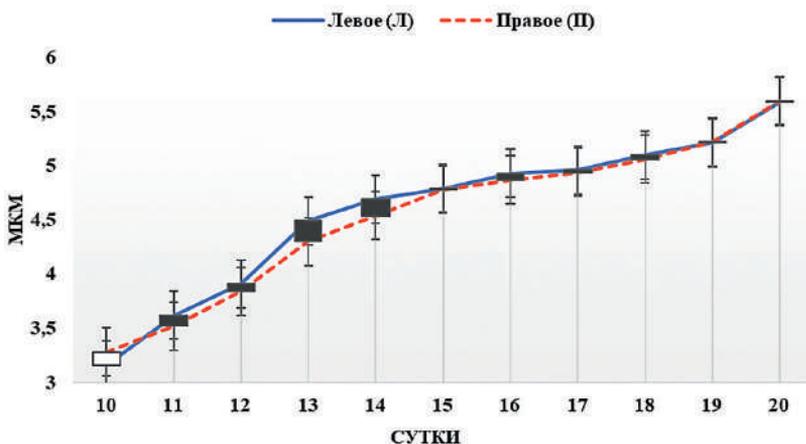
В целом анализ данных показывает, что радиус кривизны как передней, так

и задней поверхностей роговицы демонстрирует преимущество в левых глазных яблоках, которое на 13-14-е сутки для передней поверхности роговой оболочки достоверно. Это может указывать на более активные процессы роста или специфические физиологические механизмы, способствующие увеличению радиуса кривизны роговицы в левых глазных яблоках.

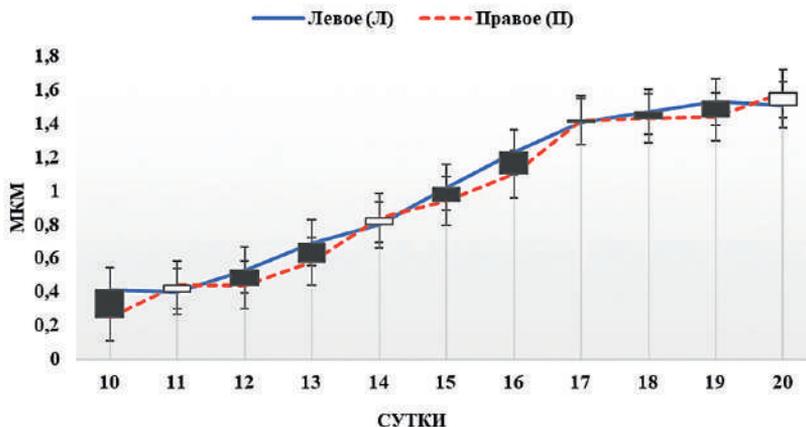
Изучение возрастных различий в радиусе кривизны передней и задней поверхностей роговой оболочки в левых и правых глазных яблоках у эмбрионов кур позволило выделить несколько ключевых фаз, характеризующихся временными асимметриями и их последующим выравниванием (рис. 1, 2).

На 10-е сутки инкубации наблюдается первое значительное изменение радиуса кривизны передней поверхности роговицы (рис. 1). В правых глазных яблоках кривизна передней поверхности роговицы оказывается выше, чем в левых глазных яблоках. На 11-14-е сутки инкубации происходит смена динамики – радиус кривизны передней поверхности роговицы в левых глазных яблоках начинает превышать аналогичные показатели правых глазных яблок.

К 15-м суткам инкубации радиус кривизны роговицы передней поверхности как в левых глазных яблоках, так и в



**Рисунок 1** – Радиус кривизны передней поверхности роговой оболочки глазных яблок куриных эмбрионов, мкм



**Рисунок 2** – Радиус кривизны задней поверхности роговой оболочки глазных яблок куриных эмбрионов, мкм

правых глазных яблоках выравнивается. К 16-м суткам вновь фиксируется увеличение показателя левых глазных яблок. На завершающих стадиях инкубации наблюдается обратное изменение – на 19-20-е сутки инкубации радиус кривизны передней поверхности роговицы правых глазных яблок оказывается выше, чем левых глазных яблок.

Представленная на рисунке информация демонстрирует характерные этапы развития и динамическое изменение радиуса кривизны роговой оболочки, выявляя как временные асимметрии, так и последующую стабилизацию этих параметров. Такие изменения могут быть частью нормальных эмбриональных процессов, отражающих адаптации и уникальные условия развития.

Обращает на себя внимание, что на 10-е сутки инкубации задняя поверхность кривизны роговицы в отличие от передней поверхности демонстрирует противоположную динамику (рис. 2). У эмбрионов кур радиус кривизны задней поверхности роговицы в левых глазных яблоках оказывается выше, чем в правых глазных яблоках. Преимущество радиуса кривизны задней поверхности в левых глазных яблоках сохраняется с 12-х по 13-е сутки инкубации. К 14-м суткам инкубации происходит частичное выравнивание показателей. Темпы роста рого-

вицы стабилизируются, и значительных различий между левыми и правыми глазными яблоками уже не наблюдается.

На 15-16-е сутки инкубации показатели радиуса кривизны роговицы задней поверхности левых глазных яблок вновь начинают превышать показатели правых глазных яблок. К 17-м суткам инкубации различия начинают сглаживаться, однако на 18-19-е сутки в левых глазных яблоках снова заметно небольшое превосходство показателя. На 20-е сутки инкубации происходит обратное изменение: радиус кривизны задней поверхности в правых глазных яблоках начинает незначительно превосходить показатель в левых глазных яблоках.

### Выводы

В радиусе кривизны передней поверхности роговицы на 10-е сутки преимущество отмечается в правых глазных яблоках. С 11-х по 14-е сутки инкубации радиус кривизны роговицы в левых глазных яблоках превышает таковой в правых глазных яблоках, постепенно приходя к практически равным значениям к 15-м суткам. Затем, с 16-х суток, кривизна роговицы в левых глазных яблоках возрастает, а на 19-20-е сутки вновь фиксируется незначительная, но обратная асимметрия с превосходством правых глазных яблок.

В радиусе кривизны задней поверхности роговицы на 10-е сутки преимущество у левых глазных яблок, противоположный результат – на 11-е, 14-е и 17-е сутки инкубации. На 12-13-е, 15-16-е и 18-19-е сутки вновь отмечается превосходство в левых глазных яблоках, сглаживающееся позднее, и к 20-м суткам преобладание фиксируется уже в правых глазных яблоках.

Исследование показало, что изменения кривизны роговицы происходят постепенно и неравномерно, отражая сложные адаптационные процессы. Эти изменения играют важную роль в обе-

спечении сбалансированного роста и формирования структур глаза, необходимых для нормального функционирования зрительного аппарата после вылупления. Анализ данных показывает, что радиус кривизны как передней, так и задней поверхности роговицы демонстрирует, как правило, преимущество в левых глазных яблоках, в том числе на 13-14-е сутки для передней поверхности роговой оболочки достоверное. Однако на 20-е сутки инкубации большей кривизной передней и задней поверхностей роговицы характеризуются правые глазные яблоки.

### Библиографический список

1. Дмитриева, О. С. Изменения параметров роговицы у эмбрионов кур (*Gallus gallus domesticus* L.) в ходе развития / О. С. Дмитриева, Ю. В. Аржанкова, Т. И. Скопцова // *Иппология и ветеринария*. – 2025. – № 1(55). – С. 50-61. – DOI 10.52419/2225-1537/2025.1.50-61.
2. Исследования способности к интеграции с роговицей реципиента ксеноматериала для кератопластики «Корнеопласт» в эксперименте на животных / С. И. Анисимов, Н. С. Анисимова, И. А. Попов [и др.] // *The Eye Глаз*. – 2023. – Т. 25, № 1. – С. 49-55. – DOI 10.33791/2222-4408-2023-1-49-55.
3. Клиническое значение современных методов исследования роговицы / С. Э. Аветисов, Г. Б. Егорова, М. В. Кобзова [и др.] // *Вестник офтальмологии*. – 2013. – Т. 129, № 5. – С. 22-31.
4. Масленников, В. И. Исследование поверхности роговицы методом измерения ее отражающей способности : специальность 03.03.01 «Физиология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Масленников Вячеслав Игоревич. – Санкт-Петербург, 2014. – 24 с.
5. Масленников, В. И. Новый метод исследования поверхности роговицы / В. И. Масленников, С. А. Коскин, Ю. Е. Шелепин // *Офтальмологические ведомости*. – 2012. – Т. 5, № 2. – С. 4-7.
6. Морфология и физиология эпителия роговицы при ортокератологии / А. Н. Шмаков, П. Г. Нагорский, А. Г. Шмакова, Д. С. Мирсаяфов // *Российский общенациональный офтальмологический форум*. – 2015. – Т. 2. – С. 938-948.
7. Новый взгляд на кросслинкинг в фотороферакционной хирургии роговицы / И. М. Корниловский, А. А. Бурцев, А. А. Голяков, А. П. Гиля // *Современные технологии в офтальмологии*. – 2018. – № 5. – С. 204-206.
8. Половинцева, Т. М. Начальные этапы развития глазного яблока у эмбрионов кур / Т. М. Половинцева, О. С. Дмитриева // *Современные тенденции научного обеспечения в развитии АПК: фундаментальные и прикладные исследования : материалы научно-практической (очно-заочной) конференции с международным участием, Омск, 26 октября 2017 года / Сибирский научно-исследовательский институт птицеводства*. – Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2017. – С. 21-26.
9. Шляпникова, А. А. Морфологические особенности роговицы глаз сельскохозяйственных птиц / А. А. Шляпникова // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2014. – № 6 (50). – С. 90-91.
10. Montiani-Ferreira F., Cardoso F., Petersen-Jones S. Postnatal development of central corneal thickness in chicks of *Gallus gallus domesticus*. *Vet Ophthalmol*. 2004 Jan-Feb;7(1):37-9. doi: 10.1111/j.1463-5224.2004.00319.x. PMID: 14738505.

11. Svoboda K. K., Fischman D. A., Gordon M. K. Embryonic chick corneal epithelium: a model system for exploring cell-matrix interactions. *Dev Dyn.* 2008 Oct;237(10):2667-75. doi: 10.1002/dvdy.21637. PMID: 18697222; PMCID: PMC2754064.

## References

1. Dmitrieva, O. S. *Izmeneniya parametrov rogovicy u e`mbrionov kur (Gallus gallus domesticus L.) v xode razvitiya* / O. S. Dmitrieva, Yu. V. Arzhankova, T. I. Skopczova // *Ippologiya i veterinariya*. – 2025. – № 1(55). – S. 50-61. – DOI 10.52419/2225-1537/2025.1.50-61.
2. *Issledovaniya sposobnosti k integracii s rogovicej recipienta ksenoma-teriala dlya keratoplastiki «Korneoplast» v e`ksperimente na zivotny`x* / S. I. Anisi-mov, N. S. Anisimova, I. A. Popov [i dr.] // *The Eye Glaz*. – 2023. – T. 25, № 1. – S. 49-55. – DOI 10.33791/2222-4408-2023-1-49-55.
3. *Klinicheskoe znachenie sovremenny`x metodov issledovaniya rogovicy* / S. E`. Avetisov, G. B. Egorova, M. V. Kobzova [i dr.] // *Vestnik oftal`mologii*. – 2013. – T. 129, № 5. – S. 22-31.
4. *Maslennikov, V. I. Issledovanie poverxnosti rogovicy metodom izmere-niya ee otrazhayushhej sposobnosti : special`nost` 03.03.01 Fiziologiya : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata medicinskix nauk / Maslennikov Vyacheslav Igorevich*. – Sankt-Peterburg, 2014. – 24 s.
5. *Maslennikov, V. I. Novy`j metod issledovaniya poverxnosti rogovicy* / V. I. Maslennikov, S. A. Koskin, Yu. E. Shelepin // *Oftal`mologicheskie vedomosti*. – 2012. – T. 5, № 2. – S. 4-7.
6. *Morfologiya i fiziologiya e`piteliya rogovicy pri ortokeratologii* / A. N. Shmakov, P. G. Nagorskij, A. G. Shmakova, D. S. Mirsayafov // *Rossijskij obshhenacio-nal`ny`j oftal`mologicheskij forum*. – 2015. – T. 2. – S. 938-948.
7. *Novy`j vzglyad na krosslinking v fotoroferakcionnoj xirurgii rogovicy* / I. M. Kornilovskij, A. A. Burcev, A. A. Golyakov, A. P. Gilya // *Sovremenny`e texnolo-gii v oftal`mologii*. – 2018. – № 5. – S. 204-206.
8. *Polovinceva, T. M. Nachal`ny`e e`tapy` razvitiya glaznogo yabloka u e`mbrio-nov kur* / T. M. Polovinceva, O. S. Dmitrieva // *Sovremenny`e tendencii nauchnogo obes-pecheniya v razvitii APK: fundamental`ny`e i prikladny`e issledovaniya : materialy` nauchno-prakticheskoy (ochno-zaochnoj) konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem, Omsk, 26 oktyabrya 2017 goda / Sibirskij nauchno-issledovatel`skij institut pticevodstva*. – Omsk: IP Maksheevoj E.A., 2017. – S. 21-26.
9. *Shlyapnikova, A. A. Morfologicheskie osobennosti rogovicy glaz sel`sko-xozyajstvenny`x pticz* / A. A. Shlyapnikova // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2014. – № 6 (50). – S. 90-91.
10. *Montiani-Ferreira F., Cardoso F., Petersen-Jones S. Postnatal development of cen-tral corneal thickness in chicks of Gallus gallus domesticus*. *Vet Ophthalmol.* 2004 Jan-Feb;7(1):37-9. doi: 10.1111/j.1463-5224.2004.00319.x. PMID: 14738505.
11. Svoboda K. K., Fischman D. A., Gordon M. K. Embryonic chick corneal epitheli-um: a model system for exploring cell-matrix interactions. *Dev Dyn.* 2008 Oct;237(10):2667-75. doi: 10.1002/dvdy.21637. PMID: 18697222; PMCID: PMC2754064.

**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 22.04.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 22.04.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

***Информация об авторах:***

**Дмитриева Оксана Сергеевна** – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарии.

**Аржанкова Юлия Владимировна** – доктор биологических наук, доцент кафедры зоотехнии и технологии переработки продукции животноводства.

**Скопцова Татьяна Ивановна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии и технологии переработки продукции животноводства.

***Information about the authors:***

**Oksana S. Dmitrieva** – candidate of veterinary sciences, associate professor of the departments of veterinary medicine.

**Yulia V. Arzhankova** – doctor of biological sciences, associate professor of the departments of animal science and technology of processing livestock products.

**Tatiana I. Skoptsova** – candidate of agricultural sciences, associate professor of the departments of animal science and technology of processing livestock products.

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 52-56.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):52-56.

## МОРФОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.52-56  
УДК 598.112.8. 611.31

# Анатомия органов грудобрюшной полости маисового полоза

Камля Игорь Лаврентьевич<sup>1</sup>, Момот Надежда Васильевна<sup>2</sup>,  
Колина Юлия Александровна<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Приморский государственный аграрно-технологический университет,  
Россия, г. Уссурийск

<sup>1</sup> kaml\_4@inbox.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6755-6407>

<sup>2</sup> momot1953@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0582-6253>

<sup>3</sup> momot18@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0350-1279>

**Аннотация.** С каждым днём возрастает популярность террариумистики. Наблюдается значительный рост содержащихся в домашних условиях различных видов экзотических животных, в частности рептилий. Вместе с тем, эти животные являются сравнительно новыми объектами для обитания в домашних условиях, что приводит к появлению ряда значительных трудностей при содержании и кормлении. Для преодоления этих сложностей крайне необходимыми являются точные знания особенностей общей биологии животных, разводимых в домашних условиях. В своей работе авторы дали анатомическую характеристику внутренних органов маисового полоза. Важными и информативными способами диагностики являются метод УЗИ, рентгенография, которые осуществимы только при достаточном знании строения, особенностей и взаимного расположения внутренних органов. Благодаря этим способам можно поставить или уточнить диагнозы органов различных систем. При этом сведения по анатомии указанных видов животных, в частности топографической, зачастую носят противоречивый и фрагментарный характер. Знание биологии разводимых видов животных являются необходимыми для создания животному оптимальных условий содержания и кормления. Основу общебиологических знаний составляет анатомия конкретного вида животного. Кроме того знания анатомии крайне необходимы для профилактики, своевременной диагностики и лечения различных по происхождению болезней. Целью наших исследований было изучение строения внутренних органов и их топографии маисового полоза, труп которого был доставлен для проведения патологоанатомического исследования в институт животноводства и ветеринарной медицины Приморского государственного аграрно-технологического университета.

**Ключевые слова:** маисовый полоз, содержание в неволе, ротовая полость, зубы, желудок, кишечник, сердце, лёгкие, печень.

**Для цитирования:** Камля, И. Л., Момот, Н. В., Колина, Ю. А. Анатомия органов грудобрюшной полости маисового полоза // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 52-56. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.52-56>.

© Камля, И. Л., Момот, Н. В., Колина, Ю. А., 2025

## MORPHOLOGY

Original article

## Anatomy of the organs of the thoracic cavity of the corn runner

Igor' L. Kamliya<sup>1</sup>, Nadezhda V. Momot<sup>2</sup>, Yulia A. Kolina<sup>3</sup><sup>1,2,3</sup> Primorsky State Agrarian and Technological University, Russia, Ussuriysk,<sup>1</sup> kaml\_4@inbox.ru<https://orcid.org/0000-0001-6755-6407><sup>2</sup> momot1953@bk.ru<https://orcid.org/0000-0002-0582-6253><sup>3</sup> momot18@mail.ru<https://orcid.org/0000-0002-0350-1279>

**Abstract.** Terrariums are becoming more popular every day. There has been a significant increase in the number of exotic animals, particularly reptiles, kept at home. At the same time, these animals are relatively new objects for keeping at home, which leads to significant difficulties in keeping and feeding them. To overcome these difficulties, accurate knowledge of the general biology of animals bred at home is essential. In their work, the authors gave an anatomical description of the internal organs of the corn runner. One of the important and informative diagnostic methods is ultrasound and radiography, which are feasible only with sufficient knowledge of the structure, features and relative location of internal organs. Thanks to these methods, it is possible to make or clarify diagnoses of organs of various systems. At the same time, information on the anatomy of these animal species, in particular topographic, is often contradictory and fragmentary. Knowledge of the biology of bred animal species is essential to create optimal conditions for keeping and feeding an animal. The basis of general biological knowledge is the anatomy of a specific animal species. In addition, knowledge of anatomy is essential for the timely diagnosis, treatment and prevention of diseases of various origins. The purpose of our research was to study the structure of the internal organs and their topography of the corn runner, whose corpse was taken for pathological examination to the Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine of Primorsky State Agrarian Technological University.

**Keywords:** corn runner, captivity, mouth, teeth, stomach, intestines, heart, lungs, liver.

**For citation:** Kamliya, I. L., Momot, N. V., Kolina, Yul. A. Anatomy of the organs of the thoracic cavity of the corn runner // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):52-56. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.52-56>.

### Актуальность

С каждым днём возрастает популярность террариумистики. Популярным становится вопрос приобретения и содержания в домашних условиях экзотических животных, в частности, рептилий [1, 3]. Вместе с этим, актуальной для ветеринарного врача становится диагностика заболеваний и терапия таких животных.

Важными и информативными способами диагностики являются метод УЗИ и рентгенография, которые осуществимы только при достаточном знании строения, особенностей и взаимного расположения внутренних органов. Благодаря этим способам можно поставить или уточнить диагноза органов различных систем. При этом сведения по анатомии указанных

видов животных, в частности топографической, зачастую носят противоречивый и фрагментарный характер [2-5]. Знание биологии разводимых видов животных являются необходимыми для создания животному оптимальных условий содержания и кормления. Основу общебиологических знаний составляет анатомия конкретного вида животного. Кроме того, знания анатомии крайне необходимы для своевременной диагностики, лечения и профилактики различных по происхождению болезней.

**Цель исследований.** Целью наших исследований было изучить строение и топографию внутренних органов маисового полоза, труп которого был доставлен для проведения патологоанатомического исследования в институт животноводства и ветеринарной медицины Приморского государственного аграрно-технологического университета.

### Материалы и методы

В качестве основного метода исследований нами использовалось обычное и тонкое препарирование. Для обработки полученных результатов исследований применялась морфометрия и описание внешнего вида животного с последующим сравнением полученных данных с литературными источниками.

### Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведённых исследований получены следующие данные.

**Сердечно-сосудистая система.** Сердце лежит в околосердечной сумке, образованной перикардом, который переходит также на основания артериальных стволов и плотно срастается с ними. Поверхность сердца покрыта тонкой оболочкой – эпикардом. Сердце состоит из трёх камер – правого и левого предсердий и одного желудочка. Желудочек занимает каудальную часть сердца. Стенки его толстые, светло-красного цвета. Предсердия лежат впереди желудочка. Правое предсердие крупнее левого и располагается в

основном на вентральной стороне сердца. Левое предсердие несколько меньше и занимает левую и дорсальную часть передней половины сердца. Между предсердиями лежит пучок крупных артериальных сосудов. Вентрально располагается толстый ствол левой дуги аорты.

**Аппарат дыхания.** Характерна редукция одного лёгкого. Начинается дыхательный аппарат ноздрями, которые связаны с хоанами. Трахея тянется по вентральной стенке пищевода. Трахея представлена хрящевыми полукольцами, не смыкающимися на дорсальной стороне. На уровне предсердий трахея перекрещивается с пищеводом, переходя на дорсальную сторону. На уровне желудочка сердца задний край трахеи входит в лёгкое. Нормально развитым у рептилий является только правое лёгкое. Оно начинается на уровне сердца и тянется почти до половины длины полости тела. Левое лёгкое сохраняется в виде небольшой дольки, прилегающей к самому заднему концу трахеи.

**Аппарат пищеварения.** Гортанная щель чётко видна на складчатом дне ротовой полости. Она располагается в передней части дна ротовой полости. Чуть роstralнее от гортанной щели расположено отверстие влагалища языка, через которое высовывается его раздвоенный конец. В задней части ротовой полости расположено широкое отверстие пищевода.

**Пищевод** – длинная, относительно широкая трубка, начинающаяся от ротовой полости, тянущаяся дорсальнее трахеи и без резких границ переходящая в желудок.

**Желудок** является непосредственным продолжением пищевода. Желудок имеет больший диаметр, форма его – трубкообразная. Он тянется вентральнее лёгкого и на значительном протяжении прикрыт печенью.

**Отделы кишечника** с трудом дифференцируются. Сильной извитостью кишечника характеризуется на большей части своей длины. В переднем отделе кишечника, в области которого распола-

гаются желчный пузырь, поджелудочная железа и селезёнка, наблюдается уплотнение тканей.

В кишечнике можно чётко различить две части: переднюю извитую – тонкий кишечник, и заднюю прямую – толстый кишечник. В передний отдел тонкого кишечника открываются желчный проток и проток поджелудочной железы.

*Прямая кишка* – задний, несколько расширенный отдел толстого кишечника, который открывается в клоаку.

*Печень* занимает в полости тела вентральное положение, простираясь от сердца до начала тонкого кишечника. Печень несколько смещена к правой стороне тела животного.

*Желчный пузырь* расположен на уровне начала тонкого кишечника, тёмно-зелёного цвета.

*Поджелудочная железа* лежит в районе начала двенадцатиперстной кишки рядом с селезёнкой и желчным пузырём.

*Мочеполовой аппарат.* Органы мочеиспускания представлены парными почками и отходящими от них мочеточниками. Мочевой пузырь отсутствует.

С левой стороны на уровне заднего конца жирового тела видна дольчатая левая почка. Правая почка располагается значительно краниальнее левой так, что её задний конец лежит на уровне средней части левой почки.

Краниальнее переднего конца почки у самок располагается левый яичник. Рядом с железой лежит тело надпочечника. Яичники, как и почки, лежат на одном уровне. Левый яичник расположен несколько каудальнее правого. Каждый яичник представляет собой сильно вытянутое в длину тело, включающее желтоватого цвета фолликулы. Весь яичник подвешен к дорсальной стенке тела на тонкой брыжейке.

*Яйцевод* – широкая тонкостенная трубка, расположенная по бокам задней части полости тела. Каждый яйцевод начинается латеральнее половой железы широкой, но очень тонкостенной воронкой яйцевода. Каудальный конец каждого яйцевода открывается в клоаку.

### Выводы

Анализируя особенности анатомии внутренних органов маисового полоза, в частности, аппарата пищеварения, мы пришли к выводу, что для кормления данного вида животного должны использоваться преимущественно корма животного происхождения. На это указывает относительно небольшая длина кишечника и сильное развитие печени. Нарушение этого правила может привести к тяжёлым нарушениям процессов обмена веществ в организме животного.

### Библиографический список

1. Алексеев, В. Н. Рептилии и амфибии. Гекконы, лягушки и вараны: Энциклопедия/Алексеев, В. Н. – М., Умка, 2023, 48 с.
2. Белолипецкая, С. В. Строение аппарата дыхания и сердечно-сосудистой системы варана / С. В. Белолипецкая, И. Л. Камля // Инновации молодых – развитию сельского хозяйства: Материалы 60 Всероссийской студенческой научной конференции, Усурийск, 18–22 марта 2024 года. – Усурийск: Приморский государственный аграрно-технологический университет, 2024. – С. 182-184.
3. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. Учеб. пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов./ А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Иценко, А. К. Рустамов, Н. Н. Щербак. – М., «Просвещение», 1977. 415 с.

4. Радомская, А. А. Определение видовой принадлежности ящерицы / А. А. Радомская, И. Л. Камлия, Ю. А. Колина // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства Дальнего Востока: Материалы VI Международной научно-практической конференции, Уссурийск, 27–28 ноября 2023 года. – Уссурийск: Приморский государственный аграрно-технологический университет, 2023. – С. 72–74.
5. Радомская, А. А. Анатомия аппарата пищеварения варана / А. А. Радомская, И. Л. Камлия // Инновации молодых – развитию сельского хозяйства: Материалы 60 Всероссийской студенческой научной конференции, Уссурийск, 18–22 марта 2024 года. – Уссурийск: Приморский государственный аграрно-технологический университет, 2024. – С. 98–100.

### References

1. Alekseev, V. N. Reptilii i amfibii. Gekkony, lyagushki i varany: Enciklopediya/Alekseev V.N. – М., Umka, 2023, 48 s.
2. Belolipeckaya, S. V. Stroenie apparata dyhaniya i serdechno-sosudistoj sistemy varana / S. V. Belolipeckaya, I. L. Kamliya // Innovacii molodyh – razvitiyu sel'skogo hozyajstva: Materialy 60 Vserossijskoj studencheskoj nauchnoj konferencii, Ussurijsk, 18–22 marta 2024 goda. – Ussurijsk: Primorskij gosudarstvennyj agrarno-tehnologicheskij universitet, 2024. – S. 182–184.
3. Opredelitel' zemnovodnyh i presmykayushchihsya fauny SSSR. Ucheb. posobie dlya studentov biol. special'nostej ped. in-tov./ A. G. Bannikov, I. S. Darevskij, V. G. Ishchenko, A. K. Rustamov, N. N. SHCHerbak. – М., "Prosveshchenie", 1977. 415 s.
4. Radomskaya, A. A. Opredelenie vidovoj prinadlezhnosti yashchericy / A. A. Radomskaya, I. L. Kamliya, YU. A. Kolina // Rol' agrarnoj nauki v razvitii lesnogo i sel'skogo hozyajstva Dal'nego Vostoka: Materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Ussurijsk, 27–28 noyabrya 2023 goda. – Ussurijsk: Primorskij gosudarstvennyj agrarno-tehnologicheskij universitet, 2023. – S. 72–74.
5. Radomskaya, A. A. Anatomiya apparata pishchevareniya varana / A. A. Radomskaya, I. L. Kamliya // Innovacii molodyh – razvitiyu sel'skogo hozyajstva: Materialy 60 Vserossijskoj studencheskoj nauchnoj konferencii, Ussurijsk, 18–22 marta 2024 goda. – Ussurijsk: Primorskij gosudarstvennyj agrarno-tehnologicheskij universitet, 2024. – S. 98–100.

**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 12.05.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025;  
принята к публикации 01.09.2025.  
The article was submitted 12.05.2025; approved after reviewing 28.08.2025;  
accepted for publication 01.09.2025.

### Информация об авторах:

**Камлия Игорь Лаврентьевич**, кандидат ветеринарных наук, доцент  
**Момот Надежда Васильевна**, доктор ветеринарных наук, профессор  
**Колина Юлия Александровна**, доктор биологических наук, профессор

### Information about the authors:

**Igor' L. Kamliya**, candidate of veterinary sciences, associate professor  
**Nadezhda V. Momot**, professor;  
**Yulia A. Kolina**, professor

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 57-63.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):57-63.

## МОРФОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.57-63  
УДК 591.1:599.735:591.17

# Анатомо-морфометрические закономерности строения верхней и нижней челюстей соболя чёрной пушкинской породы

Каюмова Элина Ильгизовна<sup>1</sup>, Зеленецкий Николай Вячеславович<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> [kaiumova\\_neurovet@mail.ru](mailto:kaiumova_neurovet@mail.ru)

<https://orcid.org/> нет

<sup>2</sup> [zvnprof@mail.ru](mailto:zvnprof@mail.ru)

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

**Аннотация.** Пушное звероводство в России – перспективная отрасль сельскохозяйственного производства. Одним из объектов звероводства являются соболи; их мех считается ценной продукцией. Удачное содержание в неволе этих зверей в первую очередь зависит от режима кормления. Задача подобрать ту кормовую базу, при которой животные смогут эффективно функционировать, является первостепенной. Тип потребляемого корма напрямую зависит от особенностей строения пищеварительной системы и, в особенности, начальной части пищеварительной трубки – ротовой полости. Часто в рационе соболей встречается рыба, зерновые и злаковые продукты, которыми соболи могут травмировать слизистую оболочку ротовой полости или повредить более глубоко лежащие структуры. Травмы в области ротовой полости приводят к снижению аппетита или его отсутствию, что влечёт за собой ухудшение качества шерсти – главного продукта животноводства. Костную основу ротовой полости составляют верхняя и нижняя челюсти. Знание анатомических особенностей строения челюстей позволит подобрать корм, который соответствует анатомическим особенностям соболей, а также поможет исключить различные повреждения ротовой полости при кормлении и избежать расстройств дальнейших отделов пищеварительного тракта, впоследствии приводящих к снижению качества продукции. Цель работы – изучить особенности строения верхней и нижней челюстей соболя чёрной пушкинской породы. В настоящее время пушное звероводство – интенсивно развивающаяся отрасль сельскохозяйственного производства. Одним из дорогостоящих образцов пушнины являются шкурки соболей, в частности чёрной пушкинской породы. Качество продукции напрямую зависит от состояния здоровья соболей, а также от качества их содержания. Нередко животные могут травмировать ротовую полость при поедании корма, что может приводить к ухудшению или отсутствию аппетита, следовательно, к снижению качества шкурки. Изучение анатомических особенностей пушных зверей помогает повысить качество их содержания в неволе, а также повы-

© Каюмова, Э. И., Зеленецкий, Н. В., 2025

сить качество пушнины. Исследования проводились на базе кафедры анатомии животных, было исследовано 10 черепов соболей чёрной пушкинской породы в возрасте физиологической зрелости. Морфометрические параметры измерялись при помощи электронного штангенциркуля, также проводилась компьютерная томография головы. В результате проведённого исследования определены особенности строения челюстного аппарата у соболей, указаны морфометрические показатели, определены прикусы соболей чёрной пушкинской породы, зубная формула.

**Ключевые слова:** морфология, морфометрия, верхняя челюсть, нижняя челюсть, соболь, прикус.

**Для цитирования:** Каюмова, Э. И., Зеленецкий, Н. В. Строение и морфометрия верхней и нижней челюсти соболя чёрной пушкинской породы // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 57-63. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.57-63>.

### MORPHOLOGY

Original article

## Anatomical and morphometric regularities of the structure of the upper and lower jaws of the black Pushkin sable

Elina I. Kayumova<sup>1</sup>, Nikolay V. Zelenevskiy<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup> [kaiumova\\_neurovet@mail.ru](mailto:kaiumova_neurovet@mail.ru)

<https://orcid.org/no>

<sup>2</sup> [znvprof@mail.ru](mailto:znvprof@mail.ru)

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

**Abstract.** Fur farming in Russia is a promising branch of agricultural production. One of the objects of animal husbandry is sables; their fur is considered a valuable product. Successful keeping of these animals in captivity primarily depends on the feeding regime. The need to find the right food supply for the animals to function effectively is paramount. The type of food consumed directly depends on the structural features of the digestive system and, in particular, the initial part of the digestive tube – the oral cavity. Fish, grains, and cereal structures are often found in the diet of sables, which sables can use to injure the oral mucosa or damage deeper-lying structures. Injuries in the oral cavity lead to a decrease in appetite or lack of it, which leads to a deterioration in the quality of wool, the main product of animal husbandry. The bone base of the oral cavity consists of the upper and lower jaw. Knowledge of the anatomical features of the jaw structure will allow you to choose a food that corresponds to the anatomical features of sables, and will also help to eliminate various damage to the oral cavity during feeding and avoid disorders of further parts of the digestive tract, subsequently leading to a decrease in product quality. The purpose of the work is to study the structural features of the upper and lower jaw of the sable of the black Pushkin breed. Currently, fur farming is a developed area of agricultural production. One of the expensive samples of fur is sable skins, in particular skins of the black Pushkin breed. The quality of the product directly depends on the health of the sables, as well as on the quality of their maintenance. Often, animals can injure the oral cavity when eating food, which can lead to a deterioration or lack of appetite, and therefore, to a decrease in the quality of the skin. The

study of the anatomical features of fur animals helps to improve the quality of their maintenance in captivity, as well as to improve the quality of fur. The studies were conducted at the Department of Animal Anatomy, 10 skulls of black Pushkin sables at the age of physiological maturity were examined. Morphometric parameters were measured using an electronic caliper, and computed tomography of the head was also performed. As a result of the study, the structural features of the jaw apparatus in sables were determined, morphometric indicators were indicated, bites of black Pushkin sables and the dental formula were determined.

**Keywords:** morphology, morphometry, upper jaw, lower jaw, sable, bite.

**For citation:** Kayumova, E. I., Zelenevskiy, N. V. Structure and morphometry of the upper and lower jaw of the black Pushkin sable // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):57-63. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.57-63>.

## Введение

В наши дни в России пушное звероводство – перспективная отрасль сельскохозяйственного производства. Одним из объектов звероводства являются соболи, их мех считается ценной продукцией [1]. Удачное содержание в неволе этих зверей в первую очередь зависит от режима кормления [2, 3]. Задача подобрать ту кормовую базу, при которой животные смогут эффективно функционировать, является первостепенной. Тип потребляемого корма напрямую зависит от особенностей строения пищеварительной системы [4] и, в особенности, начальной части пищеварительной трубки – ротовой полости. Часто в рационе соболей встречается рыба, зерновые и злаковые продукты, которыми соболи могут травмировать слизистую оболочку ротовой полости или повредить более глубоко лежащие структуры. Травмы в области ротовой полости приводят к снижению аппетита или его отсутствию, что влечёт за собой ухудшение качества шерсти – главного продукта животноводства. Костную основу ротовой полости составляют верхняя и нижняя челюсти [5, 6]. Знание анатомических особенностей строения челюстей позволит подобрать корм, который соответствует анатомическим особенностям соболей, а также поможет исключить различные повреждения ротовой полости при кормлении и избежать расстройств дальнейших отделов пищеварительного тракта, впоследствии приводящих к снижению качества продукции.

В связи с вышесказанным, **цель нашей работы** – изучить особенности строения верхней и нижней челюстей соболя чёрной пушкинской породы.

## Материалы и методика исследований

Исследования проводились на базе кафедры анатомии животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины». В качестве кадаверного материала были использованы 10 черепов соболя чёрной пушкинской породы в возрасте хозяйственной зрелости (15-16 месяцев). Препараты черепа изготавливались по общепринятой методике мацерации [7, 8]. Линейные параметры костей определяли с помощью электронного штангенциркуля модели «Тамо professional» с ценой деления 0,05 мм, производства США [9].

Также была проведена компьютерная томография головы соболя с последующей 3D реконструкцией черепа.

Все анатомические термины соответствуют Международной ветеринарной анатомической номенклатуре, пятая редакция, перевод и русская терминология профессора Зеленецкого, Н. В. (2013) [10].

## Результаты исследования и их обсуждение

Нижнечелюстная кость – *mandibula* – парная.

Каждая нижнечелюстная кость представлена телом – *corpus mandibulare*, длина которого составляет  $4,50 \pm 0,45$  см,

и ветвью – *rami mandibulare*, длина которой равна  $2,00 \pm 0,20$  см. Рострально тело нижней челюсти выглядит относительно гладким и округлым, несёт на себе два три подбородочных отверстия – *foramen mentale*. Самое большое подбородочное отверстие лежит каудальнее остальных на уровне третьего премоляра (либо между третьим и четвёртым премолярами). Диаметр самого крупного подбородочного отверстия составляет  $0,05 \pm 0,01$  см.

Ветвь нижней челюсти имеет форму треугольника и несёт на себе три заметных отростка. Ширина ветви составляет  $1,23 \pm 0,12$  см, толщина –  $0,43 \pm 0,04$  см, длина –  $1,52 \pm 0,15$  см.

Венечный отросток – *processus coronoideus* – направлен вертикально вверх, является самым крупным: его длина составляет –  $1,30 \pm 0,13$  см, а ширина –  $0,95 \pm 0,095$  см. Венечный отросток занимает большую часть ветви нижней челюсти. Он глубоко заходит в височную ямку – *fossa temporalis*, к нему прикрепляется развитая у соболя мощная височная мышца – *musculus temporalis*. Такое строение делает невозможным движение челюсти вперед и назад.

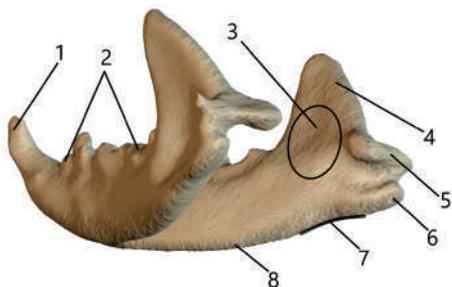
Мыщелковый отросток – *processus condylaris* – расположен на уровне альве-

олярного края и имеет вид конуса; его основание направлено в сторону моляров. Он отходит вентральнее венечного отростка и служит для сочленения с височной костью – *os temporale*. Мыщелковый отросток уступает по размерам венечному: длина его составляет  $0,40 \pm 0,04$  см, а ширина –  $0,20 \pm 0,02$  см (рисунок 1).

От угла нижней челюсти – *angulus mandibulae* – отходит третий отросток, который носит название углового – *processus angularis*. Он является самым маленьким, его длина составляет  $0,20 \pm 0,01$  см, а ширина –  $0,020 \pm 0,002$  см.

На латеральной поверхности ветви нижней челюсти располагается хорошо выраженная ямка большой жевательной мышцы – *fossa masseterica*, служащая для прикрепления одноимённой мышцы. Длина её составляет  $1,60 \pm 0,16$  см, ширина –  $1,00 \pm 0,10$  см (рисунок 2).

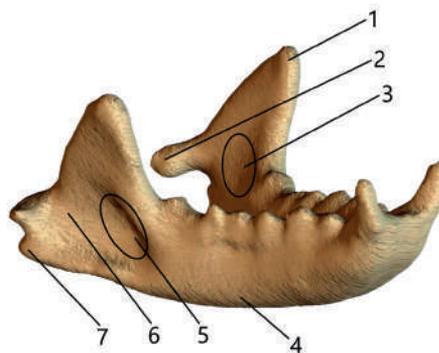
На медиальной поверхности ветви нижнечелюстной кости располагается ямка крыловидной мышцы – *fossa pterygoidea*, длина которой составляет  $0,88 \pm 0,09$  см, а ширина –  $0,91 \pm 0,09$  см. За ней, между венечным и мыщелковым отростком, располагается нижнечелюстное отверстие диаметром  $0,080 \pm 0,008$  см, которое ведёт в нижнечелюстной канал.



**Рисунок 1** – Нижнечелюстная кость соболя чёрной пушкинской породы.

Каудолатеральная поверхность:

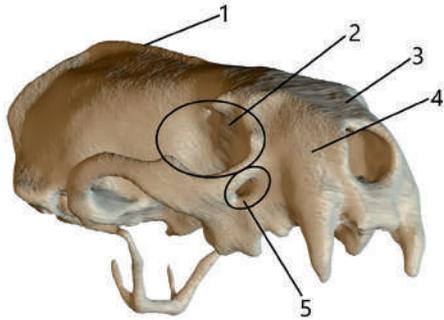
- 1 – клык; 2 – премоляры и моляры; 3 – крыловидная ямка; 4 – венечный отросток;
- 5 – мыщелковый отросток;
- 6 – угловой отросток; 7 – лицевая сосудистая вырезка; 8 – тело



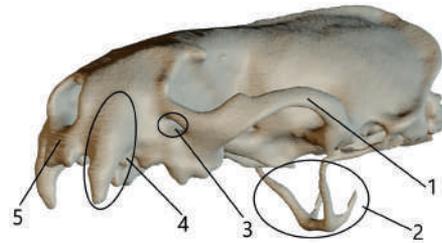
**Рисунок 2** – Нижнечелюстная кость соболя чёрной пушкинской породы.

Краниолатеральная поверхность:

- 1 – венечный отросток;
- 2 – мыщелковый отросток;
- 3 – крыловидная ямка; 4 – тело;
- 5 – жевательная ямка; 6 – ветвь;
- 7 – угловой отросток



**Рисунок 3** – Череп соболя чёрной пушкинской породы. Краниолатеральная поверхность: 1 – сагиттальный гребень; 2 – орбита глаза; 3 – носовые кости; 4 – тело верхнечелюстной кости; 5 – подглазничное отверстие

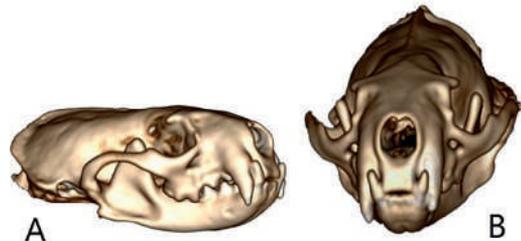


**Рисунок 4** – Череп соболя чёрной пушкинской породы, Латеральная поверхность: 1 – скуловая дуга; 2 – подязычная кость; 3 – подглазничное отверстие; 4 – клык с альвеолярной лункой; 5 – резцы

Верхнечелюстная кость соболя – *maxilla* – также парная. Она уступает в размере нижнечелюстной: её длина составляет  $3,10 \pm 0,31$ , а ширина –  $0,79 \pm 0,08$  см. Лицевой и верхнечелюстной бугры – *tuber faciale et maxillae* – не выражены. На латеральной поверхности верхнечелюстной кости располагается подглазничное отверстие – *foramen infraorbitale*, – диаметром  $0,50 \pm 0,05$  см, которое ведёт в область клинонёбной ямки – *fossa sphenopalatinae* – и открывается в ней верхнечелюстным отверстием – *foramen maxillare* (рисунок 3). На лицевой поверхности верхнечелюстной кости ярко выражены альвеолярные лунки клыковых зубов (рисунок 4).

Зубная формула соболя представлена: тремя резцовыми зубами, одним клыковым зубом, четырьмя премолярами на верхней и нижней челюстях, а также одним моляром на верхней челюсти и двумя молярами на нижней (I3/3, C1/1, P4/4, M 1/2). Она аналогична зубным формулам хищных из семейства куньих.

Правая и левая верхние челюсти в области премоляров и моляров расставлены шире, чем нижние. Таким образом окколлизонная поверхность премоляров и моляров верхних челюстей соприкасается с зубами нижних челюстей только своими медиальными частями. Такой прикус носит название анизогнатия [11].



**Рисунок 5** – Череп соболя чёрной пушкинской породы: А – анизогнатия; В – ножницеообразный прикус (лабидодонтия)

Полный контакт между этими зубами возникает только попеременно при жевании то с одной, то с другой стороны аркады. При этом нижняя челюсть совершает растирающие, перемалывающие боковые движения.

По отношению к длине верхней и нижней челюстей, резцы верхней челюсти своими окклюзионными поверхностями полностью смыкаются с окклюзионными поверхностями резцов нижней челюсти. Если сравнивать с прикусами у собак, то такой прикус у соболя чёрной пушкинской породы будет соответствовать – ножницеообразному прикусу (лабидодонтия) [11].

### Выводы

В результате проведённого исследования были выявлены некоторые видовые

особенности в строении структур верхней и нижней челюсти соболя чёрной пушкинской породы, а также определены их морфометрические показатели. Определена зубная формула, а также типы прикусов у соболя чёрной пушкинской породы. Челюсти соболей анизогнатны, что также характерно для собаки, кошки, лошади. Зубная формула соболя соответствует зубным формулам куньих, в сравнении с собаками и кошками есть различия в количестве коренных зубов. Так для собак характерно наличие двух моляров на верхней челюсти и трёх моляров на нижней [12, 13], для кошек – трёх премоляров на верхней и двух премоляров на нижней челюстях и

всего по одному моляру на верхней и нижней челюстях [13], для соболя – наличие четырёх премоляров на верхней и нижней челюсти, один моляр на верхней и два моляра на нижней.

Результаты исследования могут быть использованы морфологами, анатомами, а также ветеринарными специалистами, как теоретическая база анатомии скелета верхней и нижней челюстей соболя чёрной пушкинской породы. Знания анатомии помогут в подборе оптимального рациона в соответствии с особенностями строения челюстей, а также в случае лечения травматических патологий в области ротовой полости.

### Библиографический список

1. Смоленцева, Е. В. Современное состояние и особенности отрасли пушного звероводства в Российской Федерации//Проблемы современной науки и образования – 2015. – № 5. – С. 54-55.
2. Lari viere, S., Jennings, A. P. Family Mustelidae (weasels and relatives)//Handbook of the mammals of the world. V. 1. Carnivores (D.E. Wilson, K.A. Mittermeier, eds.). Barcelona: Lynx Edicions. – 2009. – P. 532–563.
3. Monakhov, V. G. *Martes zibellina* (Carnivora: Mustelidae)//Mammalian Species –2011. – V. 43. – № 1. – P.75–86.
4. Poślusznny, M., Pilot, M., Goszczyński, J., Gralak B. Diet of sympatric pine marten (*Martes martes*) and stone marten (*Martes foina*) identified by genotyping of DNA from faeces//Annales Zoologici Fennici. – 2007. – V. 44. – P. 269–284.
5. Рядинская, Н. И., Малофеев, Ю. М. Особенности строения скелета соболя//Известия Оренбургского государственного университета – 2020. – С. 25-27.
6. Монахов, В. Г. Сравнительная характеристика зимнего питания соболя (*Martes zibellina*) и лесной куницы (*Martes martes*, Carnivora, Mustelidae) в Гризуалье//Зоологический журнал –2016. – Т. 95. – № 9. – С. 1087-1095.
7. Глушонок, С. С. Анатомо-топографические особенности костей черепа гуся породы крупный серый / С. С. Глушонок, Д. С. Былинская, В. А. Хватов // Иппология и ветеринария. – 2022. – № 3(45). – С. 111-118.
8. Морфологические особенности строения черепа выдры речной (*Lutra lutra*) / С. В. Вирунен, М. В. Щипакин, Н. В. Зеленецкий [и др.] // Иппология и ветеринария. – 2017. – № 2(24). – С. 30-33.
9. Лицевой череп бобра речного (*Castor fiber*) / Д. С. Былинская, М. В. Щипакин, А. В. Прусаков [и др.] // Иппология и ветеринария. – 2015. – № 3(17). – С. 30-34.
10. Зеленецкий, Н. В. Международная ветеринарная анатомическая номенклатура на латинском и русском языках. *Nomina Anatomica Veterinaria*: учебное пособие / Н.В. Зеленецкий. – Санкт-Петербург: Лань. – 2013. 352 с.
11. Фролов, В. В. Клинические типы прикуса у собак//Российский ветеринарный журнал – 2017. – № 5. – С.18-23.
12. Монахов, В. Г. Видоспецифичность строения фронтальной части черепа у соболя (*Martes zibellina*) и куницы лесной (*Martes martes*) // Зоологический журнал – 2020. – Т. 99. – № 11. – С. 1298-1306.
13. Cecilia Gorrel, Susanne Andersson, Leen Verhaert / *Veterinary Dentistry for the General Practitioner, second edition* – 2013. – P. 228.

**Referenses**

1. Smolenceva, E. V. *Sovremennoe sostoyanie i osobennosti otrasli pushnogo zverovodstva v Rossijskoj federacii//Problemy` sovremennoj nauki i obrazovaniya – 2015. – № 5. – S. 54-55.*
2. Lari´viere, S., Jennings, A. P. *Family Mustelidae (wea sels and relatives)//Handbook of the mammals of the world. V. 1. Carnivores (D.E. Wilson, K.A. Mittermeier, eds.). Barcelona: Lynx Edicions. – 2009. – P. 532–563.*
3. Monakhov, V. G. *Martes zibellina (Carnivora: Mustelidae)//Mammalian Species –2011. – V. 43. – № 1. – R.75–86.*
4. Posłuszny, M., Pilot, M., Goszczyński, J., Gralak B. *Diet of sympatric pine marten (Martes martes) and stone marten (Martes foina) identified by genotyping of DNA from faeces//Annales Zoologici Fennici. – 2007. – V. 44. – P. 269–284.*
5. Ryadinskaya, N. I., Malofeev, Yu. M. *Osobennosti stroeniya skeleta sobolya//Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta – 2020. – S. 25-27*
6. Monaxov, V. G. *Sravnitel'naya xarakteristika zimnego pitaniya sobolya (Martes zibellina) i lesnoj kunicy (Martes martes, Carnivora, Musrtelidae) v Griural'e//Zoologicheskij zhurnal –2016. – T. 95. – № 9. – S. 1087-1095.*
7. Glushonok, S. S. *Anatomo-topograficheskie osobennosti kostej cherepa gusya porody` krupny`j sery`j / S. S. Glushonok, D. S. By`linskaya, V. A. Xvatov // Ippologiya i veterinariya. – 2022. – № 3(45). – S. 111-118.*
8. *Morfologicheskie osobennosti stroeniya cherepa vy`dry` rechnoj (Lutra Lutra) / S. V. Virunen, M. V. Shhipakin, N. V. Zelenevskij [i dr.] // Ippologiya i veterinariya. – 2017. – № 2(24). – S. 30-33.*
9. *Licevoj cherep bobra rechnogo (Castor fiber) / D. S. By`linskaya, M. V. Shhipakin, A. V. Prusakov [i dr.] // Ippologiya i veterinariya. – 2015. – № 3(17). – S. 30-34.*
10. *Zelenevskij, N. V. Mezhdunarodnaya veterinarnaya anatomicheskaya nomenklatura na latinskom i russskom yazy`kax. Nomina Anatomica Veterinaria: uchebnoe posobie / N.V. Zelenevskij. – Sankt-Peterburg: Lan`. – 2013.352 s.*
11. Frolov, V. V. *Klinicheskie tipy` prikusa u sobak//Rossijskij veterinarny`j zhurnal – 2017. – № 5. – S.18-23.*
12. Monaxov, V. G. *Vidospecifichnost` stroeniya frontal`noj chasti cherepa u sobolya (Martes zibellina) i kunicy lesnoj (Martes martes) // Zoologicheskij zhurnal – 2020. – T. 99. – № 11. – S. 1298-1306.*
13. Cecilia Gorrel, Susanne Andersson, Leen Verhaert / *Veterinary Dentistry for the General Practitioner, second edition – 2013. – P. 228.*

**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 03.06.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 03.06.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

**Информация об авторах:**

Каюмова Элина Ильгизовна, аспирант

Зеленевский Николай Вячеславович, доктор ветеринарных наук, профессор,

**Information about the authors:**

Elina I. Kayumova, postgraduate student

Nikolay V. Zelenevsky, doctor of veterinary sciences, professor

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 64-71.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):64-71.

**МОРФОЛОГИЯ**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.64-71  
УДК 591.4+636:611.34]:636.92

**Макроморфологические особенности  
внеорганного артериального русла ободочной  
кишки кроликов калифорнийской породы  
9-месячного возраста**

**Порублев Владислав Анатольевич<sup>1</sup>, Тамбиева Диана Магомедовна<sup>2</sup>,  
Шестаков Дмитрий Евгеньевич<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Ставропольский государственный аграрный университет, Россия, г. Ставрополь

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

<https://orcid.org/0000-0002-8564-66>

<sup>2</sup> diana.tambiyeva.01@inbox.ru

[https://orcid.org/ нет](https://orcid.org/)

<sup>3</sup> dima.shestakov.22@mail.ru

[https://orcid.org/ нет](https://orcid.org/)

**Аннотация.** В представленной научной работе перед её авторами была поставлена цель изучения макроморфологических особенностей внеорганного артериального русла ободочной кишки кроликов калифорнийской породы 9-месячного возраста. Исследования проводились на базе кафедры паразитологии и ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии им. профессора С.Н. Никольского ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет». Материалом для исследования служили кишечники пяти самок кроликов калифорнийской породы девятимесячного возраста, взятые в виварии института ветеринарии и биотехнологий Ставропольского государственного аграрного университета. При исследовании были использованы следующие методы: препарирование, инъекция сосудов контрастными массами, макроморфометрии, макрофотографии, статистический и компьютерного моделирования. В результате исследований установлено, что в кровоснабжении большой и малой ободочных кишок и частично подвздошной кишки принимают участие четыре артерии подвздошнолепоободочного ствола: краниальная, каудальная и средняя правые ободочные артерии, а также подвздошноободочная артерия. Краниальная правая ободочная артерия отходит от краниальной артерии слепой кишки, участвует в кровоснабжении начального участка большой ободочной кишки. Кровоснабжение средней и конечной частей большой ободочной кишки осуществляется средней правой ободочной артерией. Подвздошноободочная артерия, разветвляясь дихотомически, отдаёт длинную ветвь, питающую стенку подвздошной кишки и короткую ветвь для начального участка малой ободочной кишки. Каудальная правая ободочная артерия кровоснабжает конечный участок большой ободочной кишки, среднюю часть малой ободочной кишки, а первой из своих ветвей она вступает в анастомоз с подвздошноободочной артерией.

---

© Порублев, В. А., Тамбиева, Д. М., Шестаков, Д. Е., 2025

---

**Ключевые слова:** кролик, кишка, ободочная, артерии, терминальные, кровоснабжение, анастомоз.

**Для цитирования:** Порублев, В. А., Тамбиева, Д. М., Шестаков, Д. Е. Макроморфологические особенности внеорганного артериального русла ободочной кишки кроликов калифорнийской породы 9-месячного возраста // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 64-71. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.64-71>.

## MORPHOLOGY

Original article

## Micromorphological features of the intraorgan arterial bed of the colon of California rabbits aged 9 months

Vladislav A. Porublev<sup>1</sup>, Diana M. Tambieva<sup>2</sup>, Dmitry E. Shestakov<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Stavropol State Agrarian University, Russia, Stavropol

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

<https://orcid.org/0000-0002-8564-66>

<sup>2</sup> diana.tambiyeva.01@inbox.ru

<https://orcid.org/> no

<sup>3</sup> dima.shestakov.22@mail.ru

<https://orcid.org/> no

**Abstract.** In the presented scientific work, the authors set the goal of studying the macromorphological features of the extracorgan arterial bed of the colon of California rabbits of 9-month-old age. The research was conducted on the basis of the Department of Parasitology and Veterinary Medicine, Anatomy and Pathanatomy named after Professor S.N. Nikolsky of the Stavropol State Agrarian University. The material for the study was the intestines of five nine-month-old female California rabbits taken from the vivarium of the Institute of Veterinary Medicine and Biotechnology of Stavropol State Agrarian University. The following methods were used in the study: preparation, injection of vessels with contrast media, macromorphometry, macrophotography, statistical and computer modeling. As a result of the research, it was found that four arteries of the iliac-colonic trunk participate in the blood supply to the large and small colon and partially to the ileum: the cranial, caudal and middle right colon arteries, as well as the ileocolonic artery. The cranial right colon artery departs from the cranial artery of the cecum, participates in the blood supply of the initial part of the large colon. The blood supply to the middle and terminal parts of the large colon is provided by the middle right colon artery. The iliac artery, branching dichotomously, gives off a long branch feeding the wall of the ileum and a short branch for the initial section of the small colon. The caudal right colon artery supplies blood to the terminal section of the large colon, the middle part of the small colon, and the first of its branches enters into anastomosis with the iliac artery.

**Keywords:** rabbit, intestine, colon, arteries, terminal, blood supply, anastomosis.

**For citation:** Porublev, V. A., Tambieva, D. M., Shestakov, D. E. Macromorphological features of the extraorgan arterial bed of the colon of California rabbits of 9-month-old age // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):64-71. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.64-71>.

## Введение

Кролиководство в нашей стране постепенно адаптируется, становясь конкурентоспособным и устойчивым сектором агропромышленного производства. На сегодняшний день население России особенно нуждается в доступных и полезных продуктах питания, в связи с чем мясо кролика представляет собой ценный альтернативный источник животного белка высокого качества с низким содержанием жира и холестерина.

Кролики отличаются скороспелостью по сравнению с другими домашними животными. Они становятся половозрелыми уже на четвёртый месяц после рождения и имеют относительно короткий срок беременности. Наряду с этим, самки кроликов многоплодны и способны к случке в первые-вторые сутки после окрола. Такая биологическая особенность кроликов позволяет повысить рентабельность их выращивания. Кролики активно используются в настоящее время не только как источник мяса и шкуркового сырья, но и в качестве лабораторных моделей в ветеринарной и гуманной медицине. По данным отчёта ЕС за 2010 год, после мышей (59,3%) и крыс (17,7%), лабораторный кролик является третьим наиболее часто используемым подопытным млекопитающим.

Исследованию анатомии кишечника кроликов в разные годы посвятили свои труды такие авторы, как Жеденов, В. Н., Бигдан, С. С. Лукьянов, В. П. [1], Комякова, В. А. [2], Никулина, Н. Б. [3], Порублев, В. А. [4], Шубер, С. С. М. [5], Шубина, Т. П., Чопорова, Н. В. [6], Щипакин, М. В., Прусаков, А. В., Зеленевский, Н. В. [7], Davies, D. D., Jennifer, A. E. [8] и другие. Однако детальных сведений об особенностях анатомии внеоргана артериального русла ободочной кишки кроликов в постнатальном онтогенезе в доступной отечественной и зарубежной литературе нами не обнаружено, что и послужило основанием для проведения его комплексных исследований.

**Цель исследования** – изучение макроморфологических особенностей вне-

органа артериального русла ободочной кишки кроликов калифорнийской породы 9-месячного возраста

## Материал и методы исследований

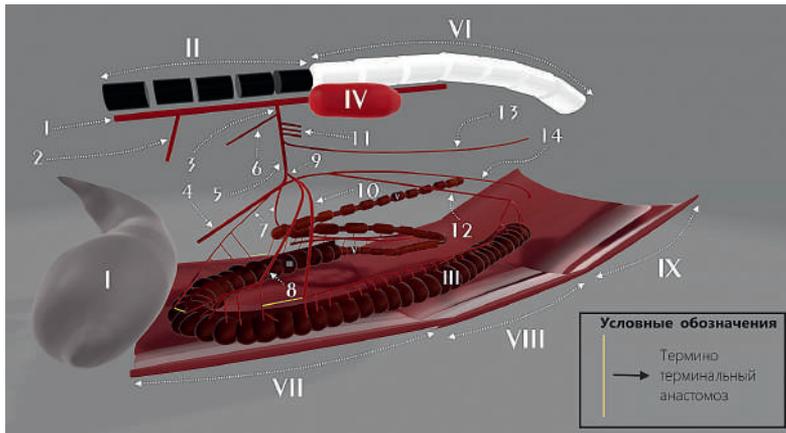
Исследования проводились на базе кафедры паразитологии и ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии им. профессора С. Н. Никольского ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет». Объектом для исследования являлись кишечника пяти самок кроликов калифорнийской породы девятимесячного возраста. Животные содержались в условиях вивария Института ветеринарии и биотехнологий Ставропольского государственного аграрного университета. Все животные были клинически здоровы. Убой производился согласно правил об охране животных, использующихся в научных целях. В работе были использованы следующие методы исследования: препарирование, инъекция сосудов контрастными массами, приготовление тотальных препаратов, макроморфометрии и макрофотографии. Статистическая обработка полученных результатов исследования проведена в программе Microsoft Excel 2016. Моделирование макроанатомии ободочной кишки и её экстраоргана артериального русла осуществлялось в компьютерной программе Paint 3D версии 6.1907.18017.0.

## Результаты эксперимента и их обсуждение

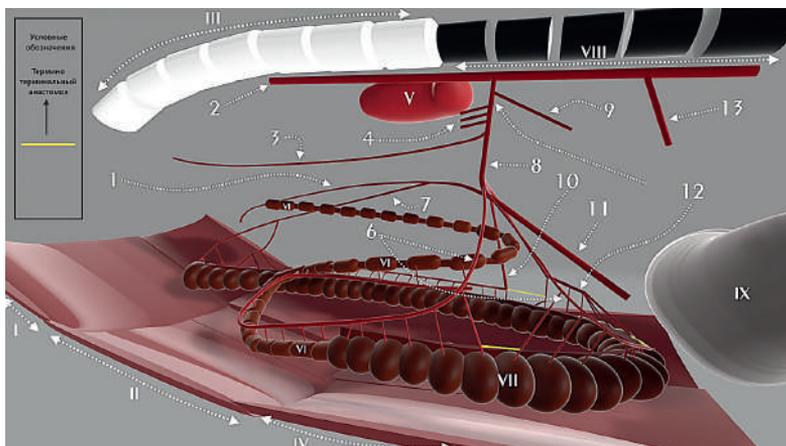
В результате исследования мы выяснили, что в кровоснабжении большой и малой ободочных кишок принимают участие 4 артерии подвздошнослепободочного ствола: краниальная, каудальная и средняя правые ободочные артерии, а также подвздошноободочная артерия (рисунки 1, 2, 3, 4).

Указанные артерии осуществляют кровоснабжение стенок не только большой и малой ободочных кишок, но и частично подвздошной кишки.

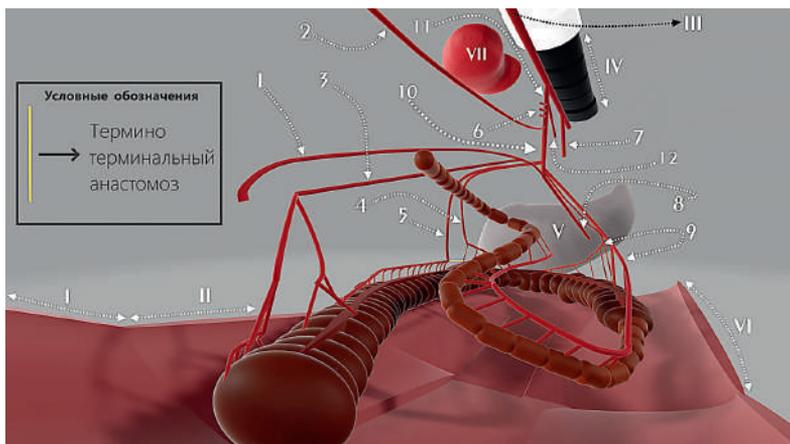
Краниальная правая ободочная артерия отходит от краниальной артерии



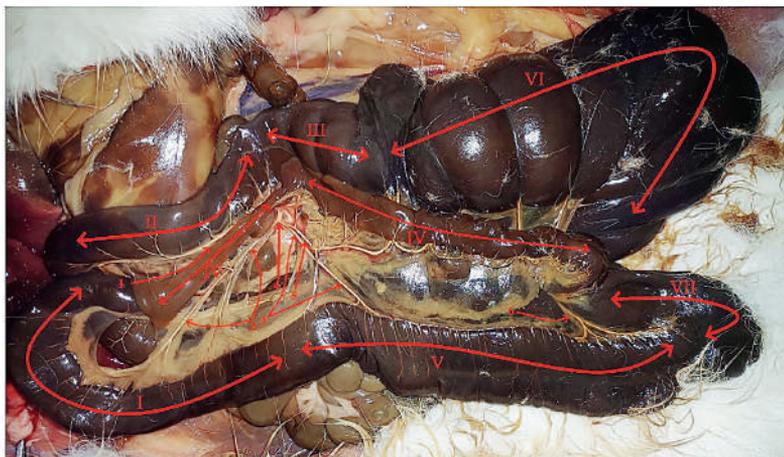
**Рисунок 1** – Схема кровоснабжения ободочной кишки кроликов калифорнийской породы 9-месячного возраста. Вид слева: I – желудок; II – 8-12 грудные позвонки; III – большая ободочная кишка; IV – левая почка; V – малая ободочная кишка; VI – 1-7 поясничные позвонки; VII – эпигастрий; VIII – мезогастрий; IX – гипогастрий. 1 – брюшная аорта; 2 – чревная артерия; 3 – краниальная брыжеечная артерия; 4 – каудальная артерия слепой кишки; 5 – подвздошнослепободочный ствол; 6 – каудальная поджелудочнодвенадцатиперстная артерия; 7 – каудальная правая ободочная артерия; 8 – подвздошноободочная артерия; 9 – общий ствол правых ободочных артерий; 10 – средняя правая ободочная артерия; 11 – тощекишечные артерии; 12 – краниальная правая ободочная артерия; 13 – тощекишечный ствол; 14 – краниальная правая ободочная артерия



**Рисунок 2** – Схема кровоснабжения ободочной кишки кроликов калифорнийской породы 9-месячного возраста. Вид справа: I – гипогастрий; II – мезогастрий; III – 1-7 поясничные позвонки; IV – эпигастрий; V – левая почка; VI – малая ободочная кишка; VII – большая ободочная кишка; VIII – 8-12 грудные позвонки; IX – желудок; 1 – краниальная артерия слепой кишки; 2 – брюшная аорта; 3 – тощекишечный ствол; 4 – тощекишечные артерии; 5 – краниальная брыжеечная артерия; 6 – каудальная правая ободочная артерия; 7 – краниальная правая ободочная артерия; 8 – подвздошнослепободочный ствол; 9 – каудальная поджелудочнодвенадцатиперстная артерия; 10 – средняя правая ободочная артерия; 11 – каудальная артерия слепой кишки; 12 – подвздошноободочная артерия; 13 – чревная артерия.



**Рисунок 3** – Схема кровоснабжения ободочной кишки кроликов калифорнийской породы 9-месячного возраста. Вид сзади. I – гипогастрий; II – мезогастрий; III – 1-й поясничный позвонок; IV – 8-12 грудные позвонки; V – желудок; VI – эпигастрий; 1 – краниальная артерия слепой кишки; 2 – тощекишечный ствол; 3 – краниальная правая ободочная артерия; 4 – подвздошноободочная артерия; 5 – средняя правая ободочная артерия; 6 – тощекишечные артерии; 7 – чревная артерия; 8 – каудальная артерия слепой кишки; 9 – каудальная правая ободочная артерия; 10 – подвздошнослепободочный ствол; 11 – краниальная брыжеечная артерия; 12 – каудальная поджелудочнодвенадцатиперстная артерия.



**Рисунок 4** – Внеорганные артериальные русла ободочной и слепой кишок кроликов калифорнийской породы 9-месячного возраста: I – малая ободочная кишка; II – червеобразный отросток слепой кишки; III – верхушка слепой кишки; IV – подвздошная кишка; V – большая ободочная кишка; VI – тело слепой кишки; VII – головка слепой кишки; 1 – подвздошноаппендикулярная артерия; 2 – каудальная правая ободочная артерия; 3 – средняя правая ободочная артерия; 4 – общий ствол правых ободочных артерий; 5 – подвздошноободочная артерия; 6 – краниальная правая ободочная артерия.

слепой кишки в начале её ветвления, в самом конце первая из них делится дихотомически в области брыжеечного края большой ободочной кишки. В дальнейшем каждая из ветвей краниальной правой ободочной артерии отдаёт множество терминальных артерий для снабжения кровью начального участка большой ободочной кишки (рисунки 1, 2, 3, 4).

Кровоснабжение средней и конечной частей большой ободочной кишки осуществляется средней правой ободочной артерией, имеющей длину  $74,92 \pm 0,75$  мм (рисунки 1, 2, 3, 4). Она отходит общим стволом правых ободочных артерий, затем делится по смешанному типу на две веточки, одной из которых вступает в термино-терминальный анастомоз с краниальной правой ободочной артерией, после чего она отдаёт множество терминальных артерий в стенку большой ободочной кишки (рисунки 1, 2, 3).

От общего ствола правых ободочных артерий длиной  $41,98 \pm 0,78$  мм также отходит подвздошноободочная артерия (рисунки 1, 2, 3). Разветвляясь дихотомически, она отдаёт большую ветвь длиной  $51,78 \pm 1,14$  мм, питающую стенку подвздошной кишки и короткую ветвь для начального участка малой ободочной кишки. В свою очередь, первая из ветвей отдаёт 17-20 терминальных артерий в стенку подвздошной кишки, а вторая – 6-8 конечных артерий в стенку малой ободочной кишки (рисунки 1, 2, 3, 4).

Вместе со средней правой ободочной и подвздошноободочной артериями коротким общим стволом отходит каудальная правая ободочная артерия, которая в на-

чале своего ветвления делится дихотомически на две ветви, одна из которых более короткая, длиной  $21,38 \pm 1,21$  мм, другая более длинная, достигает  $92,90 \pm 1,43$  мм в длину (рисунки 1, 2, 3, 4). Далее, посредством большого количества терминальных артерий (22-26) она кровоснабжает конечный участок большой ободочной кишки, среднюю часть малой ободочной кишки, а первой из своих ветвей каудальная правая ободочная артерия вступает в анастомоз с подвздошноободочной артерией (рисунки 1, 2, 3).

### Выводы

1. В кровоснабжении стенки большой и малой и ободочных кишок принимают участие краниальная, каудальная и средняя правые ободочные артерии, а также подвздошноободочная артерия.

2. Краниальная правая ободочная артерия отходит от краниальной артерии слепой кишки, участвует в кровоснабжении начального участка большой ободочной кишки.

3. Кровоснабжение средней и конечной частей большой ободочной кишки осуществляется средней правой ободочной артерией.

4. Подвздошноободочная артерия, разветвляясь дихотомически, отдаёт длинную ветвь, питающую стенку подвздошной кишки и короткую ветвь для начального участка малой ободочной кишки.

5. Каудальная правая ободочная артерия кровоснабжает конечный участок большой ободочной кишки, среднюю часть малой ободочной кишки, а первой из своих ветвей она вступает в анастомоз с подвздошноободочной артерией.

### Библиографический список

1. Жеденов, В. Н., Бигдан, С. С., Лукьянова, В. П. *Анатомия кролика* // М.: Советская наука, 1957. С. 109-130.
2. Комякова, В. А. *Морфофункциональная характеристика кишечника у представителей надотряда Euarchontoglires : автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 06.02.01 / Комякова Валерия Александровна; [Место защиты: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина]. – Москва, 2021. – 27 с.*

3. Никулина, Н. Б. Декоративные грызуны и зайцеобразные : учебное пособие // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2019. 118 с.
4. Порублев, В. А. Макроморфология тощей кишки 4-месячных кроликов // Морфология в XXI веке: теория, методология, практика : Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Москва, 05–07 апреля 2023 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина». – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», 2023. С. 56-58.
5. Шубер, С. С. М Сравнительная морфологическая характеристика пищеварительного канала зайцеобразных : дис. ... кандидата биологических наук : 06.02.01, 03.02.04 / Шубер Салеха Сахеб Моса; [Место защиты: Моск. гос. акад. ветеринар. медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина. Каф. внутр. незараз. болезней животных]. – Москва, 2016. – 109 с.
6. Шубина, Т. П., Чопорова, Н. В. Сравнительная характеристика органов пищеварения пушных зверей // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2015. Т. 13. С. 4076–4080.
7. Щипакин, М. В., Прусаков, А. В., Зеленецкий, Н. В. Анатомо-топографические особенности строения толстой кишки кролика породы немецкий великан / М. В. Щипакин, А. В. Прусаков, Н. В. Зеленецкий [и др.] // Иппология и ветеринария. 2017. № 4 (26). С. 92-95.
8. Davies, D. D. Jennifer, A. E. Rees Rabbit gastrointestinal physiology // Vet. Clin. Exot. Anim. 2003. V. 6. P. 139-153.

### References

1. Zhedenov, V. N., Bigdan, S. S., Luk`yanova, V. P. Anatomiya krolika //M.: Sovetskaya nauka, 1957. S. 109-130.
2. Komyakova, V. A. Morfofunkcional'naya harakteristika kishechnika u predstavitelej nadotryada Euarchontoglires : avtoreferat dis. ... kandidata biologicheskikh nauk : 06.02.01 / Komyakova Valeriya Aleksandrovna; [Mesto zashchity: Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny i biotekhnologii – MVA imeni K.I. Skryabina]. – Moskva, 2021. – 27 s..
3. Nikulina, N. B. Dekorativny`e gry`zuny` i zajceobrazny`e : uchebnoe posobie // Ministerstvo sel`skogo khozyajstva Rossijskoj Federacii, federal`noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego obrazovaniya «Permskij gosudarstvenny`j agrarno-texnologicheskij universitet imeni akademika D.N. Pryanishnikova». Perm` : IPCz «Prokrost`», 2019. 118 s.
4. Porublev, V. A. Makromorfologiya toshhej kishki 4-mesyachny`x krolikov // Morfologiya v XXI veke: teoriya, metodologiya, praktika : Sbornik trudov vserossijskoj (nacional`noj) nauchno-prakticheskoy konferencii, Moskva, 05–07 aprelya 2023 goda / Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego obrazovaniya «Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny` i biotexnologii – MVA imeni K. I. Skryabina». – Moskva: Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego obrazovaniya «Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny` i biotexnologii – MVA imeni K. I. Skryabina», 2023. S. 56-58.
5. Shuber, S. S. M Sravnitel`naya morfologicheskaya harakteristika pishchevaritel`nogo kanala zajceobraznyh : dis. ... kandidata biologicheskikh nauk : 06.02.01, 03.02.04 / Shuber Salekha Saheb Mosa; [Mesto zashchity: Mosk. gos. akad. veterinar. mediciny i biotekhnologii im. K.I. Skryabina. Kaf. vnutr. nezaraz. boleznej zhivotnyh]. – Moskva, 2016. – 109 s.
6. Shubina, T. P., Choporova, N. V. Sravnitel`naya harakteristika organov pishhevareniya pushny`x zverey // Nauchno-metodicheskij e`lektronny`j zhurnal «Koncept». 2015. T. 13. S. 4076–4080.

7. Shhipakin, M. V., Prusakov, A. V., Zelenevskij, N. V. *Anatomo-topograficheskie osobennosti stroeniya tolstoj kishki krolika porody` nemeczkij velikan / M. V. Shhipakin, A. V. Prusakov, N. V. Zelenevskij [i dr.] // Ippologiya i veterinariya. 2017. № 4 (26). S. 92-95.*
8. Davies, D. D. Jennifer, A. E. Rees *Rabbit gastrointestinal physiology // Vet. Clin. Exot. Anim. 2003. V. 6. P. 139-153.*

**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 20.06.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025;  
принята к публикации 01.09.2025.  
The article was submitted 20.06.2025; approved after reviewing 28.08.2025;  
accepted for publication 01.09.2025.

**Информация об авторах:**

**Порублев Владислав Анатольевич**, доктор биологических наук, профессор  
**Тамбиева Диана Магомедовна**, аспирант  
**Шестаков Дмитрий Евгеньевич**, студент 3 курса

**Information about the authors:**

**Vladislav A. Porublev**, doctor of biological sciences, professor  
**Diana M. Tambieva**, postgraduate student  
**Dmitry E. Shestakov**, 3rd year student

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 72-89.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):72-89.

**МОРФОЛОГИЯ**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.72-89  
УДК [611.42:612.428] + [636:611.42:612.428]

**Современное представление об атипичных  
лимфатических узлах, их морфологии и  
физиологическом значении у разных видов  
животных и человека**

Синьковская Ирина Сергеевна<sup>1</sup>, Дроздова Людмила Ивановна<sup>2</sup>,  
Корч Мария Анатольевна<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Уральский государственный аграрный университет, Россия, г. Екатеринбург

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

<sup>2</sup> drozdova43@mail.ru

<sup>3</sup> maria@korch.ru

<https://orcid.org/0009-0002-7274-2954>

<https://orcid.org/0000-0001-8134-4355>

<https://orcid.org/0009-0003-9293-6438>

**Аннотация.** Атипичные лимфатические узлы – органы кроветворной системы, круглые, овальные, бобовидные образования тёмно-красного, коричневого, либо, как отмечают в некоторых источниках, жёлтого цвета. В структуре этих органов можно выделить синусы, содержащие кровь, что является главным признаком, отличающим их от лимфатических узлов. В научной отечественной и зарубежной литературе существует разделение атипичных лимфатических узлов на «гемолимфатические» и «гемальные», однако описание их строения может быть противоречивым, а сами термины – считаться синонимическими. В связи с этим, была определена цель исследования – обобщить и систематизировать научные данные по классификации, морфологии и физиологическому значению атипичных лимфатических узлов животных и человека, с определением вектора их дальнейшего изучения. Атипичные лимфатические узлы являются малоизученными органами, описания структуры могут быть противоречивы, и разные узлы могут причисляться к одному виду, что создаёт сложность при их изучении. В статье приводятся данные из отечественных и иностранных источников, характеризующие такие виды атипичных лимфатических узлов, как гемолимфатические, гемальные и полнокровные лимфатические. Проводится их сравнение по морфологическим и функциональным особенностям. В отечественной медицинской и ветеринарной литературе часто под атипичными лимфатическими узлами понимают все схожие с лимфатическими узлами (далее – ЛУ) по размеру, форме и строению органы красноватого цвета. Авторы называют их гемолимфатическими узлами, либо, в отдельных случаях, красными лимфатическими узлами. В то же время, ряд зарубежных авторов в своих работах ссылаются на классификацию С.V. Waller (1938), согласно которой, гемолимфатические узлы содержат отдельные

синусы с лимфой и кровью, в то время как отдельный вид, гемальные узлы – только синусы с кровью.

**Ключевые слова:** атипичные лимфатические узлы, гемолимфатические узлы, гемальные узлы, полнокровные лимфатические узлы, морфология лимфатических узлов.

**Для цитирования:** Синьковская, И. С., Дроздова, Л. И., Корч, М. А. Современное представление об атипичных лимфатических узлах, их морфологии и физиологическом значении у разных видов животных и человека // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 72-89. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.72-89>.

## MORPHOLOGY

Original article

# Current understanding of atypical lymph nodes, their morphology and physiologic significance in different animal species and human

Irina S. Sinkovskaya<sup>1</sup>, Lyudmila I. Drozdova<sup>2</sup>, Maria A. Korch<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Ural State Agrarian University, Russia, Yekaterinburg

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

<sup>2</sup> drozdova43@mail.ru

<sup>3</sup> maria@korch.ru

<https://orcid.org/0009-0002-7274-2954>

<https://orcid.org/0000-0001-8134-4355>

<https://orcid.org/0009-0003-9293-6438>

**Abstract.** Atypical lymph nodes are organs of the hematopoietic system, round, oval, bean-shaped formations of dark red, brown, or, as noted in some sources, yellow. In the structure of these organs, sinuses containing blood can be distinguished, which is the main feature that distinguishes them from lymph nodes. In the scientific domestic and foreign literature, there is a division of atypical lymph nodes into “hemolymphatic” and “hemal”, however, the description of their structure may be contradictory, and the terms themselves may be considered synonymous. In this regard, the aim of the study was to summarize and systematize scientific data on the classification, morphology and physiological significance of atypical lymph nodes in animals and humans, with the definition of the vector of their further study. Atypical lymph nodes are poorly studied organs, descriptions of the structure may be contradictory, and different nodes may be attributed to the same species, which creates complexity in their study. The article presents data from domestic and foreign sources characterizing such types of atypical lymph nodes as haemolymph, haemal and full-blooded lymph nodes. Their comparison by morphologic and functional features is carried out. In the Russian medical and veterinary literature, atypical lymph nodes are often understood to mean all reddish organs similar to lymph nodes (hereinafter referred to as LU) in size, shape, and structure. The authors call them hemolymphatic nodes, or, in some cases, red lymph nodes. At the same time, a number of foreign authors in their works refer to the classification of C.V. Waller (1938), according to which hemolymphatic nodes contain separate sinuses with lymph and blood, while a separate type of hemal nodes are only sinuses with blood.

**Keywords:** atypical lymph nodes, haemolymph nodes, haemal nodes, full-blooded lymph nodes, morphology of lymph nodes.

**For citation:** Sinkovskaya, I. S., Drozdova, L. I., Korch, M. A. Current understanding of atypical lymph nodes, their morphology and physiologic significance in different animal species and human // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):72-89. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.72-89>.

## Введение

Атипичные лимфатические узлы – органы кроветворной системы, круглые, овальные, бобовидные образования тёмно-красного, коричневого, либо, как отмечают в некоторых источниках, жёлтого цвета [16]. В структуре этих органов можно выделить синусы, содержащие кровь, что является главным признаком, отличающим их от лимфатических узлов. В научной отечественной и зарубежной литературе существует разделение атипичных лимфатических узлов на «гемолимфатические» и «гемальные», однако описание их строения может быть противоречивым, а сами термины – считаться синонимическими. В связи с этим, была поставлена **цель исследования** – обобщить и систематизировать научные данные по классификации, морфологии и физиологическому значению атипичных лимфатических узлов животных и человека, с определением вектора их дальнейшего изучения.

## Результаты исследований и их обсуждение

В отечественной медицинской и ветеринарной литературе часто под атипичными лимфатическими узлами понимают все схожие с лимфатическими узлами (далее – ЛУ) по размеру, форме и строению органы красноватого цвета. Авторы называют их гемолимфатическими узлами, либо, в отдельных случаях, красными лимфатическими узлами. В то же время, ряд зарубежных авторов в своих работах ссылаются на классификацию C. V. Waller (1938), согласно которой, гемолимфатические узлы содержат отдельные синусы с лимфой и кровью, в то время как отдель-

ный вид, гемальные узлы – только синусы с кровью.

Артемьева, Е. А. (2017, 2018) в своих исследованиях выделяет у водяных оленей артериальные и венозные гемальные узлы, отмечая разницу в степени развития ретикулярной сети в этих органах, а также в типе афферентных сосудов. Авторами Потоцкой, О. Ю. и Лапсарь, А. С. (2016) у человека были выделены, в дополнение к гемолимфатическим и гемальным узлам, «полнокровные лимфатические узлы» (данный термин отсутствует в доступной учебной и научной литературе).

Согласно справочному пособию по терминологии цитологии и гистологии человека различают гемолимфатический (*nodus lymphohaemalis*) и гемальный (*nodus haemalis*) узлы [24]. В ветеринарной анатомической номенклатуре эти термины отсутствуют [39], в ветеринарной гистологической номенклатуре присутствует лишь гемальный узел (*hemal node*) [40]. Термин «гемолимфатический узел» (далее – ГЛУ) чаще встречается в отечественных учебниках и научных статьях, а «гемальный» (далее – ГУ) – в иностранной литературе. Также можно встретить источники, в которых оба термина используются как синонимические и чередуются между собой [19, 31, 44]. Термин «атипичные лимфатические узлы» в официальных номенклатурах отсутствует, однако, он успешно используется в статьях ряда авторов и позволяет отделить гемолимфатические и гемальные узлы от обычных лимфатических узлов, т. е. имеет основание для применения в контексте данной статьи и схожих по тематике [6, 7, 17].

### Гемолимфатические узлы (*nodus lymphohaemalis*)

Гемолимфатические узлы представляют собой небольшие образования круглой формы тёмно-красного цвета. В их структуре выделяют строму и паренхиму, а также систему синусов, содержащих кровь. Выделяют корковое (меньше по площади по сравнению с типичными ЛУ) и мозговое вещество (тяжи значительно тоньше) [20]. В то же время, в отдельных учебных пособиях говорится, что паренхиму гемолимфатических узлов не делят на корковое и мозговое вещество [21, 23].

ГЛУ были обнаружены у человека, крупного рогатого скота [13, 34], мелкого рогатого скота [31], крысы [37, 42], водяного оленя [7], косули, сибирского козерога, архара, кабана [4]. В отечественной литературе соседствуют противоречивые мнения о том, есть ли данные узлы у свиней. По данным И. С. Константиновой и соавт. (2024) за ГЛУ у свиней ошибочно принимают лимфатические узлы с красноватой окраской. Отдельные источники утверждают, что ГЛУ встречаются у плотоядных [3, 12]. В некоторых учебных пособиях отмечается отсутствие ГЛУ у лошадей [20], однако авторами Алмазбековой, Б. А. и Асановой, Э. И. (2023) были проведены иммуногистохимические исследования данных органов, с определением локализации Т- и В-клеточных звеньев в их составе. Т-лимфоциты были обнаружены в паракортикальной области, субкапсулярном синусе, в мозговых тяжах и синусах мозгового вещества, единично – в светлых центрах лимфоидных фолликулов. В-лимфоциты были найдены в лимфоидных фолликулах коркового вещества, в меньшем количестве – в синусах мозгового вещества. В светлых центрах лимфоидных фолликулов обнаружена интенсивная пролиферация бластных клеток. Макрофаги были расположены и в корковом, и в мозговом веществе, а также в синусах.

Sakita, K et al., (1997) изучая структуру ГЛУ у крыс, обнаружили, что они очень похожи на типичные ЛУ при световой

микроскопии, но при ультраструктурном исследовании напоминают селезёнку (инфильтрированные кровью лимфатические синусы очень похожи на красную пульпу). Сравнения с селезёнкой прослеживаются не только в контексте структуры, но и функций: авторы указывают, что ГЛУ – место разрушения эритроцитов, и в них происходит образование лимфоцитов [11, 14, 16, 20]. Кроме того, в литературных источниках приводится информация, что в ГЛУ образуются клетки миелоидного ряда (эритроциты и гранулоциты), что дублирует функцию красного костного мозга [9, 11, 16, 20, 21].

Авторами Edward B. Krumbhaar, Alfred Chanutin (1922) были проведены исследования органов кроветворения в условиях искусственной гиперволемии. Лимфатические узлы собак иногда были наполнены внушительным количеством эритроцитов, при этом признаки кровоизлияния отсутствовали. Это дало основания полагать, что ГЛУ могут образовываться из типичных ЛУ. Автором Sasaki K. (1990) было обнаружено, что при ауто-трансплантации ткани селезёнки в лимфатические узлы крыс, последние также приобретали черты гемолимфатических. Однако, в учебном пособии Техвера, Ю. Т. (1970) описывается эмбриогенез ГЛУ как отдельного кроветворного органа, в котором пренатально происходит как эритропоэз, так и миелопоэз, а после рождения – только миелопоэз. В то же время, есть информация, что миелопоэз в ГЛУ происходит лишь в эмбриональном периоде и короткое время в постнатальном. Кроме клеток лимфоидного ряда в это время в ГЛУ обнаруживают промиелоциты, миелоциты и метамиелоциты, проэритробласты, нормоциты и мегакариоциты [46].

Choudhary, R.K. (2018), изучая ГЛУ коз, ссылается на исследования Egencin, Z. (1948) в которых утверждалось о схожести ЛУ и ГЛУ за исключением того, что у вторых, отсутствуют афферентные и эфферентные лимфатические сосуды, а синусы содержат кровь вместо лимфы.

Также было указано, что в исследованиях Choudhary, R. K. P Das, R. K. Ghosh (2011) [цит. по Choudhary, R.K. (2018)] у коз были обнаружены эфферентные лимфатические сосуды, но не афферентные. Тем не менее, афферентные лимфатические сосуды были выявлены у крыс и крупного рогатого скота [34, 37]. В исследованиях Газизовой, А. И. и соавт. (2012) отмечалось, что, при введении метиленовой сини в типичные ЛУ тимуса крупного рогатого скота, наливались ГЛУ, что показывает их взаимосвязь с лимфатическим руслом. Васильев, Ю. Г. отмечает, что у ГЛУ человека и свиньи имеются афферентные кровеносные и лимфатические сосуды, а у жвачных – только кровеносные.

Потоцкая, О. Ю. и Лапсарь, А. С. (2016) в своих исследованиях описывают, что ГЛУ получают из приносящих сосудов смесь крови и лимфы. Авторы связывают функцию этих образований с очищением лимфы от примесей. Исходя из этого, они предположили, что существование ГЛУ связано с особенностями кровоснабжения селезёнки и почек, ведь в топографической области данных органов может наблюдаться проникновение крови в лимфатические сосуды [18]. Кроме того, локализация селезёнки и почек – одна из областей, где ГЛУ обнаруживают чаще всего. Также их находят возле крупных кровеносных сосудов: грудной и брюшной аорты, сонной артерии [19, 20, 25]. В отдельных случаях указывают их местонахождение в подкожной клетчатке, мышечной соединительной ткани [14].

В литературе наиболее детально описаны ГЛУ водяных оленей. Капсула состоит из коллагеновых, ретикулярных волокон и гладкомышечных клеток (в отличие от лимфатических узлов, где они обнаруживаются только в области ворот), выделяются отдельные фиброциты и фибробласты. Отмечаются приносящие кровеносные, а также отдельные лимфатические сосуды. Могут встречаться афферентные сосуды со смешанным содержанием [17]. От внутренней поверхности капсулы отходят тонкие трабекулы. Под

капсулой расположены субкапсулярные синусы, заполненные смесью крови и лимфы. В корковом веществе, включающем лимфоидные узелки со светлыми центрами, обнаруживаются множественные популяции бластных форм лимфоцитов, разных стадий дифференцировки и формирующиеся плазматические клетки. В структуре ретикулярной ткани, формирующей тонкий остов лимфатического узла, определяются многоядерные гигантские клетки, эозинофилы, макрофаги. В мозговом веществе выделяют лимфатические тяжи, которые содержат лимфоциты, эритроциты, макрофаги и плазмциты. В области мозгового вещества располагаются мелкие артериолы, в их эндотелии присутствуют макрофаги, возле которых образуются эритробластические островки. В синусах преобладает лимфа. Трабекулы в области ворот лимфоузла отличаются большей толщиной от тех, что отходят от капсулы [7]. Эфферентные сосуды содержат лимфу без эритроцитов [17].

Рассматривая структуру ГЛУ в возрастном аспекте, авторы отмечают инволюцию. Кроме того, она проявляется сильнее, чем таковая в ЛУ [10]. У молодых животных ГЛУ обнаруживают в большем количестве, чем у возрастных. По данным Рыжакиной, Т. П. (2019), количество ГЛУ может увеличиваться у истощённых животных, либо после сильной кровопотери.

### **Гемальные узлы (*nodus haemalis*)**

ГУ описывают как органы округлой или овальной формы, похожие одновременно на типичные ЛУ и селезёнку. Они развиваются из зачатков ЛУ во внутриутробный период, теряют связь с лимфатическими сосудами и выполняют функции селезёнки – участвуют в фильтрации крови и иммунологической защите [28]. В паренхиме выделяют лимфоидные фолликулы и тяжи, вместе с тем, корковое и мозговое вещества могут выделяться [33, 35] или не выделяться [5, 44].

ГУ были обнаружены и описаны у человека [17], крупного рогатого скота [30],

мелкого рогатого скота [32], водяного буйвола [26], европейской косули [27, 28], верблюда [45], иберийского благородного оленя [35], крысы [44], китайского водяного оленя [5, 6, 7, 8], свиньи [29]. Их локализация: вдоль сонной артерии, в соединительнотканых прослойках тимуса, возле грудной, брюшной аорты, между дольками поджелудочной железы, в брыжеечном жире [4, 6, 7, 8, 26, 27, 28, 29, 32, 35, 44, 45].

По данным зарубежных источников, ГУ формируются путём объединения лимфоидной ткани и кровеносных капилляров [41, 44]. В то же время отмечено, что гемальные узлы, скорее всего, не образуются из ЛУ под действием общего фактора, однако этому могут способствовать какие-либо местные факторы.

Одним из главных вопросов изучения ГУ является механизм проникновения эритроцитов в структуры этих узлов, наличие и состав афферентных и эфферентных сосудов. В исследованиях Н. Е. Jordan (1926) гемальные узлы сравнивались с красным костным мозгом, предполагалось, что в них происходит эритропоэз, однако D. R. Turner (1969) не обнаружил в ГУ предшественников эритроцитов. Предположение о том, что эритроциты могут попадать из эфферентного лимфатического сосуда путём обратного тока (в случае лимфовенозных коммуникаций, а также закономерности расположения ГУ возле крупных кровеносных сосудов, наличие эритроцитов в таком сосуде вполне возможно) было также опровергнуто наличием в структуре эфферентного сосуда специальных клапанов, препятствующих этому оттоку. Akaydin Bozkurt Y, Kabak M. (2006) отмечали, что в капсуле ГУ у свиней имеются приносящие кровеносные сосуды, но лимфатические не были ими обнаружены.

В артериальные ГУ водяного оленя кровь попадает через мозговой синус, в который впадает артерия. Есть лимфатические сосуды, впадающие в субкапсулярный синус [7]. В венозных ГУ кровь поступает по венам в субкапсулярный си-

нус, в тот же синус впадают и афферентные лимфатические сосуды.

Капсула всех ГУ состоит из тонких пучков коллагеновых волокон, присутствуют гладкомышечные клетки, фиброциты и фибробласты. Иногда в капсуле ГУ свиней обнаруживаются тучные клетки. Трабекулы состоят из гладкомышечных, ретикулярных клеток и волокон. Субкапсулярный синус (не выражен у артериальных ГУ водяных оленей, местами не выражен в венозных ГУ) заполнен кровью либо смесью крови и лимфы, содержит эритроциты в большом количестве, эозинофилы, нейтрофилы и лимфоциты, иногда встречаются макрофаги. В артериальных ГУ молодых животных стенки кровеносных синусов образованы ретикулярными волокнами и клетками, у взрослых особей – выстланы эндотелиальными клетками. Эти синусы содержат большое количество эритроцитов и малое число лимфоцитов. В венозных ГУ корковые синусы содержат эритроциты с большим количеством макрофагов. Мозговые синусы выстланы непрерывным слоем эндотелиальных клеток. В паренхиме узла лимфоциты расположены либо диффузно (чаще у телят водяных оленей), либо тяжами, которые в центре узла могут образовывать островки. В составе тяжей могут присутствовать плазмоциты, макрофаги с захваченными ими эритроцитами. Лимфоидные островки могут содержать эозинофилы. В отличие от венозных ГУ, в артериальных ретикулярная сеть развита слабо [7]. Guerrero, F. et al. (2012) обнаружили в паренхиме гемальных узлов иберийского благородного оленя мегакариоциты. Эфферентные сосуды содержат кровь с относительно повышенным содержанием лейкоцитов [17].

Особенностями структуры гемальных узлов у плодов является отсутствие трабекул и гладких миоцитов в капсуле органа. Субкапсулярный синус присутствует. В лимфоидной ткани, имеющей вид инфильтрации лимфоцитами, располагаются капилляры и эритроциты. В ГУ плодов косуль не были обнаружены плазматиче-

**Таблица 1 – Сравнительная характеристика атипичных лимфатических узлов**

	<b>Гемолимфатический узел</b>	<b>Гемальный узел</b>
Топография	В области селезёнки, почек, грудной и брюшной аорты, сонной артерии. В подкожной клетчатке, межмышечной соединительной ткани	Вдоль сонной артерии, в соединительнотканых прослойках тимуса, возле грудной, брюшной аорты, между дольками поджелудочной железы, в жировой клетчатке брыжейки
Капсула	Коллагеновые, ретикулярные волокна, гладкие миоциты, единичные фиброциты и фибробласты	Тонкие коллагеновые, ретикулярные волокна, гладкие миоциты, клетки рыхлой соединительной ткани, фиброцитарного и гранулоцитарного дифферонов
Субкапсулярный синус	Содержит кровь или смесь крови и лимфы. Встречаются многоядерные гигантские клетки	Не выражен в артериальных ГУ, местами не выражен в венозных ГУ. Заполнен кровью либо смесью крови и лимфы, содержит эозинофилы, нейтрофилы и лимфоциты, иногда встречаются макрофаги (в венозных ГУ)
Корковые и мозговые синусы	В мозговых синусах преобладает лимфа, либо они заполнены кровью. Присутствуют Т-лимфоциты и В-лимфоциты	В артериальных ГУ содержат большое количество эритроцитов и малое число лимфоцитов. В венозных ГУ корковые синусы содержат эритроциты с большим количеством макрофагов
Корковое вещество	Может не выделяться. Содержит лимфатические фолликулы со светлым центром, в составе которого эритроциты в различных стадиях деления, Т-, В-лимфоциты, моноциты, эозинофилы и базофилы, плазмоциты, многоядерные гигантские клетки, макрофаги. Могут встречаться первичные фолликулы. В паракортикальной зоне локализуется Т-популяция лимфоцитов	Вопрос наличия коркового и мозгового веществ дискутируется. Лимфоциты расположены либо диффузно, либо тяжами, которые в центре узла могут образовывать островки, (могут встречаться первичные и вторичные фолликулы). В составе тяжей присутствуют плазмоциты, макрофаги с захваченными ими эритроцитами. Лимфоидные островки могут содержать эозинофилы
Мозговое вещество	Может не выделяться. Содержит лимфатические тяжи. В них эритроциты, плазмоциты. Присутствуют Т-лимфоциты и В-лимфоциты, выделены макрофаги	Лимфоидные островки могут содержать эозинофилы
Афферентные сосуды	В подкапсулярный синус впадают сосуды с кровью, лимфой или со смешанным гемато-лимфоидным содержимым	В подкапсулярный синус открываются лимфатические сосуды (артериальные ГУ) или вместе с венами (венозные ГУ)
Эфферентные сосуды	Содержат лимфу без эритроцитов	Содержат кровь с относительно повышенным содержанием лейкоцитов
Возрастные изменения	Инволюция	Инволюция. Увеличивается роль фильтрации крови и уменьшается лимфопоз
Функции	Место разрушения эритроцитов, образования лимфоцитов, клеток миелоидного ряда (эритроцитов и гранулоцитов)	Фильтрация крови и иммунологическая защита – лимфопоз
Описывается у видов животных	Человек, крупный и мелкий рогатый скот, крыса, водяной олень, свинья, лошадь, серебристо-чёрная лисица, косуля, сибирский козерог, архар, кабан	Человек, крупный и мелкий рогатый скот, водяной буйвол, косуля (европейская), верблюд, иберийский благородный олень, крыса, китайский водяной олень, свинья

ческие клетки, эозинофилы выделялись редко.

Возрастные изменения ГУ связаны с увеличением роли фильтрации крови и уменьшением лимфопоэза [25]. Авторами выделяется проявление возрастной инволюции, характерной как для типичных ЛУ, так и для ГЛУ.

### Полнокровные лимфатические узлы

Отдельный вид атипичных узлов был обнаружен в брыжейке тонкого кишечника человека [17]. Визуально они схожи с ГЛУ и ГУ, что объясняется увеличенным количеством сосудов гемомикроциркуляторного русла, в то время как по структуре они приближены к ЛУ – не имеют афферентных кровеносных сосудов. Потоцкая, О. Ю. и Лапсарь, А. С. (2016) отмечают наличие эритроцитов, находящихся вне сосудистого русла. Они считают, что это может быть как признаком патологии, так и признаком наличия синусоидных капилляров, характерных для селезёнки.

На основе вышеописанных данных было проведено сравнение морфологи-

ческих и функциональных особенностей ГЛУ и ГУ (табл. 1) Полнокровные ЛУ не вошли в сравнение по причине недостатка литературных данных.

### Выводы

На основании проведённого исследования были обобщены и систематизированы научные данные о сущности атипичных лимфатических узлов, выделены основные характеристики морфологии и функциональной значимости. Вопрос классификации атипичных лимфатических узлов остаётся дискутируемым и требует проведения дополнительных научных исследований.

Собранные данные расширят понимание механизмов взаимодействия и функциональных особенностей кроветворной, иммунной систем организма, способствуют определению степени участия атипичных ЛУ в патогенезе различных заболеваний и роли в ветеринарно-санитарной экспертизе (в контексте которой они на сегодняшний день не рассматриваются [22]).

### Библиографический список

1. Алмазбекова, Б. А. Результаты иммуногистохимических исследований гемолимфатических узлов и селезенки у лошади / Б. А. Алмазбекова, Э. И. Асанова // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. – 2023. – № 1(64). – С. 71-80. – EDN OGQNQK. – Электронная копия доступна на сайте Научной электронной библиотеки eLibrary. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53814514> (дата обращения: 24.12.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
2. Анатомия животных и птиц (ангиология, лимфатическая система, неврология, орнитология): учебное пособие / Гришина, Д. Ю., Минюк, Л. А., Баймишев, Х. Б., Датченко, О. О. – Самара : РИЦ СГСХА, 2016. – 166 с. – ISBN 978-5-88575-419-4. – Электронная копия доступна на сайте ЭБС РУКОИТ. URL : <https://lib.rucont.ru/efd/368118> (дата обращения: 2.02.2025). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
3. Анатомия плотоядных: методические рекомендации / составитель С. В. Бармин. – 2-е изд., стер. – пос. Караваево : КГСХА, 2020. – 37 с. – Электронная копия доступна на сайте ЭБС «Лань» – URL : <https://e.lanbook.com/book/171630> (дата обращения: 24.12.2024). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
4. Арбаев, К. С. Морфофункциональное состояние гемолимфатических узлов у диких парнокопытных животных / К. С. Арбаев, О. К. Айдралиев, М. М. Амиракулов, Б. С. Ажыбеков // Вестник охотоведения. – 2019. – Т. 16, № 3. – С. 178-183. – EDN ORHFIV. – Электронная копия доступна на сайте Научной электронной библиотеки eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=40103110> (дата обращения: 16.02.2025). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

5. Артемьева, Е. А. Анатомия гемальных узлов телят и взрослых особей китайского водяного оленя / Е. А. Артемьева, И. А. Чекарова // EUROPEAN RESEARCH: сборник статей победителей VIII международной научно-практической конференции, Пенза, 07 февраля 2017 года. – Пенза : «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2017. – С. 344-349. – EDN XVHOLN. – Электронная копия доступна на сайте Научной электронной библиотеки eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=28300094> (дата обращения: 4.01.2025). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
6. Артемьева, Е. А. Микроморфология венозных гемальных узлов водяного оленя (*Hydropotes inermis argyropus*) / Е. А. Артемьева // Проблемы видовой и возрастной морфологии: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию профессора Васильева Кирилла Антоновича, Улан-Удэ, 28 июня – 01 2018 года. – Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2019. – С. 37-43. – EDN BXKVXT. – Электронная копия доступна на сайте Научной электронной библиотеки eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=37339942> (дата обращения: 4.01.2025). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
7. Артемьева, Е. А. Морфология атипичных лимфатических узлов водяного оленя подвида *Hydropotes inermis argyropus*: специальность 06.02.01 «Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных»: диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Артемьева Елена Александровна, 2017. – 109 с. – EDN BYJNKF. – Электронная копия доступна на сайте Научной электронной библиотеки eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=54447742> (дата обращения: 4.01.2025). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
8. Артемьева, Е. А. Морфология гемальных узлов грудной полости китайского водяного оленя (*Hydropotes inermis argyropus*) / Е. А. Артемьева, И. А. Чекарова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 4-5(46). – С. 49-52. – DOI 10.18454/IRJ.2016.46.009. – EDN VVVMQD. – Электронная копия доступна на сайте Научной электронной библиотеки eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=25948302> (дата обращения: 4.01.2025). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
9. Барсуков, Н. П. Цитология, гистология, эмбриология / Н. П. Барсуков. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 268 с. – ISBN 978-5-507-46654-2. – Электронная копия доступна на сайте ЭБС «Лань» – URL : <https://e.lanbook.com/book/314759> (дата обращения: 24.12.2024). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
10. Васильев, Ю. Г. Расширенный конспект лекций по цитологии, гистологии и эмбриологии: учебное пособие / Ю. Г. Васильев. – Ижевск: УдГУ, 2019. – 185 с. – Электронная копия доступна на сайте ЭБС «Лань» – URL : <https://e.lanbook.com/book/133934> (дата обращения: 24.12.2024). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
11. Ветеринарная гематология: учебное пособие / Е. А. Карпова, И. В. Аникиенко, С. А. Сайванова, О. П. Ильина. – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2020. – 101 с. – Электронная копия доступна на сайте ЭБС «Лань» – URL : <https://e.lanbook.com/book/183533> (дата обращения: 24.12.2024). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
12. Волкова, А. Д. Топография и структура лимфатических узлов серебристо-черной лисицы клеточного содержания / А. Д. Волкова // МНСК-2020. Сельскохозяйственные науки: Материалы 58-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 10–13 апреля 2020 года. – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2020. – С. 34. – EDN RUNVNJ. – Электронная копия доступна на сайте Научной электронной библиотеки eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=42884414> (дата обращения: 24.12.2025). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
13. Газизова, А. И. Макромикроскопическое строение тимуса и гемолимфатические узлы крупного рогатого скота в возрастном аспекте / А. И. Газизова, Л. М. Мурзабекова // Veterinary, agricultural, biological and chemical sciences: state and prospects of development in the XXI century /

- dynamics of human intelligence evolution, moral and aesthetic world perception and artistic creation : Materials digest of the XIX International Scientific and Practical Conference and the I stage of Research Analytics Championships in biological, veterinarian, chemical and agricultural Sciences (London, February 15 – February 20, 2012) / Materials digest of the XX International Scientific and Practical Conference and the I stage of Research Analytics Championships in construction sciences, architecture, culturology and study of art (London, March 10 – March 13, 2012) / Chief editor – Pavlov V.V. : Международная академия наук и высшего образования, 2012. – С. 48-50. – EDN TCXLXV. – Электронная копия доступна на сайте Научной электронной библиотеки eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=22707240> (дата обращения: 24.12.2025). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.*
14. Лаушкина, Н. Н. Методика ветеринарно-санитарного осмотра продуктов убоя сельскохозяйственных животных и птицы: учебно-методическое пособие / Н. Н. Лаушкина. – Орел: ОрелГАУ, 2016. – 57 с. – Электронная копия доступна на сайте ЭБС «Лань» – URL : <https://e.lanbook.com/book/106935> (дата обращения: 24.012.2024). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
  15. Лимфатическая система животных. Особенности топографии лимфатических узлов у разных видов животных: методические указания / составитель Т. П. Рыжакина. – Вологда: ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2019. – 70 с. – Электронная копия доступна на сайте ЭБС «Лань» – URL : <https://e.lanbook.com/book/138548> (дата обращения: 24.12.2024). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
  16. Полозюк, О. Н. Гематология: учебное пособие / О. Н. Полозюк, Т. М. Ушакова. – Персиановский: Донской ГАУ, 2019. – 159 с. – Электронная копия доступна на сайте ЭБС «Лань» – URL : <https://e.lanbook.com/book/134378> (дата обращения: 24.12.2024). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
  17. Потоцкая, О. Ю. Разновидности атипичных лимфатических узлов человека, выделенные на основании сравнительного морфологического анализа / О. Ю. Потоцкая, А. С. Лансарь // Морфология, 2016. – Т. 10, № 2. – С. 45-52. – DOI 10.26641/1997-9665.2016.2.45-52. – EDN XVFPIT. – Электронная копия доступна на сайте Научной электронной библиотеки eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=35370799> (дата обращения: 4.01.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
  18. Потоцкая, О. Ю. Сравнительный анализ экспрессии провоспалительных и толерогенных факторов в мезентериальных гемальных и лимфатических узлах человека / О. Ю. Потоцкая, А. С. Лансарь, А. М. Камышный // Иммунология, 2018. – Т. 39, № 5-6. – С. 294-298. – DOI 10.18821/0206-4952-2018-39-5-6-294-298. – EDN IVJNIK. – Электронная копия доступна на сайте Научной электронной библиотеки eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=41231799> (дата обращения: 4.01.2025). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
  19. Самусев, Р. П. Нормальная и патологическая анатомия (энциклопедический словарь): словарь: в 3 частях / Р. П. Самусев, А. В. Смирнов. – Волгоград: ВолгГМУ, 2019 – Часть 1 – 2019. – 692 с. – Электронная копия доступна на сайте ЭБС «Лань» – URL : <https://e.lanbook.com/book/141135> (дата обращения: 24.12.2024). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
  20. Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения и иммуногенеза: учебно-методическое пособие / И. С. Константинова, В. И. Усенко, Э. Н. Булатова [и др.]. – Казань: КГАНМ им. Баумана, 2024. – 119 с. – Электронная копия доступна на сайте ЭБС «Лань» – URL : <https://e.lanbook.com/book/414617> (дата обращения: 24.12.2024). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
  21. Соловьева, Л. П. Цитология, гистология и эмбриология: учебное пособие: в 2 частях / Л. П. Соловьева. – 4-е изд., исправл. и доп. – пос. Караваяево: КГСХА, 2023 – Часть 2: Частная гистология – 2023. – 202 с. – Электронная копия доступна на сайте ЭБС «Лань» – URL : <https://e.lanbook.com/book/416747> (дата обращения: 24.12.2024). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

22. Сотиева, М. Н. Значение лимфатической системы для ветеринарно-санитарной экспертизы / М. Н. Сотиева // Научное обеспечение сельского хозяйства горных и предгорных территорий: МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Владикавказ, 25–27 ноября 2020 года. Том 1. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2020. – С. 288-289. – EDN UAAKVS. – Электронная копия доступна на сайте Научной электронной библиотеки eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=44739410> (дата обращения: 18.01.2025). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
23. Техвер, Ю. Т. Гистология сердечно-сосудистой системы и кроветворных органов домашних животных / Ю. Т. Техвер. – Тарту: ЭСХА, 1970. – 184 с. – Текст : непосредственный.
24. Terminology Hystologica. Международные термины по цитологии и гистологии человека с официальным списком русских эквивалентов / под ред. чл.-корр. РАМН В.В. Банина и проф. В.Л. Быкова. – М.: ГЭОТАР-Медиа 2009. – 272 с. – Текст : непосредственный.
25. Abu-Hijleh, M. F., Scothorne R. J. Studies on haemolymph nodes. IV. Comparison of the route of entry of carbon particles into parathymic nodes after intravenous and intraperitoneal injection. / M. F. Abu-Hijleh, R. J. Scothorne // J Anat. – 1996. Vol. 188. – P. 565-573. – PMID: 8763474. – PMID: 8763474. – Электронная копия доступна на сайте полнотекстового архива PubMed Central. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8763474/> (дата обращения: 4.01.2025). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
26. Age related morphological changes in hemal nodes of the Egyptian water buffalo (*Bos Bubalus*) / M. Zidan et al. // Alex. J. Vet. Science. – 2012. – Vol.37 (1). – P. 373-381. – Электронная копия доступна на сайте ResearchGate. URL: [https://www.researchgate.net/publication/234833337\\_Age\\_Related\\_Morphological\\_Changes\\_in\\_Hemal\\_Nodes\\_of\\_the\\_EgyptianWater\\_Buffalo\\_Bos\\_Bubalus](https://www.researchgate.net/publication/234833337_Age_Related_Morphological_Changes_in_Hemal_Nodes_of_the_EgyptianWater_Buffalo_Bos_Bubalus) (дата обращения: 2.02.2025). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
27. Akaydin, Bozkurt Y. Morphology of haemal nodes in the roe deer (*Capreolus capreolus*) / Akaydin Bozkurt Y, Kabak M. // Anat Histol Embryol. 2010, №39. – P. 456-461. DOI: 10.1111/j.1439-0264.2010.01016.x. PMID: 20624158. – Электронная копия доступна на сайте ResearchGate. URL: [https://www.researchgate.net/publication/45166557\\_Morphology\\_of\\_Haemal\\_Nodes\\_in\\_the\\_Roe\\_Deer\\_Capreolus\\_capreolus](https://www.researchgate.net/publication/45166557_Morphology_of_Haemal_Nodes_in_the_Roe_Deer_Capreolus_capreolus) (дата обращения: 7.01.2025). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
28. Akaydin, Bozkurt Y. Immunohistochemical study on roe deer haemal nodes / B. Y. Akaydin, S. E. Karadag, M. Kabak // Folia Morphol (Warsz), 2018. – Vol.77(2). – P. 266-271. – DOI: 10.5603/FM.a2017.0103. – PMID: 29131281. – Электронная копия доступна на сайте ResearchGate. URL : [https://www.researchgate.net/publication/321045950\\_Immunohistochemical\\_study\\_on\\_roe\\_deer\\_haemal\\_nodes](https://www.researchgate.net/publication/321045950_Immunohistochemical_study_on_roe_deer_haemal_nodes) (дата обращения: 7.01.2025). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
29. Akaydin, Y. First description and morphology of haemal nodes in piglets (*Sus scrofa domestica*). / Y. Akaydin, M. Kabak. // Acta Vet Hung, 2006. – Vol. 54(2). – P. 135-42. – PMID: 16841752. – Электронная копия доступна на сайте ResearchGate. URL : [https://www.researchgate.net/publication/6943468\\_First\\_description\\_and\\_morphology\\_of\\_haemal\\_nodes\\_in\\_piglets\\_Sus\\_scrofa\\_domestica](https://www.researchgate.net/publication/6943468_First_description_and_morphology_of_haemal_nodes_in_piglets_Sus_scrofa_domestica) (дата обращения: 7.01.2025). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
30. Cerutti, P. A scanning and immunohistochemical study in bovine haemal node. / Cerutti P, Marcaccini A., Guerrero F. // Anat Histol Embryol. 1998/ – Vol. 27 (6). – P. :387-392. – DOI: 10.1111/j.1439-0264.1998.tb00212.x. – PMID: 9972646. – Электронная копия доступна на сайте онлайн библиотеки Wiley. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0264.1998.tb00212.x?sid=nlm%3Apubmed> (дата обращения: 2.02.2025). – Режим доступа : платный. – Текст : электронный.
31. Choudhary, R. K. Caprine haemolymph nodes: Its structure and functions. // J. Pharmacogn Phytochem, 2018. – Vol. 7 (4S). – P. 417-420. – Электронная копия доступна на сайте журнала Pharmacognosy Journal. URL : <https://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue4S/PartI/SP-7-1-87-474.pdf> (дата обращения 24.12.2024) Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.

32. Ezeasor, D. N. *Histology of the caprine hemal node.* / D.N. Ezeasor, A. Singh // *Acta Anat.*, 1988. – № 133. – P. 16-23. – Электронная копия доступна на сайте Karger.com URL : <https://karger.com/aan/article-abstract/133/1/16/2802/Histology-of-the-Caprine-Hemal-Node?redirectedFrom=fulltext> (дата обращения: 2.02.2025). – Режим доступа : платный. – Текст : электронный.
33. Ezeasor, D. N. *Morphologic features of lymph vessels in caprine hemal nodes* / D.N. Ezeasor, A. Singh // *Am. J. Vet. Res.*, 1990. – Vol. 51. – P. 1139-1143 – Электронная копия аннотации доступна на сайте полнотекстового архива PubMed Central. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2389892/> (дата обращения: 2.02.2025). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
34. Fabian, G. *The demonstration of the lymph pathways in the haemolymph nodes of cattle, and their relationship to the lymphatic system.* – *Lymphology*, 1981. – Vol. 14(1). P. 7-16. – PMID: 7289661. – Электронная копия доступна на сайте Typeset.io URL : <https://typeset.io/papers/the-demonstration-of-the-lymph-pathways-in-the-haemolymph-5abuznz2xt> (дата обращения: 7.01.2025). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
35. Guerrero, F. P. *Histological and immunological study on Iberian red deer (Cervus elaphus hispanicus) haemal nodes* / F. P. Guerrero, A. Cerutti, A. G. Marcaccini // *Microsc. Microanal.*, 2012. – Vol. 18(5). – 2 p. – Электронная копия доступна на сайте Typeset.io URL : <https://typeset.io/papers/histological-and-immunohistochemical-study-on-iberian-red-33vofyvgb8> (дата обращения: 2.02.2025). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
36. Jordan, H. E. *The erythrocytogenic capacity of mammalian lymph nodes.* – *Am. J. Anat.*, 1926. – Vol. 38. – P. 255-271. – Электронная копия доступна на сайте онлайн библиотеки Wiley URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/aja.1000380204> (дата обращения: 2.02.2025). – Режим доступа : платный. – Текст : электронный.
37. Kazeem, A. A. *Studies on hemolymph nodes. I. Histology of the renal hemolymph node of the rat.* / A. A. Kazeem, O. Reid, R. J. Scothorne // *J Anat.*, 1982. – Vol. 134 (Pt 4). – P. 677-83. – PMID: 7130033; – PMID: PMC1167862. – Электронная копия доступна на сайте полнотекстового архива PubMed Central. URL : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1167862/> (дата обращения: 4.01.2025). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
38. Krumbhaar, E. V. *STUDIES ON EXPERIMENTAL PLETHORA IN DOGS AND RABBITS* / E. V. Krumbhaar, Chanutin // *A. J. Exp. Med.*, 1922. – Vol. 31, 35(6). – P. 847-871. – DOI: 10.1084/jem.35.6.847. – PMID: 19868649; – PMID: PMC2128319. – Электронная копия доступна на сайте полнотекстового архива PubMed Central. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19868649/> (дата обращения: 16.02.2025). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
39. *Nomina Anatomica Veterinaria 6th Edition / International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (I.C.V.G.A.N.).* // Published by the Editorial Committee Hanover (Germany), Ghent (Belgium), Columbia, MO (U.S.A.), Rio de Janeiro (Brazil), 2017. – Электронная копия доступна на сайте WAVA. URL : <https://wava-ataav.org/> (дата обращения 7.03.2025) – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
40. *Nomina Histologica Veterinaria 1st Edition / International Committee on Veterinary Histological Nomenclature (I.C.V.H.N.), 2017*– Электронная копия доступна на сайте WAVA. URL : <https://wava-ataav.org/> (дата обращения 7.03.2025) – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
41. Sabin, F. R. *The development of the lymphatic nodes in the pig and their relation to the lymph hearts.* – *Am. J. Anat.*, 1905. – Vol. 4. – P. 355-389. – Электронная копия доступна на сайте Embryology.med.unsw.edu.au URL: [https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Paper\\_-\\_On\\_the\\_development\\_of\\_lymphatic\\_nodes\\_in\\_the\\_pig\\_and\\_their\\_relation\\_to\\_the\\_lymph\\_hearts\\_\(1905\)](https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Paper_-_On_the_development_of_lymphatic_nodes_in_the_pig_and_their_relation_to_the_lymph_hearts_(1905)) (дата обращения: 2.02.2025). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
42. Sakita, K. *Structure and function of the hemolymph node in rats* / K. Sakita, M. Fujino, T. Koshikawa, N. Ohmiya, M. Ohbayashi, J. Asai. // *Nagoya J. Med. Sci.*, 1997. – Vol. 60(3-4). – P. 129-37. – PMID: 9481092. – Электронная копия доступна на сайте ResearchGate.net URL : [https://www.researchgate.net/publication/13750687\\_Structure\\_and\\_Function\\_of\\_the\\_Hemolymph\\_Node\\_in\\_Rats](https://www.researchgate.net/publication/13750687_Structure_and_Function_of_the_Hemolymph_Node_in_Rats) (дата обращения: 24.12.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

43. Sasaki, K. Erythrophagocytosis of the lymph node macrophages caused by autotransplantation of the splenic tissue into the lymph nodes of rat. – *Anat Anz.*, 1990. – Vol. 171(5). – P. 335 – 342. – PMID: 2088150. – Электронная копия аннотации доступна на сайте полнотекстового архива PubMed Central. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2088150/> (дата обращения: 2.02.2025). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
44. Turner, D. R. The vascular tree of the haemal node in the rat. – *J. Anat.*, 1969. Vol. 104 (Pt 3). – P. 481-93. – PMID: 5804558. – PMID: PMC1231949. – Электронная копия доступна на сайте полнотекстового архива PubMed Central. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1231949/> (дата обращения: 4.01.2025). – Режим доступа : свободный. – Текст : электронный.
45. Zidan, M. Histological, histochemical and immunohistochemical study of the haemal nodes of the dromedary camel. / M. Zidan, R. Pabst // *Anat. Histol. Embryol.*, 2004. Vol. 33(5). – P. 284-289. – DOI: 10.1111/j.1439-0264.2004.00550.x. – PMID: 15352881. – Электронная копия доступна на сайте онлайн библиотеки Wiley URL : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0264.2004.00550.x> (дата обращения 2.02.2025). – Режим доступа : платный. – Текст : электронный.
46. Гемолимфатические узлы // Studfiles [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5825794/page:11/> (дата обращения: 4.01.2025)

## References

1. Almazbekova, B. A. Rezul'taty` immunogistoximicheskix issledovaniy gemolimfaticeskix uzlov i selezenki u loshadi / B. A. Almazbekova, E`. I. Asanova // *Vestnik Ky`rgy`zskogo nacional'nogo agrarnogo universiteta im. K.I. Skryabina.* – 2023. – № 1(64). – S. 71-80. – EDN OGQNQK. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Nauchnoj e`lektronnoj biblioteki eLibrary. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53814514> (data obrashheniya: 24.12.2024). – Rezhim dostupa: dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.
2. Anatomiya zhivotny`x i ptic (angiologiya, limfaticeskaya sistema, nejrologiya, ornitologiya): uchebnoe posobie / Grishina, D. Yu., Minyuk, L. A., Bajmishev, X. B., Datchenko, O. O. – Samara : RICz SGSXA, 2016. – 166 s. – ISBN 978-5-88575-419-4. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte E`BS RUKONT. URL : <https://lib.rucont.ru/efd/368118> (data obrashheniya: 2.02.2025). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.
3. Anatomiya plotoyadny`x: metodicheskie rekomendacii / sostavitel` S. V. Barmin. – 2-e izd., ster. – pos. Karavaevo : KGSXA, 2020. – 37 s. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte E`BS «Lan`» – URL : <https://e.lanbook.com/book/171630> (data obrashheniya: 24.12.2024). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.
4. Arbaev, K. S. Morfofunkcional`noe sostoyanie gemolimfaticeskix uzlov u dikix parnokopy`tny`x zhivotny`x / K. S. Arbaev, O. K. Ajdraliev, M. M. Amirakulov, B. S. Azhy`bekov // *Vestnik oxotovedeniya.* – 2019. – T. 16, № 3. – S. 178-183. – EDN ORHFIV. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Nauchnoj e`lektronnoj biblioteki eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=40103110> (data obrashheniya: 16.02.2025). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.
5. Artem`eva, E. A. Anatomiya gemal`ny`x uzlov telyat i vzrosly`x osobej kitajskogo vodyanogo olenya / E. A. Artem`eva, I. A. Chekarova // *EUROPEAN RESEARCH: sbornik statej pobeditelej VIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 07 fevralya 2017 goda.* – Penza : “Nauka i Prosveshhenie” (IP Gulyaev G.Yu.), 2017. – S. 344-349. – EDN XVHOLN. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Nauchnoj e`lektronnoj biblioteki eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=28300094> (data obrashheniya: 4.01.2025). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.
6. Artem`eva, E. A. Mikromorfologiya venozny`x gemal`ny`x uzlov vodyanogo olenya (*Hydropotes inermis argyropus*) / E. A. Artem`eva // *Problemy` vidovoj i vozrastnoj morfologii: materialy` Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem, posvyashhennoj 100-letiyu professora Vasil`eva Kirilla Antonovicha, Ulan-Ude`*, 28 iyunya – 01 2018 goda. – Ulan-Ude` :

- Buryatskaya gosudarstvennaya sel'skoxozyajstvennaya akademiya imeni V.R. Filippova, 2019. – S. 37-43. – EDN BXKVXT. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Nauchnoj e`lektronnoj biblioteki eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=37339942> (data obrashheniya: 4.01.2025). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.
7. Artem`eva, E. A. Morfologiya atipichny`x limfaticeskix uzlov vodyanogo olenya podvida *Hydropotes inermis argyropus*: special`nost` 06.02.01 “Diagnostika boleznej i terapiya zhivotny`x, patologiya, onkologiya i morfologiya zhivotny`x”: dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata veterinarny`x nauk / Artem`eva Elena Aleksandrovna, 2017. – 109 s. – EDN BYJNKF. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Nauchnoj e`lektronnoj biblioteki eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=54447742> (data obrashheniya: 4.01.2025). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.
  8. Artem`eva, E. A. Morfologiya gemal`ny`x uzlov grudnoj polosti kitajskogo vodyanogo olenya (*Hydropotes inermis argyropus*) / E. A. Artem`eva, I. A. Chekarova // *Mezhdunarodny`j nauchno-issledovatel`skij zhurnal*. – 2016. – № 4-5(46). – S. 49-52. – DOI 10.18454/IRJ.2016.46.009. – EDN VVVMQD. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Nauchnoj e`lektronnoj biblioteki eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=25948302> (data obrashheniya: 4.01.2025). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.
  9. Barsukov, N. P. Citologiya, gistologiya, e`mbriologiya / N. P. Barsukov. – 6-e izd., ster. – Sankt-Peterburg: *Lan`*, 2023. – 268 s. – ISBN 978-5-507-46654-2. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte E`BS «Lan`» – URL : <https://e.lanbook.com/book/314759> (data obrashheniya: 24.12.2024). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.
  10. Vasil`ev, Yu. G. Rasshirenny`j konspekt lekcij po citologii, gistologii i e`mbriologii: uchebnoe posobie / Yu. G. Vasil`ev. – Izhevsk: UdGAU, 2019. – 185 s. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte E`BS «Lan`» – URL : <https://e.lanbook.com/book/133934> (data obrashheniya: 24.12.2024). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.
  11. Veterinarnaya gematologiya: uchebnoe posobie / E. A. Karpova, I. V. Anikienko, S. A. Sajvanova, O. P. Il`ina. – Irkutsk: Irkutskij GAU, 2020. – 101 s. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte E`BS «Lan`» – URL : <https://e.lanbook.com/book/183533> (data obrashheniya: 24.12.2024). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.
  12. Volkova, A. D. Topografiya i struktura limfaticeskix uzlov serebristo-chnoj lisicy kletchnogo sodержaniya / A. D. Volkova // *MNSK-2020. Sel'skoxozyajstvenny`e nauki: Materialy` 58-j Mezhdunarodnoj nauchnoj studencheskoj konferencii, Novosibirsk, 10–13 aprelya 2020 goda*. – Novosibirsk: Novosibirskij nacional`ny`j issledovatel`skij gosudarstvenny`j universitet, 2020. – S. 34. – EDN RUNVNI. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Nauchnoj e`lektronnoj biblioteki eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=42884414> (data obrashheniya: 24.12.2025). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.
  13. Gazizova, A. I. Makromikroskopicheskoe stroenie timusa i gemolinfaticeskije uzly` krupnogo rogatogo skota v vozrastnom aspekte / A. I. Gazizova, L. M. Murzabekova // *Veterinary, agricultural, biological and chemical sciences: state and prospects of development in the XXI century / dynamics of human intelligence evolution, moral and aesthetic world perception and artistic creation : Materials digest of the XIX International Scientific and Practical Conference and the I stage of Research Analytics Championships in biological, veterinarian, chemical and agricultural Sciences (London, February 15 – February 20, 2012) / Materials digest of the XX International Scientific and Practical Conference and the I stage of Research Analytics Championships in construction sciences, architecture, culturology and study of art (London, March 10 – March 13, 2012) / Chief editor – Pavlov V.V. : Mezhdunarodnaya akademiya nauk i vy`sšhego obrazovaniya, 2012. – S. 48-50. – EDN TCXLXV. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Nauchnoj e`lektronnoj biblioteki eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=22707240> (data obrashheniya: 24.12.2025). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.*
  14. Laushkina, N. N. Metodika veterinarno-sanitarnogo osmotra produktov uboia sel'skoxozyajstvenny`x zhivotny`x i pticy: uchebno-metodicheskoe posobie / N. N. Laushkina. – Orel: OrelGAU, 2016. – 57 s. –

- E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte E`BS «Lan`» – URL : <https://e.lanbook.com/book/106935> (data obrashheniya: 24.012.2024). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.*
15. *Limfaticeskaya sistema zhitovny`x. Osobennosti topografii limfaticeskix uzlov u razny`x vidov zhitovny`x: metodicheskie ukazaniya / sostavitel` T. P. Ry`zhakina. – Vologda: VGMXA im. N.V. Vereshhagina, 2019. – 70 s. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte E`BS «Lan`» – URL : <https://e.lanbook.com/book/138548> (data obrashheniya: 24.12.2024). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.*
  16. *Polozuyuk, O. N. Gematologiya: uchebnoe posobie / O. N. Polozuyuk, T. M. Ushakova. – Persianovskij: Donskoj GAU, 2019. – 159 s. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte E`BS «Lan`» – URL : <https://e.lanbook.com/book/134378> (data obrashheniya: 24.12.2024). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.*
  17. *Potoczskaya, O. Yu. Raznovidnosti atipichny`x limfaticeskix uzlov cheloveka, vy`delenny`e na osnovanii sravnitel`nogo morfologicheskogo analiza / O. Yu. Potoczskaya, A. S. Lapsar` // Morfologiya, 2016. – T. 10, № 2. – S. 45–52. – DOI 10.26641/1997-9665.2016.2.45–52. – EDN XVFPIT. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Nauchnoj e`lektronnoj biblioteki eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=35370799> (data obrashheniya: 4.01.2025) . – Rezhim dostupa: dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.*
  18. *Potoczskaya, O. Yu. Sravnitel`ny`j analiz e`kspressii provospalitel`ny`x i tolerogenny`x faktorov v mezenterial`ny`x gemal`ny`x i limfaticeskix uzlax cheloveka / O. Yu. Potoczskaya, A. S. Lapsar`, A. M. Kamy`shny`j // Immunologiya, 2018. – T. 39, № 5–6. – S. 294–298. – DOI 10.18821/0206-4952-2018-39-5-6-294-298. – EDN IVJJNIK. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Nauchnoj e`lektronnoj biblioteki eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=41231799> (data obrashheniya: 4.01.2025) . – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.*
  19. *Samusev, R. P. Normal`naya i patologicheskaya anatomiya (e`nciklopedicheskij slovar`): slovar` : v 3 chastyax / R. P. Samusev, A. V. Smirnov. – Volgograd: VolgGMU, 2019 – Chast` 1 – 2019. – 692 s. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte E`BS «Lan`» – URL : <https://e.lanbook.com/book/141135> (data obrashheniya: 24.12.2024). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.*
  20. *Serdechno-sosudistaya sistema. Organy` krovetvoreniya i immunogeneza: uchebno-metodicheskoe posobie / I. S. Konstantinova, V. I. Usenko, E` N. Bulatova [i dr.]. – Kazan` : KGAVM im. Baumana, 2024. – 119 s. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte E`BS «Lan`» – URL : <https://e.lanbook.com/book/414617> (data obrashheniya: 24.12.2024). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.*
  21. *Solov`eva, L. P. Citologiya, gistologiya i e`mbriologiya: uchebnoe posobie: v 2 chastyax / L. P. Solov`eva. – 4-e izd., ispravl. i dop. – pos. Karavaevo: KGSXA, 2023 – Chast` 2: Chastnaya gistologiya – 2023. – 202 s. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte E`BS «Lan`» – URL : <https://e.lanbook.com/book/416747> (data obrashheniya: 24.12.2024). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.*
  22. *Sotieva, M. N. Znachenie limfaticeskoy sistemy` dlya veterinarno-sanitarnoj e`kspertizy` / M. N. Sotieva // Nauchnoe obespechenie sel`skogo xozyajstva gorny`x i predgorny`x territorij: MATERIALY` VSEROSSIJSKOJ STUDENCHESKOJ NAUCHNO-PRAKTICHESKOJ KONFERENCII, Vladikavkaz, 25–27 noyabrya 2020 goda. Tom 1. – Vladikavkaz: Gorskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2020. – S. 288–289. – EDN UAAKVS. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Nauchnoj e`lektronnoj biblioteki eLibrary. URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=44739410> (data obrashheniya: 18.01.2025). – Rezhim dostupa : dlya avtoriz. pol`zovatelej. – Tekst : e`lektronny`j.*
  23. *Texver, Yu. T. Gistologiya serdechno-sosudistoj sistemy` i krovetvorny`x organov domashnix zhitovny`x / Yu. T. Texver. – Tartu: E`SXA, 1970. – 184 s. – Tekst : neposredstvenny`j.*
  24. *Terminology Hystologica. Mezhdunarodny`e terminy` po citologii i gistologii cheloveka s oficial`ny`m spiskom russkix e`kvivalentov / pod red. chl.-korr. RAMN V.V. Banina i prof. V.L. By`kova. – M.: GE`OTAR-Media 2009. – 272 s. – Tekst : neposredstvenny`j.*
  25. *Abu-Hijleh, M. F., Scothorne R. J. Studies on haemolymph nodes. IV. Comparison of the route of entry of carbon particles into parathymic nodes after intravenous and intraperitoneal injection. /*

- M. F. Abu-Hijleh, R. J. Scothorne // *J Anat.* – 1996. Vol. 188. – P. 565-573. – PMID: 8763474. – PMID: PMC1167485. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte polnotekstovogo arxiva PubMed Central. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8763474/> (data obrashheniya: 4.01.2025). – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
26. Age related morphological changes in hemal nodes of the Egyptian water buffalo (*Bos Bubalus*) / M. Zidan et al. // *Alex. J. Vet. Science.* – 2012. – Vol.37 (1). – P. 373-381. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte ResearchGate. URL: [https://www.researchgate.net/publication/234833337\\_Age\\_Related\\_Morphological\\_Changes\\_in\\_Hemal\\_Nodes\\_of\\_the\\_EgyptianWater\\_Buffalo\\_Bos\\_Bubalus](https://www.researchgate.net/publication/234833337_Age_Related_Morphological_Changes_in_Hemal_Nodes_of_the_EgyptianWater_Buffalo_Bos_Bubalus) (data obrashheniya: 2.02.2025). – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
27. Akaydin, Bozkurt Y. Morphology of haemal nodes in the roe deer (*Capreolus capreolus*) / Akaydin Bozkurt Y, Kabak M. // *Anat Histol Embryol.* 2010, №39. – P. 456-461. DOI: 10.1111/j.1439-0264.2010.01016.x. PMID: 20624158. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte ResearchGate. URL: [https://www.researchgate.net/publication/45166557\\_Morphology\\_of\\_Haemal\\_Nodes\\_in\\_the\\_Roe\\_Deer\\_Capreolus\\_capreolus](https://www.researchgate.net/publication/45166557_Morphology_of_Haemal_Nodes_in_the_Roe_Deer_Capreolus_capreolus) (data obrashheniya: 7.01.2025). – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
28. Akaydin, Bozkurt Y. Immunohistochemical study on roe deer haemal nodes / B. Y. Akaydin, S. E. Karadag, M. Kabak // *Folia Morphol (Warsz)*, 2018. – Vol.77(2). – P. 266-271. – DOI: 10.5603/FM.a2017.0103. – PMID: 29131281. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte ResearchGate. URL : [https://www.researchgate.net/publication/321045950\\_Immunohistochemical\\_study\\_on\\_roe\\_deer\\_haemal\\_nodes](https://www.researchgate.net/publication/321045950_Immunohistochemical_study_on_roe_deer_haemal_nodes) (data obrashheniya: 7.01.2025). – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
29. Akaydin, Y. First description and morphology of haemal nodes in piglets (*Sus scrofa domestica*). / Y. Akaydin, M. Kabak. // *Acta Vet Hung*, 2006. – Vol. 54(2). – P. 135-42. – PMID: 16841752. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte ResearchGate. URL : [https://www.researchgate.net/publication/6943468\\_First\\_description\\_and\\_morphology\\_of\\_haemal\\_nodes\\_in\\_piglets\\_Sus\\_scrofa\\_domestica](https://www.researchgate.net/publication/6943468_First_description_and_morphology_of_haemal_nodes_in_piglets_Sus_scrofa_domestica) (data obrashheniya: 7.01.2025). – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
30. Cerutti, P. A scanning and immunohistochemical study in bovine haemal node. / Cerutti P, Marcaccini A., Guerrero F. // *Anat Histol Embryol.* 1998/ – Vol. 27 (6). – P. :387-392. – DOI: 10.1111/j.1439-0264.1998.tb00212.x. – PMID: 9972646. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte onlajn biblioteki Wiley. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0264.1998.tb00212.x?sid=nlm%3Apubmed> (data obrashheniya: 2.02.2025). – Rezhim dostupa : platny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
31. Choudhary, R. K. Caprine haemolymph nodes: Its structure and functions. // *J. Pharmacogn Phytochem*, 2018. – Vol. 7 (4S). – P. 417-420. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte zhurnala Pharmacognosy Journal. URL : <https://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue4S/PartI/SP-7-1-87-474.pdf> (data obrashheniya 24.12.2024) Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
32. Ezeasor, D. N. Histology of the caprine hemal node. / D.N. Ezeasor, A. Singh // *Acta Anat.*, 1988. – № 133. – P. 16-23. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Karger.com URL : <https://karger.com/aan/article-abstract/133/1/16/2802/Histology-of-the-Caprine-Hemal-Node?redirectedFrom=fulltext> (data obrashheniya: 2.02.2025). – Rezhim dostupa : platny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
33. Ezeasor, D. N. Morphologic features of lymph vessels in caprine hemal nodes / D.N. Ezeasor, A. Singh // *Am. J. Vet. Res.*, 1990. – Vol. 51. – P. 1139-1143 – E`lektronnaya kopiya anotacii dostupna na sajte polnotekstovogo arxiva PubMed Central. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2389892/> (data obrashheniya: 2.02.2025). – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
34. Fabian, G. The demonstration of the lymph pathways in the haemolymph nodes of cattle, and their relationship to the lymphatic system. – *Lymphology*, 1981. – Vol. 14(1). P. 7-16. – PMID: 7289661. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Typeset.io URL : <https://typeset.io/papers/the-demonstration-of-the-lymph-pathways-in-the-haemolymph-5abuznz2xt> (data obrashheniya: 7.01.2025). – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
35. Guerrero, F. P. Histological and immunological study on Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) haemal nodes / F. P. Guerrero, A. Cerutti, A. G. Marcaccini // *Microsc. Microanal.*, 2012. – Vol. 18(5). – 2 p. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Typeset.io URL : <https://typeset.io/papers/histological->

- and-immunohistochemical-study-on-iberian-red-33vofyvgb8* (data obrashheniya: 2.02.2025). – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
36. Jordan, H. E. The erythrocytogenic capacity of mammalian lymph nodes. – *Am. J. Anat.*, 1926. – Vol. 38. – P. 255-271. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte onlajn biblioteki Wiley URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/aja.1000380204> (data obrashheniya: 2.02.2025). – Rezhim dostupa : platny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
37. Kazeem, A. A. Studies on hemolymph nodes. I. Histology of the renal hemolymph node of the rat. / A. A. Kazeem, O. Reid, R. J. Scotthorne // *J Anat.*, 1982. – Vol. 134 (Pt 4). – P. 677-83. – PMID: 7130033; – PMCID: PMC1167862. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte polnotekstovogo arhiva PubMed Central. URL : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1167862/> (data obrashheniya: 4.01.2025). – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
38. Krumbhaar, E. B. STUDIES ON EXPERIMENTAL PLETHORA IN DOGS AND RABBITS / E. B. Krumbhaar, Chanutin // *A. J. Exp. Med.*, 1922. – Vol. 31, 35(6). – P. 847-871. – DOI: 10.1084/jem.35.6.847. – PMID: 19868649; – PMCID: PMC2128319. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte polnotekstovogo arhiva PubMed Central. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19868649/> (data obrashheniya: 16.02.2025). – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
39. Nomina Anatomica Veterinaria 6th Edition / International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (I.C.V.G.A.N.). // Published by the Editorial Committee Hanover (Germany), Ghent (Belgium), Columbia, MO (U.S.A.), Rio de Janeiro (Brazil), 2017. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte WAVA. URL : <https://wava-amav.org/> (data obrashheniya 7.03.2025) – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
40. Nomina Histologica Veterinaria 1st Edition / International Committee on Veterinary Histological Nomenclature (I.C.V.H.N.), 2017 – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte WAVA. URL : <https://wava-amav.org/> (data obrashheniya 7.03.2025) – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
41. Sabin, F. R. The development of the lymphatic nodes in the pig and their relation to the lymph hearts. – *Am. J. Anat.*, 1905. – Vol. 4. – P. 355-389. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte Embryology. med.unsw.edu.au URL: [https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Paper\\_-\\_On\\_the\\_development\\_of\\_lymphatic\\_nodes\\_in\\_the\\_pig\\_and\\_their\\_relation\\_to\\_the\\_lymph\\_hearts\\_\(1905\)](https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Paper_-_On_the_development_of_lymphatic_nodes_in_the_pig_and_their_relation_to_the_lymph_hearts_(1905)) (data obrashheniya: 2.02.2025). – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
42. Sakita, K. Structure and function of the hemolymph node in rats / K. Sakita, M. Fujino, T. Koshikawa, N. Ohmiya, M. Ohbayashi, J. Asai. // *Nagoya J. Med. Sci.*, 1997. – Vol. 60(3-4). – P. 129-37. – PMID: 9481092. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte ResearchGate.net URL : [https://www.researchgate.net/publication/13750687\\_Structure\\_and\\_Function\\_of\\_the\\_Hemolymph\\_Node\\_in\\_Rats](https://www.researchgate.net/publication/13750687_Structure_and_Function_of_the_Hemolymph_Node_in_Rats) (data obrashheniya: 24.12.2024). – Rezhim dostupa: svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
43. Sasaki, K. Erythrophagocytosis of the lymph node macrophages caused by autotransplantation of the splenic tissue into the lymph nodes of rat. – *Anat Anz.*, 1990. – Vol. 171(5). – P. 335 – 342. – PMID: 2088150. – E`lektronnaya kopiya anotacii dostupna na sajte polnotekstovogo arhiva PubMed Central. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2088150/> (data obrashheniya: 2.02.2025). – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
44. Turner, D. R. The vascular tree of the haemal node in the rat. – *J. Anat.*, 1969. Vol. 104 (Pt 3). – P. 481-93. – PMID: 5804558. – PMCID: PMC1231949. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte polnotekstovogo arhiva PubMed Central. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1231949/> (data obrashheniya: 4.01.2025). – Rezhim dostupa : svobodny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
45. Zidan, M. Histological, histochemical and immunohistochemical study of the haemal nodes of the dromedary camel. / M. Zidan, R. Pabst // *Anat. Histol. Embryol.*, 2004. Vol. 33(5). – P. 284-289. – DOI: 10.1111/j.1439-0264.2004.00550.x. – PMID: 15352881. – E`lektronnaya kopiya dostupna na sajte onlajn biblioteki Wiley URL : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0264.2004.00550.x> (data obrashheniya 2.02.2025). – Rezhim dostupa : platny`j. – Tekst : e`lektronny`j.
46. Gemolimfaticheskie uzly` // Studfiles [E`lektronny`j resurs]. Rezhim dostupa: <https://studfile.net/preview/5825794/page:11/> (data obrashheniya: 4.01.2025)
-

**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 23.04.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025;

принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 23.04.2025; approved after reviewing 28.08.2025;

accepted for publication 01.09.2025.

**Информация об авторах:**

**Синьковская Ирина Сергеевна**, студент

**Дроздова Людмила Ивановна**, доктор ветеринарных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующая кафедрой морфологии и экспертизы

**Корч Мария Анатольевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии и экспертизы

**Information about the authors:**

**Irina S. Sinkovskaya**, student

**Lyudmila I. Drozdova**, doctor of veterinary sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation, head of the department of morphology and expertise

**Maria A. Korch**, candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of morphology and expertise

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 90-97.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):90-97.

## МОРФОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.90-97  
УДК 611.841.2:612.841.1:636.1

# Анатомия и физиология сосудистой оболочки лошади

Якимова Александра Владимировна<sup>1</sup>, Соломахина Любовь Анатольевна<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Центр изучения, спасения и реабилитации морских млекопитающих «Безмятежное море», Россия, Республика Крым, Севастополь

<sup>2</sup> Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, Россия, г. Воронеж

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

<https://orcid.org/> нет

<sup>2</sup> barashek.l@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Аннотация.** Сосудистая оболочка или увеальный тракт (*Tunica vasculosa bulbi*) лошади состоит из трёх компонентов: радужной оболочки, цилиарного (ресничного) тела и собственно сосудистой оболочки или хориоидеи. Как и у большинства травоядных, у взрослой лошади зрачок овальный и расположен горизонтально. Радужная оболочка выполняет функцию диафрагмы и регулирует количество поступающего света. Передняя поверхность радужной оболочки лишена смежного эпителиального слоя и состоит из соединительной ткани, чередующейся с фибробластами и меланоцитами. Под этим поверхностным слоем находится строма радужной оболочки, состоящая из хроматофоров, фибробластов и коллагеновых волокон, на которых находится сплетение кровеносных сосудов. Цвет радужной оболочки зависит от количества пигмента в хроматофорах. Внутри центральной стромы вдоль окружности зрачкового поля расположена парасимпатически иннервированная мышца сфинктера радужки, который отвечает за сужение зрачка. Мышца сфинктера радужки состоит из гладких мышечных волокон. Сразу же за стромой радужной оболочки находится мышца-дилататор зрачка, она является непосредственным продолжением клеток пигментного эпителия задней поверхности радужной оболочки, ориентирована радиально, иннервирована симпатической нервной системой и отвечает за расширение зрачка. Задний аспект радужки выстлан двойным слоем плотных меланотических эпителиальных клеток. Дорсальный аспект зрачкового края покрыт кистозным удлинением заднего эпителия, гроздевидными тельцами или *Corpora nigra (Granula iridica)*. Цилиарное тело находится позади основания радужки и имеет примерно треугольное поперечное сечение, являясь по своей сути продолжением радужной оболочки. Оно представляет собой замкнутое кольцо, отделённое от склеры супрацилиарным пространством. При взгляде из полости стекловидного тела цилиарное тело разделено на переднюю часть *pars plicata* (складчатая часть ресничного тела или отросчатая) и заднюю часть *pars plana* (плоская часть ресничного тела). Собственно сосудистая оболочка или хо-

риоида является задним компонентом увеального тракта, составляет 2/3 последнего, находится между склерой и сетчаткой. Хориоида включает в себя пять основных слоёв: супрахориоидальный слой (наружный), в котором находится супрахориоидальное пространство, содержащее цилиарные нервы и артерии; слой, состоящий из крупных сосудов, формирующих, например вихревые вены; тапетум или слой отражательной пластинки; слой, содержащий капиллярные сосуды, благодаря которому происходит питание сетчатки; основная пластинка, которая отделяет капилляры от пигментного эпителия.

**Ключевые слова:** лошади, глазное яблоко, сосудистая оболочка, радужка, цилиарное тело, хориоида.

**Для цитирования:** Якимова, А. В. Соломахина, Л. А., Анатомия и физиология сосудистой оболочки лошади. // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 90-97. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.90-97>.

## MORPHOLOGY

Original article

# Anatomy and physiology of the equine vascular membrane

Alexandra V. Yakimova<sup>1</sup>, Liubov A. Solomakhina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Marine Mammal Research, Rescue and Rehabilitation Center “Bespeshnoye More”, Russia, Republic of Crimea, Sevastopol

<sup>2</sup> Voronezh Veterinary Hospital № 1, Russia, Voronezh

<sup>1</sup> [snowlynx@mail.ru](mailto:snowlynx@mail.ru)

<https://orcid.org/> нет

<sup>2</sup> [barashek.l@yandex.ru](mailto:barashek.l@yandex.ru)

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Abstract.** The equine uveal tract (Tunica vasculosa bulbi) consists of three components: the iris, the ciliary body, and the choroid. Like most herbivores, the adult horse has an oval, horizontal pupil. The iris functions as a diaphragm and regulates the amount of light that enters. The anterior surface of the iris lacks an adjacent epithelial layer and consists of connective tissue interspersed with fibroblasts and melanocytes. Beneath this superficial layer is the iris stroma, which consists of chromatophores, fibroblasts, and collagen fibers that support a plexus of blood vessels. The color of the iris is determined by the amount of pigment in the chromatophores. Within the central stroma, surrounding the pupillary field, is the parasympathetically innervated iris sphincter muscle, which is responsible for pupillary constriction. The iris sphincter muscle is composed of smooth muscle fibers. Immediately posterior to the iris stroma is the pupillary dilator muscle, a direct continuation of the posterior iris pigment epithelial cells, radially oriented, sympathetically innervated, and responsible for pupillary dilation. The posterior aspect of the iris is lined by a double layer of dense melanotic epithelial cells. The dorsal aspect of the pupillary margin is covered by a cystic extension of the posterior epithelium, the grape-like bodies or corpora nigra (Granula iridica). The ciliary body is located posterior to the base of the iris and is roughly triangular

in cross-section, essentially a continuation of the iris. It is a closed ring separated from the sclera by the supraciliary space. When viewed from the vitreous cavity, the ciliary body is divided into an anterior part, the pars plicata (folded part of the ciliary body or processus), and a posterior part, the pars plana (flat part of the ciliary body). The choroid proper, or choroid, is the posterior component of the uveal tract, makes up 2/3 of the latter, and is located between the sclera and the retina. The choroid includes five main layers: the suprachoroidal layer (outer), which contains the suprachoroidal space containing the ciliary nerves and arterials; a layer consisting of large vessels that form, for example, vortex veins; tapetum or reflective plate layer; a layer containing capillary vessels that supply the retina with nutrition; the basilar plate, which separates the capillaries from the pigment epithelium.

**Keywords:** horses, eyeball, choroid, iris, ciliary body, choroid.

**For citation:** Yakimova, A. V. Solomakhina, L. A., Anatomy and physiology of the equine vascular membrane. // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):90-97. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.90-97>.

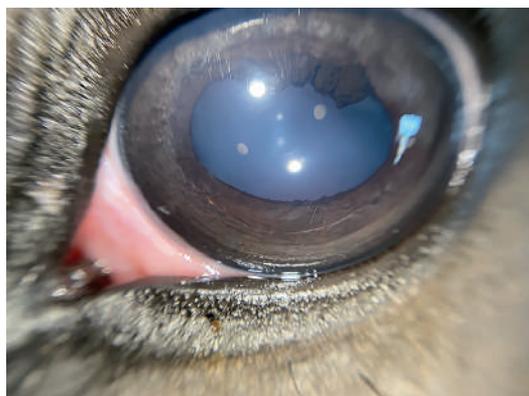
### Введение

Сосудистая оболочка или увеальный тракт (*Tunica vasculosa bulbi*) лошади состоит из трёх компонентов: радужной оболочки, цилиарного (ресничного) тела и собственно сосудистой оболочки или хориоидеи. Анатомически во многих клинически значимых аспектах он схож с сосудистой оболочкой других видов животных. Как и у большинства травоядных, у взрослой лошади зрачок овальный и расположен горизонтально (рисунок 1).

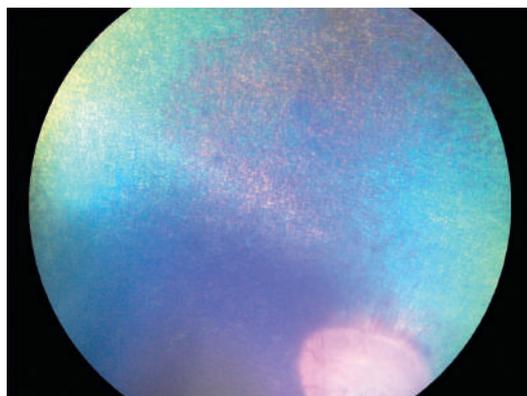
### Радужная оболочка

Радужная оболочка выполняет функцию диафрагмы и регулирует количество поступающего света. Передняя поверх-

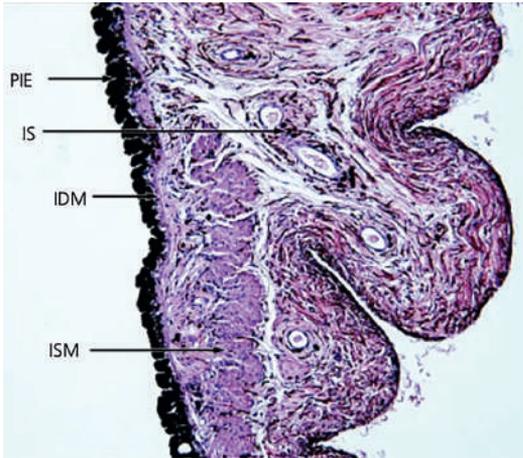
ность радужной оболочки лишена смежного эпителиального слоя и состоит из соединительной ткани, чередующейся с фибробластами и меланоцитами. Под этим поверхностным слоем находится строма радужной оболочки, состоящая из хроматофоров, фибробластов и коллагеновых волокон, на которых находится сплетение кровеносных сосудов. Цвет радужной оболочки зависит от количества пигмента в хроматофорах. В голубых глазах в хроматофорах практически отсутствует пигмент, таким образом сквозь радужную оболочку можно видеть тёмный пигментный листок. Внутри центральной стромы вдоль окружности зрачкового поля расположена парасимпатически ин-



**Рисунок 1** – Зрачок лошади овальной формы и расположен горизонтально (Фото Якимова, А. В.)



**Рисунок 2** – Глазное дно лошади (Фото Якимова, А. В.)



**Рисунок 3** – Микрофотография радужной оболочки лошадиной. IDM – мышца дилататор радужки; IS – строма радужки; ISM – сфинктер радужки; PIE – эпителий задней поверхности радужки

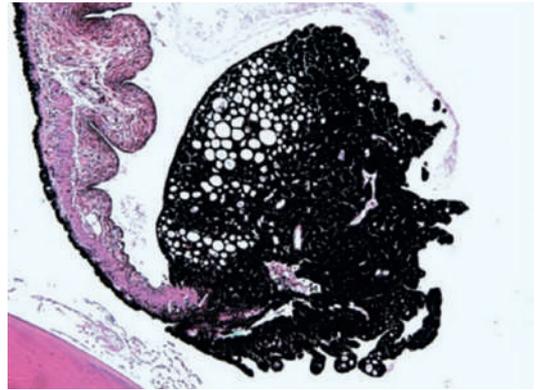
нервированная мышца сфинктера радужки, отвечающая за сужение зрачка. Мышца сфинктера радужки состоит из гладких мышечных волокон.

Сразу же за стромой радужной оболочки находится мышца-дилататор зрачка, она является непосредственным продолжением клеток пигментного эпителия задней поверхности радужной оболочки, ориентирована радиально, иннервирована симпатической нервной системой и отвечает за расширение зрачка. Задний аспект радужки выстлан двойным слоем плотных меланотических эпителиальных клеток (рисунок 3).

Дорсальный аспект зрачкового края покрыт кистозным удлинением заднего эпителия, гроздевидными тельцами или *Corpora nigra (Granula iridica)* (рисунок 4).

#### Системы кровообращения сосудистой оболочки

В сосудистой оболочке глаза лошади есть две системы кровообращения: одна для собственно сосудистой оболочки или хориоидеи, представленная системой коротких задних цилиарных артерий, вторая – для радужной оболочки и реснично-



**Рисунок 4** – Микрофотография *Corpora nigra* (чёрного тела) лошади как кистозного расширения эпителия задней поверхности радужки

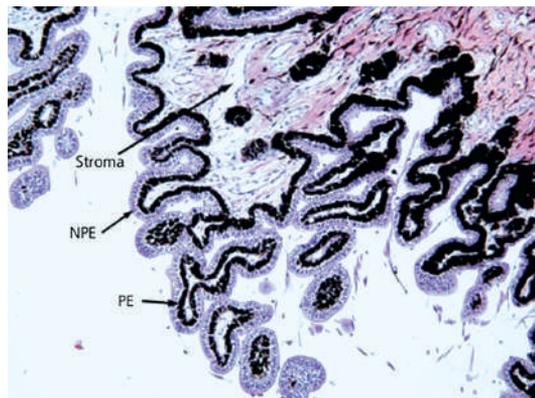
го тела, представленная системой задних длинных и передних цилиарных артерий. Соединение артерий происходит через короткие возвратные веточки.

Радужная оболочка обильно кровоснабжается. В месте границы радужной оболочки и цилиарного тела находится большой артериальный круг, являющийся результатом слияния задних длинных и передних цилиарных артерий. До зрачкового края доходят ветви малого артериального круга, образованного ветвями большого артериального круга, входящего в радужную оболочку. Поверхность радужной оболочки имеет рисунок благодаря сосудам, которые расположены поверхностно и окутаны соединительной тканью, образуя таким образом перекладины – трабекулы, а между ними крипты или углубления.

#### Цилиарное тело

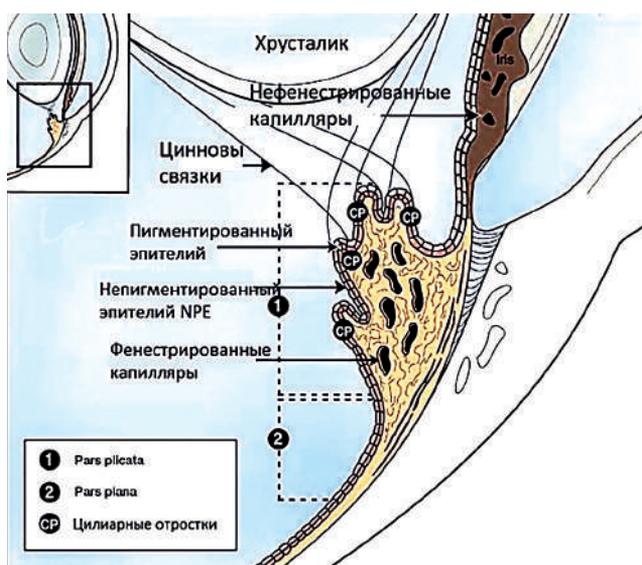
Цилиарное тело находится позади основания радужки и имеет примерно треугольное поперечное сечение, являясь по своей сути продолжением радужной оболочки. Оно представляет собой замкнутое кольцо, отделённое от склеры супрацилиарным пространством. При взгляде из полости стекловидного тела цилиарное тело разделено на переднюю часть *pars plicata* (складчатая часть ресничного тела или

отросчатая) и заднюю часть *pars plana* (плоская часть ресничного тела). Как следует из названия, для *pars plicata* характерен складчатый внешний вид, хотя количество, степень выпуклости и форма цилиарных отростков у разных животных различны. В целом, у видов, обладающих большими передними камерами, например, лошадей, отростков больше, чем у животных с маленькими передними камерами. Цилиарные отростки хищных животных обычно длинные и тонкие, тогда как у травоядных животных, включая лошадь, они напоминают притупленные гребни. От цилиарных отростков отходят зонулярные волокна, которые крепятся к хрусталику у экватора. Плоская часть ресничного тела (*pars plana*) – относительно гладкая и простирается от *pars plicata* до самого удалённого расширения сетчатки (цилиарной зоны сетчатки или *ora ciliaris retina*). Ширина плоской части ресничного тела варьируется и наиболее велика в дорсолатеральной части. Вся внутренняя поверхность цилиарного тела (поверхность, контактирующая со стекловидным телом) выстлана двойным рядом эпителиальных клеток. Самый внутренний слой эпителиальных клеток (с перспективы стекловидной полости) лишён пигментации и называется непигменти-



**Рисунок 5** – Ресничное тело лошади. NPE – непигментированный эпителий ресничного тела; PE – пигментный ресничный эпителий; Stroma – строма

рованным эпителием цилиарного тела. Непигментированный эпителий сливается с цилиарной зоной сетчатки и у заднего основания радужки – с самым внутренним слоем эпителия задней радужки. Второй слой эпителиальных клеток богат меланоцитами и называется пигментированным эпителием цилиарного тела. Пигментированный эпителий лежит непосредственно под непигментированным эпителием и прилегает к эпителию сетчатки в цилиарной зоне и у заднего основания радужки с самым внешним



**Рисунок 6** – Схема анатомии цилиарного тела лошади

слоем эпителия задней радужки. Считается, что плотные соединения между клетками непигментированного эпителия представляют собой эпителиальную часть гематофтальмического барьера. В глубине двухслойного эпителия цилиарного тела каждый цилиарный отросток имеет центральную часть соединительной ткани и окончателное сплетение сосудов, что позволяет плазме протекать в стromу цилиарного тела (рисунок 5).

Эпителиальная часть гематофтальмического барьера фильтрует эту плазму, удаляя практически все белки и клетки. Таким образом, водянистая влага представляет собой ультрафильтрат плазмы. В дополнение к функции фильтрации непигментированный эпителий содержит карбоангидразу, которая катализирует активную транспорт-опосредованную часть выработки водянистой влаги (рисунок 6).

Под цилиарными отростками, лежащими на внутренней поверхности склеры и образующими основание треугольника цилиарного тела, расположена мускулатура цилиарного тела. Практически все млекопитающие имеют круговую, парасимпатически иннервированную, гладкую мускулатуру цилиарного тела. Когда эти мышцы сжимаются, зональные волокна расслабляются, что, в свою очередь, позволяет хрусталику пассивно утолщаться. Этот механизм у млекопитающих отвечает за аккомодацию. Однако в отличие от приматов у большинства млекопитающих плохо развита мускулатура ресничного тела и, следовательно, способность к аккомодации плохая. К основным функциям цилиарного тела относятся: выработка внутриглазной жидкости из крови и аккомодация.

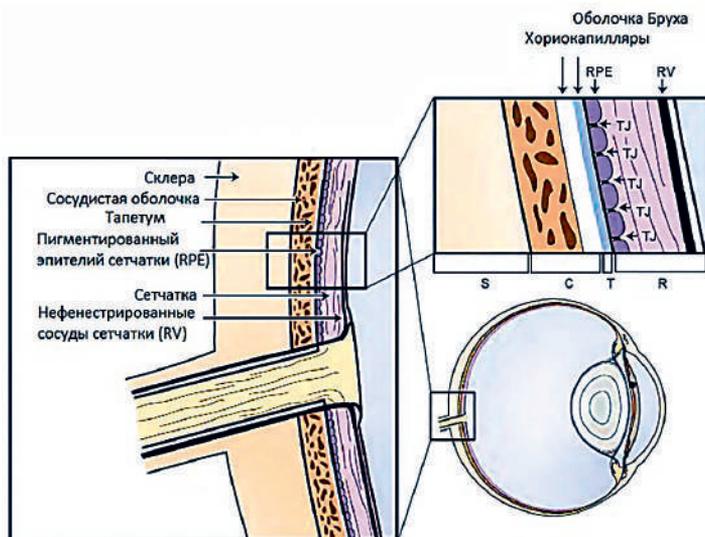
На стыке основания лицевой части радужки и лимба перед мускулатурой цилиарного тела видна цилиарная щель (угол передней камеры). Эту щель стягивают волокна соединительной ткани, называемые гребенчатой связкой, которые простираются от основания радужной оболочки до вхождения во внутреннюю часть лимба. Цилиарная щель находится

в задней части гребенчатой связки и заполнена губчатой сетью пучков соединительной ткани, трабекулярной сетью. У лошади эти пучки полностью покрыты эндотелиальными клетками, которые называются трабекулярными клетками. Цилиарная щель – это непосредственно место оттока водянистой влаги. Любой процесс, препятствующий нормальному оттоку, может привести к увеличению внутриглазного давления.

### Хориоидея

Собственно сосудистая оболочка или хориоидея является задним компонентом увеального тракта, составляет 2/3 последнего, находится между склерой и сетчаткой и имеет две основных составляющих. Соединение со склерой достаточно рыхлое, тогда как с сетчаткой – довольно плотное. В зоне выхода зрительного нерва расположена решётчатая пластина. Собственный цвет сосудистой оболочки достаточно тёмный, что обуславливается большим содержанием меланоцитов. Покрытие внутренней поверхности склеры представляет собой толстое сплетение сосудов, сильно пигментированную соединительную ткань, которая образуется в области оптического диска. Большинство из этих сосудов составляют вены, которые объединяются, образуя вортикозные или вихревые вены вблизи экватора. Обычно хориоидальные сосуды в эпителии сетчатки не видны, поскольку вентрально их затеняет меланин, а дорсально – тапетум, но при слабой пигментации они просматриваются. Ветки задних коротких сосудов формируют и питают свой отдельный сектор, имея очень ограниченное количество анастомозов между собой.

Хориоидея включает в себя пять основных слоёв: супрахориоидальный слой (наружный), в котором находится супрахориоидальное пространство, содержащее цилиарные нервы и артерии; слой, состоящий из крупных сосудов, формирующих, например, вихревые вены; тапетум или слой отражательной пластинки;



**Рисунок 7** – Плотные соединения между боковыми границами непигментированного эпителия ресничного тела (NPE), который представляет собой эпителиальную часть гематофтальмического барьера. Активный перенос ионов натрия и бикарбоната (под действием фермента карбоангидразы), который способствует образованию водянистой влаги

слой, содержащий капиллярные сосуды, благодаря которому происходит питание сетчатки; основная пластинка, которая отделяет капилляры от пигментного эпителия.

Хориокапилляры имеют значительно больший просвет (в три раза), чем обычные капилляры (фенестрированные капилляры).

Тапетум занимает примерно всю дорсальную половину дна и расположен непосредственно внутри сосудистой системы. Тапетум бывает разного цвета, но обычно его окраска варьируется от сине-зелёной до жёлтой и часто связана с радужкой и цветом шерсти. В зависимости от окраски в тапетуме выделяют две зоны: светлую (*tapetum lucidum*) и тёмную (*tapetum nigrum*). Тапетум состоит из сильноотражающих кристаллов гуаниннуклеотидов пуринового ряда. Отражательная пластинка обеспечивает повторное отражение квантов света, усиливая световой поток, получаемый глазом. Таким образом его функция состоит в улучшении видимости при отсутствии

интенсивного освещения. В отличие от ячеистого тапетума (целлюлозный тапетум) плотоядных животных у травоядных животных он состоит из высокоорганизованных коллагеновых волокон (фиброзный тапетум). В тапетальной области капилляры хориоидальных артерий проходят через волокна тапетума, обеспечивая питание сетчатки. При офтальмологическом осмотре глаза эти сосуды имеют вид разбросанных по всей тапетальной области мелких точек, которые называются звездами Уинслоу. Поскольку у лошадей паурангиотический сетчатый сосудистый рисунок, сосудистая оболочка отвечает за питание всей сетчатки, за исключением перипапиллярной области.

### Выводы

Знание нормальной анатомии и физиологии сосудистой оболочки лошади крайне важно для работы ветеринарного врача – офтальмолога, понимания и дифференциации протекания нормальных и патологических процессов.

**Библиографический список / Referenses**

1. Samuelson, D. A. *Ophthalmic anatomy*. In: Gelatt KN, Gilger BC, Kern TJ (eds). *Veterinary Ophthalmology*, 5th edn. Ames: Wiley Blackwell; 2013:39–170.
2. Miller, T. L., Willis, A. M., Wilkie, D. A., Hoshaw-Woodard, S., Stanley, J. R. *Description of ciliary body anatomy and identification of sites for transscleral cyclophotocoagulation in the equine eye*. *Vet Ophthalmol* 2001; 4:183–190
3. Gum, G. G., MacKay, E. O. *Physiology of the eye*. In: Gelatt KN, Gilger BC, Kern TJ, (eds). *Veterinary Ophthalmology*, 5th edn. Ames: Wiley Blackwell; 2013:171–207
4. Rubin, L. F. *The horse fundus*. In: *Atlas of Veterinary Ophthalmoscopy*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1974:289–325.
5. Matthews, A. G., Crispin, S. M., Parker, J. *The equine fundus. II. Normal anatomical variants and colobomata*. *Equine Vet J Suppl* 1990;22: 50–54.
6. Gelatt, K. N. *Ophthalmoscopic studies in the normal and diseased ocular fundi of horses*. *J Am Anim Hosp Assoc* 1971;7: 158–163
7. Gilger, Brian, C. *Equine ophthalmology – 2nd ed.*, 2011:267-281.

**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 01.07.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 01.07.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

**Информация об авторах:**

Якимова Александра Владимировна, соискатель

Соломахина Любовь Анатольевна, кандидат ветеринарных наук

**Information about the authors:**

Alexandra V. Yakimova, applicant

Lyubov A. Solomakhina, candidate of veterinary sciences

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 98-106.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):98-106.

## ФИЗИОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.98-106  
УДК 636.082.1

# Сравнительная характеристика результатов подбора и подготовки служебных собак к поиску запаховых веществ с учётом преобладающих игровой и пищевой реакций поведения

Голдырев Андрей Анатольевич<sup>1</sup>, Дердюк Татьяна Степановна<sup>2</sup>

<sup>1</sup> goldyrev.a.a@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6648-5157>

<sup>2</sup> tat.der80@mail.ru

<https://orcid.org/> нет

<sup>1, 2</sup> Пермский институт Федеральной службы исполнения наказаний» (ФКОУ ВО «Пермский институт ФСИН России»), Россия, г. Пермь

**Аннотация.** Наиболее важными составляющими для выработки у служебных собак стойкого навыка поиска запаховых веществ являются: наличие у собаки сильной мотивации; своевременное подкрепление необходимого поведения собаки; последовательность отработки приёмов. Для выбора методики приучения собак к поиску запаховых веществ необходимо определить преобладающую реакцию поведения, на основе которой и будет построена последующая подготовка. Подготовка служебных собак для поиска запаховых веществ осуществляется на базе преобладающих реакций поведения, таких как пищевая и игровая. Каждый из предложенных вариантов имеет свои положительные и отрицательные стороны. Если же у собаки была правильно определена преобладающая реакция поведения, необходимая для дрессировки, и правильно подобран метод дрессировки, то отрицательных моментов в данном процессе практически не будет. Однако остаётся вопрос о том, каким способом и на базе какой преобладающей реакции поведения быстрее вырабатываются навыки поиска запаховых веществ. В связи с этим нами были проведены соответствующие исследования. В статье приведены данные эксперимента по изучению продолжительности и скорости выработки у собак навыка поиска запаховых веществ с учётом, преобладающих игровой и пищевой реакций поведения. В ходе эксперимента были сравнены и проанализированы способы подготовки служебных собак для поиска запаховых веществ с учётом, преобладающих игровой и пищевой реакций поведения. При использовании способа подготовки служебных собак, основанного на игровой реакции поведения, потребовалось меньшее на 1 и 2 этапах подготовки, на 14% и 28% соответственно количество тренировочных дней. Это связано со способностью собак с игровой реакцией поведения выполнять больше пусков за одно занятие и соответственно посещать больше занятий, чем собакам с пищевой реакцией поведения.

---

© Голдырев, А. А., Дердюк, Т. С., 2025

---

**Ключевые слова:** служебная собака, преобладающая реакция поведения, игровая реакция поведения, пищевая реакция поведения, продолжительность и скорость выработки навыка.

**Для цитирования:** Голдырев, А. А., Дердюк, Т. С. Сравнительная характеристика результатов подбора и подготовки служебных собак к поиску запаховых веществ с учётом преобладающих игровой и пищевой реакций поведения // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 98-106. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.98-106>.

## PHYSIOLOGY

Original article

## Comparative characteristics of the results of selecting and training working dogs to search for odor substances, taking into account the prevailing play and food behavioral responses

Andrey A. Goldyrev<sup>1</sup>, Tatyana S. Derdyuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup> goldyrev.a.a@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6648-5157>

<sup>2</sup> tat.der80@mail.ru

<https://orcid.org/> no

<sup>1, 2</sup> Perm Institute of the Federal Penitentiary Service (Perm Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia), Russia, Perm

**Abstract.** The most important components for developing a strong search for odor substances in service dogs are: the presence of a strong motivation in the dog; timely reinforcement of the necessary behavior of the dog; the sequence of practicing techniques. To choose a method of training dogs to search for odor substances, it is necessary to determine the prevailing behavioral response, on the basis of which the subsequent training will be built. The training of service dogs for the search of odor substances is carried out on the basis of prevailing behavioral responses, such as food and game. Each of the proposed options has its own advantages and disadvantages. If the dog's dominant behavioral response, which is necessary for training, has been correctly identified and the training method has been chosen appropriately, there will be almost no negative aspects to the process. However, the question remains as to how and on the basis of what predominant behavioral reaction the skills of searching for odor substances are developed faster. In this regard, we conducted relevant research. The article presents data from an experiment to study the duration and rate of development of the skill of searching for odorous substances in dogs, taking into account the prevailing gaming and food behavior reactions. During the experiment, the methods of training service dogs to search for odors were compared and analyzed, taking into account the prevailing gaming and food behavior reactions. When using the method of training service dogs based on a playful behavior reaction, fewer training days were required at the 1st and 2nd stages of training by 14% and 28%, respectively. This is due to the ability of dogs with a playful behavior reaction to perform more launches per lesson and, accordingly, attend more classes than dogs with a food behavior reaction.

**Keywords:** service dog, prevailing behavior reaction, game behavior reaction, food behavior reaction, duration and speed of skill development.

**For citation:** Goldyrev, A. A., Derdyuk, T. S. Comparative characteristics of the results of selecting and training working dogs to search for odor substances, taking into account the prevailing play and food behavioral responses // *Hippology and Veterinary Medicine*. 2025;3(57):98-106. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.98-106>.

## Введение

Наиболее важными составляющими для выработки у служебных собак стойкого навыка поиска запаховых веществ являются: наличие у собаки сильной мотивации; своевременное подкрепление необходимого поведения собаки; последовательность отработки приёмов.

Для выбора методики приучения собак к поиску запаховых веществ необходимо определить преобладающую реакцию поведения, на основе которой и будет построена последующая подготовка.

Подготовка служебных собак для поиска запаховых веществ осуществляется на базе преобладающих реакций поведения, таких как пищевая и игровая. Каждый из предложенных вариантов имеет свои положительные и отрицательные стороны. Если же у собаки была правильно определена преобладающая реакция поведения, необходимая для дрессировки, и правильно подобран метод дрессировки, то отрицательных моментов в данном процессе практически не будет. Однако остаётся вопрос о том, каким способом и на базе какой преобладающей реакции поведения быстрее вырабатываются навыки поиска запаховых веществ. В связи с этим нами были проведены соответствующие исследования.

## Материалы и методы исследований

Для исследования были отобраны служебные собаки в количестве 14 голов (4 – бельгийские овчарки; 7 – немецкие овчарки; 2 – русский охотничий спаниель; 1 – английский спаниель) возрастом 1-5 лет.

Для определения наличия преобладающих реакций (пищевой и игровой) была разработана методика на основе методик

отбора и тестирования служебных собак Диденко, А. В. Яковенко, А. А. (2016) [3], Попцовой, О. С. Шеремета, Т. В. (2023) [6].

Определение игровой реакции поведения у служебной собаки

Проверку активности преследования игрового предмета собакой проверяли следующим способом: кинолог удерживал собаку на коротком поводке возле себя, в это время помощник демонстрировал собаке игрушку, которую перемещал при помощи удочки, не давая при этом собаке схватить игрушку. После двух подходов помощник позволял собаке схватить игрушку и путём натягивания за верёвку побуждал её вступить с ним в игру по перетягиванию игрушки. После непродолжительной борьбы помощник отдавал игрушку собаке и отбегал. Таким образом производилось не менее 5 подходов. Активность преследования игрового предмета собакой оценивалась по пяти бальной шкале (таблица 1).

## Определение заинтересованности и продолжительности поиска игрового предмета собакой

Производилось не менее 5 пусков. Упражнение проводилось на участке местности с естественным ландшафтом (исключающее визуальное обнаружение предмета) при отсутствии сильно выраженных посторонних раздражителей (люди, животные, автотранспорт и т. д.) в месте, незнакомом собаке. Помощник разыгрывал собаку игровым предметом, после этого он забрасывал его на виду у собаки в сторону местности таким образом, чтобы собаке было удобно найти и схватить игрушку. При втором пуске предмет забрасывался на виду у собаки, кинолог разворачивал собаку, а помощ-

**Таблица 1** – Методика оценки активности преследования игрового предмета собакой

Поведение собаки	Баллы
Не проявляет интереса к предмету	1
Двигается за предметом, но крепкой хватки не производит, быстро теряет интерес сразу после первого подхода	2
Активно двигается за предметом, хватает, но тут же отпускает, после трёх подходов теряет интерес	3
Активно двигается за предметом, хватает, но при перетягивании быстро отпускает, не теряет интерес до 5 подходов	4
Активно двигается за предметом, хватает, вступает в борьбу с помощником при перетягивании, продолжительное время удерживает предмет при его завладении, не теряет интерес свыше 5 подходов	5

**Таблица 2** – Методика оценки заинтересованности и продолжительности поиска игрового предмета собакой

Поведение собаки	Баллы
Не проявляет интерес к поиску	1
Двигается в направлении брошенного игрового предмета, поиск не показывает	2
Демонстрирует слабо заинтересованный поиск, находит и подносит к владельцу игровой предмет, после 2 пусков теряет интерес	3
Активно двигается, демонстрирует достаточный поиск, находит и подносит к владельцу игровой предмет до 5 пусков	4
Активно двигается, демонстрирует активный продолжительный поиск, находит и подносит к владельцу игровой предмет свыше 5 пусков	5

ник в это время перекалывал предмет в другое место. Кинолог после непродолжительной паузы пускал собаку на поиск игрового предмета без поводка. Заинтересованность и продолжительность поиска игрового предмета собакой оценивались по пятибальной шкале (таблица 2).

#### **Определение пищевой реакции поведения у служебной собаки**

Для достоверности данных при проверке данной реакции все собаки находились в полуголодном состоянии.

На первом пуске помощник раскладывал лакомство на виду у собаки на местности (8 шт.) в различных направлениях, собака пускалась моментально без задержек на поиск лакомства. На втором пуске собака пускалась на поиск разложенного лакомства с паузой и дезориентацией её путём поворотов и отводов с точки заброса. Таким образом производилось не

менее 5 пусков. Заинтересованность и продолжительность поиска лакомства собакой оценивались по пятибальной шкале (таблица 3).

В результате проведённого тестирования по определению преобладающих реакций у группы из 14 собак были следующие показатели:

11 собак из 14 проявили игровую реакцию поведения, что составляет 79%. Из них 7 собак (64%) обладают ярко выраженной, стойкой и продолжительной игровой реакцией поведения, а 4 собаки (36%) помимо игровой реакции проявляли также в некоторых ситуациях и пищевую реакцию;

3 собаки из 14 проявили ярко выраженную пищевую реакцию поведения, что составляет 21%.

Для подбора в группу подготовки собак на основе игровой мотивации мы отобрали собак, проявивших ярко вы-

**Таблица 3 – Методика оценки заинтересованности и продолжительности поиска лакомства собакой**

<b>Поведение собаки</b>	<b>Баллы</b>
Не проявляет интерес к поиску при первом пуске	1
Двигается в направлении брошенного корма, поиск не показывает быстро возвращается к кинологу после первого пуска	2
Демонстрирует слабо заинтересованный поиск со второго пуска, находит несколько кусочков лакомства, после 2 пусков теряет интерес	3
Активно двигается, демонстрирует достаточный поиск, находит все кусочки лакомства до 4 пусков	4
Активно двигается, демонстрирует активный продолжительный поиск, находит все кусочки лакомства свыше 5 пусков	5

раженную, стойкую и продолжительную игровую реакцию поведения в количестве 7 голов.

Для подбора в группу подготовки собак на основе пищевой мотивации мы отобрали в группу собак, проявивших как ярко выраженную пищевую реакцию поведения, так и собак, показавших примерно одинаковую степень игровой и пищевой мотивации в количестве 7 голов.

Таким образом у нас были сформированы 2 аналогичных по численности группы собак с двумя преобладающими реакциями поведения – группа 1 (пищевая реакция поведения) и группа 2 (игровая реакция поведения).

**1 этап. Определение продолжительности и скорости выработки навыка поиска мотивационных предметов (игрушка или лакомство).**

При проведении исследования нами была разработана методика на основе методик подготовки служебных собак Алиева, Р. А., Халитова, Р. Р. (2022) [1], Гриценко, В. В. (2024) [2], Голдырева, А. А., Медведева, В. М., Вицина, А. В., Беляева, В. Д. (2013) [5].

Для определения продолжительности и скорости выработки у собак активного, заинтересованного и последовательного поиска мотивационных предметов (игрушка или лакомство) в различных снарядах (одорологическая выборка) с одновременным приучением к сигнальной позе при обнаружении искомого

предмета в соответствии с определёнными у них преобладающими реакциями мы использовали следующую методику.

На данных занятиях применялись отрезки металлических труб (диаметр 12 см, длина 25 см) с одной стороны имеющие заглушку-подставку, а с другой – открытое отверстие. В одну из труб на дно закладывали мотивационный предмет (игрушка или лакомство). При этом предмет находился таким образом в трубе, чтобы его максимально быстро и беспрепятственно можно было извлечь из трубы. Кинолог выставлял перед собакой на расстоянии 0,5 метра трубу и на виду у собаки закидывал в трубу мотивационный предмет (лакомство) хорошо известный ей. После непродолжительной паузы (2-3 секунды) по команде «Ищи» и жесту в сторону объекта направлял собаку на поиск. Постепенно в течение одного тренировочного дня увеличивали количество труб до 6 штук. Количество пусков определяли степенью заинтересованности собаки в поиске. При отказе продолжать поиск занятие прекращали, предоставляя собаке отдых в течение 40-50 минут. После отдыха упражнение повторялось с учётом того количества пусков, на котором собака потеряла интерес к поиску, но не более 5 раз. Количество занятий учитывали при максимальном количестве пусков и отказе от работы в течении одного тренировочного дня, но не более 5 занятий. Чем меньше пусков было за одно занятие при усталости собаки, тем

**Таблица 4** – Продолжительность и скорость выработки у собак активного, заинтересованного и последовательного поиска мотивационных предметов (игрушка или лакомство)

Упражнение	Группа 1 (пищевая реакция поведения)			Группа 2 (игровая реакция поведения)		
	Кол-во пусков	Кол-во занятий	Кол-во дней	Кол-во пусков	Кол-во занятий	Кол-во дней
Поиск мотивационного предмета в металлических трубах	4,3	4,3	3	4,6	4,8	2,6

больше был перерыв между занятиями и соответственно меньше занятий было за один тренировочный день.

Навык считался усвоенным, если собака по команде кинолога находила мотивационный предмет в 6 расставленных в ряд металлических трубах с первого пуска и демонстрировала сигнальную позу (сигнальное поведение) у места обнаружения. Результаты установления продолжительности и скорости выработки у собак активного, заинтересованного и последовательного поиска мотивационных предметов (игрушка или лакомство) отображены в таблице 4.

Согласно данным, приведённым в таблице 4, установлено, что группе 1 (пищевая реакция поведения) в среднем понадобилось для выработки навыка 3 дня, что на 14% больше, чем понадобилось группе 2 (игровая реакция поведения). Это объясняется тем, что группе 2 (игровая реакция поведения) удавалось делать больше пусков на 7% за 1 занятие и проводить на 11% больше занятий в течение одного тренировочного дня.

**2 этап. Определение продолжительности и скорости выработки навыка поиска имитаторов запаховых веществ.**

На следующем этапе металлические открытые трубы заменялись отрезками пластиковых труб, но имеющих крышки с отверстиями. Занятия осуществлялись таким же образом, как и с открытыми металлическими трубами. Отличие заключалось лишь в том, что к мотивационным предметам (игрушка или лакомство) ря-

дом клали имитатор запаховых веществ (количество вещества 20 г), которые находились в закрытой ёмкости, и поощрение собаки после обозначения найденной трубы происходило кинологом второй игрушкой путём её выбрасывания от места закладки или лакомством из руки кинолога от этого же места. Кинолог выставлял перед собакой на расстоянии 0,5 метра трубу с закладкой имитатора и мотивационного предмета (игрушка или лакомство) первым номером в ряд из 6 труб. После непродолжительной паузы 2-3 секунды по команде «Ищи» и жесту в сторону объекта направлял собаку на поиск и обозначение. Упражнение повторялось с условием перестановки искомой трубы с закладкой имитатора и мотивационного предмета (игрушка или лакомство) от начала до конца ряда. Постепенно количество мотивационного предмета (игрушка или лакомство) в трубе убавлялось до его полного отсутствия, оставлялся только чистый запах имитатора запахового вещества.

Количество занятий учитывали при максимальном количестве пусков и отказе от работы в течении одного тренировочного дня, но не более 5 занятий. Чем меньше пусков было за одно занятие при усталости собаки, тем больше был перерыв между занятиями и соответственно меньше занятий было за один тренировочный день.

Навык считался усвоенным, если собака по команде кинолога с первого пуска находила трубу с чистым искомым запахом среди 6 расставленных в ряд закрытых пластиковых труб и демонстрировала сигнальную позу (сигнальное поведение)

**Таблица 5** – Продолжительность и скорость выработки у собак активного, заинтересованного и последовательного поиска имитатора запаховых веществ

Упражнение	Группа 1 (пищевая реакция поведения)			Группа 2 (игровая реакция поведения)		
	Кол-во пусков	Кол-во занятий	Кол-во дней	Кол-во пусков	Кол-во занятий	Кол-во дней
Поиск имитатора запаховых вещества в пластиковых трубах	4	4	5	4,3	4,6	3,6

у места обнаружения. Результаты установления продолжительности и скорости выработки у собак активного, заинтересованного и последовательного поиска имитатора запаховых веществ отображены в таблице 5.

Из результатов, изложенных в таблице 5, следует, что по количеству пусков и количеству занятий наблюдается схожая картина с предыдущим этапом исследования. Количество пусков и занятий в группе 1 (пищевая реакция поведения) в среднем было меньше на 7% и 14% соответственно, а по количеству дней показатель был больше на 28%, чем у группы 2 (игровая реакция поведения). Полученные данные также схожи с предыдущим этапом и указывают на способность собак группы 2 (игровая реакция поведения) больше делать пусков на 1 занятии и больше посещать занятий в течение одного тренировочного дня.

### **Выводы**

В процессе выработки у собак навыка поиска в металлических трубах мотивационного предмета (игрушка или лакомство) была выявлена разница во временных показателях по количеству тренировочных дней между собаками с игровой и пищевой реакцией поведения.

При выработке навыка поиска имитатора запахового вещества в закрытых пластиковых трубах разница в показателях значительно увеличилась в сторону

увеличения количества тренировочных дней у группы 1 (пищевая реакция поведения) и уменьшения количества тренировочных дней у группы 2 (игровая реакция поведения) на 28%.

Это связано с тем, что при подготовке собак с пищевой реакцией поведения происходило быстрое удовлетворение потребности в преобладании над получением мотивации, а значит необходимо было большее количество времени на перерыв в занятиях, что повлияло на уменьшение количества пусков на одном занятии, а это значительно увеличило затраченное время на выработку навыка.

При подготовке собак с игровой реакцией поведения не происходило быстрого насыщения в преобладании над получением мотивации. С каждым пуском собаки получали постоянное возбуждение нервной системы, что увеличивало их потребность в завладении игровым предметом. Поэтому насыщение не наступало быстро, а значит не пропадала мотивация поиска длительное время при значительном количестве пусков свыше 5 раз. Такой результат возможен при условии крепкой и подвижной нервной системы у собак.

Таким образом анализ полученных результатов показывает, что скорость выработки навыка поиска запаховых веществ выше у собак с игровой реакцией поведения.

**Библиографический список**

1. Алиев, Р. А. Формирование поискового поведения у служебных собак с целью обнаружения целевых веществ по их запаху на различных объектах с использованием оперантной формы на-учения / Р. А. Алиев, Р. Р. Халитов. – Текст : непосредственный // Исследования молодых уче-ных : материалы XXXIII Междунар. науч. конф. (г. Казань, февраль 2022 г.). – Казань : Молодой ученый, 2022. – С. 66-95. – URL: <https://moluch.ru/conf/stud/archive/427/17010/> (дата обращения: 24.06.2025).
2. Гриценко, В. В. Дрессировка собак. Теоретические основы: учебное пособие для СПО/ В. В. Гри-ценко.– 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 364с.: ил. \_ Текст непосредственный.
3. Диденко, А. В. Яковенко, А. А. Отбор, тестирование, воспитание и подготовка молодых со-бак по различным направлениям применения: Учебно-практическое пособие / А. В. Диденко, А. А. Яковенко. – Ростов-на-Дону: ФГКУ ДПО РШ СРС МВД России, 2016. – 80 с.
4. Методика подготовки служебных собак для поиска, обнаружения и обозначения взрывчатых веществ, взрывных устройств, оружия и боеприпасов: учебно-методическое пособие/ С. Ф. Коз-лов, С. Н. Парасоцкий; под общ. ред. С. Г. Шишкалова. – Ростов-на-Дону: ФГКУ ДПО РШ СРС МВД России, 2017. – 42 с.
5. Подготовка и использование специальных собак для поиска и обнаружения наркотических средств и психотропных веществ: учебное пособие / А. А. Голдырев, В. М. Медведев, А. В. Вицин, В. Д. Беляев; ФКОУ ВПО Пермский институт ФСИН России. – Пермь, 2013. – 117 с.
6. Попцова, О. С. Шеремета, Т. В. Тестирование и воспитательная дрессировка щенков в учреж-дениях уголовно-исполнительной системы Российской Федерации»: учебное пособие / – Пермь: ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России, 2023.

**References**

1. Aliev, R. A. Formirovanie poiskovogo povedeniya u sluzhebny`x sobak s cel`yu obnaruzheniya celevy`x veshhestv po ix zapaxu na razlichny`x ob`ektax s ispol`zovaniem operantnoj formy` naucheniya / R. A. Aliev, R. R. Xalitov. – Tekst : neposredstvenny`j // Issledovaniya molody`x ucheny`x : materialy` XXXIII Mezhdunar. nauch. konf. (g. Kazan`, fevral` 2022 g.). – Kazan` : Molodoy ucheny`j, 2022. – S. 66-95. – URL: <https://moluch.ru/conf/stud/archive/427/17010/> (data obrashheniya: 24.06.2025).
2. Gricenko, V. V. Dressirovka sobak. Teoreticheskie osnovy`: uchebnoe posobie dlya SPO/ V. V. Gricenko. – 5-e izd., ster. – Sankt-Peterburg: Lan`, 2024. – 364s.: il. \_ Tekst neposredstvenny`j.
3. Didenko, A. V. Yakovenko, A. A. Otbor, testirovanie, vospitanie i podgotovka molody`x sobak po razlichny`m napravleniyam primeneniya: Uchebno-prakticheskoe posobie / A. V. Didenko, A. A. Yakovenko. – Rostov-na-Donu: FGKU DPO RSh SRS MVD Rossii, 2016. – 80 s.
4. Metodika podgotovki sluzhebny`x sobak dlya poiska, obnaruzheniya i oboznacheniya vzryvchaty`x veshhestv, vzryvny`x ustrojstv, oruzhiya i boepripasov: uchebno-metodicheskoe posobie/ S. F. Kozlov, S. N. Parasockij; pod obshh. red. S. G. Shishkalova. – Rostov-na-Donu: FGKU DPO RSh SRS MVD Rossii, 2017. – 42 s.
5. Podgotovka i ispol`zovanie special`ny`x sobak dlya poiska i obnaruzheniya narkoticheskix sredstv i psixotropny`x veshhestv: uchebnoe posobie / A. A. Goldy`rev, V. M. Medvedev, A. V. Vicin, V. D. Belyaev; FKOУ VPO Permskij institut FSIN Rossii. – Perm`, 2013. – 117 s.
6. Popczova, O. S. Sheremeta, T. V. Testirovanie i vospitatel`naya dressirovka shhenkov v uchrezhdeniyax ugovolno-ispolnitel`noj sistemy` Rossijskoj Federacii»: uchebnoe posobie / – Perm`: FKOУ VO Permskij institut FSIN Rossii, 2023.

**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 01.07.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 01.07.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

***Информация об авторах:***

**Голдырев Андрей Анатольевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник кафедры кинологии

**Дердюк Татьяна Степановна**, преподаватель кафедры кинологии

***Information about the authors:***

**Andrey A. Goldyrev**, candidate of agricultural sciences, head of the department of cynology

**Tatyana S. Derdyuk**, lecturer at the department of cynology,

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 107-113.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):107-113.

## ФИЗИОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.107-113  
УДК 617.77-089.84:617.713-002.44:619

# Защитная тарзорафия в лечении язвенных кератитов животных

Нарижная Екатерина Вячеславовна<sup>1</sup>, Соломахина Любовь Анатольевна<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Центр ветеринарной медицины 911, Россия, г. Воронеж

<sup>2</sup> Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, Россия, г. Воронеж

<sup>1</sup> narizhnaya888@mail.ru

<https://orcid.org/> нет

<sup>2</sup> barashek.l@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Аннотация.** Язвы роговицы – дефекты роговичного эпителия с вовлечением нижележащих слоёв стромы. При проведении флюоресцинового теста при язвенном кератите роговица окрашивается флюоресцином (флюоресцин-позитивна), то есть диагноз язвенный кератит у животных ставится на основании положительного флюоресцинового теста. По результатам флюоресцинового теста также можно сделать выводы и о характере язвенных дефектов. Например, так называемые хронические язвы роговицы собак и кошек с патологическим эпителием имеют характерную картину затекания флюоресцинового красителя под края роговичного дефекта, что указывает на наличие неадгезивного эпителия роговицы, который необходимо убрать при помощи дебридмента роговицы ватной палочкой или же алмазным бором. Эффективной процедурой в лечении язвенного кератита животных является наложение защитного покрытия глазного яблока после предварительной обработки роговичной поверхности тем или иным способом. Эта простая оперативная манипуляция даёт возможность комфортного заживления роговицы под защитным покрытием, что ускоряет заживление роговичных ран. Существуют различные виды защитных покрытий глазного яблока. Наиболее распространены защитная тарзорафия (защитное покрытие на третье веко) и блефарорафия (защитное покрытие на веки). Оба вида защитных покрытий просты в исполнении и могут рутинно выполняться врачами офтальмологами даже под местным обезболиванием на фоне применения системных анальгетиков в случае, если у животного присутствуют выраженные анестезиологические риски. Исходя из нашего опыта по лечению язвенного кератита животных, защитная тарзорафия является более предпочтительной по сравнению с защитной блефарорафией, так как она обеспечивает лучшую герметичность глазной поверхности, на внутренней поверхности третьего века имеются лимфоидные фолликулы, которые положительно влияют на процесс регенерации, данное покрытие является более простым в исполнении и дольше удерживается. Однако бывают ситуации, когда у животного по той или иной причине удалено третье веко, что делает невозможным наложение защитной тарзорафии. В этом случае следует использовать

© Нарижная, Е. В., Соломахина, Л. А., 2025

защитную блефарорафию. Однако данный способ требует более аккуратной и тщательной обработки швов владельцами.

**Ключевые слова:** ветеринарная офтальмология, животные, язвы роговицы, защитная тарзорафия, защитная блефарорафия.

**Для цитирования:** Нарижная, Е. В. Соломахина, Л. А. Защитная тарзорафия в лечении язвенных кератитов животных // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 107-113. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.107-113>.

## PHYSIOLOGY

Original article

# Protective tarsorrhaphy in the treatment of ulcerative keratitis in animals

Ekaterina V. Narizhnaya<sup>1</sup>, Liubov A. Solomakhina<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Veterinary Medicine Center 911, Russia, Voronezh

<sup>2</sup> Voronezh Veterinary Hospital No. 1, Russia, Voronezh

<sup>1</sup> narizhnaya888@mail.ru

<https://orcid.org/no>

<sup>2</sup> barashek.l@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Abstract.** Corneal ulcers are defects of the corneal epithelium involving the underlying stroma layers. When performing a fluorescein test for ulcerative keratitis, the cornea is stained with fluorescein (fluorescein is positive), i.e. the diagnosis of ulcerative keratitis in animals is made on the basis of a positive fluorescein test. Based on the results of the fluorescein test, it is also possible to make conclusions about the nature of ulcerative defects. For example, the so-called chronic corneal ulcers of dogs and cats with pathological epithelium have a characteristic picture of fluorescein dye leaking under the edges of the corneal defect, which indicates the presence of non-adhesive corneal epithelium, which must be removed using corneal debridement with a cotton swab or a diamond bur. An effective procedure in the treatment of ulcerative keratitis in animals is the application of a protective covering of the eyeball after preliminary treatment of the corneal surface in one way or another. This simple surgical manipulation allows for comfortable healing of the cornea under the protective covering, which accelerates the healing of corneal wounds. There are different types of protective coverings of the eyeball. The most common are protective tarsorrhaphy (a protective covering on the third eyelid) and blepharorrhaphy (a protective covering on the eyelids). Both types of protective coverings are easy to perform and can be routinely performed by ophthalmologists even under local anesthesia against the background of the use of systemic analgesics if the animal has significant anesthetic risks. Based on our experience in treating ulcerative keratitis in animals, protective tarsorrhaphy is preferable to protective blepharorrhaphy, as it provides better tightness of the ocular surface, the inner surface of the third eyelid contains lymphoid follicles that have a positive effect on the regeneration process, this covering is easier to perform and lasts longer. However, there are situations when the animal's third eyelid is removed for one reason or another, which makes it impossible to apply protective tarsorrhaphy. In this case, protective blepharorrhaphy can

be used. However, this method requires more careful and thorough processing of the sutures by the owners.

**Keywords:** veterinary ophthalmology, animals, corneal ulcers, protective tarsorrhaphy, protective blepharorrhoea.

**For citation:** Narizhnaya, E. V., Solomakhina, L. A. Protective tarsorrhaphy in the treatment of ulcerative keratitis in animals // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57): 107-113. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.107-113>.

## Введение

Защитные покрытия глазного яблока мы используем в качестве вспомогательной оперативной процедуры при различных офтальмологических патологиях на фоне комплексной терапии. Наиболее часто защитные покрытия применяем при лечении язвенных кератитов различной этиологии на фоне основного лечения, в особенности в тех ситуациях, когда по какой-либо причине операция на роговице невозможна; после оперативного лечения проптоза глазного яблока (оперативного вправления глазного яблока); после различных оперативных вмешательств на роговице (дебридмент роговицы, кератотомия, кератэктомия, пересадка донорской или искусственной роговицы, пересадка конъюнктивальных лоскутов и т. д.); при наследственной эндотелиальной дисфункции; во всех случаях, когда необходимо максимально защитить роговицу.

В нашей практике язвенные кератиты различной этиологии являются наиболее частым показанием наложения защитных покрытий глазного яблока. Язвы роговицы – дефекты роговичного эпителия с вовлечением нижележащих слоёв стромы. При проведении флюоресцинового теста при язвенном кератите роговица окрашивается флюоресцином (флюоресцин позитивна), то есть диагноз «язвенный кератит» у животных ставится на основании положительного флюоресцинового теста. По результатам флюоресцинового теста также можно сделать выводы и о характере язвенных дефектов. Например, так называемые хронические язвы роговицы собак и кошек с патологическим эпителием

имеют характерную картину затекания флюоресцинового красителя под края роговичного дефекта, что указывает на наличие неадгезивного эпителия роговицы, который необходимо убрать при помощи дебридмента роговицы ватной палочкой или же алмазным бором. Эффективной процедурой в лечении язвенного кератита животных является наложение защитного покрытия глазного яблока после предварительной обработки роговичной поверхности тем или иным способом. Эта простая оперативная манипуляция даёт возможность комфортного заживления роговицы под защитным покрытием, что ускоряет заживление роговичных ран. Безусловно, только наложение защитного покрытия без установления этиологического диагноза и специфической терапии основного заболевания является не корректным. Всем животным с диагнозом язвенный кератит необходимо развёрнутое офтальмологическое инструментальное обследование с применением диагностических офтальмологических тестов для выявления первопричины заболевания. К основным диагностическим инструментальным исследованиям относятся биомикроскопия (осмотр при помощи щелевой лампы), тонометрия (измерение ВГД), офтальмоскопия (осмотр глазного дна), проверка зрачковых реакций на белый-красный-синий свет, УЗИ глазных яблок. К основным диагностическим офтальмологическим тестам относятся флюоресциновый тест, тест с лиссаминовым зелёным, тесты Ширмера, проба по Норну. Кроме того, для пациентов с язвенным кератитом важно производить проверку чувствительности роговицы

(тест с ватной палочкой) для выявления дисфункции ЧМН 5 (пятая пара черепно-мозговых нервов) и проверку моргания для выявления дисфункции ЧМН 7 (седьмая пара черепно-мозговых нервов), так как хронические язвенные кератиты зачастую являются нейрогенными (нейротрофическими из-за дисфункции ЧМН 5 и нейропаралитическими из-за дисфункции ЧМН 7).

Противопоказаниями к наложению защитных покрытий являются сквозные перфорации роговицы с обильным вытеканием внутриглазной жидкости или высоким риском разгерметизации роговицы, десцеметоцеле. Однако, существует немало случаев, когда из-за отсутствия финансовой возможности владельцев или анестезиологических рисков нами производилось наложение защитного покрытия на различного размера десцеметоцеле и на глаза со сквозной перфорацией роговицы с хорошей герметизацией места перфорации фибриновым густком, и даже такие глаза не просто заживали под защитным покрытием, но и оставались зрячими. Поэтому подобного рода противопоказания можно считать условными, и каждую ситуацию требуется рассматривать отдельно.

### **Виды защитных покрытий глазного яблока**

Существуют различные виды защитных покрытий глазного яблока. Наиболее распространены защитная тарзорафия (защитное покрытие на третье веко) (рисунки 1, 2) и блефарорафия (защитное покрытие на веки) (рисунки 3). Оба вида защитных покрытий просты в исполнении и могут рутинно выполняться врачами офтальмологами даже под местным обезболиванием на фоне применения системных анальгетиков в случае, если у животного присутствуют выраженные анестезиологические риски. Для агрессивных животных наложение защитного покрытия происходит под наркозом.

Для местной анестезии нами наиболее часто используется препарат Инокаин

(оксibuпрокаин 0,4%) двух-трёхкратно в интервале 2 минуты. Для системной анальгезии нами наиболее часто используется препарат Трамвет (трамадол 50 мг/мл), который является анальгезирующим средством со смешанным механизмом действия, в дозе 2-4 мг/кг за 30-40 минут до наложения защитного покрытия.

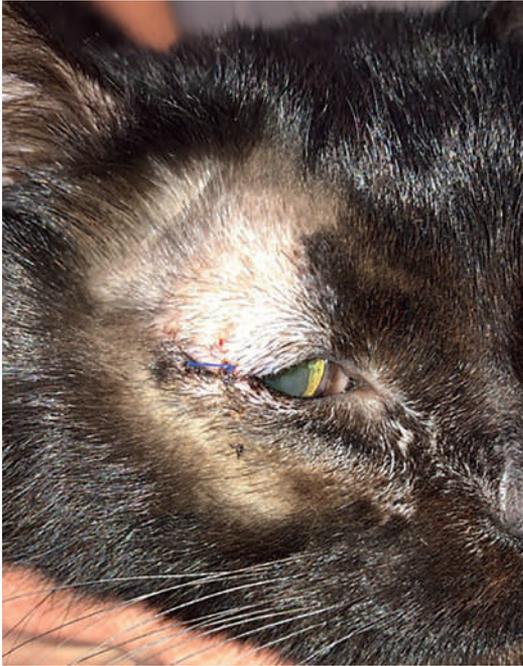
Защитную тарзорафию и защитную блефарорафию можно накладывать разными способами. В данной публикации мы остановимся на основных способах наложения защитной тарзорафии.

Существует два основных способа наложения защитных покрытий на третье веко. У этих способов в литературных источниках отсутствуют специфические названия, поэтому для удобства в обозначении разных видов защитных блефарорафий мы используем свою классификацию. Первый способ наложения защитной тарзорафии наиболее часто используется в европейских иностранных источниках, поэтому мы обозначили его как «Методика на европейский манер». Второй способ наложения защитной тарзорафии довольно давно описан в российских источниках, поэтому мы обозначили его как «Методика по старинке».

### **Техника наложения защитной тарзорафии**

«Методика на европейский манер» (рисунок 1). Данная техника наложения защитной тарзорафии представлена наложением П-образного шва с фиксацией на бульбарной конъюнктиве в латеральном углу глазной щели. Вкол осуществляется со стороны бульбарной конъюнктивы, далее нить проходит с обеих сторон вертикальной ножки хряща третьего века и выходит в бульбарную конъюнктиву. В качестве шовного материала используется полипропилен 4-0. Для мелких животных можно использовать полипропилен 5-0.

Ранее мы активно использовали данную технику, однако столкнулись с рядом осложнений из-за которых были вынуждены отказаться от неё в пользу «Мето-



**Рисунок 1** – Защитная тарзорафия.  
«Методика на европейский манер»  
(фото Соломахиной, Л. А.)

дики по-старинке». Из наиболее частых осложнений мы отмечали прорезание защитного покрытия преимущественно у собак средних и крупных пород с рыхлой конъюнктивой из-за чего покрытие «слетало», а также залом хряща третьего века, который восстанавливался в течение 3-5 дней, однако это было неприятным осложнением.

Из преимуществ данного защитного покрытия было то, что третье веко было фиксировано всего одним швом к бульбарной конъюнктиве, что не требовало дополнительных специальных обработок помимо обычного промывания глаза и нанесения офтальмологических препаратов на мигательную перепонку.

«Методика по-старинке» (рисунок 2). Данная техника наложения защитного покрытия глазного яблока используется нами уже давно. Техника заключается в наложении П-образного шва, который проходит через всю толщину верхнего века и под вертикальной ножкой хряща третьего века. В качестве шовного мате-



**Рисунок 2** – Защитная тарзорафия.  
«Методика по-старинке»  
(фото Соломахиной, Л. А.)

риала используется полипропилен 4-0. Для мелких животных можно использовать полипропилен 5-0. П-образный шов на коже верхнего века фиксируется на кусочке трубочки, взятой от системы для внутривенного введения. Трубочка позволяет защитить кожу от прорезания нити.

Из преимуществ данного защитного покрытия является простота его наложения и относительно небольшое количество осложнений после проведения данной процедуры, которые не являются критичными и зависят в первую очередь от качества обработки защитного покрытия владельцами. К таким осложнениям относят мацерация кожи под трубочкой и прорезание защитного покрытия при недостаточно тщательной обработке швов владельцами, а также приращение конъюнктивы третьего века к конъюнктиве верхнего века, обычно если защитное покрытие стоит более 3 недель.

В случае, если владелец тщательно обрабатывает защитное покрытие, осложнения крайне редкие и быстро купируются (кожные ранки под трубочкой заживают в течение 1-5 дней после снятия защитного покрытия; приросшая конъюнктивa легко отпрепаровывается при помощи ватной палочки под местным обезболиванием или же рассасывается при



**Рисунок 3 – Защитная блефарорафия**  
(фото Соломахиной, Л. А.)

помощи ножниц, не затрагивая хрящ третьего века).

Перед наложением данного защитного покрытия шерсть со стороны верхнего века аккуратно удаляется машинкой для бритья. Глазная поверхность обильно промывается раствором бетадина 10%

(йод повидон) в разбавлении натрия хлоридом 0,9% в соотношении 1:50, то есть к 1 мл водного раствора бетадина 10% добавляем 50 мл натрия хлорида 0.9%. Раствор обесцвечивается на свету, поэтому на стеклянный флакон необходимо надеть тёмную перчатку или же разводить раствор в пластиковых флаконах.

Снятие швов с данного защитного покрытия не требует наркоза и местного обезболивания за исключением случаев приращения третьего века.

### **Выводы**

Исходя из нашего опыта по лечению язвенного кератита животных, защитная тарзорафия по сравнению с защитной блефарорафией является более предпочтительной, так как она обеспечивает лучшую герметичность глазной поверхности. На внутренней поверхности третьего века имеются лимфоидные фолликулы, которые положительно влияют на процесс регенерации, данное покрытие является более простым в исполнении и дольше удерживается. Однако бывают ситуации, когда у животного по той или иной причине удалено третье веко, что делает невозможным наложение защитной тарзорафии. В этом случае следует использовать защитную блефарорафию. Однако данный способ требует более аккуратной и тщательной обработки швов владельцами.

### **Библиографический список / Referenses**

1. Gelatt, K. N. *Essentials of Veterinary ophthalmology*. 3th ed. Willey-Blackwell. 2014.
2. *Ophthalmology for the Veterinary Practitioner* / F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé, W. Neumann, B. Spiess. Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH&Co. Germany, 2007.
3. Petersen, J. S., Crispin, S. *BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology*. BSAVA. Spain, 2002.
4. *Slatter's Fundamentals of Veterinary ophthalmology*. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
5. *Veterinary Ocular Pathology a comparative review* / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China, 2010.
6. *Veterinary ophthalmology* / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.
7. *Veterinary ophthalmology* / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. – 6th ed.

**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 24.04.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025;  
принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 24.04.2025; approved after reviewing 28.08.2025;  
accepted for publication 01.09.2025.

**Информация об авторах:**

**Нарижная Екатерина Вячеславовна**, соискатель

**Соломахина Любовь Анатольевна**, кандидат ветеринарных наук

**Information about the authors:**

**Ekaterina V. Narizhnaya**, applicant

**Lyubov A. Solomakhina**, candidate of veterinary sciences

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 114-119.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):114-119.

## **ФИЗИОЛОГИЯ**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.114-119  
УДК 617.764.1-008.8:636.5

# **Слёзопродукция птиц**

**Соломахина Любовь Анатольевна**

Воронежский ветеринарный госпиталь №1, Россия г. Воронеж

barashek.l@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Аннотация.** Измерение слёзопродукции птиц производится при помощи тестов Ширмера и тестов с феноловой красной нитью. Данные тесты позволяют измерить водную составляющую прекорнеальной слёзной пленки и являются полуколичественными методами. Безусловно, для мелких птиц измерение слёзопродукции удобнее производить при помощи феноловой красной нити, так как она маленького размера и удобна для размещения в нижний конъюнктивальный свод птице любого размера. Однако феноловые красные нити не доступны для приобретения в России, поэтому приходится использовать стандартные тесты Ширмера от разных производителей, которые доступны на рынке. Тест Ширмера должен выполняться во всех случаях, когда присутствует синдром красного глаза, прищуривание, выделения из глаз, изменения на роговице (помутнение, васкуляризация, пигментация, матовость и т. д.). Данный тест должен проводиться в начале приёма до применения в глаза любых препаратов и до использования яркого света, так как это влияет на результаты. Таким образом, применение местных анестетиков и парасимпатолитиков снижает слёзопродукцию, а применение яркого света и различных манипуляций на конъюнктиве и роговице вызывает рефлекторное повышение слёзопродукции. Снижение теста Ширмера указывает на наличие у животного сухого кератоконъюнктивита на фоне нарушения водной составляющей прекорнеальной слёзной пленки, которое может происходить по различным причинам, но наиболее часто у птиц это возникает на фоне дакриoadенитов в том числе инфекционной природы (наиболее часто бактериальной), что может приводить к отёку, воспалению и абсцедированию слёзных желёз. Также могут встречаться неопластические процессы в слёзных железах, которые, как правило, представлены аденокарциномами слёзных желёз. Существуют различия в нормальных вариациях теста Ширмера и феноловой красной нити у нехищных и хищных видов птиц. Поэтому для практикующего врача с целью постановки правильного диагноза крайне важно знать нормы слёзопродукции различных видов птиц, а также уметь правильно выполнить измерение. Тест Ширмера проводится с использованием стерильных, индивидуально упакованных полосок впитывающей бумаги с надрезом в 5 мм с одного конца. Каждую полоску необходимо сложить у надреза и разместить руками или сухим пинцетом в вентральный конъюнктивальный мешок примерно на одну треть расстояния от латерального угла глазной щели (ориентировочно за сред-

---

© Соломахина, Л. А., 2025

нюю и боковую треть нижнего века) на 60 секунд. Результат необходимо считать сразу же по истечении указанного времени.

**Ключевые слова:** птица, морфология, глазное яблоко, вспомогательные органы зрительного анализатора, слёзопродукция, тест Ширмера, STT 1, STT 2, феноловая красная нить.

**Для цитирования:** Соломахина, Л. А. Нормальная слёзопродукция птиц // Ип-пология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 114-119. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.114-119>.

## PHYSIOLOGY

Original article

# Tear production of birds

Liubov A. Solomakhina

Voronezh Veterinary Hospital №. 1, Russia, Voronezh

barashek.l@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Abstract.** Measuring tear production in birds is done using Schirmer tests and phenol red thread tests. These tests measure the aqueous component of the precorneal tear film and are semi-quantitative methods. Of course, for small birds, it is more convenient to measure tear production using a phenol red thread, as it is small in size and easy to place in the lower conjunctival fornix of a bird of any size. However, phenol red threads are not available for purchase in Russia, so it is necessary to use standard Schirmer tests from different manufacturers that are available on the market. The Schirmer test should be performed in all cases where red eye syndrome, squinting, eye discharge, corneal changes (cloudiness, vascularization, pigmentation, dullness, etc.) are present. This test should be performed at the beginning of the treatment before applying any drugs to the eyes and before using bright light, as this affects the results. Thus, the use of local anesthetics and parasympatholytics reduces tear production, and the use of bright light and various manipulations on the conjunctiva and cornea causes a reflex increase in tear production. A decrease in the Schirmer test indicates the presence of dry keratoconjunctivitis in the animal against the background of a violation of the aqueous component of the precorneal tear film, which can occur for various reasons, but most often in birds it occurs against the background of dacryoadenitis, including infectious nature (most often bacterial), which can lead to edema, inflammation and abscessing of the lacrimal glands. Neoplastic processes in the lacrimal glands can also occur, which are usually represented by adenocarcinomas of the lacrimal glands. There are differences in the normal variations of the Schirmer test and phenol red thread in non-predatory and predatory bird species. Therefore, it is extremely important for a practicing physician to know the tear production norms of different bird species and to be able to measure them correctly in order to make a correct diagnosis. The Schirmer test is performed using sterile, individually packaged strips of absorbent paper with a 5 mm cut at one end. Each strip must be folded at the cut and placed by hand or dry tweezers into the ventral conjunctival sac approximately one third of the distance from the lateral canthus (approximately behind the middle and lateral third of the lower eyelid) for 60 seconds. The result must be read immediately after the specified time has elapsed.

**Keywords:** bird, morphology, eyeball, auxiliary organs of the visual analyzer, tear production, Schirmer's test, Schirmer tear test 1, Schirmer tear test 2, Phenol red thread test (PRTT).

**For citation:** Solomakhina, L. A. Normal tear production in birds // *Hippology and Veterinary Medicine*. 2025;3(57):114-119. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.114-119>.

### **Введение**

Измерение слёзопродукции птиц мы определяли при помощи тестов Ширмера (рисунок 1) и тестов с феноловой красной нитью (рисунок 2). Данные тесты позволяют измерить водную составляющую прекорнеальной слёзной пленки и являются полуколичественными методами. Безусловно, для мелких птиц измерение слёзопродукции удобнее производить при помощи феноловой красной нити, так как она маленького размера и удобна для размещения в нижний конъюнктивальный свод птице любого размера. Однако феноловые красные нити не доступны для приобретения в России, поэтому приходится использовать стандартные тесты Ширмера от разных производителей, которые доступны на рынке. Тест Ширмера должен выполняться во всех случаях, когда присутствует синдром красного глаза, прищуривание, выделения из глаз, изменения на роговице (помутнение, васкуляризация, пигментация, матовость и т. д.). Данный тест должен проводиться в начале приёма до применения в глаза любых препаратов и до использования яркого света, так как это влияет на результаты. Таким образом, применение местных анестетиков и парасимпатолитиков снижает слёзопродукцию, а применение яркого света и различных манипуляций на конъюнктиве и роговице вызывает рефлекторное повышение слёзопродукции. Снижение теста Ширмера указывает на наличие у животного сухого кератоконъюнктивита на фоне нарушения водной составляющей прекорнеальной слёзной пленки, которое может происходить по различным причинам, но наиболее часто у птиц это возникает на фоне дакриoadенитов в том числе инфекционной приоро-

ды (наиболее часто бактериальной), что может приводить к отёку, воспалению и абсцедированию слёзных желёз. Также могут встречаться неопластические процессы в слёзных железах, которые, как правило, представлены аденокарциномами слёзных желёз. Существуют различия в нормальных вариациях теста Ширмера и феноловой красной нити у нехищных и хищных видов птиц. Поэтому для практикующего врача с целью постановки правильного диагноза крайне важно знать нормы слёзопродукции различных видов птиц, а также уметь правильно выполнить измерение. Тест Ширмера проводится с использованием стерильных, индивидуально упакованных полосок впитывающей бумаги с надрезом в 5 мм с одного конца (рисунки 3-6). Каждую полоску необходимо сложить у надреза и разместить руками или сухим пинцетом в вентральный конъюнктивальный мешок примерно на одну треть расстояния от латерального угла глазной щели (ориентировочно за среднюю и боковую треть нижнего века) на 60 секунд. Результат необходимо считать сразу же по истечении указанного времени.

### **Нормальная слёзопродукция нехищных птиц**

Значения теста Ширмера (STT) без местной анестезии (STT I) и с местной анестезией (STT II) были зарегистрированы у 42 видов птиц из семи отрядов. Значения для попугаев (*psittacines*) ( $\pm$  стандартное отклонение) для STT I и II составляли приблизительно от 3 до  $7 \pm 2$  мм/мин и от 1,7 до  $4,5 \pm 2$  мм/мин соответственно.

Нормальные значения для теста с использованием феноловой красной нити



**Рисунок 1** – Тесты Ширмера  
(фото Соломахиной, Л. А.)



**Рисунок 2** – Тесты с феноловой красной нитью в индивидуальной упаковке  
(фото Соломахиной, Л. А.)



**Рисунок 3** – Проведение теста Ширмера серой вороне  
(фото Соломахиной, Л. А.)

– phenol red thread test (PRTT) были определены для двух групп крупных попугаев. Средние значения PRTT для двух групп составляли приблизительно 20-25 мм/15 секунд, но повторяемость была низкой (Holt et al., 2006).

Попугаям амазонам (Amazon parrots) STT и PRTT были выполнены до и после местной анестезии. Местная анестезия существенно не влияла на показатели PRTT (в среднем 12,5 мм/15 секунд), но влияла на показатели STT (в среднем 7,9 мм/мин до и 5,1 мм/мин после анестезии; Storey et al., 2009).

Значения PRTT у обыкновенных майн (*common mupahs (Acridotheres tristis)*) составляли приблизительно 18 мм/15 секунд (Rajaei et al., 2015).

Значения PRTT, определённые у нормальных голубей (*normal pigeons*), состав-

ляли приблизительно 23 мм/15 секунд (Hayat & Biricik, 2014).

Значения PRTT у обычных «цесарок в шлемах» (шлемоносных цесарок), содержащихся в неволе (*normal captive helmeted guinea fowl (Numida meleagris)*), составляли приблизительно 17 мм/15 секунд (Rajaei & Ansari Mood, 2016).

### Нормальная слёзопродукция хищных птиц

Количественная оценка нормальной слёзной плёнки многочисленных видов сов и дневных хищных птиц была задокументирована в недавних исследованиях (Barsotti et al., 2013; Beckwith-Cohen et al., 2015; Korbel&Leitenstorfer, 1996; Komnenou et al., 2013; Kuhn et al., 2013; Smith et al., 2015; Williams et al., 2006; Wills et al., 2016).



**Рисунок 4** – Проведение теста Ширмера сове (фото Соломахиной, Л. А.)

Было сообщено о трёх методах оценки слёзной плёнки у хищных птиц. Наиболее часто используется STT; однако, PRTT (Beckwith-Cohen et al., 2015; Smith et al., 2015) и продольно разрезанный, или модифицированный, STT (longitudinally cut or modified, STT) (Korbel&Leitenstorfer,



**Рисунок 5.** Проведение теста Ширмера чёрному коршуну (фото Соломахиной, Л. А.)

1998; Williams et al., 2006) также были описаны.

В целом, и в соответствии с анатомическими описаниями орбитальных желёз, совы показывают более низкие результаты STT по сравнению с дневными хищниками, обычно в диапазоне от 1 до 3 мм/мин, хотя есть некоторые зарегистрированные исключения; в частности, у двух видов филинов (Beckwith-Cohen et al., 2015), больших серых неясытей и белых сов (Wills et al., 2016), которые показывают средние измерения STT между 10 и 15 мм/мин, приблизительно. Несмотря на более высокие средние тенденции STT, дневные хищные птицы демонстрируют значительные различия в слёзоотделении, варьируя от 2 мм/мин (приблизительно) у малой пустельги (*lesser kestrel*) (Beckwith-Cohen et al., 2015) и 14 мм/мин у белоголового орлана (*bald eagle*) (Kuhn et al., 2013). Результаты STT и PRTT не коррелируют друг с другом, и референтные значения следует рассматривать независимо для каждого теста/вида (Beckwith-Cohen et al., 2015).

Первичные нарушения прекорнеальной слёзной плёнки не были зарегистрированы у хищных птиц; однако возможны лагримальные остатки (*lacrimal remnants*), способные вырабатывать сек-



**Рисунок 6** – Пропитывание полоски теста Ширмера слезой у чёрного коршуна. Получено значение 10 мм/мин (фото Соломахиной, Л. А.)

рецию после модифицированных процедур эвисцерации (Murray et al., 2013).

### Выводы

Измерение слёзопродукции птиц является важной диагностической процедурой, которая позволяет поставить диагноз сухой кератоконъюнктивит. Показатели теста Ширмера и пробы с феноловой красной нитью отличаются у

разных видов птиц, поэтому важно знать нормальные вариации этих тестов для нехищных и хищных видов птиц. Нормальные показатели теста Ширмера 1 у птиц составляют в среднем  $5 \pm 3$  мм/мин, хотя у некоторых хищных птиц нормальные показатели могут достигать 15 мм/мин. Нормальные показатели нити фенола у птиц составляют в среднем  $22 \pm 4$  мм за 15 секунд.

### Библиографический список/ References

1. Williams, D. L. *Ophthalmology of exotic pets*. Willey-Blackwell. 2012.
2. Martin, C. L. *Ophthalmic Disease in Veterinary medicine*. Manson. London, 2010.
3. Martin, G. R. Eye. In: AS King, J McLelland, eds. *Form and Function in Birds*, vol. 3. London: Academic Press, 1985.
4. Willis, A. M., Wilkie, D. A. *Avian ophthalmology: part 1: anatomy, examination and diagnostic techniques*. *J Avian Med Surg* 1999; 13:160–166 and part 2: review of ophthalmic diseases. *J Avian Med Surg* 1999; 13:245–251.
6. Ott, M. *Visual accommodation in vertebrates: mechanisms, physiological response and stimuli*. *J Comp Physiol A* 2006;192: 97–111.
8. Sivak, J. G. *Avian mechanisms for vision in air and water*. *Trends Neurosci* 1980;12: 314–317.
9. Pettigrew, J. D., Wallman, J., Wildsoet, C. F. *Saccadic oscillations facilitate ocular perfusion from the avian pecten*. *Nature* 1990; 343:362–363.
10. Gelatt, K. N. *Essentials of Veterinary ophthalmology*. 3th ed. Willey-Blackwell. 2014.
11. *Ophthalmology for the Veterinary Practitioner* / F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé, W. Neumann, B. Spiess. Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH&Co. Germany, 2007.
12. Petersen, J. S., Crispin, S. *BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology*. BSAVA. Spain, 2002.
13. *Slatter's Fundamentals of Veterinary ophthalmology*. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
14. *Veterinary Ocular Pathology a comparative review* / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China, 2010.
15. *Veterinary ophthalmology* / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.
16. *Veterinary ophthalmology* / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. – 6th ed.

Статья поступила в редакцию 02.06.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 02.06.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

### Информация об авторе:

**Соломахина Любовь Анатольевна**, кандидат ветеринарных наук

### Information about the author:

**Ljubov A. Solomakhina**, candidate of veterinary sciences

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 120-125.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):120-125.

## ФИЗИОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.120-125  
УДК: 591.4

# Этиология язвенных кератитов птиц

Соломахина Любовь Анатольевна

Воронежский ветеринарный госпиталь №1., Россия, г. Воронеж

barashek.l@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Аннотация.** Роговица птиц похожа на роговицу млекопитающих, но значительно тоньше. Передняя строма роговицы птиц совершенно бесклеточная с выраженным боуменовым слоем. Более важным отличием от глаза млекопитающих является наличие кольца склеральных косточек непосредственно за лимбом. Кератит – воспаление роговицы глаза. Различают язвенные и неязвенные кератиты. В первом случае на роговице формируются язвенные дефекты, которые окрашиваются раствором флюоресцина (флюоресцин-позитивны). Во втором случае на роговице могут быть различные изменения (помутнения, васкуляризация, пигментация, отложения кристаллов и т. д.), которые не окрашиваются флюоресцином (флюоресцин-негативны). Язвенные кератиты проявляются появлением на роговице дефектов различного размера, что обычно сопровождается отёком и помутнением роговицы, болью и покраснением глаза. Покраснение глаза может возникать как за счёт врастания в роговицу поверхностных или глубоких кровеносных сосудов, так и за счёт конъюнктивальной и эписклеральной гиперемии. Вростание в роговицу глубоких кровеносных сосудов и расширение эписклеральных сосудов встречается в случае тяжёлых язвенных кератитов с вторичным рефлекторным увеитом или же с развитием увеальной глаукомы. В большинстве случаев язвенных кератитов у птицы наблюдается слёзотечение, светобоязнь, блефароспазм. Если язвенное поражение роговицы довольно обширное и глубокое диагноз можно поставить на основании визуального осмотра глаза, однако мелкие и более поверхностные язвенные дефекты требуют осмотра роговицы под увеличением (биомикроскопия), применения флюоресцинового теста и синего фонарика/кобальтового фильтра офтальмоскопа или фундус-камеры для лучшей визуализации язвенного дефекта. Существуют различные причины язвенных кератитов у птиц. Наиболее часто описаны посттравматические факторы, нейрогенные заболевания (дисфункция ЧМН 5 и ЧМН 7), инородные тела (песок и т. д.), аномалии краёв век, инфекционные (герпесвирусная инфекция, *Pseudomonas aeruginosa*, микобактериальная инфекция, *Mycoplasma gallisepticum*, кандидоз, аспергиллёз, вирус птичьей оспы, покс вирус, *Encephalitozoon bellem*), наследственные/генетические причины, кератиты на фоне применения местных кортикостероидов и местных нестероидных противовоспалительных препаратов и т.д.

---

© Соломахина, Л. А., 2025

**Ключевые слова:** птица, морфология, глазное яблоко, кератит, роговица, язва роговицы, флуоресциновый тест, биомикроскопия.

**Для цитирования:** Соломахина, Л. А. Этиология язвенных кератитов птиц // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 120-125. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.120-125>.

## PHYSIOLOGY

Original article

# Etiology of ulcerative keratitis in birds

Liubov A. Solomakhina

Voronezh Veterinary Hospital №. 1, Russia, Voronezh

barashek.l@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2238-2727>

**Abstract.** The cornea of birds is similar to the cornea of mammals, except for its significantly smaller thickness. The anterior stroma of the cornea of birds is completely acellular with a pronounced Bowman's layer. A more important difference from the mammalian eye is the presence of a ring of scleral ossicles directly behind the limbus. Keratitis is an inflammation of the cornea of the eye. A distinction is made between ulcerative and non-ulcerative keratitis. In the first case, ulcerative defects are formed on the cornea, which are stained with a fluorescein solution (fluorescein-positive). In the second case, various changes (opacity, vascularization, pigmentation, crystal deposits, etc.) may be present on the cornea, which are not stained with fluorescein (fluorescein-negative). Ulcerative keratitis manifests itself by the appearance of defects of various sizes on the cornea, which is usually accompanied by edema and clouding of the cornea, pain and redness of the eye. Redness of the eye can occur due to the ingrowth of superficial or deep blood vessels into the cornea, as well as due to conjunctival and episcleral hyperemia. Ingrowth of deep blood vessels into the cornea and dilation of episcleral vessels occurs in cases of severe ulcerative keratitis with secondary reflex uveitis or with the development of uveal glaucoma. In most cases of ulcerative keratitis in birds, lacrimation, photophobia, and blepharospasm are observed. If the corneal ulcer is quite extensive and deep, the diagnosis can be made based on visual inspection of the eye, but small and more superficial ulcers require examination of the cornea under magnification (biomicroscopy), the use of a fluorescein test and a blue flashlight/cobalt filter of an ophthalmoscope or fundus camera for better visualization of the ulcer. There are various causes of ulcerative keratitis in birds. The most frequently described are post-traumatic factors, neurogenic diseases (dysfunction of cranial nerve 5 and cranial nerve 7), foreign bodies (sand, etc.), abnormalities of the eyelid margins, infectious (herpesvirus infection, *Pseudomonas aeruginosa*, mycobacterial infection, *Mycoplasma gallisepticum*, candidiasis, aspergillosis, avian pox virus, pox virus, *Encephalitozoon bellem*), hereditary/genetic causes, against the background of the use of local corticosteroids and local non-steroidal anti-inflammatory drugs, etc.

**Keywords:** bird, morphology, eyeball, keratitis, cornea, corneal ulcer, fluorescein test, biomicroscopy.

**For citation:** Solomakhina, L. A. Etiology of ulcerative keratitis in birds // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):120-125. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.120-125>.

## Введение

Роговица птиц похожа на роговицу млекопитающих, но значительно тоньше, что является важным фактором, на который следует обратить внимание при проведении хирургических вмешательств на роговице, а также следует учитывать, что её передняя строма в отличии от стромы роговицы у млекопитающих совершенно бесклеточная с выраженным боуменовым слоем. Более важным отличием от глаза млекопитающих является наличие кольца склеральных косточек непосредственно за лимбом. Эти костные структуры, вероятно, важны с анатомической и физиологической точки зрения, создавая прочное основание для мышц, обеспечивающих аккомодацию. С терапевтической точки зрения они меняют подход к энуклеации у многих птиц, поскольку усложняют хирургическое удаление глаза.

Кератит – воспаление роговицы глаза. Различают язвенные и неязвенные кератиты. В первом случае на роговице формируются язвенные дефекты, которые окрашиваются раствором флюоресцина (флюоресцин-позитивны). Во втором случае на роговице могут быть различные изменения (помутнения, васкуляризация, пигментация, отложения кристаллов и т. д.), которые не окрашиваются флюоресцином (флюоресцин-негативны).

Язвенные кератиты проявляются появлением на роговице дефектов различного размера, что обычно сопровождается отёком и помутнением роговицы, болью и покраснением глаза. Покраснение глаза может возникать как за счёт врастания в роговицу поверхностных или глубоких кровеносных сосудов, так и за счёт конъюнктивальной и эписклеральной гиперемии. Вростание в роговицу глубоких кровеносных сосудов и расширение эписклеральных сосудов встречается в случае тяжёлых язвенных кератитов с вторичным рефлекторным увеитом или же с развитием увеальной глаукомы. В большинстве случаев язвенных кератитов у птицы наблюдается слёзотечение, светобоязнь, блефароспазм.

## Этиология язвенных кератитов птиц

**1. Посттравматические.** Травматическая поверхностная эрозия/изъязвление роговицы является наиболее частым поражением роговицы у хищных птиц, особенно у сов, и связано с тупыми, проникающими и термическими травмами.

В недавно проведённом опросе травматические поражения глаз у ночных хищников, изъязвления роговицы были названы наиболее часто наблюдаемой клинической аномалией у евразийской сплюшки (*Otus scops*), они составили 57% поражений глаз, наблюдаемых у этого вида. Интересным фактом является то, что язвы у хищных птиц редко осложняются инфекцией, и при этом у них не развивается значительная васкуляризация роговицы.

**2. Нейрогенные заболевания (дисфункция ЧМН 5 и ЧМН 7).** Наиболее часто возникают в результате черепно-мозговых травм, которые очень часто встречаются у хищных птиц. Дисфункция ЧМН 5 вызывает нейротрофический кератит, который проявляется нарушением чувствительности роговицы. Дисфункция ЧМН 7 вызывает нейропаралитический кератит, который проявляется нарушением моргания. На первичном офтальмологическом осмотре врач оценивает чувствительность роговицы путём прикосновения к не обезболенной роговице ватной палочкой. При нормальной чувствительности роговицы глазное яблоко должно втягиваться в орбиту, возникает протрузия третьего века и в случае, если ЧМН 7 в норме, то и моргание. Моргание проверяется прикосновениями к коже век в медиальной и латеральной областях. Нейрогенные заболевания роговицы тяжело поддаются лечению. На восстановление чувствительности роговицы и моргания может уйти от 1 до 6 месяцев. Как правило, данные дефекты носят хронический долго незаживающий характер и на период лечения требуется наложение защитных покрытий. Учитывая то, что у птиц отсутствует хрящ третьего века, защитные покрытия накладываются



**Рисунок 1** – Инородное тело (песок) в конъюнктивальном своде птицы (фото Соломахиной, Л. А.)

ся по типу временной блефарорафии, то есть на веки накладываются временные прерывистые узловатые швы из полипропилена 5/0-4/0 (в зависимости от размера птицы). Крайне важно, чтобы нити проходили в толще век для недопущения травмирования роговицы. У кошек и собак наложение временной блефарорафии производится через протоки мейбомиевых желез. Однако у птиц мейбомиевые железы отсутствуют, поэтому нити проводятся в толще век, чтобы не допустить контакта с роговицей. Защитное покрытие накладывается в среднем на 14-30 дней. При необходимости оно может быть переналожено. В течение всего периода лечения птице применяется медикаментозная терапия.

3. *Инородные тела (песок и т. д.)* (рисунок 1). Для того, чтобы не пропустить инородное тело требуется детальный осмотр глаза при помощи биомикроскопа. Очень часто инородные тела попадают в носослезную систему через довольно крупные слезные точки, поэтому в случае подозрения на инородное тело важно произвести промывание носослезного канала. Обычно данная процедура про-



**Рисунок 2** - Лакримальная канюля в слезной точке пустельги (фото Соломахиной, Л. А.)

изводится под местным обезболиванием раствором инокаина, который закапывается двукратно в интервале 2 минуты. Обычно промывание носослезной системы птицам осуществляется при помощи 0,9% натрия хлорида или же водного 10% раствора бетадина 1:50 с 0,9% раствором натрия хлорида (для приготовления раствора бетадина нужной концентрации требуется к 200 мл 0,9% раствора натрия хлорида добавить 4 мл водного 10% раствора бетадина; готовый раствор обеззараживается на свету, поэтому хранить его необходимо в темном месте). У птиц две слезные точки (верхняя и нижняя), которые находятся у основания мигательной перепонки (третьего века). Жидкость подается через любую из точек при помощи лакримальной канюли (рисунок 2).

4. *Аномалии краёв век.* Различные рубцовые изменения в ребре века, новообразования век, разрывы век, завороты век травмируют роговичную поверхность и приводят к развитию язвенного кератита. Поэтому при помощи биомикроскопии необходимо произвести детальный осмотр краёв век и устранить раздражающие факторы.

5. *Инфекционные:* герпесвирусная инфекция (CoHV-1 = *Columbid herpesvirus-1* = герпесвирусная болезнь сизых голубей (*Columba livia*)/gallid herpesvirus 2 (GaHV 2) / новый альфа-герпесвирус – *Strigid Herpesvirus 1* (StrHV 1)) (рисунок 4); расплавляющие язвы рого-



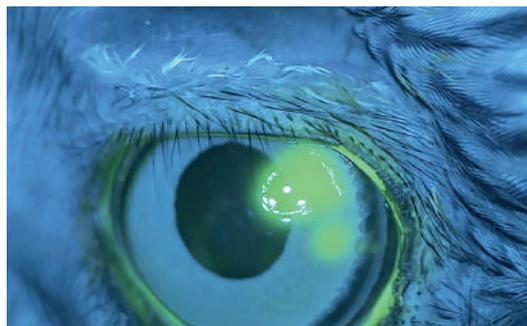
**Рисунок 3** – Временная блефарорафия у совы (фото Соломахиной, Л. А.)

вицы – *Pseudomonas aeruginosa*; микобактериальная инфекция; *Mycoplasma gallisepticum*; Кандидоз; Аспергиллез; Вирус птичьей оспы; Поксвирус; *Encephalitozoon bellem*.

6. **Наследственные/генетические причины.** Обращаем внимание на наличие патологического (неадгезивного эпителия), на затекание флюоресцинового красителя под эпителий, на лёгкость удаления эпителия. Чаще язвы бывают рецидивирующими, что, по данным иностранных источников, требует длительной (1–3 месяца) профилактической местной антибиотикотерапии, субконъюнктивальных инъекций антибиотика или, в случае стромальных язв – наложения конъюнктивального лоскута на ножке.

#### **Библиографический список/ References**

1. Williams, D. L. *Ophthalmology of exotic pets*. Wiley-Blackwell. 2012.
2. Martin C. L. *Ophthalmic Disease in Veterinary medicine*. Manson. London, 2010.
3. Martin, G. R. Eye. In: AS King, J McLelland, eds. *Form and Function in Birds*, vol. 3. London: Academic Press, 1985.
4. Willis, A. M., Wilkie, D. A. *Avian ophthalmology: part 1: anatomy, examination and diagnostic techniques*. *J Avian Med Surg* 1999; 13:160–166 and part 2: review of ophthalmic diseases. *J Avian Med Surg* 1999; 13:245–251.
6. Ott, M. *Visual accommodation in vertebrates: mechanisms, physiological response and stimuli*. *J Comp Physiol A* 2006;192: 97–111.



**Рисунок 4** – Герпетический язвенный кератит у птицы (фото Соломахиной, Л.А.)

7. После применения местных кортикостероидов и местных нестероидных противовоспалительных средств. Как правило, данное осложнение возникает на фоне лечения передних увеитов птиц. Именно поэтому эти группы препаратов необходимо применять по строгим показаниям и под контролем врача-офтальмолога.

#### **Выводы**

Знание основных причин язвенных кератитов птиц является важным для практикующего врача-офтальмолога, так как помимо посттравматических факторов у птиц встречается большое количество видовых птичьих инфекций, которые требуют лабораторных исследований и специфической терапии. Именно поэтому диагноз травматический кератит должен рассматриваться как диагноз исключения в случаях, если травма произошла не на глазах человека.

8. Sivak, J. G. Avian mechanisms for vision in air and water. *Trends Neurosci* 1980;12: 314–317.
9. Pettigrew, J. D, Wallman, J, Wildsoet, C. F. Saccadic oscillations facilitate ocular perfusion from the avian pecten. *Nature* 1990; 343:362–363.
10. Gelatt, K. N. *Essentials of Veterinary ophthalmology*. 3th ed. Willey-Blackwell. 2014.
11. *Ophthalmology for the Veterinary Practitioner* / F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé, W. Neumann, B. Spiess. Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH&Co. Germany, 2007.
12. Petersen, J. S., Crispin, S. *BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology*. BSAVA. Spain, 2002.
13. *Slatter's Fundamentals of Veterinary ophthalmology*. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
14. *Veterinary Ocular Pathology a comparative review* / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China, 2010.
15. *Veterinary ophthalmology* / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.
16. *Veterinary ophthalmology* / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. – 6th ed.

Статья поступила в редакцию 02.06.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 02.06.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

**Информация об авторе:**

**Соломахина Любовь Анатольевна**, кандидат ветеринарных наук

**Information about the author:**

**Lyubov A. Solomakhina**, candidate of veterinary sciences

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 126-134.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):126-134.

**ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.126-134  
УДК 577.152.199.2:599.323.45

**Определение активности цитохрома Р-450 (1А1)  
у лабораторных крыс**

**Понамарёв Владимир Сергеевич**

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

psevdopyos@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6852-3110>

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-76-10011,  
<https://rscf.ru/project/24-76-10011>*

**Аннотация.** Актуальность изучения системы цитохромов обусловлена несколькими факторами. Во-первых, понимание механизмов действия цитохромов Р450 позволяет прогнозировать взаимодействия лекарственных препаратов и их метаболитов, что критически важно для разработки новых лекарств и оптимизации терапевтических схем. Например, индукция или ингибирование цитохромов Р450 может привести к изменению фармакокинетики лекарств, что может вызвать как токсические эффекты, так и снижение терапевтической эффективности. В работе определена активность цитохрома Р-450 (1А1) у лабораторных крыс. В ходе исследования определяли уровень цитохрома Р450 1А1 (СУР1А1) в печёночном гомогенате, полученном от лабораторных крыс. По результатам исследования были установлены показатели цитохрома Р450 1А1 (СУР1А1). Установлено, что количество цитохрома у самок было в среднем на 80-110% больше, чем у самцов. Представлено обоснование данного различия. Эстрогены, содержащиеся в крови самок, активизируют транскрипцию гена СУР1А1, приводя к более высокому уровню фермента. У самок чаще встречаются различные аллели гена СУР1А1, что связано с повышенной нагрузкой на организм во время беременности и лактации. Ферментная система цитохрома Р450 у самок в целом более активна. Результаты нашего исследования подтверждают важность изучения системы цитохромов Р450 и их изоферментов для понимания механизмов детоксикации и функционального состояния гепатобилиарной системы. Полученные данные указывают на значительные различия в уровнях цитохромов Р450 у самцов и самок, а также на индукцию этих ферментов в ответ на воздействие различных ксенобиотиков. Эти результаты имеют важное значение для разработки новых методов диагностики и лечения заболеваний печени, а также для оптимизации фармакотерапии с учётом индивидуальных особенностей метаболизма лекарственных препаратов.

---

© Понамарёв, В. С., 2025

---

**Ключевые слова:** гепатобилиарная система, цитохром P-450, лабораторные крысы, диагностика.

**Для цитирования:** Понамарёв, В. С. Определение активности цитохрома P-450 (1A1) у лабораторных крыс // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3>. // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 126-134. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.126-134>.

## PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY

Original article

# Determination of cytochrome P-450 (1A1) activity in laboratory rats

Vladimir S. Ponamarev

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

psevdopyos@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6852-3110>

*The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 24-76-10011, <https://rscf.ru/project/24-76-10011>*

**Abstract.** The relevance of studying the cytochrome system is due to several factors. Firstly, understanding the mechanisms of action of cytochromes P450 allows us to predict the interactions of drugs and their metabolites, which is critical for the development of new drugs and optimization of therapeutic regimens. For example, induction or inhibition of cytochromes P450 can lead to changes in the pharmacokinetics of drugs, which can cause both toxic effects and a decrease in therapeutic efficacy. The work determines the activity of cytochrome P-450 (1A1) in laboratory rats. During the study, the level of cytochrome P450 1A1 (CYP1A1) was determined in the liver homogenate obtained from laboratory rats. Based on the results of the study, the cytochrome P450 1A1 (CYP1A1) indices were established. It was found that the amount of cytochrome in females was, on average, 80-110% higher than in males. The rationale for this difference is presented. Estrogens contained in the blood of females activate the transcription of the CYP1A1 gene, leading to a higher level of the enzyme. Different alleles of the CYP1A1 gene are more common in females, which is associated with an increased load on the body during pregnancy and lactation. The cytochrome P450 enzyme system is generally more active in females. The results of our study confirm the importance of studying the cytochrome P450 system and its isoenzymes for understanding the mechanisms of detoxification and the functional state of the hepatobiliary system. The data obtained indicate significant differences in the levels of cytochrome P450 between males and females, as well as the induction of these enzymes in response to the effects of various xenobiotics. These results are important for the development of new methods for the diagnosis and treatment of liver diseases, as well as for the optimization of pharmacotherapy taking into account the individual characteristics of drug metabolism.

**Keywords:** hepatobiliary system, cytochrome P-450, laboratory rats, diagnostics.

**For citation:** Ponamarev, V. S. Determination of cytochrome P-450 (1A1) activity in laboratory rats // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):126-134. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.126-134>.

### Введение

Цитохром P450 представляет собой группу ферментов, играющих ключевую роль в метаболизме лекарственных препаратов и детоксикации в гепатобилиарной системе. Эти гемсодержащие белки участвуют в окислении различных субстратов, включая различные ксенобиотики и эндотоксины. Они обеспечивают превращение липофильных соединений в более водорастворимые метаболиты, способствуя их выведению из организма [1, 2].

Печень, как главный орган детоксикации, содержит высокую концентрацию цитохрома P450. Их активность влияет на функциональное состояние печени и здоровье всего организма. Нарушения в работе этих ферментов могут привести к токсическому накоплению веществ, что влечет за собой серьёзные последствия, включая заболевания печени [3-5].

Изучение цитохрома P450 имеет важное значение для ветеринарной медицины и фармакологии. Эти знания позволяют предсказывать взаимодействие лекарств, индивидуализировать терапию и минимизировать побочные эффекты. Исследования показывают, что генетические вариации в генах, кодирующих цитохром P450, могут влиять на метаболизм у разных животных.

Например, исследования цитохрома P450 у беспозвоночных показывают, что даже в этой группе существует существенное разнообразие. Многие морские организмы, такие как моллюски и ракообразные, имеют уникальные изоформы, которые помогают им справляться с токсичными веществами в окружающей воде [6].

У рептилий наблюдаются уникальные особенности в цитохроме P450, которые позволяют им адаптироваться к специфическим условиям обитания. Например, некоторые виды способны метаболизировать более жирорастворимые токсины, что связано с их диетой и образом жизни [7].

Птицы, с другой стороны, характеризуются другим набором изоформ

P450. Некоторые исследования показывают, что у них более выражена способность к метаболизму пестицидов и других экологически токсичных соединений, что может быть связано с их экологической нишей и миграционными маршрутами [8].

У млекопитающих, например, численность генов, кодирующих цитохром P450, значительно варьируется. У людей найдено более 50 изоформ, каждая из которых специфична для определённых субстратов, таких как лекарства и токсины. Это разнообразие позволяет эффективно метаболизировать широкий спектр химических соединений, что важно для выживания в сложных условиях окружающей среды [9].

Таким образом, различия в цитохроме P450 у разных видов животных свидетельствуют о сложности и разнообразии метаболических путей, эволюционно адаптированных к нуждам каждого организма. Эти исследования не только углубляют наши знания о биологии различных видов, но и открывают возможности для применения этих знаний в ветеринарной медицине, экологии и токсикологии.

Отдельное внимание хотелось бы уделить особенностям цитохрома P450 у крыс, так как данные организмы являются наиболее хорошо изученными в данном отношении.

У крыс обнаружено более 20 изоформ цитохромов P450, большинство из которых универсальны для всех млекопитающих, что делает их важной моделью для изучения токсикологии и фармакологии [10].

Основные семейства P450 у крыс включают CYP1, CYP2, CYP3 и CYP4. Каждое из них выполняет свои специфические функции. Например, ферменты из семейства CYP1 участвуют в реакциях микросомального окисления – наиболее эффективном механизме детоксикации. CYP2 и CYP3 отвечают за оксидативный метаболизм многих препаратов, что делает их значимыми для исследования

лекарственной эффективности и токсичности.

Различия в цитохромах P450 между существующими линиями крыс могут влиять на их восприимчивость к ксенобиотикам и эффективность лечения. Изучение этих ферментов у крыс позволяет лучше понять индивидуальные реакции на лекарственные препараты у всех млекопитающих за счёт возможности экстраполяции результатов исследований на другие виды.

**Основная цель данного исследования** – определение активности цитохрома P450 (1A1) у лабораторных крыс, так как в научной литературе отсутствуют сведения о физиологической норме данного фермента. Таким образом, полученные результаты будут являться отправной точкой для дальнейшего изучения возможностей использования данного фермента для научных и диагностических целей.

#### **Материалы и методы исследований**

Исследования проводились в виварии кафедры фармакологии и токсикологии ФГБОУ ВО СПбГУВМ. Исследования были проведены в соответствии принципами Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов и других научных целей, правилами надлежащей лабораторной и клинической (GLP и GCP) практики, а также требованиям Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях.

Дизайн исследования одобрен комиссией по биоэтике ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины».

Для выполнения данного исследования использовали нелинейных лабораторных крыс – 10 самцов и 10 самок. Средняя живая масса крыс составляла около 200 г с погрешностью 5%, а возраст исследуемых особей составлял 3-4 месяца.

Условия кормления и содержания подопытных животных были организованы в соответствии с методическими рекомендациями [11,12]. После оценки классических клинико-биохимических параметров, нами был сделан вывод о том, что подопытные животные являются клинически здоровыми.

По окончании карантинирования подопытные животные были умерщвлены гуманным способом с целью получения печёночного гомогената. Для этого отобранная печень помещалась в специальную среду суспендирования для гомогенизации тканей (pH=7,4; основа среды – трис-HCl буфер с добавлением 0,25M сахарозы и небольшого количества этилендиаминтетрауксусной кислоты и натриевой соли с целью связывания двухвалентных ионов металлов и глутатиона для предотвращения переокислению липидных компонентов).

Далее с помощью гомогенизатора (Stegler S10, Китай) получали 10 гомогенат (1 г ткани на 9 мл вышеуказанной среды), который анализировали методом иммуноферментного анализа (использовался набор ELISA Kit для цитохрома P450 1A1 (CYP1A1), производитель – Cloud-Clone Corp., Китай) на наличие цитохрома P450 1A1 (CYP1A1).

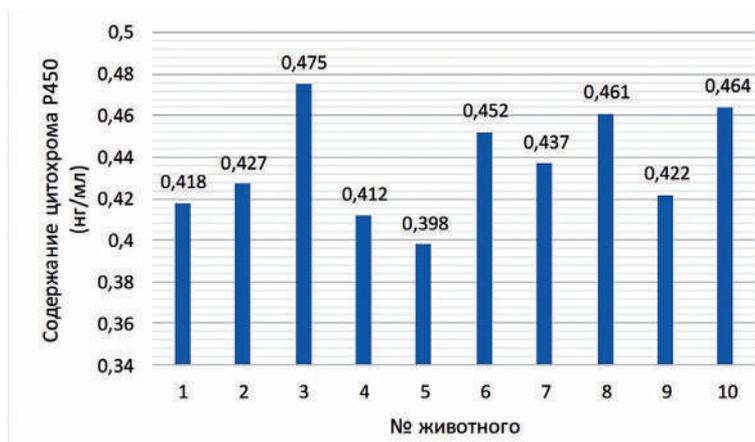
Расчёт достоверности разницы (p) по критерию Стьюдента не проводился в связи с поисковым характером исследования и отсутствием групп сравнения.

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

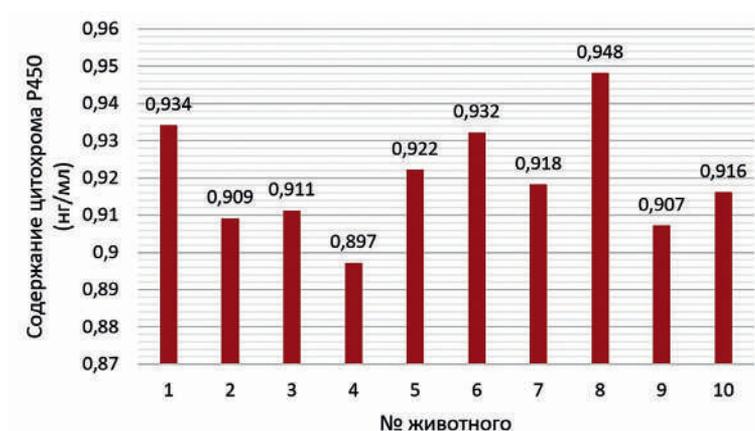
Результаты проведённых исследований представлены на рисунках 1, 2.

По результатам исследования были установлены показатели цитохрома P450 1A1 (CYP1A1), при этом следует отметить, что количество цитохрома у самок было в среднем на 80-110% больше, чем у самцов, что объясняется гормональными различиями между полами.

Различия в уровнях цитохрома CYP1A1 между самками и самцами могут быть объяснены рядом физиологических



**Рисунок 1** – Содержание цитохрома P450 1A1 (CYP1A1) в гомогенатах печени клинически здоровых крыс-самцов (в нг/мл)



**Рисунок 2** – Содержание цитохрома P450 1A1 (CYP1A1) в гомогенатах печени клинически здоровых крыс-самок (в нг/мл)

и биохимических факторов. Цитохром P450 1A1 (CYP1A1) является ключевым ферментом в системе метаболизма ксенобиотиков, который участвует в детоксикации и биотрансформации различных химических веществ, включая полициклические ароматические углеводороды и диоксины. Уровни CYP1A1 могут варьироваться в зависимости от пола, что связано с различиями в гормональном статусе и генетической регуляции.

Одним из основных факторов, влияющих на уровни CYP1A1 у самок, является эстроген. Эстрогены, такие как 17 $\beta$ -эстрадиол, могут индуцировать экспрессию CYP1A1 через активацию ре-

цепторов арил-углеводородов (AhR). Эти рецепторы играют критическую роль в регуляции генов, кодирующих ферменты системы цитохрома P450. Исследования показали, что эстрогены могут усиливать связывание AhR с элементами ответа на ксенобиотики (XRE) в промоторной области гена CYP1A1, что приводит к увеличению его транскрипции и, соответственно, более высокому уровню фермента.

Кроме того, половые различия в уровнях CYP1A1 могут быть связаны с различиями в метаболизме и выведении ксенобиотиков. У самок часто наблюдается более высокая активность других ферментов системы цитохрома P450, таких

как CYP1A2 и CYP3A4, что может способствовать более эффективной детоксикации и, следовательно, более высокой потребности в CYP1A1. Это может быть связано с физиологическими потребностями самок, такими как беременность и лактация, когда организм подвергается повышенной нагрузке токсинами и метаболитами.

Генетические факторы также играют важную роль в регуляции уровней CYP1A1. Полиморфизмы в генах, кодирующих CYP1A1, могут различаться между полами и влиять на экспрессию и активность фермента. Например, некоторые аллели могут быть более распространены у самок и ассоциироваться с более высокой экспрессией CYP1A1. Эти генетические различия могут быть результатом эволюционного отбора, направленного на оптимизацию детоксикационных процессов у самок.

Важно также учитывать роль эпигенетических механизмов в регуляции уровней CYP1A1. Метилирование ДНК и модификации гистонов могут влиять на экспрессию генов, кодирующих CYP1A1, и эти эпигенетические изменения могут различаться между полами. Например, более низкий уровень метилирования промоторной области гена CYP1A1 у самок может приводить к более высокой экспрессии фермента.

Изучение системы цитохромов у животных является чрезвычайно актуальным в контексте функционального состояния гепатобилиарной системы и её детоксицирующей функции. Цитохромы, особенно цитохромы P450, играют ключевую роль в метаболизме ксенобиотиков и эндогенных соединений, что делает их важными для понимания механизмов детоксикации и поддержания гомеостаза в организме.

Гепатобилиарная система, включающая печень и желчные пути, является основным органом, ответственным за детоксикацию. Печень выполняет множество функций, среди которых наиболее важными являются метаболизм лекарств,

токсинов и других химических веществ. Цитохромы P450, локализованные в эндоплазматическом ретикулуле гепатоцитов, участвуют в фазе I метаболизма, где они катализируют реакции окисления, гидроксирования и деалкилирования, что делает соединения более полярными и облегчает их выведение из организма.

Актуальность изучения системы цитохромов обусловлена несколькими факторами. Во-первых, понимание механизмов действия цитохромов P450 позволяет прогнозировать взаимодействия лекарственных препаратов и их метаболитов, что критически важно для разработки новых лекарств и оптимизации терапевтических схем. Например, индукция или ингибирование цитохромов P450 может привести к изменению фармакокинетики лекарств, что может вызвать как токсические эффекты, так и снижение терапевтической эффективности.

Во-вторых, изучение цитохромов P450 имеет большое значение для токсикологии. Многие токсичные соединения, такие как пестициды, промышленные химикаты и загрязнители окружающей среды, метаболизируются с участием цитохромов P450. Понимание этих процессов позволяет оценивать риски для здоровья животных и человека, а также разрабатывать стратегии для минимизации воздействия токсинов.

В-третьих, исследования цитохромов P450 могут помочь в диагностике и лечении заболеваний печени. Изменения в активности и экспрессии цитохромов P450 могут служить маркерами патологических состояний, таких как гепатит, цирроз и рак печени. Кроме того, модуляция активности цитохромов P450 может быть использована для разработки новых терапевтических подходов к лечению этих заболеваний.

### **Выводы**

Важно отметить, что система цитохромов P450 не является однородной и включает множество изоферментов, каждый из которых имеет свои субстратные спе-

цифичности и регуляторные механизмы. Например, цитохром CYP1A2 участвует в метаболизме кофеина и некоторых лекарств, тогда как CYP3A4 играет ключевую роль в метаболизме более чем 50% всех лекарственных препаратов. Понимание специфичности и регуляции этих изоферментов позволяет более точно предсказывать метаболические пути и потенциальные взаимодействия.

Кроме того, изучение системы цитохромов у животных имеет значение для ветеринарной медицины. Многие лекарственные препараты, используемые в ветеринарии, метаболизируются с участием цитохромов P450, и понимание этих процессов позволяет оптимизировать дозировки и схемы лечения для различных видов животных. Это особенно важно для животных, которые могут иметь уникальные особенности метаболизма, отличающиеся от человеческих.

В контексте экологии и охраны природы, изучение системы цитохромов у животных может помочь в оценке воздействия загрязнителей на популяции диких животных. Например, исследования показали, что загрязнение окружающей среды полихлорированными бифенилами (ПХБ) может привести к индукции цитохрома CYP1A1 у морских млекопитающих, что может служить индикатором загрязнения и его воздействия на экосистемы.

Также стоит отметить, что генетические вариации в генах цитохромов P450 могут влиять на их активность и, соответ-

ственно, на метаболизм различных соединений. Это имеет большое значение для персонализированной медицины, где понимание генетического профиля пациента или животного может помочь в выборе наиболее эффективных и безопасных лекарственных препаратов.

Результаты нашего исследования подтверждают важность изучения системы цитохромов P450 и их изоферментов для понимания механизмов детоксикации и функционального состояния гепатобилиарной системы. Полученные данные указывают на значительные различия в уровнях цитохромов P450 между самцами и самками, а также на индукцию этих ферментов в ответ на воздействие различных ксенобиотиков. Эти результаты имеют важное значение для разработки новых методов диагностики и лечения заболеваний печени, а также для оптимизации фармакотерапии с учётом индивидуальных особенностей метаболизма лекарственных препаратов.

Изучение системы цитохромов у животных является чрезвычайно актуальным и многоаспектным направлением исследований. Оно имеет важное значение для фармакологии, токсикологии, ветеринарной медицины, экологии и персонализированной медицины. Понимание механизмов действия цитохромов P450 и их роли в детоксикации позволяет улучшать методы диагностики и лечения заболеваний, оптимизировать терапевтические схемы и минимизировать риски для здоровья животных.

### **Библиографический список**

1. Полиморфизм *ILE462VAL* гена *CYP1A1* и его роль в формировании предрасположенности к острому небилиарному панкреатиту / Т. А. Самгина, О. Ю. Бушуева, П. М. Назаренко [и др.] // *Медико-биологические аспекты мультифакториальной патологии*, Курск, 17–19 мая 2016 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2016. – С. 55–56.
2. Сайтгалина, М. А. Изменение характера экспрессии монооксигеназы *CYP1A1* в ответ на токсические воздействия / М. А. Сайтгалина // *Медико-биологические аспекты химической безопасности: Сборник трудов III всероссийской научной конференции молодых ученых*, Санкт-Петербург, 05–07 сентября 2018 года / Под общей редакцией А.С. Радилова, В.Р. Рембовского. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека» Федерального медико-биологического агентства, 2018. – С. 214–215.

3. Cytochrome P450 1A1 (CYP1A1) catalyzes lipid peroxidation of oleic acid-induced HepG2 cells / B. Huang, J. Bao, Y. R. Cao [et al.] // *Biokhimiya*. – 2018. – Vol. 83, No. 7. – P. 1035-1045. – DOI 10.1134/S0320972518070072.
4. Heteromeric complex formation between human cytochrome P450 CYP1A1 and heme oxygenase-1 / J. Patrick Connick, J. R. Reed, F. Cawley, W. L. Backes // *Biochemical Journal*. – 2021. – Vol. 478, No. 2. – P. 377-388. – DOI 10.1042/BCJ20200768.
5. Rannug, J. U. Which are the Keystones in the Dynamic AHR–CYP1A1 Signaling Network? / J. U. Rannug // *Journal of Investigative Dermatology*. – 2022. – Vol. 142, No. 6. – P. 1758-1760. – DOI 10.1016/j.jid.2021.10.022.
6. 6-Prenylharingenin from Hops Disrupts ER $\alpha$ -Mediated Downregulation of CYP1A1 to Facilitate Estrogen Detoxification / R. T. Hitzman, T. L. Dunlap, C. E. Howell [et al.] // *Chemical Research in Toxicology*. – 2020. – Vol. 33, No. 11. – P. 2793-2803. – DOI 10.1021/acs.chemrestox.0c00194.
7. Structural determinants of the position of 2,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl (CB118) hydroxylation by mammalian cytochrome P450 monooxygenases / S. Mise, I. Fukuda, M. Yabu [et al.] // *Toxicological Sciences*. – 2016. – Vol. 152, No. 2. – P. 340-348. – DOI 10.1093/toxsci/kfw086.
8. Transcriptomics-based systematic identification and tissue-specific distribution of cytochrome P450 genes in *Carassius auratus* / Q. Li, B. He, Ch. Ge, D. Yu // *Aquaculture Research*. – 2022. – Vol. 53, No. 13. – P. 4567-4576. – DOI 10.1111/are.15958.
9. Regioselective hydroxylation of carbendazim by mammalian cytochrome P450: A combined experimental and computational study / X. Lv, J. X. Li, J. Yu. Wang [et al.] // *Environmental Pollution*. – 2022. – Vol. 293. – P. 118523. – DOI 10.1016/j.envpol.2021.118523.
10. Interactive genotoxicity induced by environmentally relevant concentrations of benzo(a)pyrene metabolites and arsenite in mouse thymus cells / H. Xu, F. T. Lauer, K. J. Liu [et al.] // *Toxicological Sciences*. – 2016. – Vol. 154, No. 1. – P. 153-161. – DOI 10.1093/toxsci/kfw151.
11. Медведев, А. П. Основы анатомии, физиологии, содержания и использования лабораторных животных / А. П. Медведев, А. А. Вербицкий. – Витебск: Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2016. – 204 с. ISBN: 978-985-512-930-2
12. Методические рекомендации по содержанию лабораторных животных в вивариях научно-исследовательских институтов и учебных заведений РД-АПК 3.10.07.0209 (утв. Министерством сельского хозяйства РФ 1 декабря 2009 г.)

## References

1. Polimorfizm ILE462VAL gena CYP1A1 i ego rol' v formirovanii predraspolzhenosti k ostromu nebiliarnomu pankreatitu / T. A. Samgina, O. YU. Bushueva, P. M. Nazarenko [i dr.] // *Mediko-biologicheskie aspekty mul'tifaktorial'noj patologii, Kursk, 17–19 maya 2016 goda*. – Kursk: Kurskij gosudarstvennyj medicinskij universitet, 2016. – S. 55-56.
2. Sajtgalina, M. A. Izmenenie haraktera ekspressii monooksigenazy CYP1A1 v otvet na toksicheskie vozdejstviya / M. A. Sajtgalina // *Mediko-biologicheskie aspekty himicheskoj bezopasnosti : Sbornik trudov III vserossijskoj nauchnoj konferencii molodyh uchenyh, Sankt-Peterburg, 05–07 sentyabrya 2018 goda / Pod obshchej redakciej A.S. Radilova, V.R. Rembovskogo*. – Sankt-Peterburg: Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predpriyatие “Nauchno-issledovatel'skij institut gigieny, profpatologii i ekologii cheloveka” Federal'nogo mediko-biologicheskogo agentstva, 2018. – S. 214-215.
3. Cytochrome P450 1A1 (CYP1A1) catalyzes lipid peroxidation of oleic acid-induced HepG2 cells / B. Huang, J. Bao, Y. R. Cao [et al.] // *Biokhimiya*. – 2018. – Vol. 83, No. 7. – P. 1035-1045. – DOI 10.1134/S0320972518070072.
4. Heteromeric complex formation between human cytochrome P450 CYP1A1 and heme oxygenase-1 / J. Patrick Connick, J. R. Reed, F. Cawley, W. L. Backes // *Biochemical Journal*. – 2021. – Vol. 478, No. 2. – P. 377-388. – DOI 10.1042/BCJ20200768.
5. Rannug, J. U. Which are the Keystones in the Dynamic AHR–CYP1A1 Signaling Network? / J. U. Rannug

- // *Journal of Investigative Dermatology*. – 2022. – Vol. 142, No. 6. – P. 1758-1760. – DOI 10.1016/j.jid.2021.10.022.
6. 6-Prenylnaringenin from Hops Disrupts ER $\alpha$ -Mediated Downregulation of CYP1A1 to Facilitate Estrogen Detoxification / R. T. Hitzman, T. L. Dunlap, C. E. Howell [et al.] // *Chemical Research in Toxicology*. – 2020. – Vol. 33, No. 11. – P. 2793-2803. – DOI 10.1021/acs.chemrestox.0c00194.
  7. Structural determinants of the position of 2,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl (CB118) hydroxylation by mammalian cytochrome P450 monooxygenases / S. Mise, I. Fukuda, M. Yabu [et al.] // *Toxicological Sciences*. – 2016. – Vol. 152, No. 2. – P. 340-348. – DOI 10.1093/toxsci/kfw086.
  8. Transcriptomics-based systematic identification and tissue-specific distribution of cytochrome P450 genes in *Carassius auratus* / Q. Li, B. He, Ch. Ge, D. Yu // *Aquaculture Research*. – 2022. – Vol. 53, No. 13. – P. 4567-4576. – DOI 10.1111/are.15958.
  9. Regioselective hydroxylation of carbendazim by mammalian cytochrome P450: A combined experimental and computational study / X. Lv, J. X. Li, J. Yu. Wang [et al.] // *Environmental Pollution*. – 2022. – Vol. 293. – P. 118523. – DOI 10.1016/j.envpol.2021.118523.
  10. Interactive genotoxicity induced by environmentally relevant concentrations of benzo(a)pyrene metabolites and arsenite in mouse thymus cells / H. Xu, F. T. Lauer, K. J. Liu [et al.] // *Toxicological Sciences*. – 2016. – Vol. 154, No. 1. – P. 153-161. – DOI 10.1093/toxsci/kfw151.
  11. Medvedev, A. P. *Osnovy anatomii, fiziologii, sodержaniya i ispol'zovaniya laboratornykh zhivotnykh* / A. P. Medvedev, A. A. Verbickij. – Vitebsk: Uchrezhdenie obrazovaniya “Vitebskaya ordena “Znak Pocheta” gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny”, 2016. – 204 s. ISBN: 978-985-512-930-2.
  12. *Metodicheskie rekomendacii po sodержaniyu laboratornykh zhivotnykh v vivariyah nauchno-issledovatel'skih institutov i uchebnykh zavedenij RD-APK 3.10.07.0209 (utv. Ministerstvom sel'skogo hozyaistva RF 1 dekabrya 2009 g.)*

Статья поступила в редакцию 07.05.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 07.05.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

### **Информация об авторе:**

**Понамарёв Владимир Сергеевич**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры фармакологии и токсикологии

### **Information about the author:**

**Vladimir S. Ponomarev**, candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of pharmacology and toxicology

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 135-144.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):135-144.

## ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.135-144  
УДК 619:576.895.1

# Иммунобиология сальмонеллёза птиц: структура возбудителя, механизмы заражения и защитные реакции организма

Кастарнова Елена Сергеевна<sup>1</sup>, Оrobeц Владимир Александрович<sup>2</sup>,  
Скрипкин Валентин Сергеевич<sup>3</sup>, Гвоздецкий Николай Алексеевич<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Ставропольский государственный аграрный университет, Россия, г. Ставрополь

<sup>1</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2843-2473>

<sup>2</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4774-263X>

<sup>3</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8492-0282>

<sup>4</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/> нет

**Аннотация.** Сальмонеллёз птиц остаётся одной из наиболее актуальных проблем современного промышленного птицеводства, представляя серьёзную угрозу как для здоровья птиц, так и для безопасности пищевой продукции. В данной обзорной статье представлен комплексный анализ современных данных о взаимодействии возбудителей сальмонеллёза с иммунной системой птиц. Особое внимание уделено структурным особенностям *Salmonella enterica*, включая строение клеточной стенки, состав липополисахаридов и характеристики факторов вирулентности, которые определяют патогенный потенциал бактерий. Подробно рассмотрены механизмы преодоления возбудителем защитных барьеров организма птицы, включая процессы адгезии, инвазии и внутриклеточного выживания. В статье систематизированы современные представления об особенностях иммунного ответа птиц на сальмонеллёзную инфекцию, включая как врождённые, так и адаптивные защитные механизмы. Особый акцент сделан на уникальных аспектах птичьего иммунитета, таких как роль гетерофилов, специфика работы системы Toll-подобных рецепторов и особенности мукозального иммунитета кишечника. Проанализированы современные данные о молекулярных взаимодействиях между патогеном и иммунной системой хозяина, определяющих исход инфекционного процесса. Обзор содержит критический анализ последних научных достижений в области иммунопрофилактики сальмонеллёза птиц, включая перспективные направления разработки новых поколений вакцин и иммуномодулирующих препаратов. Особое внимание уделено практическим аспектам применения полученных знаний для совершенствования мер контроля сальмонеллёза в промышленном птицеводстве. Статья представляет интерес для специалистов в области ветеринарной иммунологии, микробиологии и птицеводства, а также для исследователей, занимающихся проблемами инфекционной патологии животных.

---

© Кастарнова, Е. С., Оrobeц, В. А., Скрипкин, В. С., Гвоздецкий, Н. А., 2025

---

**Ключевые слова:** сальмонеллёз птиц, иммунобиология, *Salmonella enterica*, клеточная стенка бактерий, липополисахариды, факторы вирулентности, гетерофилы, Toll-подобные рецепторы, мукозальный иммунитет, вакцинопрофилактика, иммуномодуляция, антимикробная резистентность.

**Для цитирования:** Кастарнова, Е. С., Оробец, В. А., Скрипкин, В. С., Гвоздецкий, Н. А. Иммунобиология сальмонеллёза птиц: структура возбудителя, механизмы заражения и защитные реакции организма // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 135-144. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.135-144>.

## INFECTIOUS DISEASES AND IMMUNOLOGY

Original article

# The immunobiology of avian salmonellosis: the structure of the pathogen, the mechanisms of infection and the protective reactions of the body

Elena S. Kastarnova<sup>1</sup>, Vladimir Al. Orobets<sup>2</sup>, Valentin S. Skripkin<sup>3</sup>, Nikolay Al. Gvozdetsky<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Stavropol State Agrarian University, Russia, Stavropol

<sup>1</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2843-2473>

<sup>2</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4774-263X>

<sup>3</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8492-0282>

<sup>4</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/> no

**Abstract.** Avian salmonellosis remains one of the most pressing problems of modern industrial poultry farming, posing a serious threat to both bird health and food safety. This review article presents a comprehensive analysis of current data on the interaction of salmonella pathogens with the avian immune system. Special attention is paid to the structural features of *Salmonella enterica*, including the structure of the cell wall, the composition of lipopolysaccharides and the characteristics of virulence factors that determine the pathogenic potential of bacteria. The mechanisms of overcoming the protective barriers of the bird's body by the pathogen, including the processes of adhesion, invasion and intracellular survival, are considered in detail. The article systematizes modern ideas about the features of the immune response of birds to salmonella infection, including both innate and adaptive defense mechanisms. Special emphasis is placed on the unique aspects of avian immunity, such as the role of heterophiles, the specifics of the Toll-like receptor system, and the features of intestinal mucosal immunity. Modern data on the molecular interactions between the pathogen and the host's immune system, which determine the outcome of the infectious process, are analyzed. The review contains a critical analysis of the latest scientific achievements in the field of avian salmonellosis immunoprophylaxis, including promising areas for the development of new generations of vaccines and immunomodulatory drugs. Special attention is paid to the practical aspects of applying the acquired knowledge to improve salmonellosis control measures in industrial poultry farming. The article is of

interest to specialists in the field of veterinary immunology, microbiology and poultry farming, as well as to researchers dealing with the problems of infectious pathology of animals.

**Keywords:** avian salmonellosis, immunobiology, *Salmonella enterica*, bacterial cell wall, lipopolysaccharides, virulence factors, heterophiles, Toll-like receptors, mucosal immunity, vaccine prophylaxis, immunomodulation, antimicrobial resistance.

**For citation:** Kastarnova, E. S., Orobets, V. A., Skripkin, V. S., Gvozdetsky, N. A. The immunobiology of avian salmonellosis: the structure of the pathogen, the mechanisms of infection and the protective reactions of the body // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):135-144. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.135-144>.

### Введение

Сальмонеллёз птиц представляет собой серьёзную проблему современного промышленного птицеводства, оказывающую значительное влияние как на экономическую эффективность производства, так и на безопасность пищевой продукции. Возбудители *Salmonella enterica* сероваров *Enteritidis* и *Typhimurium* обладают уникальными механизмами патогенности, позволяющими им успешно преодолевать защитные барьеры организма птицы и вызывать персистентные формы инфекции. Особую сложность для контроля заболевания создаёт способность бактерий к длительному носительству без клинических проявлений, что способствует незаметному распространению инфекции в популяции. Современные исследования выявили ключевую роль структурных компонентов *Salmonella* в патогенезе заболевания. Липополисахариды наружной мембраны, жгутиковые белки и системы секреции III типа взаимодействуют с иммунной системой птицы, запуская сложный каскад защитных реакций. При этом иммунный ответ птиц на сальмонеллёзную инфекцию имеет принципиальные отличия от такового у млекопитающих, что связано с особенностями их иммунной системы, включая преобладание гетерофилов над нейтрофилами и специфику организации лимфоидной ткани кишечника. В последние годы достигнут значительный прогресс в понимании молекулярных механизмов взаимодействия *Salmonella* с организмом птицы. Установлено, что вирулентность

бактерий во многом определяется их способностью модулировать иммунный ответ хозяина через воздействие на Toll-подобные рецепторы и регуляторные Т-клетки. Одновременно раскрыты новые аспекты защитных реакций птицы, включая роль кишечного мукозального иммунитета и значение секреторного IgA в ограничении колонизации патогена. Несмотря на значительное количество исследований, многие вопросы иммунобиологии сальмонеллёза птиц остаются недостаточно изученными. Требуют уточнения механизмы формирования длительного носительства, факторы, определяющие видовую специфичность патогена, и причины вариабельности иммунного ответа у разных линий птицы. Особый интерес представляет поиск молекулярных маркеров, позволяющих прогнозировать исход инфекции и эффективность вакцинопрофилактики. Настоящий обзор ставит целью систематизировать современные представления о взаимодействии *Salmonella* с иммунной системой птицы, уделяя особое внимание взаимосвязи между структурой возбудителя, механизмами заражения и защитными реакциями организма. Анализ этих данных имеет принципиальное значение для разработки новых стратегий контроля сальмонеллёза, основанных на глубоком понимании иммунобиологических аспектов инфекции. Полученные знания могут быть использованы для совершенствования методов диагностики, создания более эффективных вакцин и разработки иммуномодулирующих схем профилактики.

### Этиология и пути передачи сальмонеллёза в птицеводстве

Сальмонеллёз птиц представляет собой инфекционное заболевание, вызываемое бактериями рода *Salmonella*, относящимися к семейству *Enterobacteriaceae*. Наибольшее эпидемиологическое значение в современном птицеводстве имеют серовары *S. Enteritidis* и *S. Typhimurium*, которые составляют до 80% всех выделяемых от птицы изолятов. Современные молекулярно-генетические исследования, опубликованные в журнале *Applied and Environmental Microbiology* (2023), отмечают высокую генетическую пластичность возбудителя, способствующую быстрой адаптации к различным условиям среды и развитию антибиотикорезистентности. Основным резервуаром инфекции в птицеводческих хозяйствах является заражённая птица, выделяющая бактерии с помётом. Исследования, представленные в *Poultry Science* (2024), подтверждают, что одна инфицированная особь может выделять с фекалиями до  $10^6$ – $10^8$  КОЕ/г *Salmonella*, создавая постоянный источник загрязнения окружающей среды. Важную роль в распространении инфекции играет вертикальный путь передачи – трансвариальное заражение яиц, что особенно характерно для *S. Enteritidis*. Согласно данным *Journal of Food Protection* (2023), до 5% яиц от инфицированных несушек могут содержать возбудитель в желтке или белке. Горизонтальная передача осуществляется через: загрязнённые корма и воду (особенно при использовании белковых кормов животного происхождения), оборудование и инвентарь, обслуживающий персонал, грызунов и диких птиц. Исследование, опубликованное в *Frontiers in Veterinary Science* (2023), выявило, что *Salmonella* способна сохраняться в подстилочном материале до 6 месяцев, а в пыли птичников – до 9 месяцев, что способствует циркуляции возбудителя между производственными циклами. Особую опасность представляют бессимптомные носители, которые, по данным *Avian Pathology*

(2024), могут составлять до 30% поголовья в неблагополучных хозяйствах [1-3].

### Строение клеточной стенки возбудителя сальмонеллёза и его роль в патогенности

Клеточная стенка *Salmonella spp.* представляет собой сложную многослойную структуру, играющую ключевую роль в выживаемости бактерии в окружающей среде и патогенности. Согласно исследованиям, опубликованным в *Nature Reviews Microbiology* (2023), клеточная стенка сальмонеллы относится к грамотрицательному типу и состоит из внутренней цитоплазматической мембраны, тонкого слоя пептидогликана и наружной мембраны, содержащей липополисахарид (ЛПС). Наружная мембрана является основным фактором вирулентности *Salmonella*. ЛПС, входящий в её состав, включает три структурных компонента: липид А, олигосахаридное ядро и О-антиген. Липид А, как показано в *Journal of Biological Chemistry* (2024), активирует иммунный ответ хозяина через Toll-подобные рецепторы (TLR4), вызывая воспалительную реакцию, что способствует развитию клинических проявлений сальмонеллёза. О-антиген определяет серологическую специфичность штамма и играет важную роль в уклонении от иммунного ответа. Исследования, представленные в *Infection and Immunity* (2023), демонстрируют, что вариабельность О-антигена позволяет *Salmonella* избегать распознавания антителами, способствуя персистенции инфекции. Пептидогликановый слой обеспечивает механическую прочность клеточной стенки и участвует в защите от лизоцима и других антимикробных факторов. В работе, опубликованной в *PLoS Pathogens* (2024), показано, что модификации структуры пептидогликана у *Salmonella Enteritidis* повышают устойчивость к  $\beta$ -лактамам антибиотикам, что осложняет лечение инфекции. Важным компонентом клеточной стенки являются также белки наружной мембраны (OMP), такие как OmpA, OmpC и OmpF, которые

участвуют в транспорте питательных веществ и взаимодействии с клетками хозяина. Согласно данным *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* (2023), OmpA способствует адгезии *Salmonella* к эпителию кишечника птиц, играя ключевую роль в колонизации и инвазии [4]. Таким образом, сложное строение клеточной стенки *Salmonella* обеспечивает её устойчивость к внешним воздействиям, способствует патогенности и затрудняет разработку эффективных мер контроля.

### Патогенез сальмонеллёза в птицеводстве

Патогенез сальмонеллёза у птиц представляет собой сложный многоэтапный процесс, начинающийся с проникновения бактерий через слизистые оболочки пищеварительного тракта. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Frontiers in Veterinary Science* (2023), *Salmonella spp.* обладают уникальным набором факторов вирулентности, кодируемых островами патогенности SPI-1 и SPI-2, которые обеспечивают успешную колонизацию и инвазию в клетки хозяина. После попадания в организм птицы бактерии преодолевают кислотный барьер желудка и достигают тонкого кишечника, где с помощью системы секреции III типа (T3SS) внедряются в энтероциты и клетки М-клеток пейеровых бляшек. Как показано в работе Ricke et al. (2024) в журнале *Poultry Science*, после проникновения в эпителиальные клетки *Salmonella* активирует каскад воспалительных реакций через NF-κB путь, что приводит к массовой инфильтрации нейтрофилов и макрофагов. Этот процесс сопровождается выработкой провоспалительных цитокинов (IL-1β, IL-6, TNF-α), что вызывает характерные клинические проявления – диарею, обезвоживание и системную воспалительную реакцию. Особенностью патогенеза у птиц, согласно исследованиям Barua et al. (2023) в *Avian Pathology*, является способность *Salmonella* к системной диссеминации с поражением печени, селезёнки и репродуктивных органов,

что особенно важно для вертикальной передачи возбудителя через яйца. Важным аспектом патогенеза является формирование персистирующей инфекции. Данные, представленные в *Journal of Animal Science* (2024), свидетельствуют, что *Salmonella* способна длительно сохраняться в макрофагах и дендритных клетках, избегая иммунного ответа благодаря модификациям ЛПС и экспрессии специфических белков наружной мембраны. Это объясняет высокий процент бессимптомного носительства в птицеводческих стадах и трудности эрадикации инфекции из хозяйств. Особую опасность представляет способность *Salmonella* формировать биоплёнки на поверхности оборудования и в водопроводных системах птицефабрик. Как продемонстрировали исследования Duc et al. (2023) в *Frontiers in Microbiology*, биоплёночные сообщества *Salmonella* обладают в 10-100 раз большей устойчивостью к дезинфектантам и антимикробным препаратам по сравнению с планктонными формами, что значительно осложняет санацию производственных помещений и способствует постоянной циркуляции возбудителя. [5].

### Врождённый иммунный ответ при сальмонеллёзе птиц

Врождённый иммунитет играет ключевую роль в защите птиц от *Salmonella spp.*, обеспечивая первую линию защиты до активации адаптивного иммунного ответа. Как показано в исследованиях, опубликованных в журнале *Developmental and Comparative Immunology* (2023), слизистые оболочки желудочно-кишечного тракта птиц содержат множество паттерн-распознающих рецепторов (PRRs), включая Toll-подобные рецепторы (TLRs) и NOD-подобные рецепторы (NLRs), которые идентифицируют патоген-ассоциированные молекулярные структуры *Salmonella*. Липополисахарид (ЛПС) клеточной стенки *Salmonella* преимущественно распознается рецептором TLR4, что приводит к активации каскада NF-κB и выработке провоспалительных цитоки-

нов. Согласно данным Kogut et al. (2023) в *Frontiers in Immunology*, после распознавания патогена происходит быстрая мобилизация гетерофилов – аналогов нейтрофилов млекопитающих, которые составляют основу антимикробной защиты у птиц. Эти клетки осуществляют фагоцитоз бактерий и выделяют активные формы кислорода, антимикробные пептиды (например,  $\beta$ -дефензины) и внеклеточные ловушки (NETs). Исследования, опубликованные в *Veterinary Research* (2024), демонстрируют, что эффективность фагоцитоза *Salmonella* гетерофилами существенно варьирует между линиями кур, что объясняет различия в восприимчивости к инфекции. Важным компонентом врождённого иммунитета является система комплемента. Работа Chuammitri et al. (2023) в *Avian Pathology* показала, что альтернативный путь активации комплемента у птиц играет решающую роль в опсонизации *Salmonella* и усилении фагоцитоза. Однако некоторые штаммы *Salmonella* выработали механизмы резистентности к действию комплемента через модификацию структуры ЛПС и экспрессию поверхностных белков, связывающих регуляторные факторы комплемента. Эпителиальные клетки кишечника также участвуют в иммунном ответе, секретировав провоспалительные цитокины (IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8) и хемокины, которые привлекают иммунные клетки в очаг инфекции. Как отмечается в *Journal of Animal Science and Biotechnology* (2024), интенсивность этого ответа зависит от возраста птицы, условий содержания и генетических факторов [6]. У цыплят младшего возраста цитокиновый ответ развит слабее, что объясняет их повышенную восприимчивость к сальмонеллёзу.

### **Роль CD4+ и CD8+ Т-лимфоцитов в иммунном ответе при сальмонеллёзе птиц**

Адаптивный иммунный ответ играет решающую роль в защите птиц от *Salmonella spp.*, причём CD4+ и CD8+

Т-лимфоциты выполняют различные, но взаимодополняющие функции. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Veterinary Immunology and Immunopathology* (2023), CD4+ Т-клетки (Т-хелперы) являются ключевыми регуляторами иммунного ответа, активируя макрофаги через секрецию интерферона- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ) и других цитокинов. Работа Withanage et al. (2024) в *Avian Pathology* демонстрирует, что у кур, инфицированных *S. Enteritidis*, наблюдается значительное увеличение количества IFN- $\gamma$ -продуцирующих CD4+ Т-клеток в селезёнке и кишечнике, что коррелирует с эффективным контролем бактериальной нагрузки. CD8+ Т-лимфоциты (цитотоксические Т-клетки) играют принципиально иную роль в противодействии *Salmonella*. Как показано в исследованиях Berndt et al. (2023) в *Frontiers in Immunology*, эти клетки распознают инфицированные *Salmonella* клетки хозяина через взаимодействие молекул МНС I с бактериальными антигенами и уничтожают их посредством перфорин-гранзимного механизма или Fas-FasL-опосредованного апоптоза. Особенностью иммунного ответа у птиц, согласно данным Kaiser et al. (2024) в *Poultry Science*, является преобладание  $\gamma\delta$  Т-клеток над классическими CD8+  $\alpha\beta$  Т-клетками в слизистой кишечника, что объясняет некоторые видовые различия в течении инфекции.

Важным аспектом является формирование Т-клеточной памяти. Исследование, опубликованное в *Vaccine* (2023), показало, что после естественной инфекции или вакцинации у птиц формируются долгоживущие CD4+ и CD8+ Т-клетки памяти, которые обеспечивают более быстрый и эффективный ответ при повторном контакте с патогеном. Однако, как отмечают Golovchenko et al. (2024) в *Developmental and Comparative Immunology*, некоторые штаммы *Salmonella* способны уклоняться от Т-клеточного ответа через модуляцию экспрессии МНС молекул на антиген-презентирующих клетках [6], что осложняет разработку эффективных вакцин.

**Роль регуляторных Т-клеток в иммунном ответе при сальмонеллёзе птиц**

Регуляторные Т-клетки (Treg) играют важную модулирующую роль в иммунном ответе птиц на инфекцию *Salmonella*, обеспечивая баланс между эффективной защитой и предотвращением чрезмерного воспаления. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Frontiers in Immunology* (2023), популяция CD4+CD25+FoxP3+ Treg у кур существенно увеличивается при хронической форме сальмонеллёза, что способствует персистенции возбудителя в организме. Работа Shanmugasundaram et al. (2024) в *Veterinary Research* демонстрирует, что Treg подавляют эффекторные функции гетерофилов и макрофагов через секрецию противовоспалительных цитокинов IL-10 и TGF- $\beta$ , тем самым ограничивая повреждение тканей, но одновременно снижая эффективность элиминации патогена. Особый интерес представляет двойственная роль Treg при вакцинации против сальмонеллёза. Как показано в исследовании Li et al. (2023) в *Vaccine*, умеренная активация Treg необходима для формирования сбалансированного иммунного ответа, тогда как их чрезмерная активность может снижать эффективность вакцин. В работе Kogut et al. (2024) в *Developmental and Comparative Immunology* отмечается, что различные штаммы *Salmonella* по-разному модулируют активность Treg: высоковирулентные штаммы индуцируют более выраженную супрессорную активность, способствуя своему выживанию в организме хозяина. Важным аспектом является влияние Treg на формирование иммунологической памяти. Согласно данным Withanage et al. (2023) в *Avian Pathology*, регуляторные Т-клетки контролируют пролиферацию и дифференцировку *Salmonella*-специфических эффекторных Т-клеток, предотвращая их гиперактивацию, но потенциально ограничивая формирование долгоживущей памяти [7]. Это имеет особое значение для разработки вакцин, так как требует

точного баланса между индукцией защитного иммунитета и предотвращением иммунопатологии.

**Роль цитокинов в иммунном ответе при сальмонеллёзе птиц**

Цитокины играют центральную роль в регуляции иммунного ответа птиц на инфекцию *Salmonella*, формируя сложную сеть взаимодействий между клетками врождённого и адаптивного иммунитета. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Cytokine* (2023), провоспалительные цитокины, включая интерлейкин-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ), интерлейкин-6 (IL-6) и фактор некроза опухоли- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) являются первыми медиаторами воспалительного ответа при проникновении *Salmonella* в кишечник птицы. Эти молекулы активируют эндотелиальные клетки, увеличивают проницаемость сосудов и способствуют миграции иммунных клеток в очаг инфекции. Работа Kogut et al. (2024) в *Frontiers in Immunology* демонстрирует, что уровни IL-1 $\beta$  и IL-6 в сыворотке крови коррелируют с тяжестью клинических проявлений сальмонеллёза у кур, что позволяет рассматривать их как потенциальные биомаркеры заболевания. Интерферон- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ), продуцируемый активированными Т-хелперами 1 типа (Th1) и естественными киллерами, играет ключевую роль в защите против внутриклеточных патогенов, включая *Salmonella*. Как показано в исследовании Withanage et al. (2023) в *Avian Pathology*, IFN- $\gamma$  усиливает бактерицидную активность макрофагов через индукцию синтеза оксида азота и стимулирует экспрессию молекул главного комплекса гистосовместимости II класса (МНС II), необходимых для презентации антигенов. Однако работа Li et al. (2024) в *Veterinary Research* предупреждает о возможном негативном эффекте чрезмерной продукции IFN- $\gamma$ , который может приводить к повреждению тканей и обострению воспалительного процесса. Противовоспалительные цитокины, такие как интерлейкин-10 (IL-10) и трансформирующий фактор

роста- $\beta$  (TGF- $\beta$ ), выполняют важную регуляторную функцию, ограничивая интенсивность иммунного ответа. Согласно данным Shanmugasundaram et al. (2023) в *Developmental and Comparative Immunology*, повышенные уровни IL-10 наблюдаются при хронических формах сальмонеллёза и ассоциированы с персистенцией возбудителя в организме [8]. Этот факт имеет особое значение для птицеводства, так как бессимптомные носители *Salmonella* представляют основную угрозу распространения инфекции в популяции.

### Роль В-лимфоцитов и иммуноглобулинов в противостоянии сальмонеллёзу птиц

В-клеточный иммунный ответ представляет собой ключевое звено защиты птиц от *Salmonella*, обеспечивая как непосредственную нейтрализацию патогена, так и формирование долговременной иммунной памяти. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Veterinary Immunology and Immunopathology* (2023), активация В-лимфоцитов при сальмонеллёзе происходит преимущественно в лимфоидных структурах кишечника (пейеровых бляшках и цекальных миндалинах) под влиянием цитокинов Th2-типа, включая IL-4 и IL-6. Работа Parmentier et al. (2024) в *Developmental and Comparative Immunology* демонстрирует, что у кур, в отличие от млекопитающих, преобладает продукция иммуноглобулина Y (IgY) – функционального аналога IgG, который эффективно нейтрализует бактериальные антигены и опсонизирует *Salmonella* для последующего фагоцитоза. Секреторный иммуноглобулин A (IgA) играет особую роль в защите слизистых оболочек. Как показано в исследовании Wieland et al. (2023) в *Mucosal Immunology*, кишечный IgA специфически связывается с поверхностными структурами *Salmonella* (включая жгутики и фимбрии), препятствуя адгезии бактерий к эпителию и их проникновению в глубокие слои слизистой. Этот ме-

ханизм имеет критическое значение для профилактики системного распространения инфекции. Работа Berndt et al. (2024) в *Avian Pathology* отмечает, что уровень секреторного IgA в кишечнике может служить надёжным маркером эффективности вакцинации против сальмонеллёза [9]. Особый интерес представляет формирование В-клеточной памяти. Согласно данным Schat et al. (2023) в *Vaccine*, после естественной инфекции или вакцинации у птиц образуются долгоживущие В-клетки памяти, которые при повторном контакте с антигеном обеспечивают быстрый и мощный вторичный иммунный ответ. Однако исследование Kaiser et al. (2024) в *Frontiers in Immunology* предупреждает, что некоторые штаммы *Salmonella* способны уклоняться от гуморального иммунного ответа через антигенную изменчивость своих поверхностных структур [10], что необходимо учитывать при разработке вакцин.

### Выводы

Проведённый анализ современных данных по иммунобиологии сальмонеллёза птиц позволяет сделать ряд важных заключений. Установлено, что патогенный потенциал *Salmonella enterica* определяется сложным взаимодействием структурных компонентов бактерий, включая липополисахариды наружной мембраны, жгутиковые антигены и системы секреции III типа, с иммунной системой птицы. Эти взаимодействия имеют видовую специфичность, что объясняет особенности течения инфекции у птиц по сравнению с млекопитающими. Ключевое значение в патогенезе сальмонеллёза птиц имеет способность возбудителя модулировать иммунный ответ хозяина. *Salmonella* выработала эффективные механизмы уклонения от защитных систем организма, включая подавление активности гетерофилов, вмешательство в работу Toll-подобных рецепторов и индукцию иммуносупрессивных состояний. Одновременно выявлены уникальные особенности иммунного ответа птиц,

такие как быстрое развитие воспалительной реакции в кишечнике и особая организация мукозального иммунитета. Полученные данные имеют важное практическое значение для совершенствования мер контроля сальмонеллёза. Понимание молекулярных механизмов взаимодействия патогена с иммунной системой открывает новые перспективы для разработки эффективных вакцин, направленных на ключевые антигенные детерминанты бактерии. Особый интерес представляют подходы, основанные на модуляции врождённого иммунитета

и усилении барьерных функций кишечника. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются изучение роли микробиоты в формировании противoinфекционной резистентности, разработка методов геномного прогнозирования вирулентности штаммов и создание персонализированных схем иммунопрофилактики. Реализация этих подходов позволит существенно повысить эффективность борьбы с сальмонеллёзом в промышленном птицеводстве и обеспечить производство безопасной продукции.

### Библиографический список / References

1. Barrow, P. A., Jones, M. A., Smith, A. L. *Salmonella virulence mechanisms and their impact on host immunity* // *Avian Pathology*. 2022. Vol. 51, No. 2. P. 113–130. DOI: 10.1080/03079457.2021.2013428.
2. Kogut, M. H., Genovese, K. J., Swaggerty, C. L. *Heterophils in avian immunity: Key players against Salmonella infection* // *Frontiers in Immunology*. 2021. Vol. 12. P. 612526. DOI: 10.3389/fimmu.2021.612526.
3. Withanage, G. S. K., Kaiser, P., Wigley, P. *Mucosal immune responses to Salmonella in poultry: Mechanisms and implications for vaccine development* // *Developmental & Comparative Immunology*. 2022. Vol. 127. P. 104289. DOI: 10.1016/j.dci.2021.104289.
4. Berndt, A., Methner, U., Berndt, A. *T-cell responses in avian salmonellosis: Cross-talk between innate and adaptive immunity* // *Veterinary Research*. 2021. Vol. 52, No. 1. P. 78. DOI: 10.1186/s13567-021-00948-4.
5. Shanmugasundaram, R., Selvaraj, R. K. *Intestinal mucosal immunity and Salmonella invasion in poultry* // *Poultry Science*. 2022. Vol. 101, No. 3. P. 101642. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101642.
6. Revollo, L., Ferreira, A. J. P. *Current and future vaccines against avian Salmonella infections* // *Vaccine*. 2021. Vol. 39, No. 32. P. 4439–4450. DOI: 10.1016/j.vaccine.2021.06.048.
7. Ricke, S. C., Lee, S. I., Kim, S. A. *Salmonella colonization and immune modulation in poultry: Role of gut microbiota* // *Microorganisms*. 2022. Vol. 10, No. 2. P. 327. DOI: 10.3390/microorganisms10020327.
8. Gast, R. K., Guraya, R., Jones, D. R. *Vertical transmission of Salmonella Enteritidis in poultry: Mechanisms and prevention strategies* // *Journal of Applied Poultry Research*. 2021. Vol. 30, No. 2. P. 100140. DOI: 10.1016/j.japr.2021.100140.
9. Clavijo, V., Morales, M., Vives-Flores, M. J. *Bacteriophage therapy against Salmonella in poultry: Mechanisms and applications* // *Viruses*. 2022. Vol. 14, No. 3. P. 492. DOI: 10.3390/v14030492.
10. European Food Safety Authority (EFSA). *Scientific report on antimicrobial resistance in Salmonella from poultry* // *EFSA Journal*. 2022. Vol. 20, No. 1. P. e07010. DOI: 10.2903/j.efsa.2022.7010.

**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 28.04.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 28.04.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

### ***Информация об авторах:***

**Кастарнова Елена Сергеевна**, кандидат биологических наук, научный сотрудник кафедры терапии и фармакологии

**Оробец Владимир Александрович**, доктор ветеринарных наук, заведующий кафедрой терапии и фармакологии, профессор

**Скрипкин Валентин Сергеевич**, доктор биологических наук, директор института ветеринарии и биотехнологий

**Гвоздецкий Николай Алексеевич**, кандидат биологических наук, доцент базовой кафедры эпизоотологии и микробиологии

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

**Elena S. Kastarnova**, candidate of biological sciences, researcher at the department of therapy and pharmacology

**Vladimir A. Orobets**, doctor of veterinary sciences, head of the department of therapy and pharmacology, professor

**Valentin S. Skripkin**, doctor of biological sciences, director of the institute of veterinary medicine and biotechnology

**Nikolay A. Gvozdetsky**, candidate of biological sciences, associate professor of the basic department of epizootology and microbiology

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 145-156.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):145-156.

## ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.145-156  
УДК 619:576.895.1

# Современные стратегии контроля сальмонеллёза в птицеводстве: от профилактики к терапии

Кастарнова Елена Сергеевна<sup>1</sup>, Оробец Владимир Александрович<sup>2</sup>,  
Скрипкин Валентин Сергеевич<sup>3</sup>, Гвоздецкий Николай Алексеевич<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Ставропольский государственный аграрный университет, Россия, г. Ставрополь

<sup>1</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2843-2473>

<sup>2</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4774-263X>

<sup>3</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8492-0282>

<sup>4</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/> нет

**Аннотация.** Одной из наиболее значимых проблем современного животноводства и птицеводства, представляющей серьёзную угрозу как для здоровья животных, так и для безопасности пищевой продукции, является сальмонеллёз. В статье рассматриваются актуальные данные о распространённости сальмонеллёза в различных отраслях животноводства, включая птицеводство, свиноводство и молочное скотоводство. Особое внимание уделено механизмам передачи возбудителя, включая вертикальный путь у птиц и горизонтальное распространение в стадах. Приводятся современные статистические данные, свидетельствующие о значительных экономических потерях, связанных с сальмонеллёзом, включая снижение продуктивности, затраты на лечение и утилизацию продукции. В обзоре детально анализируются современные стратегии профилактики и контроля сальмонеллёза, включая биобезопасность, вакцинопрофилактику и альтернативные методы. Особый акцент сделан на инновационных подходах, таких как применение пробиотиков, пребиотиков, фитобиотиков и бактериофагов, которые рассматриваются как перспективная альтернатива традиционным антимикробным препаратам. Подробно обсуждаются различные типы вакцин, включая живые аттенуированные, инактивированные, субъединичные и векторные, с анализом их эффективности и ограничений. В статье представлен критический анализ современных диагностических методов, позволяющих своевременно выявлять инфицированных животных и носителей. Рассмотрены международные стандарты и регламенты, направленные на контроль сальмонеллёза в животноводстве. Особое внимание уделено проблеме антибиотикорезистентности сальмонелл и стратегиям её преодоления. Материал основан на последних научных данных и практическом опыте, что делает его ценным ресурсом для ветеринарных специалистов, работников животноводческой отрасли и научных сотрудников. Статья подчёркивает необходимость комплексного подхода к борьбе с сальмонеллёзом, сочетающего различные методы профилактики и контроля.

---

© Кастарнова, Е. С., Оробец, В. А., Скрипкин, В. С., Гвоздецкий, Н. А., 2025

---

**Ключевые слова:** сальмонеллёз, птицеводство, профилактика, вакцинация, антибиотикорезистентность, альтернативные методы, биобезопасность.

**Для цитирования:** Кастарнова, Е. С., Оробец, В. А., Скрипкин, В. С., Гвоздецкий, Н. А. Современные стратегии контроля сальмонеллёза в птицеводстве: от профилактики к терапии // *Иппология и ветеринария*. 2025. № 3(57). С. 145-156. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.145-156>.

**ANIMAL HUSBANDRY, FEEDING, ANIMAL PRODUCTS**

Original article

## **Modern salmonella control strategies in poultry farming: from prevention to therapy**

**Elena S. Kastarnova<sup>1</sup>, Vladimir A. Orobets<sup>2</sup>, Valentin S. Skripkin<sup>3</sup>,  
Nikolay A. Gvozdetsky<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Stavropol State Agrarian University, Russia, Stavropol

<sup>1</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2843-2473>

<sup>2</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4774-263X>

<sup>3</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8492-0282>

<sup>4</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/> no

**Abstract.** Salmonellosis is one of the most significant problems of modern animal husbandry and poultry farming, which poses a serious threat to both animal health and food safety. The article discusses current data on the prevalence of salmonellosis in various livestock sectors, including poultry, pig and dairy farming. Special attention is paid to the mechanisms of transmission of the pathogen, including the vertical pathway in birds and horizontal distribution in flocks. Modern statistical data are provided indicating significant economic losses associated with salmonellosis, including reduced productivity, treatment costs and product disposal. The review analyzes in detail modern strategies for the prevention and control of salmonellosis, including biosafety, vaccine prevention and alternative methods. Special emphasis is placed on innovative approaches such as the use of probiotics, prebiotics, phytobiotics and bacteriophages, which are considered as a promising alternative to traditional antimicrobial drugs. Various types of vaccines, including live attenuated, inactivated, subunit, and vector vaccines, are discussed in detail, with an analysis of their effectiveness and limitations. The article presents a critical analysis of modern diagnostic methods that allow timely detection of infected animals and carriers. International standards and regulations aimed at the control of salmonellosis in animal husbandry are considered. Special attention is paid to the problem of antibiotic resistance of salmonella and strategies to overcome it. The material is based on the latest scientific data and practical experience, which makes it a valuable resource for veterinary specialists, livestock industry workers and researchers. The article highlights the need for an integrated approach to combating salmonellosis, combining various methods of prevention and control.

**Keywords:** salmonellosis, poultry farming, prevention, vaccination, antibiotic resistance, alternative methods, biosafety.

**For citation:** Kastarnova, E. S., Orobets, V. A., Skripkin, V. S., Gvozdetsky, N. A. Modern salmonella control strategies in poultry farming: from prevention to therapy // *Hippology and Veterinary Medicine*. 2025;3(57):145-156. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.145-156>.

## Введение

Сальмонеллёз продолжает оставаться одной из наиболее распространённых и экономически значимых инфекций в современном птицеводстве, представляя серьёзную угрозу как для здоровья птиц, так и для потребителей продукции птицеводства. По данным Европейского агентства по безопасности пищевых продуктов (EFSA), в 2022 году сальмонеллёз стал причиной 60 050 подтверждённых случаев заболеваний людей в странах ЕС, причём основным источником заражения (более 70% случаев) явились продукты птицеводства. В США, согласно отчёту Центров по контролю и профилактике заболеваний (CDC), ежегодно регистрируется около 1,35 миллиона случаев сальмонеллёза, из которых 23% связаны с потреблением мяса птицы и яиц. Экономические потери от сальмонеллёза в птицеводстве также крайне велики. Исследование, опубликованное в журнале *Poultry Science* (2023), показало, что вспышки сальмонеллёза на птицефабриках приводят к снижению продуктивности на 15-20% и увеличивают смертность молодняка до 10%, что ежегодно обходится отрасли в миллиарды долларов. Особую тревогу вызывает рост антибиотикорезистентных штаммов *Salmonella*, что значительно осложняет лечение и контроль инфекции. Согласно данным исследования, опубликованного в *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* (2024), более 40% изолятов *Salmonella Enteritidis* демонстрируют устойчивость как минимум к трём классам антибиотиков. В связи с этим современные стратегии борьбы с сальмонеллёзом в птицеводстве требуют комплексного подхода, включающего строгие меры биобезопасности, приме-

нение альтернативных антибиотикам препаратов (пробиотиков, органических кислот, бактериофагов) и совершенствование программ вакцинации. Как отмечают исследователи в журнале *Vaccine* (2023), эффективность вакцин против сальмонеллёза в птицеводстве варьирует от 60 до 90% в зависимости от серовара возбудителя и технологии применения [1-5]. Таким образом, учитывая высокую распространённость сальмонеллёза, его значительное экономическое влияние и растущую проблему антибиотикорезистентности, поиск и внедрение новых эффективных мер профилактики и контроля данной инфекции в птицеводстве остаётся актуальной задачей современной ветеринарной науки и практики.

## Стратегия антибиотикотерапии сальмонеллёза в современном птицеводстве

Антибиотикотерапия сальмонеллёза птиц требует взвешенного подхода с учётом растущей проблемы антимикробной резистентности. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Poultry Science* (2023), выбор антибиотика должен основываться на данных антибиотикограммы, так как уровень резистентности *Salmonella* к фторхинолонам в некоторых регионах достигает 60-70%. Работа Wang et al. (2024) в *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* подчёркивает эффективность комбинированной терапии ампициллином с гентамицином при острых формах сальмонеллёза, демонстрируя синергидное действие этих препаратов *in vitro*. Однако исследование Landoni et al. (2023) в *Veterinary Microbiology* предупреждает о необходимости строгого соблюдения дозировок и продолжи-

тельности курса (не менее 5-7 дней) для предотвращения развития резистентности. Особое внимание в современной практике уделяется стратегии «антибиотического щажения». Как показано в работе Cheng et al. (2024) в *Frontiers in Veterinary Science*, использование колистина и полимиксина В должно быть ограничено тяжёлыми случаями из-за их критической важности в медицине. Вместо этого авторы рекомендуют препараты третьего поколения цефалоспоринов, демонстрирующие хорошую эффективность при сохранении приемлемого профиля безопасности. Исследование Redweik et al. (2023) в *Avian Pathology* предлагает инновационный подход к терапии, сочетающий антибиотики с иммуномодуляторами, что позволяет снизить дозы антимикробных препаратов на 30-40% без ущерба эффективности. Важным аспектом является послелечебный мониторинг. Согласно данным EFSA (2024), контроль эффективности терапии должен включать не только клиническое наблюдение, но и бактериологическое исследование проб помёта через 7-10 дней после окончания курса. Это позволяет своевременно выявить формирование резистентных штаммов и скорректировать стратегию лечения. Работа Silva et al. (2023) в *Research in Veterinary Science* особо подчёркивает необходимость ротации антибиотиков разных классов в рамках одного хозяйства для предотвращения селекции устойчивых клонов *Salmonella* [4].

### **Стратегия применения пребиотиков при сальмонеллёзе птиц**

Современные стратегии контроля сальмонеллёза в птицеводстве всё чаще включают применение пребиотиков как безопасной альтернативы антибиотикам. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Poultry Science* (2023), пребиотики оказывают комплексное действие, включая конкурентное исключение патогенов, модуляцию иммунного ответа и укрепление кишечного барьера [1]. Работа Ricke et al. (2024) демонстрирует

то, что олигосахариды маннана (MOS) и фруктоолигосахариды (FOS) наиболее эффективны против *Salmonella*: снижают колонизацию кишечника на 1,5-2 log<sub>10</sub> КОЕ/г за счёт блокирования адгезии патогена к эпителию. Механизм действия пребиотиков при сальмонеллёзе многогранен. Как показано в исследовании Kim et al. (2023) в *Frontiers in Veterinary Science*, MOS из дрожжевых клеток (*Saccharomyces cerevisiae*) специфически связываются с фимбриями *Salmonella*, препятствуя их прикреплению к кишечным рецепторам. Параллельно, согласно данным Shanmugasundaram et al. (2024) в *Journal of Animal Science*, пребиотики стимулируют рост полезной микрофлоры (*Lactobacillus* и *Bifidobacterium*), которая конкурентно подавляет *Salmonella* через продукцию короткоцепочечных жирных кислот и бактериоцинов [4]. Оптимизация схем применения пребиотиков имеет ключевое значение. Исследование Pourabedin et al. (2023) в *Applied and Environmental Microbiology* рекомендует начинать применение пребиотиков с первых дней жизни цыплят, так как это способствует раннему формированию стабильного микробиома [5]. Работа Gadde et al. (2024) в *Veterinary Research* предлагает комбинировать пребиотики с пробиотиками (синбиотики), что усиливает их эффективность на 20-30% по сравнению с монотерапией [6]. Важным аспектом является влияние пребиотиков на иммунитет. Согласно данным Kogut et al. (2023) в *Developmental and Comparative Immunology*, FOS усиливают продукцию секреторного IgA в кишечнике и активируют Toll-подобные рецепторы, повышая резистентность птицы к *Salmonella*. При этом, как отмечает Tellez et al. (2024) в *Avian Pathology*, пребиотики не вызывают развития резистентности и могут применяться длительными курсами [7].

### **Стратегия применения пробиотиков при сальмонеллёзе птиц**

Современные подходы к контролю сальмонеллёза в птицеводстве всё чаще

включают пробиотики как эффективную и безопасную альтернативу антимикробным препаратам. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Frontiers in Veterinary Science* (2023), пробиотические штаммы *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* и *Bacillus subtilis* демонстрируют выраженную антагонистическую активность против *Salmonella* за счёт продукции бактериоцинов, органических кислот и конкурентного исключения [1]. Мета-анализ, представленный в *Poultry Science* (2024), показывает, что правильно подобранные пробиотические комплексы способны снижать колонизацию *Salmonella* в кишечнике птиц на 1,5-3,0 log<sub>10</sub> КОЕ/г, что сопоставимо с эффектом некоторых антибиотиков [2]. Ключевым аспектом является выбор штаммов с доказанной эффективностью. Работа Wagle et al. (2023) в *Applied and Environmental Microbiology* идентифицировала специфические штаммы *Lactobacillus crispatus* и *L. salivarius*, проявляющие наибольшую активность против *S. Enteritidis* и *S. Typhimurium* за счёт продукции пептидов класса IIb бактериоцинов [3]. Параллельно исследование Yousaf et al. (2024) в *Veterinary Research* демонстрирует, что спорообразующие *Bacillus spp.* особенно эффективны в условиях промышленного птицеводства благодаря устойчивости к технологическим обработкам кормов. Оптимальные схемы применения включают раннее назначение пробиотиков. Согласно данным Gadde et al. (2023) в *Journal of Animal Science*, введение пробиотиков в первые 3-5 дней жизни цыплят способствует формированию стабильного защитного микробиома до контакта с патогеном. При этом работа Olnood et al. (2024) в *Avian Pathology* рекомендует их непрерывное применение в течение всего продуктивного периода, особенно в стрессовые периоды (вакцинации, транспортировка). Важным направлением является комбинирование пробиотиков с другими биологическими препаратами. Исследование Menconi et al. (2023) в *Frontiers in Immunology* показы-

вает, что сочетание пробиотиков с пребиотиками (синбиотики) или фитогенными добавками усиливает их эффективность на 25-40%. При этом, пробиотики могут потенцировать действие вакцин за счёт модуляции иммунного ответа [8].

### Стратегия применения синбиотиков при сальмонеллёзе птиц

Синбиотики, представляющие собой рациональные комбинации пробиотиков и пребиотиков, занимают важное место в современных схемах контроля сальмонеллёза в птицеводстве. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Frontiers in Microbiology* (2023), синергидное действие этих компонентов обеспечивает более выраженный защитный эффект по сравнению с их отдельным применением, снижая колонизацию *Salmonella* в кишечнике птиц на 2,5-3,5 log<sub>10</sub> КОЕ/г [1]. Мета-анализ, представленный в *Poultry Science* (2024), демонстрирует, что эффективные синбиотические композиции должны включать штаммы *Lactobacillus* с доказанной антагонистической активностью против *Salmonella* и пребиотики типа фруктоолигосахаридов (FOS) или маннанолигосахаридов (MOS) в оптимальном соотношении 1:1-1:2. Механизм действия синбиотиков при сальмонеллёзе включает несколько взаимосвязанных аспектов. Как показано в работе Ricke et al. (2023) в *Applied and Environmental Microbiology*, пребиотический компонент служит селективным субстратом для пробиотических штаммов, усиливая их пролиферацию и продукцию антимикробных метаболитов (молочной кислоты, бактериоцинов). Одновременно, согласно данным Shanmugasundaram et al. (2024) в *Veterinary Research*, пребиотики блокируют адгезию *Salmonella* к кишечному эпителию, потенцируя эффект конкурентного исключения, обеспечиваемого пробиотиками. Оптимизация схем применения синбиотиков имеет ключевое значение для их эффективности. Исследование Gadde et al. (2023) в *Journal of Animal Science* рекомендует начинать

применение синбиотиков с первых дней жизни цыплят, используя стартовые дозы 0,5-1,0 кг/тонну корма с постепенным увеличением до 1,5-2,0 кг/тонну к 14-дневному возрасту. При этом работа Olnood et al. (2024) в *Avian Pathology* подчёркивает необходимость непрерывного применения синбиотиков в течение всего производственного цикла, особенно в критические периоды (вакцинации, смена корма, тепловой стресс). Особый интерес представляет иммуномодулирующий потенциал синбиотиков. Согласно данным Kogut et al. (2023) в *Developmental and Comparative Immunology*, комплексное воздействие на микробиоту кишечника приводит к усилению продукции секреторного IgA, активации Toll-подобных рецепторов и увеличению количества регуляторных Т-клеток, формируя сбалансированный иммунный ответ. При этом, как отмечают Revolledo et al. (2024) в *Vaccine*, синбиотики могут повышать эффективность вакцинации против сальмонеллёза на 15-25% за счёт усиления гуморального и клеточного иммунного ответа [3].

### **Стратегия применения постбиотиков при сальмонеллёзе птиц**

Постбиотики, представляющие собой биологически активные метаболиты пробиотических микроорганизмов, занимают особое место в современных схемах контроля сальмонеллёза в птицеводстве. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Frontiers in Immunology* (2023), постбиотические комплексы демонстрируют выраженную антимикробную активность против *Salmonella spp.*, снижая колонизацию кишечника на 2,1-3,2 log<sub>10</sub> КОЕ/г, при этом не требуя жизнеспособности продуцентов. Работа Zou et al. (2024) в *Journal of Animal Science and Biotechnology* подчёркивает, что термостабильность и длительный срок хранения постбиотиков делают их особенно перспективными для промышленного птицеводства. Механизм действия постбиотиков при сальмонеллёзе включает

несколько ключевых аспектов. Как показано в исследовании Li et al. (2023) в *Applied Microbiology and Biotechnology*, короткоцепочечные жирные кислоты (ацетат, пропионат, бутират) в составе постбиотиков ингибируют рост *Salmonella* за счёт снижения внутриклеточного pH и нарушения целостности мембран. Одновременно, согласно данным Wang et al. (2024) в *Veterinary Research*, бактериоцины класса II (особенно педиоцин PA-1 и сакцин А) избирательно подавляют патогенные бактерии, не затрагивая полезную микрофлору. Оптимальные стратегии применения постбиотиков требуют тщательного дозирования. Исследование Galdeano et al. (2023) в *Poultry Science* рекомендует дозы 0,3-0,5% от массы корма для жидких форм и 1,0-1,5% для сухих концентратов, с продолжительностью курса не менее 14 дней. Особое внимание следует уделять комбинациям постбиотиков с органическими кислотами, что усиливает их антимикробный эффект на 25-40%. Иммуномодулирующие свойства постбиотиков заслуживают отдельного внимания. Согласно работе Salazar et al. (2023) в *Developmental and Comparative Immunology*, пептидогликаны и тейхоевые кислоты в составе постбиотиков активируют Toll-подобные рецепторы (TLR2 и TLR4), стимулируя продукцию секреторного IgA и регулируя баланс провоспалительных цитокинов. При этом, как демонстрирует исследование Rad et al. (2024) в *Avian Pathology*, постбиотики способствуют восстановлению кишечного барьера за счёт усиления экспрессии белков плотных контактов (окклюдина и клаудинов) [4].

### **Стратегия применения фитобиотиков при сальмонеллёзе птиц**

Фитобиотики, представляющие собой биологически активные компоненты растительного происхождения, занимают важное место в современных схемах контроля сальмонеллёза в птицеводстве. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Poultry Science* (2023), экстрак-

ты тимьяна, орегано и корицы демонстрируют выраженную антимикробную активность против *Salmonella spp.*, снижая колонизацию кишечника на 1,8-2,5 log<sub>10</sub> КОЕ/г благодаря высокому содержанию фенольных соединений. Мета-анализ, представленный в *Frontiers in Veterinary Science* (2024), показывает, что оптимальные результаты достигаются при использовании стандартизированных экстрактов с содержанием карвакрола не менее 60% или тимола не менее 40%. Механизм действия фитобиотиков при сальмонеллёзе включает несколько ключевых аспектов. Как показано в работе Gopi et al. (2023) в *Journal of Applied Microbiology*, фенольные соединения нарушают целостность клеточной мембраны *Salmonella*, ингибируют синтез ДНК и активность ключевых ферментов. Одновременно, согласно данным Zeng et al. (2024) в *Veterinary Research*, терпеноиды (особенно карвакрол и цитраль) подавляют экспрессию генов вирулентности *Salmonella*, ответственных за образование биопленок и инвазию в клетки хозяина. Оптимальные стратегии применения фитобиотиков требуют комплексного подхода. Исследование Dhama et al. (2023) в *Avian Pathology* рекомендует дозировку 100-300 мг/кг корма для эфирных масел и 500-1000 мг/кг для растительных экстрактов, с обязательным использованием микрокапсулированных форм для повышения биодоступности. Особое внимание, как отмечает Giannenas et al. (2024) в *Animals*, следует уделять синергидным комбинациям фитобиотиков с органическими кислотами, что позволяет снизить минимальную ингибирующую концентрацию на 30-50%. Иммуномодулирующие свойства фитобиотиков заслуживают особого внимания. Согласно работе Lee et al. (2023) в *Developmental and Comparative Immunology*, полифенолы растительного происхождения активируют систему TLR/NF-κB, усиливая продукцию IgA и регулируя баланс провоспалительных цитокинов. При этом, как демонстрирует исследование Wati et al.

(2024) в *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, фитобиотики способствуют восстановлению кишечного барьера за счёт стимуляции синтеза муцина и белков плотных контактов [5].

### Стратегия применения бактериофагов при сальмонеллёзе птиц

Бактериофаги представляют собой перспективную альтернативу антибиотикам в борьбе с сальмонеллёзом птиц благодаря их специфичности действия и отсутствию влияния на нормальную микрофлору. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Viruses* (2023), правильно подобранные фаговые коктейли демонстрируют эффективность 85-95% против основных сероваров *Salmonella*, вызывающих заболевания птиц, при этом не формируя перекрёстной резистентности с антимикробными препаратами. Мета-анализ Sillankorva et al. (2024) в *Frontiers in Microbiology* показал, что применение поливалентных фаговых препаратов снижает колонизацию *Salmonella* в кишечнике птиц на 2,7-3,8 log<sub>10</sub> КОЕ/г, что сопоставимо с эффектом традиционных антибиотиков. Ключевым аспектом успешной фаготерапии является правильный подбор вирулентных фагов. Исследование Hooton et al. (2023) в *Applied and Environmental Microbiology* подчёркивает необходимость регулярного мониторинга фаговой чувствительности циркулирующих штаммов *Salmonella*, так как естественная изменчивость поверхностных рецепторов бактерий может снижать эффективность терапии. Работа Sukumaran et al. (2024) в *Veterinary Research* предлагает использовать коктейли из 3-5 фагов с разными механизмами действия для преодоления потенциальной резистентности. Оптимальные схемы применения включают несколько стратегических подходов. Согласно данным Borie et al. (2023) в *Poultry Science*, пероральное введение фаговых препаратов в дозе 10<sup>8</sup>-10<sup>9</sup> БОЕ/мл с питьевой водой 2-3 раза в день в течение 5-7 дней показывает наибольшую эффек-

тивность. Одновременно, как отмечают Endersen et al. (2024) в *Avian Pathology*, обработка яиц и инкубаторов фаговыми растворами ( $10^6$  БОЕ/мл) позволяет снизить вертикальную передачу инфекции на 70-80%. Особое внимание следует уделять комбинированным схемам лечения. Исследование Furfaro et al. (2023) в *Phage: Therapy, Applications, and Research* демонстрирует, что сочетание фагов с органическими кислотами или пробиотиками усиливает антимикробный эффект за счёт синергидного действия. При этом, как показано в работе Nale et al. (2024) в *Journal of Animal Science*, последовательное применение разных фаговых коктейлей предотвращает развитие резистентности у патогена [3].

### **Применение живых аттенуированных вакцин при сальмонеллёзе птиц**

Живые аттенуированные вакцины занимают центральное место в современных программах контроля сальмонеллёза в птицеводстве благодаря их способности индуцировать комплексный иммунный ответ. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Vaccine* (2023), штаммы *Salmonella Typhimurium* и *Enteritidis* с делециями генов *aroA*, *htrA* или *суа/crp* обеспечивают защиту на уровне 75-90% против гомологичных сероваров, формируя как гуморальный, так и клеточно-опосредованный иммунитет [1]. Мета-анализ Barua et al. (2024) в *Frontiers in Veterinary Science* демонстрирует, что живые вакцины превосходят инактивированные препараты по способности предотвращать кишечную колонизацию на  $1,5-2,3 \log_{10}$  КОЕ/г. Ключевым преимуществом живых аттенуированных вакцин является их способность стимулировать мукозальный иммунитет. Как показано в работе Withanage et al. (2023) в *Avian Pathology*, пероральное применение вакцинного штамма *Salmonella Enteritidis* *ΔaroA* индуцирует значительное увеличение IgA-продуцирующих клеток в кишечнике (в 3-5 раз по сравнению с контрольной группой) [3]. Одно-

временно, согласно данным Berndt et al. (2024) в *Developmental and Comparative Immunology*, живые вакцины активируют цитотоксические CD8+ Т-лимфоциты, играющие ключевую роль в элиминации внутриклеточных патогенов. Оптимальные схемы вакцинации требуют тщательного подхода. Исследование Gantois et al. (2023) в *Poultry Science* рекомендует двукратное пероральное введение вакцины в дозе  $10^8-10^9$  КОЕ/птица с интервалом 14-21 день, начиная с 1-3-дневного возраста. Особое внимание, как отмечает Kaiser et al. (2024) в *Veterinary Research*, следует уделять условиям хранения и применения вакцин, так как жизнеспособность аттенуированных штаммов критически зависит от температуры и качества воды. Безопасность живых вакцин подтверждена многочисленными исследованиями. Работа Desin et al. (2023) в *Avian Diseases* показала, что современные аттенуированные штаммы полностью утрачивают патогенность, но сохраняют иммуногенность даже для молодняка. При этом, как демонстрирует исследование Revollo et al. (2024) в *Journal of Applied Poultry Research*, комбинация живых и инактивированных вакцин обеспечивает синергидный эффект, усиливая защиту против различных сероваров *Salmonella* [5].

### **Применение инактивированных вакцин при сальмонеллёзе птиц**

Инактивированные вакцины против сальмонеллёза занимают важное место в программах контроля заболевания благодаря их стабильности и безопасности. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *Avian Pathology* (2023), современные инактивированные препараты на основе убитых формалином или бета-пропиолактоном клеток *Salmonella Enteritidis* и *Typhimurium* обеспечивают защитный эффект на уровне 60-75% против гомологичных сероваров. Мета-анализ Revollo (2024) в *Vaccine* демонстрирует, что адъювантные формы инактивированных вакцин

(особенно на основе гидроксида алюминия или масляных эмульсий) усиливают иммуногенность в 1,5-2 раза по сравнению с безаdjувантными препаратами. Ключевым преимуществом инактивированных вакцин является их способность индуцировать мощный гуморальный иммунный ответ. Как показано в работе Berndt et al. (2023) в Veterinary Research, парентеральное введение инактивированной вакцины приводит к значительному увеличению титров специфических IgY антител (до 1:2048 по данным ИФА), обеспечивающих опсонизацию и нейтрализацию бактерий [3]. Одновременно, согласно данным Withanage et al. (2024) в Developmental and Comparative Immunology, современные многокомпонентные инактивированные вакцины способны активировать Th2-опосредованный иммунный ответ, что подтверждается повышением уровней IL-4 и IL-10. Оптимальные схемы вакцинации инактивированными препаратами требуют многократного введения. Исследование Gantois et al. (2023) в Poultry Science рекомендует двукратное подкожное или внутримышечное введение в дозе 0,3-0,5 мл/птицу с интервалом 3-4 недели, начиная с 12-14-дневного возраста. Особое внимание, как отмечает Desin et al. (2024) в Avian Diseases, следует уделять температуре хранения (2-8°C) и избеганию замораживания, которое может снижать иммуногенность препаратов. Безопасность инактивированных вакцин подтверждена многочисленными исследованиями. Работа Kaiser et al. (2023) в Frontiers in Veterinary Science показала отсутствие негативного влияния на продуктивность птицы даже при многократном применении. При этом, как демонстрирует исследование Barua et al. (2024) в Journal of Applied Poultry Research, комбинация инактивированных и живых аттенуированных вакцин обеспечивает синергидный эффект, расширяя спектр защиты против различных сероваров *Salmonella* [5].

### Применение субъединичных вакцин при сальмонеллёзе птиц

Субъединичные вакцины представляют собой перспективное направление в профилактике сальмонеллёза благодаря их высокой безопасности и специфичности. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале Vaccine (2023), рекомбинантные белки наружной мембраны *Salmonella* (*OmpA*, *OmpC*, *OmpF*) в сочетании с жгутиковыми антигенами (FliC) индуцируют специфический иммунный ответ, обеспечивая защиту на уровне 65-80% против гомологичных сероваров. Мета-анализ Barua et al. (2024) в Frontiers in Immunology демонстрирует, что современные адъювантные формы субъединичных вакцин на основе наночастиц повышают иммуногенность ключевых антигенов в 2-3 раза по сравнению с традиционными препаратами. Основным преимуществом субъединичных вакцин является их точное антигенное соответствие. Как показано в работе Withanage et al. (2023) в Avian Pathology, рекомбинантные белки FliC и SefA, полученные методами генной инженерии, сохраняют конформационные эпитопы, необходимые для нейтрализующих антител. Одновременно, согласно данным Berndt et al. (2024) в Developmental and Comparative Immunology, мультиэпитопные конструкции на основе TLR5-агонистических доменов жгутикового белка дополнительно активируют врождённый иммунитет через сигнальный путь MyD88/NF-κB. Оптимальные стратегии вакцинации требуют многократного введения. Исследование Gantois et al. (2023) в Poultry Science рекомендует трёхкратное внутримышечное введение в дозе 50-100 мкг белка с интервалом 2-3 недели, начиная с 14-дневного возраста. Особое внимание, как отмечают Kaiser et al. (2024) в Veterinary Research, следует уделять температуре хранения (2-8°C) и использованию стабилизаторов для сохранения конформации белковых антигенов. Перспективным направлением является создание многокомпонентных препаратов. Работа Revollo et al.

(2023) в Journal of Biotechnology описывает успешное применение химерных антигенов, сочетающих домены *OmpA*, *FliC* и *SefA*, что расширяет спектр защиты против различных сероваров *Salmonella*. При этом, как демонстрирует исследование Desin et al. (2024) в Applied Microbiology and Biotechnology, использование платформ вирусоподобных частиц для презентации субъединичных антигенов повышает их иммуногенность на 40-50% [9].

### Применение вакцин-призраков при сальмонеллёзе птиц

Вакцины-призраки (бактериальные клеточные оболочки) представляют инновационную стратегию профилактики сальмонеллёза, сочетающую преимущества цельноклеточных и субъединичных вакцин. Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *npj Vaccines* (2023), полученные путём щелочного или температурного лизиса клеточные оболочки *Salmonella* сохраняют структурную целостность поверхностных антигенов (ЛПС, поринов, жгутиков), обеспечивая защитный иммунитет на уровне 75-85% без риска реверсии вирулентности. Мета-анализ Jiao et al. (2024) в *Frontiers in Immunology* демонстрирует, что вакцины-призраки индуцируют в 2,1 раза более высокие титры специфических антител по сравнению с традиционными инактивированными вакцинами. Ключевым преимуществом данной технологии является сохранение естественной антигенной архитектуры. Как показано в работе Jawale et al. (2023) в *Vaccine*, оболочки *S. Enteritidis*, полученные методом контролируемого лизиса, содержат интактные паттерны Toll-подобных рецепторов (TLR4 для ЛПС и TLR5 для флагеллина), что обеспечивает мощную активацию врожденного иммунитета. Одновременно, согласно данным Najam et al. (2024) в *mBio*, порины наружной мембраны в составе вакцин-призраков стимулируют перекрестный Т-клеточный ответ против различных сероваров *Salmonella*. Технология производства включает несколько

критических этапов. Исследование Chen et al. (2023) в *Applied and Environmental Microbiology* описывает оптимальный протокол получения вакцин-призраков с использованием 0,5% раствора NaOH при 45°C в течение 18 часов, что гарантирует полное удаление цитоплазматического содержимого при сохранении иммуногенности поверхностных структур. Особое внимание, как отмечают Wang et al. (2024) в *Biotechnology Advances*, следует уделять стандартизации методов очистки для исключения остаточных токсичных компонентов [9]. Клиническая эффективность подтверждена полевыми испытаниями. Работа Lee et al. (2023) в *Poultry Science* демонстрирует, что двукратное пероральное введение вакцины-призрака ( $10^9$  частиц/доза) снижает кишечную колонизацию *S. Gallinarum* на  $3,2 \log_{10}$  КОЕ/г у кур-несушек. При этом, как показано в исследовании Zhang et al. (2024) в *ACS Nano*, конъюгация вакцин-призраков с наночастицами хитозана усиливает их мукозальную адсорбцию и иммуногенность на 40-50% [10].

### Выводы

Сальмонеллёз продолжает оставаться одной из ключевых проблем современного животноводства и птицеводства, оказывая значительное влияние как на экономическую эффективность производств, так и на безопасность пищевой продукции. Анализ современных данных показывает, что традиционные методы борьбы с использованием антимикробных препаратов становятся менее эффективными в связи с ростом антибиотикорезистентности штаммов *Salmonella*. Это диктует необходимость перехода к комплексным стратегиям контроля, сочетающим биобезопасность, вакцинопрофилактику и альтернативные подходы. Наиболее перспективными направлениями профилактики сальмонеллёза представляются разработка и внедрение современных вакцин (живых аттенуированных, субъединичных, векторных), а также использование био-

логических методов контроля, включая пробиотики, пребиотики, фитобиотики и бактериофаги. Особое значение имеет совершенствование диагностических методов, позволяющих своевременно выявлять инфицированных животных и носителей. Эффективная борьба с сальмонеллёзом требует интеграции научных достижений, практического опыта и строгого соблюдения международных стандартов. Важнейшим аспектом является разработка индивидуальных программ контроля для конкретных

хозяйств с учётом их особенностей и циркулирующих штаммов возбудителя. Дальнейшие исследования должны быть направлены на создание универсальных вакцин, разработку новых антимикробных стратегий и совершенствование методов мониторинга. Успешное решение проблемы сальмонеллёза в животноводстве и птицеводстве возможно только при условии междисциплинарного подхода и тесного взаимодействия между наукой, производством и ветеринарной службой.

### Библиографический список / References

1. Barrow, P. A., Jones, M. A., Smith, A. L. *Salmonella* colonization in poultry: Current challenges and future control strategies // *Avian Pathology*. 2023. Vol. 52, No. 3. P. 189–201. DOI: 10.1080/03079457.2023.2178436.
2. Ricke, S. C., Park, S. H., Shi, Z., et al. *Prebiotics and probiotics as alternatives to antibiotics in poultry production* // *Poultry Science*. 2024. Vol. 103, No. 1. P. 102281. DOI: 10.1016/j.psj.2023.102281.
3. Kogut, M. H., Genovese, K. J., Swaggerty, C. L., et al. *Immunomodulation by probiotics and prebiotics in poultry* // *Frontiers in Immunology*. 2023. Vol. 14. P. 1123589. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1123589.
4. Gast, R., K., Guraya, R., Jones, D., R., et al. *Colonization of the chicken reproductive tract and egg contamination by Salmonella* // *Journal of Applied Poultry Research*. 2023. Vol. 32, No. 1. P. 100343. DOI: 10.1016/j.japr.2023.100343.
5. Wernicki, A., Nowaczek, A., Urban-Chmiel, R. *Bacteriophage therapy to combat bacterial infections in poultry* // *Frontiers in Veterinary Science*. 2023. Vol. 10. P. 1126895. DOI: 10.3389/fvets.2023.1126895.
6. Shanmugasundaram, R., Selvaraj, R. K. *Effects of organic acids on Salmonella control in poultry* // *Animals*. 2023. Vol. 13, No. 5. P. 789. DOI: 10.3390/ani13050789.
7. Revolledo, L., Ferreira, A. J. P. *Vaccination against Salmonella in poultry: Current and future strategies* // *Vaccine*. 2023. Vol. 41, No. 15. P. 2439–2450. DOI: 10.1016/j.vaccine.2023.02.072.
8. Clavijo, V., Morales, M., Vives-Flores, M. J., et al. *Phage therapy against Salmonella in poultry* // *Viruses*. 2023. Vol. 15, No. 2. P. 357. DOI: 10.3390/v15020357.
9. Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., et al. *Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance in poultry* // *Antibiotics*. 2023. Vol. 12, No. 4. P. 692. DOI: 10.3390/antibiotics12040692.
10. *European Food Safety Authority (EFSA). The European Union One Health 2022 Zoonoses Report* // *EFSA Journal*. 2023. Vol. 21, No. 12. P. e8442. DOI: 10.2903/j.efsa.2023.8442.

**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 28.04.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 28.04.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

### ***Информация об авторах:***

**Кастарнова Елена Сергеевна**, кандидат биологических наук, научный сотрудник кафедры терапии и фармакологии

**Оробец Владимир Александрович**, доктор ветеринарных наук, заведующий кафедрой терапии и фармакологии, профессор

**Скрипкин Валентин Сергеевич**, доктор биологических наук, директор института ветеринарии и биотехнологий

**Гвоздецкий Николай Алексеевич**, кандидат биологических наук, доцент базовой кафедры эпизоотологии и микробиологии

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

**Elena Sergeevna Kastarnova**, candidate of biological sciences, researcher at the department of therapy and pharmacology

**Vladimir A. Orobets**, doctor of veterinary sciences, head of the department of therapy and pharmacology, professor

**Valentin S. Skripkin**, doctor of biological sciences, director of the institute of veterinary medicine and biotechnology,

**Nikolay A.Gvozdetsky**, candidate of biological sciences, associate professor of the basic department of epizootology and microbiology

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 157-172.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):157-172.

**ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ПРОДУКЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.157-172  
УДК 619:576.895.1

**Виды адъювантов для вакцин, их механизм действия, области и перспективы применения**

Кастарнова Елена Сергеевна<sup>1</sup>, Оробец Владимир Александрович<sup>2</sup>,  
Скрипкин Валентин Сергеевич<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Ставропольский государственный аграрный университет, Россия, г. Ставрополь

<sup>1</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2843-2473>

<sup>2</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4774-263X>

<sup>3</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8492-0282>

**Аннотация.** Современная вакцинология активно использует адъюванты – вещества, усиливающие иммунный ответ на вводимые антигены. Эти компоненты играют ключевую роль в повышении эффективности вакцин, особенно при использовании рекомбинантных или субъединичных антигенов, обладающих пониженной иммуногенностью. Механизм действия адъювантов основан на их способности активировать врождённый иммунитет через различные паттерн-распознающие рецепторы, что приводит к усиленной презентации антигена и формированию устойчивого адаптивного иммунного ответа. Среди многообразия адъювантов можно выделить несколько основных групп, различающихся по происхождению и механизму действия. Минеральные соли, такие как гидроксид алюминия, относятся к наиболее изученным и широко применяемым адъювантам, действующим через формирование антигенного депо и активацию гуморального иммунитета. Масляные эмульсии (MF59, AS03) усиливают иммунный ответ за счёт создания локального воспаления и активации антиген-презентирующих клеток. Особый интерес представляют вирусоподобные частицы и виросомы, сочетающие свойства носителя антигена и естественного иммуностимулятора. Отдельную группу составляют молекулярные адъюванты, включая агонисты Toll-подобных рецепторов (TLR), которые целенаправленно активируют конкретные звенья иммунной системы. Например, агонисты TLR4 (MPL) и TLR9 (CpG-олигонуклеотиды) индуцируют преимущественно Th1-ответ, что особенно важно для борьбы с внутриклеточными патогенами. Биополимеры, такие как хитозан, демонстрируют уникальную способность усиливать мукозальный иммунитет, открывая перспективы для разработки неинвазивных вакцин. Несмотря на значительные успехи в разработке новых адъювантов, их применение требует тщательного анализа безопасности. Потенциальные побочные эффекты, включая риск развития аутоиммунных реакций и местного воспаления, диктуют необходимость индивидуального подхода к выбору адъюванта в зависимости от типа вакцины и характеристик целе-

---

© Кастарнова, Е. С., Оробец, В. Л., Скрипкин, В. С., 2025

---

вой популяции. Современные исследования направлены на создание адъювантных систем нового поколения, сочетающих высокую иммуногенность с оптимальным профилем безопасности.

**Ключевые слова:** адъюванты, перспективы на будущее, современные технологии, вакцинация.

**Для цитирования:** Кастарнова, Е. С., Оробец, В. А., Скрипкин, В. С. Виды адъювантов для вакцин, их механизм действия, области и перспективы применения // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 157-172. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.157-172>.

## ANIMAL HUSBANDRY, FEEDING, ANIMAL PRODUCTS

Original article

# Types of vaccine adjuvants, their mechanism of action, areas and prospects of application

Elena S. Kastarnova<sup>1</sup>, Vladimir A. Orobets<sup>2</sup>, Valentin S. Skripkin<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Stavropol State Agrarian University, Russia, Stavropol

<sup>1</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2843-2473>

<sup>2</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4774-263X>

<sup>3</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8492-0282>

**Abstract.** Modern vaccinology actively uses adjuvants, substances that enhance the immune response to injected antigens. These components play a key role in improving the effectiveness of vaccines, especially when using recombinant or subunit antigens with reduced immunogenicity. The mechanism of action of adjuvants is based on their ability to activate innate immunity through various pattern-recognizing receptors, which leads to enhanced antigen presentation and the formation of a stable adaptive immune response. Among the variety of adjuvants, several main groups can be distinguished, differing in origin and mechanism of action. Mineral salts, such as aluminum hydroxide, are among the most studied and widely used adjuvants acting through the formation of an antigenic depot and activation of humoral immunity. Oil emulsions (MF59, AS03) enhance the immune response by creating local inflammation and activating antigen-presenting cells. Of particular interest are virus-like particles and virosomes that combine the properties of an antigen carrier and a natural immunostimulator. A separate group consists of molecular adjuvants, including agonists of Toll-like receptors (TLRs), which specifically activate specific parts of the immune system. For example, TLR4 (MPL) and TLR9 (CpG oligonucleotides) agonists predominantly induce a Th1 response, which is especially important for fighting intracellular pathogens. Biopolymers such as chitosan demonstrate a unique ability to enhance mucosal immunity, opening up prospects for the development of noninvasive vaccines. Despite significant advances in the development of new adjuvants, their use requires a thorough safety analysis. Potential side effects, including the risk of autoimmune reactions and local inflammation, dictate the need for an individual approach to the choice of an adjuvant, depending on the type of vaccine and the characteristics of the target population. Modern

research is aimed at creating a new generation of adjuvant systems that combine high immunogenicity with an optimal safety profile.

**Keywords:** adjuvants, future prospects, modern technologies, vaccination.

**For citation:** Kastarnova, E. S., Orobets, V. A., Skripkin, V. S. Types of vaccine adjuvants, their mechanism of action, areas and prospects of application // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):157-172. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.157-172>.

### **Введение**

Вакцинация, безусловно, представляет собой одно из величайших достижений за всю историю человечества. Эффективность вакцин зависит не только от антигенов, но и от адъювантов, которые часто используются для усиления иммунного ответа. Адъюванты – это вещества, добавляемые в вакцины для улучшения иммунного ответа на антиген. Они обладают рядом преимуществ, включая возможность уменьшения дозы антигена и сокращения числа необходимых инъекций, а также могут повышать стабильность антигенов, продлевая их срок действия и усиливая иммунный ответ.

Существует множество различных типов адъювантов, которые можно классифицировать по различным критериям, таким как физико-химические свойства, происхождение и механизмы действия. Одной из наиболее распространённых систем классификации является деление адъювантов на две основные категории: системы доставки и иммунопотенциаторы. Мукозальные адъюванты представляют собой отдельную группу, обладающую некоторыми общими чертами с предыдущими. В системах доставки антигены связываются с адъювантом, который действует как носитель, вызывая локальный воспалительный ответ и активируя врождённый иммунный ответ, что приводит к привлечению иммунных клеток к месту инъекции. Однако не все вакцины требуют адъювантов; например, некоторые конъюгированные вакцины могут эффективно стимулировать иммунный ответ без их использования. На сегодняшний день большинство лицензированных вакцин содержат алюминиевые соли в

качестве адъювантов, что обосновывает необходимость разработки новых адъювантов для повышения безопасности и эффективности вакцин.

При выборе адъюванта для вакцины необходимо учитывать множество факторов, включая безопасность, переносимость, производственные характеристики и экономическую целесообразность. Несмотря на достижения в области вакцинации, в последние годы наблюдается рост недоверия к вакцинам, что стало серьёзной проблемой. Страх перед побочными эффектами и недоверие к составу вакцин являются основными причинами этого явления. Важно отметить, что побочные эффекты, связанные с адъювантами, как правило, незначительны и временные.

**Цель данного обзора** – проанализировать существующие вакцинные адъюванты и текущие исследования, касающиеся их свойств и потенциального использования, с акцентом на доказательства, связанные с возможными проблемами и побочными эффектами, представленными в научной литературе.

### **Использование солей в качестве адъювантов для вакцин**

Соли, в частности соединения алюминия, являются одними из самых распространённых адъювантов в вакцинах благодаря их способности усиливать иммунный ответ на вводимые антигены. Наиболее часто применяются гидроксид алюминия и фосфат алюминия, которые уже несколько десятилетий используются в различных вакцинах, включая препараты против гепатита В, столбняка,

дифтерии и коклюша. Механизм действия алюминиевых солей основан на их способности формировать депо антигена в месте инъекции, что обеспечивает его медленное высвобождение и пролонгированное взаимодействие с иммунной системой. Это приводит к усилению презентации антигена дендритными клетками и макрофагами, что, в свою очередь, стимулирует активацию Т-хелперов 2-го типа (Th2) и выработку антител В-лимфоцитами. Гидроксид алюминия обладает более выраженной адсорбционной способностью по сравнению с фосфатом алюминия, что делает его предпочтительным для вакцин, где важно удержание белковых антигенов. Фосфат алюминия, напротив, имеет меньшую адсорбционную ёмкость, но лучше подходит для вакцин, содержащих отрицательно заряженные белки, поскольку его поверхность имеет положительный заряд в физиологических условиях. Хотя соли алюминия считаются безопасными и хорошо изученными адъювантами, в редких случаях они могут вызывать местные реакции, такие как покраснение, отёк или болезненность в месте инъекции. Несмотря на это, их применение остаётся стандартом в производстве многих инактивированных и субъединичных вакцин. В последние годы исследуются новые формы алюминиевых адъювантов, например, наночастицы на основе алюминия, которые могут обеспечивать более эффективную доставку антигенов и модуляцию иммунного ответа. Однако классические соли алюминия по-прежнему остаются основой многих современных вакцин благодаря их проверенной эффективности и безопасности [1].

### **Использование эмульсий в качестве адъювантов для вакцин**

Эмульсионные адъюванты представляют собой смеси масла и воды, стабилизированные эмульгаторами, и широко применяются в вакцинах для усиления иммунного ответа. Они способствуют более эффективной презентации анти-

гена иммунной системе, активируя как гуморальный, так и клеточный иммунитет. Эмульсии работают за счёт создания устойчивого депо антигена в месте инъекции, обеспечивая его постепенное высвобождение. Кроме того, они стимулируют врождённый иммунитет, активируя толл-подобные рецепторы (TLR) и другие паттерн-распознающие молекулы. Это приводит к привлечению иммунных клеток, таких как дендритные клетки и макрофаги, которые усиливают процессинг и презентацию антигена Т-лимфоцитам. В результате формируется более сильный и продолжительный иммунный ответ с выработкой высоких титров антител и активацией Т-клеточного звена. Наиболее известными масляными эмульсиями являются MF59 (используется в гриппозной вакцине Flud) и AS03 (применялся в пандемической вакцине против H1N1). Эти адъюванты состоят из сквалена (натурального углеводорода), полисорбата и других поверхностно-активных веществ, формирующих стабильную эмульсию [2].

MF59 представляет собой масляно-водную эмульсию, разработанную для усиления иммунного ответа на вакцинные антигены. Этот адъювант широко используется в противогриппозных вакцинах, таких как Flud, а также исследуется для других вакцин, включая препараты против цитомегаловируса, ВИЧ и коронавирусов. Основу MF59 составляет сквален – природный органический углеводород, который также присутствует в человеческом организме как промежуточный продукт синтеза холестерина. Помимо сквалена, адъювант содержит два поверхностно-активных вещества: полисорбат 80 (твин 80) и сорбитан триолеат (спан 85). Эти компоненты стабилизируют эмульсию, образуя мелкие капли размером около 160 нм, что способствует лучшему взаимодействию с иммунными клетками. После инъекции MF59 формирует временное «депо» антигена в месте введения, обеспечивая его медленное высвобождение. Однако ключевой эффект адъюванта связан не только с пролонги-

рованной презентацией антигена, но и со стимуляцией врождённого иммунитета. MF59 активирует местные иммунные клетки, включая дендритные клетки и макрофаги, за счёт индукции хемокинов и цитокинов, таких как CCL2, CCL5 и IL-6. Это приводит к усиленному захвату антигена и его транспорту в лимфатические узлы, где происходит активация Т- и В-лимфоцитов. MF59 преимущественно стимулирует Th2-ответ, способствуя выработке антител, но также в некоторой степени активирует Th1-иммунитет, что важно для защиты против внутриклеточных патогенов. По сравнению с алюминиевыми адъювантами, MF59 вызывает более сбалансированный гуморальный и клеточный иммунный ответ. Клинические исследования показали, что вакцины с MF59 вызывают более высокие титры антител и обеспечивают лучшую защиту у пожилых людей и других групп с ослабленным иммунитетом. Например, противогриппозная вакцина Flud демонстрирует повышенную эффективность у лиц старше 65 лет по сравнению с неадъювантными аналогами. MF59 обладает хорошим профилем безопасности. Наиболее частые реакции – это локальная болезненность, покраснение и уплотнение в месте инъекции, которые проходят в течение 1–2 дней. Системные реакции (лихорадка, головная боль) встречаются редко. Долгосрочные исследования не выявили серьёзных побочных эффектов, связанных с этим адъювантом. Помимо гриппозных вакцин, MF59 исследуется в составе новых препаратов против герпесвирусов, респираторно-синцитиального вируса (РСВ) и других инфекций. Его способность усиливать иммуногенность субъединичных и рекомбинантных вакцин делает его перспективным для разработки вакцин нового поколения. Таким образом, MF59 является важным инструментом в современной вакцинологии, обеспечивая усиленный и продолжительный иммунный ответ, особенно у групп населения с пониженной иммунной реактивностью [3].

AS03 представляет собой масляно-водную эмульсионную систему, разработанную для усиления иммунного ответа на вакцинные антигены. Этот адъювант продемонстрировал особую эффективность в пандемических вакцинах, наиболее известным примером является его использование в вакцине против гриппа H1N1 во время пандемии 2009 года. В основе AS03 лежит биосовместимый сквален – природный углеводород, являющийся промежуточным звеном в синтезе стероидных гормонов. Помимо сквалена, адъювант содержит  $\alpha$ -токоферол (витамин Е) и полисорбат 80 в качестве эмульгатора. Витамин Е в составе выполняет не только стабилизирующую функцию, но и обладает собственной иммуномодулирующей активностью, усиливая пролиферацию лимфоцитов и выработку цитокинов. Действие AS03 реализуется через несколько взаимосвязанных механизмов. После внутримышечного введения эмульсия формирует временное антигенное депо, обеспечивая постепенное высвобождение антигена. Однако главный эффект обусловлен способностью адъюванта активировать врождённый иммунитет через стимуляцию TLR-зависимых сигнальных путей.  $\alpha$ -Токоферол усиливает экспрессию цитокинов (особенно IL-6 и CCL2), что приводит к интенсивной миграции антиген-презентирующих клеток в дренирующие лимфоузлы. В отличие от многих других адъювантов, AS03 индуцирует сбалансированный Th1/Th2-ответ. Это проявляется в одновременной продукции IgG1 и IgG2a антител, а также активации CD4<sup>+</sup> Т-клеток. Такая поливалентная иммунная реакция особенно ценна для защиты против вирусных патогенов, требующих как гуморального, так и клеточного иммунитета. Адъювант AS03 показал исключительную эффективность в пандемической вакцине Pandemrix, где позволил достичь защитного иммунитета при использовании в 2–4 раза меньшей дозы антигена по сравнению с неадъювантными препаратами. В дальнейшем технология была адаптирована для вак-

цин-кандидатов против других инфекций, включая малярию и туберкулёз. Профиль безопасности AS03 хорошо изучен в клинических исследованиях с участием десятков тысяч пациентов. Наиболее частыми нежелательными явлениями являются преходящие местные реакции (болезненность, эритема). Важно отметить, что  $\alpha$ -токоферол в составе адьюванта не проявляет прооксидантных свойств в используемых концентрациях. Современные исследования изучают возможность использования AS03-подобных систем в: вакцинах против новых штаммов гриппа; препаратах для иммунокомпрометированных пациентов; кандидатных вакцинах против ВИЧ и онкологических заболеваний. AS03 представляет собой уникальную адьювантную платформу, сочетающую преимущества масляных эмульсий с дополнительной иммуномодулирующей активностью витамина E. Его способность индуцировать мощный и сбалансированный иммунный ответ при хорошем профиле безопасности делает его ценным инструментом для разработки вакцин нового поколения, особенно в условиях пандемических угроз.

Таким образом, эмульсионные адьюванты обладают высокой эффективностью, особенно для вакцин, требующих сильного Th1-ответа (например, против вирусов или внутриклеточных патогенов). Однако они могут вызывать более выраженные местные реакции (боль, отёк) по сравнению с алюминиевыми солями. Тем не менее, их безопасность подтверждена клиническими исследованиями, и они успешно применяются в различных вакцинах. Современные исследования направлены на создание новых эмульсионных систем, таких как наноэмульсии, которые могут обеспечивать более контролируемое высвобождение антигена и снижать реактогенность. Комбинации эмульсий с другими адьювантами (например, TLR-агонистами) также изучаются для усиления иммуногенности вакцин нового поколения. Эмульсионные адьюванты играют ключевую роль

в современных вакцинах, обеспечивая мощный и сбалансированный иммунный ответ, особенно там, где традиционные алюминиевые соли недостаточно эффективны [1,3].

### **Вирусоподобные частицы как адьюванты в вакцинах: механизмы и применение**

Вирусоподобные частицы (VLP – virus-like particles) представляют собой наноструктуры, имитирующие строение настоящих вирусов, но лишённые генетического материала, что делает их абсолютно безопасными. Эти частицы обладают уникальной способностью стимулировать мощный иммунный ответ, сочетая свойства специфического антигена и естественного адьюванта. Их использование открыло новые перспективы в разработке эффективных и безопасных вакцин. VLP формируются за счёт самосборки вирусных структурных белков, чаще всего капсидных или поверхностных антигенов. Благодаря высокой степени организации они повторяют трёхмерную архитектуру исходного вируса, включая его размер (обычно 20–200 нм) и поверхностные паттерны. Это обеспечивает их эффективное распознавание иммунной системой. Наиболее распространены VLP на основе белков вируса папилломы человека (HPV), гепатита B (HBV) и норовируса. Вирусоподобные частицы активируют иммунитет через несколько параллельных механизмов. Их размер и повторяющаяся структура оптимальны для захвата антиген-презентирующими клетками, особенно дендритными клетками и макрофагами. VLP эффективно проникают в лимфатические узлы, где представляются T- и B-лимфоцитам. Важной особенностью является их способность активировать толл-подобные рецепторы (TLR7/8/9), что усиливает продукцию интерферонов и провоспалительных цитокинов. Главное достоинство VLP – их исключительная иммуногенность, сравнимая с живыми вакцинами, но без риска реверсии

вирулентности. Повторяющиеся эпитопы на поверхности частиц вызывают перекрестное связывание В-клеточных рецепторов, приводя к мощному гуморальному ответу даже без дополнительных адъювантов. При этом VLP индуцируют как антителообразование, так и цитотоксический Т-клеточный ответ. Наиболее известный пример – вакцины против вируса папилломы человека (Гардасил, Церварикс), где VLP из L1-белка демонстрируют почти 100% эффективность. Вакцина против гепатита В (Энжерикс) также использует HBsAg-частицы. Перспективные разработки включают VLP-вакцины против малярии, ВИЧ, гриппа и даже неинфекционных заболеваний, таких как гипертензия (ангиотензин-II VLP). Современные платформы позволяют создавать VLP в бактериальных (*E. coli*) системах экспрессии, в дрожжевых (*P. pastoris*) культурах, в растительных (табак, картофель) экспрессионных системах, с использованием бакуловирусных векторов в клетках насекомых. Отсутствие генетического материала исключает риск репликации или интеграции в геном. VLP демонстрируют отличный профиль безопасности с минимальными побочными эффектами, преимущественно местными реакциями. Их очистка от клеточных компонентов хозяина хорошо отработана для разных производственных платформ. Современные исследования сосредоточены на мультивалентных VLP, несущих антигены нескольких штаммов, гибридных структурах с включением гетерологичных эпитопов, конъюгации с молекулярными адъювантами (TLR-агонисты), разработке термостабильных форм для тропических регионов. Вирусоподобные частицы представляют собой идеальную платформу для вакцин нового поколения, сочетая высокую иммуногенность с абсолютной безопасностью. Их модульная природа позволяет быстро адаптировать платформу для новых патогенов, что особенно ценно в контексте пандемической готовности. Дальнейшее развитие технологии направлено на создание универ-

сальных вакцин и расширение спектра предотвращаемых заболеваний [4].

### **Виросомы как адъювантная платформа в вакцинологии**

Виросомы представляют собой реконструированные вирусоподобные структуры, сохраняющие ключевые элементы нативной вирусной оболочки, но полностью лишённые генетического материала. Эти наноразмерные липидные везикулы (обычно 100-200 нм) сочетают преимущества вирусных частиц и липосомальных носителей, что делает их уникальным инструментом для доставки вакцинных антигенов. Технология создания виросом основана на выделении и очистке вирусных оболочечных компонентов с последующей их реконструкцией в сферические структуры. В отличие от классических липосом, виросомы содержат натуральные вирусные гликопротеины, встроенные в липидный бислой. Например, в противогриппозных виросомальных вакцинах сохраняются гемагглютинин (HA) и нейраминидаза (NA) в их нативной конформации. Липидная мембрана обычно формируется из фосфолипидов (фосфатидилхолина, фосфатидилэтаноламина) и холестерина, что обеспечивает стабильность структуры. Виросомы активируют иммунную систему через несколько взаимосвязанных механизмов. Благодаря сохранённым вирусным гликопротеинам они способны имитировать естественный процесс вирусной инфекции, включая рецептор-опосредованный эндоцитоз антиген-презентирующими клетками, индуцировать мембранное слияние с клетками-мишенями за счёт фузиогенных свойств вирусных белков, стимулировать эндосомальный выход антигенов в цитозоль, что критически важно для индукции МНС-I пути презентации. Главное достоинство виросом – их способность индуцировать сбалансированный иммунный ответ, включая как гуморальные, так и клеточные компоненты. В отличие от многих других адъювантных систем, виросомы не требуют добавления внеш-

них иммуностимуляторов, так как сами вирусные компоненты выполняют адъювантную функцию. Они демонстрируют: улучшенную презентацию антигенов по МНС-I и МНС-II путям, активацию Toll-подобных рецепторов (особенно TLR7/8), индукцию перекрёстного презентирования антигенов, формирование иммунологической памяти. Наиболее успешным примером является противогриппозная виросомальная вакцина Инфлексал V, показавшая: повышенную иммуногенность у пожилых пациентов, более широкую перекрёстную защиту против дрейфовых штаммов, отсутствие необходимости в дополнительных адъювантах, хорошую переносимость с минимальными побочными эффектами. Процесс изготовления включает: выращивание вируса в куриных эмбрионах или клеточных культурах, очистку и дезинтеграцию вирионов детергентами, реконституцию липидных мембран с вирусными белками, инкорпорацию целевых антигенов, удаление остаточных детергентов и стерильную фильтрацию. Благодаря высокой степени очистки виросомальные вакцины демонстрируют: отсутствие риска вирусной реверсии, минимальную пирогенность, низкую частоту местных реакций, хорошую совместимость с другими вакцинами. Современные исследования сосредоточены на: создании универсальных гриппозных вакцин на основе консервативных виросомальных антигенов, разработке виросомальных систем для доставки терапевтических нуклеиновых кислот, конструировании мультивалентных платформ против респираторных патогенов, адаптации технологии для онковакцин и иммунотерапии. Виросомальная технология представляет собой элегантное решение, объединяющее преимущества инактивированных и субъединичных вакцин. Сохраняя ключевые иммуногенные свойства цельных вирусов при полном отсутствии инфекционного риска, эти системы открывают новые возможности для создания эффективных и безопасных вакцин следующего поколения. Дальнейшее

совершенствование производственных процессов и расширение спектра применяемых антигенов позволит значительно расширить область их клинического применения [5].

### **Агонисты TLR1/2 в качестве адъювантов: механизмы и перспективы применения**

Агонисты Toll-подобных рецепторов 1/2 типа представляют собой перспективный класс иммуностимуляторов, способных существенно усиливать эффективность вакцин. Эти соединения имитируют молекулярные паттерны патогенов, активируя ключевые звенья врождённого иммунитета через специфические мембранные рецепторы иммунных клеток. TLR1/2 гетеродимеры распознают преимущественно триацилированные липопептиды бактериального происхождения, такие как Pam3CSK4. Рецепторы экспрессируются на поверхности макрофагов, дендритных клеток и В-лимфоцитов. При связывании происходит рекрутирование адапторного белка MyD88 с последующей активацией каскада NF- $\kappa$ B и MAP-киназ. Это приводит к усиленной экспрессии провоспалительных цитокинов (IL-6, TNF- $\alpha$ ) и хемокинов (CCL3, CCL4), критически важных для формирования адаптивного иммунного ответа. Наиболее изученными агонистами TLR1/2 являются: синтетический липопептид Pam3CSK4 (пальмитоил-3-цистеин-серин-лизин-4), бактериальные липопротеины (Braun's lipoprotein), липоарабиноманнаны микобактерий, гликозилфосфатидилинозитолы паразитов. Эти соединения объединяет наличие: липидного «якоря» (чаще всего пальмитоильной группы), консервативного пептидного остова, переменных функциональных групп. Активация TLR1/2 вызывает комплексный иммунный ответ: усиление фагоцитарной активности антиген-презентирующих клеток, повышение экспрессии ко-стимуляторных молекул (CD80/CD86), стимуляция дифференцировки наивных Т-клеток в эффекторные популяции,

индукция перекрестного презентирования антигенов, синергизм с другими PRR-рецепторами (NOD-подобными) В вакцинологии агонисты TLR1/2 демонстрируют: усиление иммуногенности субъединичных вакцин, повышение эффективности ДНК-вакцин, возможность снижения антигенной нагрузки, формирование длительной иммунной памяти. Перспективные направления включают: противогриппозные вакцины (в комбинации с HA-антигеном), противотуберкулёзные препараты (с ESAT-6/CFP10), терапевтические вакцины против онкозаболеваний. Для клинического применения разрабатываются: липосомальные формы с инкапсулированным антигеном, наночастицы с ковалентно связанными лигандами, водорастворимые производные (Pam2CSK4), комбинации с другими адъювантами (MPL, QS-21). Основные ограничения связаны с: дозозависимой цитокиновой реакцией, потенциальной гиперстимуляцией иммунитета, необходимостью точного дозирования. От других TLR-агонистов отличаются: более мягким профилем побочных эффектов, широким спектром индуцируемых иммунных реакций, возможностью как системного, так и местного применения. Текущие исследования направлены на создание новых синтетических аналогов с улучшенной фармакокинетикой, разработку адресных систем доставки к специфическим иммунным популяциям, оптимизацию комбинаторных схем с другими иммуностимуляторами. Агонисты TLR1/2 рецепторов представляют собой многообещающий инструмент для создания вакцин нового поколения. Их способность модулировать как врождённый, так и адаптивный иммунитет открывает перспективы для разработки эффективных профилактических и терапевтических препаратов против инфекционных и неинфекционных заболеваний. Дальнейшая оптимизация структуры лигандов и способов их доставки позволит максимально реализовать потенциал этого класса иммуностимуляторов [6].

#### **Агонисты TLR4 как адъюванты: от молекулярных механизмов к клиническому применению**

TLR4-агонисты занимают особое место среди иммуностимулирующих адъювантов благодаря их способности запускать мощный, но контролируемый иммунный ответ. Эти соединения имитируют липополисахариды (ЛПС) грамотрицательных бактерий, активируя каскад защитных реакций через систему Toll-подобного рецептора 4. TLR4 требует для полноценной активации корцептора MD-2, формируя с ним функциональный комплекс на поверхности иммунных клеток. При связывании с агонистом происходит димеризация рецепторов и рекрутирование адапторных белков MyD88 и TRIF. Это запускает два параллельных сигнальных пути: MyD88-зависимый (быстрый ответ): активация NF-κB и MAPK с продукцией TNF-α, IL-1β, IL-6 и TRIF-зависимый (замедленный ответ): индукция интерферонов I типа через IRF3. Фармакологические агенты включают: МоноФосфорилЛипид А (MPL) – детоксифицированный производный ЛПС *Salmonella*, Глюкозаминил мурамилдипептид (GMDP) – синтетический аналог бактериальных пептидогликанов, Аминоалкил глюкозаминилфосфаты (CRX-527) – полностью синтетические аналоги. Активация TLR4 приводит к: усиленной миграции дендритных клеток в лимфоузлы, повышению экспрессии МНС II и ко-стимуляторных молекул, сбалансированной индукции Th1/Th2 ответа, формированию долгоживущих клеток памяти, активации перекрёстного презентирования антигенов. Наиболее успешные примеры: вакцина против ВПЧ (Церварикс) содержит MPL в составе адъюванта AS04, противоопухолевая вакцина Melacine использует клеточный ЛПС, экспериментальные вакцины против малярии, ВИЧ и туберкулёза. Преимущества перед другими TLR-агонистами: более мягкий профиль побочных эффектов по сравнению с TLR3/9 агонистами, способность индуцировать многофакторный иммунный от-

вет, хорошая сочетаемость с различными антигенными платформами. Проблемы токсикологических аспектов преодолеваются путём: химической детоксикации природных липидов А, оптимизации длины ацильных цепей, создания полностью синтетических аналогов. Современные разработки сосредоточены на: конструировании новых производных с селективной активацией TRIF-пути; разработке наноносителей для целевой доставки к APC; создании комбинированных адъювантных систем (TLR4+NLR агонисты). Агонисты TLR4 представляют золотую середину между эффективностью и безопасностью в адъювантной терапии. Их уникальная способность модулировать качество и продолжительность иммунного ответа делает их незаменимыми компонентами современных вакцинных препаратов. Дальнейшая оптимизация структуры и способов доставки этих соединений открывает новые перспективы в борьбе с инфекционными заболеваниями и раком [7].

### **Агонисты TLR5 как адъюванты: механизмы и перспективы применения**

TLR5-агонисты представляют собой уникальный класс иммуностимуляторов, активирующих врождённый иммунитет через распознавание бактериального флагеллина. В отличие от других Toll-подобных рецепторов, TLR5 специфически реагирует на консервативный домен жгутикового белка, что делает его перспективной мишенью для вакцинного дизайна. TLR5 распознает D1-домен флагеллина в его нативной третичной структуре. При связывании лиганда происходит димеризация рецептора и активация сигнального каскада через адаптерный белок MyD88. Это приводит к активации транскрипционного фактора NF-κB, индукции провоспалительных цитокинов (IL-8, TNF-α), стимуляции продукции антимикробных пептидов, усилению экспрессии ко-стимуляторных молекул (CD80/CD86). Наиболее изученные агонисты включают полнораз-

мерный рекомбинантный флагеллин (*Salmonella Typhimurium* FliC), укороченные варианты, сохраняющие D1-домен (STF2, CBLB502), химерные конструкции с антигенными эпитопами. Ключевые структурные требования: сохранение α-спиральной структуры D1-домена, наличие консервативных аминокислотных последовательностей, отсутствие посттрансляционных модификаций. Активация TLR5 вызывает локализованное воспаление в месте инъекции, быструю миграцию нейтрофилов и моноцитов, созревание дендритных клеток, индукцию слизистого IgA-ответа, сбалансированную Th1/Th17-ориентированную реакцию. Перспективные направления включают противогриппозные вакцины (в комбинации с HA-антигеном), вакцины против пневмококковой инфекции, препараты для слизистого введения (интраназальные формы), противоопухолевые иммунотерапевтические вакцины. Для клинического применения разрабатываются: фузионные белки «флагеллин-антиген», липосомальные системы инкапсуляции, полимерные наноносители, комбинации с другими адъювантами (например, полиионными комплексами). Основные преимущества: отсутствие эндотоксиновой активности, низкая пирогенность, минимальные системные эффекты, отсутствие аутоиммунных реакций в исследованиях. От других TLR-агонистов отличаются способностью индуцировать слизистый иммунитет, возможностью как парентерального, так и мукозального введения, уникальным профилем индуцируемых цитокинов, хорошей сочетаемостью с белковыми антигенами. Текущие исследования сосредоточены на создании термостабильных рекомбинантных форм, разработке универсальных платформ для быстрого прототипирования, оптимизации дозовых режимов для различных путей введения, комбинировании с другими паттерн-распознающими рецепторами. Агонисты TLR5 представляют собой многообещающий инструмент для создания вакцин но-

вого поколения, особенно для защиты от респираторных и желудочно-кишечных патогенов. Их уникальная способность индуцировать комплексный иммунный ответ на системном и слизистом уровнях, сочетающаяся с благоприятным профилем безопасности, открывает новые возможности в профилактике инфекционных заболеваний. Дальнейшая оптимизация структуры и способов доставки этих иммуностимуляторов позволит реализовать их полный потенциал в клинической практике [8].

**Агонисты TLR7/8 в вакцинологии: механизмы и клинические перспективы**

TLR7/8-агонисты представляют собой мощный класс иммуностимуляторов, способных существенно усиливать эффективность вакцин за счёт активации ключевых звеньев врождённого иммунитета. Эти соединения имитируют вирусные одноцепочечные РНК, взаимодействуя с эндосомальными Toll-подобными рецепторами иммунокомпетентных клеток. TLR7 и TLR8 распознают преимущественно гуанозин/уридин-богатые последовательности, хотя демонстрируют различия в клеточной локализации и специфичности: TLR7 преимущественно экспрессируется плазмацитоидными дендритными клетками и В-лимфоцитами, TLR8 в основном присутствует в миелоидных дендритных клетках и моноцитах, активация рецепторов запускает каскад реакций через адаптерный белок MyD88, приводя к индукции интерферонов I типа (особенно IFN- $\alpha$ ), синтезу провоспалительных цитокинов (IL-12, TNF- $\alpha$ ), усилению экспрессии ко-стимуляторных молекул (CD80, CD86). Фармакологические агенты включают: нуклеозидные аналоги (имиквимод, ресиквимод), бензонафтиридиновые производные (ЗМ-052), олигорибонуклеотиды (полиУ, полиГУ), малые молекулярные соединения (CL075, CL097). Агонисты TLR7/8 демонстрируют мощную индукцию Th1-ориентированного ответа, стимуляцию цитотоксических

Т-лимфоцитов, усиление перекрёстного презентирования антигенов, активацию эффекторных функций НК-клеток, формирование длительной иммунологической памяти. Перспективные направления включают: терапевтические вакцины против рака (меланома, лимфомы), профилактические вакцины (ВИЧ, малярия, туберкулёз), противовирусные препараты (гепатит В, ВПЧ), аллерген-специфическая иммунотерапия. Для клинического применения разрабатываются: липидизированные формы для пролонгированного действия, наночастицы с контролируемым высвобождением, ковалентные конъюгаты с белковыми антигенами, комбинации с другими иммуностимуляторами (TLR3/9 агонистами). Основные ограничения связаны с цитокиновым штормом при системном введении, индукцией аутоиммунных реакций, ограниченной биодоступностью свободных соединений. Современные исследования сосредоточены на создании тканеселективных агонистов, разработке систем направленной доставки в лимфоузлы, оптимизации дозовых режимов для различных показаний, комбинировании с ингибиторами контрольных точек. Агонисты TLR7/8 представляют собой перспективный инструмент для создания вакцин нового поколения, особенно в областях онкоиммунологии и борьбы с хроническими инфекциями. Их уникальная способность индуцировать мощный клеточный иммунный ответ открывает новые возможности для терапии заболеваний, плохо поддающихся традиционным подходам. Дальнейшая оптимизация фармакологических свойств и способов доставки этих соединений позволит реализовать их полный клинический потенциал при сохранении приемлемого профиля безопасности [9].

**Агонисты TLR9 как адъюванты: механизмы и клиническое применение**

TLR9-агонисты представляют собой синтетические аналоги бактериальной ДНК, способные активировать врож-

дённный иммунитет через распознавание неметилованных CpG-мотивов. Эти соединения занимают особое место в современной вакцинологии благодаря своей способности индуцировать мощный Th1-ориентированный иммунный ответ. TLR9 относится к семейству эндосомальных Toll-подобных рецепторов и преимущественно экспрессируется в плазмацитоидных дендритных клетках и В-лимфоцитах. Рецептор специфически распознаёт короткие последовательности ДНК, содержащие цитозин-фосфодиэфир-гуанин (CpG) мотивы в определённом контексте. После связывания лиганда происходит рекрутирование адаптерного белка MyD88 с последующей активацией двух сигнальных путей: NF-κB-зависимый путь (индукция провоспалительных цитокинов) и IRF7-зависимый путь (синтез интерферонов I типа). Фармакологические агенты делятся на три основных класса: Класс А (Type D) – образуют сложные вторичные структуры, преимущественно активируют продукцию IFN-α; Класс В (Type К) – линейные последовательности, сильные активаторы В-клеточной пролиферации; Класс С – сочетают свойства первых двух классов, индуцируя как интерфероновый ответ, так и пролиферацию В-клеток. Активация TLR9 приводит к усиленной презентации антигена дендритными клетками, активации наивных Т-клеток с дифференцировкой в Th1-эффекторы, стимуляции пролиферации и созревания В-лимфоцитов, индукции цитотоксических CD8+ Т-клеточных ответов, формированию длительной иммунологической памяти. Наиболее перспективные направления включают противоопухолевые вакцины (в комбинации с *tumor-associated antigens*), противовирусные препараты (гепатит В, ВИЧ, герпес-вирусы), противобактериальные вакцины (антракс, туберкулёз), аллерген-специфическую иммунотерапию. Для клинического применения разрабатываются ковалентные конъюгаты с белковыми антигенами, липосомальные системы инкапсуляции,

полимерные наноносители, комбинации с другими адъювантами (алюминиевыми солями, эмульсиями). Основные ограничения связаны с потенциальной индукцией аутоиммунных реакций, цитокиновым штормом при системном введении, быстрой деградацией в биологических средах. Современные исследования сосредоточены на создании химически модифицированных аналогов (фосфориоатные связи, 2'-О-метилрибоза), разработке органотропных систем доставки, оптимизации последовательностей для различных популяций, комбинировании с ингибиторами иммунных контрольных точек. Агонисты TLR9 представляют собой мощный инструмент для модуляции адаптивного иммунного ответа, особенно в случаях, требующих сильного клеточно-опосредованного иммунитета. Их уникальная способность индуцировать комплексный иммунный ответ открывает новые перспективы в разработке терапевтических вакцин против рака и хронических инфекций. Дальнейшее совершенствование химической структуры и систем доставки этих соединений позволит максимально реализовать их клинический потенциал при сохранении приемлемого профиля безопасности [10].

### **Хитозан как адъювант в вакцинологии: механизмы и перспективы применения**

Хитозан представляет собой природный биополимер, получаемый путём деацетилирования хитина из панцирей ракообразных. Этот уникальный полисахарид обладает комплексом свойств, делающих его перспективным адъювантом для различных типов вакцин. Его катионная природа и биосовместимость открывают широкие возможности для создания эффективных вакцинных препаратов. Благодаря наличию свободных аминогрупп хитозан способен взаимодействовать с отрицательно заряженными компонентами клеточных мембран. Это свойство обеспечивает несколько ключевых механизмов иммуномодуляции:

усиление проницаемости эпителиальных барьеров за счёт временного ослабления плотных контактов; активация врождённого иммунитета через стимуляцию NLRP3-инфламмосомы; индукция выработки провоспалительных цитокинов (IL-1 $\beta$ , IL-6, TNF- $\alpha$ ); стимуляция хемотаксиса нейтрофилов и макрофагов. Биологическая активность хитозана существенно зависит от его физико-химических характеристик, таких как степень деацетилирования (70-95% для оптимальной активности), молекулярная масса (низкомолекулярные формы лучше проникают через слизистые), растворимость (зависит от pH среды и производных модификаций) и зарядовых характеристик (определяют взаимодействие с антигенами). Хитозан используется в различных лекарственных формах: наночастицы для инкапсуляции антигенов, гидрогелевые матрицы пролонгированного действия, микросферы для контролируемого высвобождения, плёнообразующие системы для мукозального применения. При использовании в качестве адъюванта хитозан демонстрирует многофакторное действие: защита антигена от преждевременной деградации, усиленный захват антигена антиген-презентирующими клетками, пролонгированное высвобождение иммуногена, стимуляция как гуморального, так и клеточного иммунитета, индукция секреторного IgA на слизистых оболочках. Наиболее перспективные области использования включают интраназальные вакцины против респираторных инфекций, пероральные вакцинные препараты против кишечных инфекций, трансдермальные системы доставки ДНК-вакцин, комбинированные адъювантные системы с другими иммуностимуляторами. Хитозан обладает рядом уникальных преимуществ: отличная биосовместимость и биоразлагаемость, возможность химической модификации для оптимизации свойств, стимуляция мукозального иммунитета, низкая токсичность и хорошая переносимость, доступность и экономическая эффектив-

ность производства. Многочисленные исследования подтверждают отсутствие значительной системной токсичности, минимальные местные реакции при парентеральном введении, хорошую переносимость при мукозальном применении, отсутствие генотоксических эффектов. Современные исследования сосредоточены на создании производных хитозана с улучшенными свойствами (например, триметильный хитозан), разработке гибридных наносистем с другими полимерами, оптимизации способов стерилизации без потери активности, комбинировании с молекулярными адъювантами (TLR-агонистами). Хитозан представляет собой универсальную платформу для создания эффективных и безопасных вакцинных препаратов нового поколения. Его уникальное сочетание адъювантных свойств и возможностей для направленной доставки антигенов открывает перспективы для разработки вакцин против широкого спектра инфекционных заболеваний. Дальнейшая оптимизация физико-химических характеристик и формуляционных подходов позволит максимально реализовать потенциал этого природного биополимера в современной вакцинологии [11].

**Синдром, связанный с адъювантами (Adjuvant-Induced Syndrome): потенциальные побочные эффекты**

Синдром, связанный с адъювантами, представляет собой комплекс патологических реакций, развивающихся в ответ на введение вакцинных адъювантов. Это состояние может проявляться разнообразными системными и локальными нарушениями, механизмы которых остаются предметом активных исследований. Хотя большинство адъювантов демонстрируют хороший профиль безопасности в клинической практике, у предрасположенных лиц возможно развитие нежелательных иммунологических реакций. Активация врождённого иммунитета адъювантами может приводить к чрезмерной стимуляции им-

мунной системы с развитием аутоиммунноподобных явлений. Это проявляется выработкой аутоантител и активацией аутореактивных Т-клеток, что в отдельных случаях способствует возникновению симптомов, напоминающих системную красную волчанку или ревматоидный артрит. Особую озабоченность вызывает потенциал некоторых адъювантов индуцировать молекулярную микрию, когда иммунный ответ против компонентов адъюванта перекрёстно реагирует с собственными тканями организма. Отдельные сообщения свидетельствуют о возможности развития демиелинизирующих поражений центральной нервной системы по типу рассеянного склероза или синдрома Гийена-Барре. Эти эффекты связывают со способностью некоторых адъювантов преодолевать гематоэнцефалический барьер и активировать микроглию, что приводит к нейровоспалительным процессам. Особое внимание уделяется роли адъювантов в активации покоящихся аутоиммунных процессов у генетически предрасположенных лиц. Интенсивная активация толл-подобных рецепторов и инфламмасом может провоцировать цитокиновый шторм с повышением уровней IL-1 $\beta$ , IL-6 и TNF- $\alpha$ . Это проявляется гриппоподобным синдромом с лихорадкой, миалгиями и общей слабостью, которые обычно носят транзиторный характер. В редких случаях возможно развитие более тяжёлых системных реакций, включая мультиорганное воспаление. В месте введения адъювантсодержащих препаратов часто развивается локальное воспаление, характеризующееся эритемой, отёком и болезненностью. В отдельных случаях формируются стойкие гранулематозные поражения или жировой некроз, особенно при использовании масляных эмульсий. Эти изменения связаны с персистенцией адъюванта в тканях и хронической активацией макрофагов. Некоторые исследования указывают на возможность развития инсулинорезистентности и нарушений липидного

обмена при длительной иммуностимуляции. Эти эффекты опосредованы провоспалительными цитокинами, которые вмешиваются в инсулиновую сигнализацию и метаболизм жировой ткани. Вероятность возникновения нежелательных реакций повышается при наличии генетической предрасположенности к аутоиммунным заболеваниям, предшествующих эпизодов вакцин-ассоциированных осложнений и сопутствующих иммунопатологических состояний. Дополнительными факторами риска выступают многократное введение адъювантсодержащих препаратов и комбинация разных типов адъювантов. Распознавание синдрома требует комплексного подхода, включающего анализ временной связи с вакцинацией, исключение альтернативных диагнозов и выявление характерных иммунологических маркеров. Особое значение имеет обнаружение специфических антител и изменений в цитокиновом профиле, хотя патогномичные биомаркеры пока не установлены. Снижение риска развития синдрома достигается тщательным отбором пациентов, особенно среди лиц с отягощённым аутоиммунным анамнезом. Перспективным направлением является разработка персонализированных подходов к вакцинации с учётом иммуногенетического профиля. Для пациентов из групп риска рекомендуется расширенный иммунологический мониторинг после введения адъювантсодержащих препаратов. Синдром, связанный с адъювантами, представляет собой сложный мультисистемный процесс, требующий дальнейшего изучения механизмов развития и факторов риска. Современные данные подчёркивают необходимость взвешенного подхода к использованию адъювантов при сохранении их важной роли в повышении эффективности вакцин. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку более безопасных адъювантных систем и стратификацию рисков для различных групп пациентов [1].

### Выводы

Современные исследования в области адъювантной технологии демонстрируют их ключевую роль в повышении эффективности вакцин, особенно в условиях сниженной иммуногенности рекомбинантных и субъединичных антигенов. Анализ литературных данных подтверждает, что разнообразие адъювантов, от классических минеральных солей до инновационных наноносителей и молекулярных иммуностимуляторов, позволяет целенаправленно модулировать иммунный ответ в зависимости от конкретных задач вакцинации. Механизмы действия адъювантов охватывают широкий спектр иммунологических процессов, включая усиление презентации антигена, активацию врождённого иммунитета через паттерн-распознающие рецепторы, а также формирование длительной иммунологической памяти. Особый интерес представляют комбинированные адъювантные системы, способные одновременно активировать несколько звеньев иммунной защиты, что открывает новые возможности для создания универсальных вакцин. Несмотря на значительные успехи, сохраняются важные вопросы, требующие дальнейше-

го изучения. К ним относятся оптимизация безопасности адъювантов, особенно в отношении риска аутоиммунных реакций, разработка стандартизированных подходов к оценке их эффективности и создание персонализированных адъювантных стратегий для различных групп населения. Перспективным направлением представляется конструирование «умных» адъювантных систем с программируемыми свойствами, способных адаптироваться к особенностям конкретного патогена и иммунного статуса реципиента. Значительный прогресс в понимании молекулярных основ адъювантного действия создаёт прочную научную базу для разработки вакцин нового поколения. Дальнейшие исследования должны быть направлены на углублённое изучение корреляции между структурой адъювантов, индуцируемыми иммунологическими профилями и клинической эффективностью, что позволит перейти к более рациональному и предсказуемому дизайну вакцинных препаратов. Интеграция фундаментальных знаний об иммунных механизмах с достижениями нанотехнологий и материаловедения открывает новые горизонты в развитии адъювантной технологии.

### Библиографический список / References

1. Lavelle, Ed. C. et al. Vaccine adjuvants: Tailoring innate recognition to send the right message. *Immunity*, Volume 57, Issue 4, 772–789.
2. Reed, S. G., Orr, M. T., Fox, C. B. Key roles of adjuvants in modern vaccines // *Nature Medicine*. 2013. Vol. 19, № 12. P. 1597-1608. DOI: 10.1038/nm.3409.
3. O'Hagan, D. T., Fox, C. B. New generation adjuvants – from empiricism to rational design // *Vaccine*. 2015. Vol. 33, Suppl. 2. P. B14-B20. DOI: 10.1016/j.vaccine.2015.01.088.
4. Petrovsky, N. Comparative safety of vaccine adjuvants: a summary of current evidence and future needs // *Drug Safety*. 2015. Vol. 38, № 11. P. 1059-1074. DOI: 10.1007/s40264-015-0350-4.
5. Coffman, R. L., Sher, A., Seder, R. A. Vaccine adjuvants: putting innate immunity to work // *Immunity*. 2010. Vol. 33, № 4. P. 492-503. DOI: 10.1016/j.immuni.2010.10.002.
6. Awate, S., Babiuk, L. A., Mutwiri, G. Mechanisms of action of adjuvants // *Frontiers in Immunology*. 2013. Vol. 4. P. 114. DOI: 10.3389/fimmu.2013.00114.
7. Didierlaurent, A. M. et al. Adjuvant system AS01: helping to overcome the challenges of modern vaccines // *Expert Review of Vaccines*. 2017. Vol. 16, № 1. P. 55–63. DOI: 10.1080/14760584.2016.1213632.

8. Marrack, P., McKee, A. S., Munks, M. W. Towards an understanding of the adjuvant action of aluminium // *Nature Reviews Immunology*. 2009. Vol. 9, № 4. P. 287–293. DOI: 10.1038/nri2510.
9. Mosca, F. et al. Molecular and cellular signatures of human vaccine adjuvants // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2008. Vol. 105, № 30. P. 10501–10506. DOI: 10.1073/pnas.0804699105.
10. Pulendran, B., Arunachalam, P. S., O'Hagan, D. T. Emerging concepts in the science of vaccine adjuvants // *Nature Reviews Drug Discovery*. 2021. Vol. 20, № 6. P. 454–475. DOI: 10.1038/s41573-021-00163-y.
11. Moyer, T. J. et al. Engineered immunogen binding to alum adjuvant enhances humoral immunity // *Nature Medicine*. 2020. Vol. 26, № 3. P. 430–440. DOI: 10.1038/s41591-020-0753-3.

**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 28.04.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025;  
принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 28.04.2025; approved after reviewing 28.08.2025;  
accepted for publication 01.09.2025.

### **Информация об авторах:**

**Кастарнова Елена Сергеевна**, кандидат биологических наук, научный сотрудник кафедры терапии и фармакологии

**Оробец Владимир Александрович**, доктор ветеринарных наук, заведующий кафедрой терапии и фармакологии, профессор

**Скрипкин Валентин Сергеевич**, доктор биологических наук, директор института ветеринарии и биотехнологий

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

**Elena S. Kastarnova**, candidate of biological sciences, researcher at the department of therapy and pharmacology

**Vladimir A. Orobets**, doctor of veterinary sciences, head of the department of therapy and pharmacology, professor

**Valentin S. Skripkin**, doctor of biological sciences, director of the institute of veterinary medicine and biotechnology

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 173-183.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):173-183.

## ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.173-183  
УДК 619:576.895.1

# Использование хитозана для лечения и профилактики микотоксикозов животных

Кастарнова Елена Сергеевна<sup>1</sup>, Оробец Владимир Александрович<sup>2</sup>,  
Скрипкин Валентин Сергеевич<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Ставропольский государственный аграрный университет,  
Россия, г. Ставрополь

<sup>1</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2843-2473>

<sup>2</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4774-263X>

<sup>3</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8492-0282>

**Аннотация.** Микотоксикозы животных представляют серьёзную угрозу для здоровья сельскохозяйственных животных и птицы, вызывая значительные экономические потери из-за снижения продуктивности, ухудшения качества продукции и увеличения падежа. Традиционные методы борьбы с микотоксинами, такие как химические адсорбенты, имеют ряд ограничений, включая неспецифичность действия и потенциальную токсичность. В связи с этим возрастает интерес к природным биополимерам, среди которых особое внимание уделяется хитозану благодаря его уникальным сорбционным, антимикробным и иммуномодулирующим свойствам. Хитозан, полученный путём деацетилирования хитина, обладает высокой способностью связывать широкий спектр микотоксинов за счёт электростатического взаимодействия и образования водородных связей. Исследования демонстрируют его эффективность в снижении токсического воздействия афлатоксинов, охратоксина, дезоксиниваленола и других микотоксинов на организм животных. Кроме того, хитозан способствует укреплению иммунитета, улучшает состояние кишечного микробиома и усиливает барьерные функции слизистых оболочек, что делает его перспективным средством не только для лечения, но и для профилактики микотоксикозов. Применение хитозана в кормлении животных позволяет снизить зависимость от синтетических адсорбентов и антибиотиков, что соответствует современным тенденциям экологически безопасного животноводства. Таким образом, хитозан представляет собой многофункциональный натуральный препарат, способный существенно повысить эффективность борьбы с микотоксикозами в животноводстве. Однако для оптимизации дозировок и схем применения необходимы дальнейшие исследования, учитывающие вид животных, тип микотоксинов и условия кормления.

**Ключевые слова:** хитозан, микотоксикозы, животные, адсорбенты, профилактика, лечение, микотоксины, иммуномодуляция.

---

© Кастарнова, Е. С., Оробец, В. А., Скрипкин, В. С., 2025

---

*Для цитирования:* Кастарнова, Е. С., Оробец, В. А., Скрипкин, В. С. Использование хитозана для лечения и профилактики микотоксикозов животных // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 173-183. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.173-183>.

## INFECTIOUS DISEASES AND IMMUNOLOGY

Original article

# The use of chitosan for the treatment and prevention of mycotoxicosis in animals

Elena S. Kastarnova<sup>1</sup>, Vladimir A. Orobets<sup>2</sup>, Valentin S. Skripkin<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Stavropol State Agrarian University, Russia, Stavropol

<sup>1</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2843-2473>

<sup>2</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4774-263X>

<sup>3</sup> elena-kastarnova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8492-0282>

**Abstract.** Mycotoxicosis of animals poses a serious threat to the health of farm animals and poultry, causing significant economic losses due to reduced productivity, deterioration of product quality and increased mortality. Traditional methods of mycotoxin control, such as chemical adsorbents, have a number of limitations, including non-specificity of action and potential toxicity. In this regard, there is an increasing interest in natural biopolymers, among which special attention is paid to chitosan due to its unique sorption, antimicrobial and immunomodulatory properties. Chitosan, obtained by chitin deacetylation, has a high ability to bind a wide range of mycotoxins due to electrostatic interaction and the formation of hydrogen bonds. Studies demonstrate its effectiveness in reducing the toxic effects of aflatoxins, ochratoxin, deoxynivalenol and other mycotoxins on the animal body. In addition, chitosan helps strengthen the immune system, improves the state of the intestinal microbiome and enhances the barrier functions of the mucous membranes, which makes it a promising tool not only for the treatment, but also for the prevention of mycotoxicosis. The use of chitosan in animal feeding reduces dependence on synthetic adsorbents and antibiotics, which corresponds to current trends in environmentally sound animal husbandry. Thus, chitosan is a multifunctional natural drug that can significantly increase the effectiveness of the control of mycotoxicosis in animal husbandry. However, further studies are needed to optimize dosages and application patterns, taking into account the type of animals, the type of mycotoxins, and feeding conditions.

**Key words:** chitosan, mycotoxicosis, animals, adsorbents, prevention, treatment, mycotoxins, immunomodulation.

**For citation:** Kastarnova, E. S., Orobets, V. A., Skripkin, V. S. The use of chitosan for the treatment and prevention of mycotoxicosis in animals // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):173-183. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.173-183>.

### **Введение**

В последние десятилетия проблема микотоксикозов у сельскохозяйственных животных привлекает всё большее внимание как со стороны научного сообщества, так и со стороны практикующих ветеринаров и агрономов. Микотоксикозы, вызванные токсичными метаболитами грибов, представляют собой серьёзную угрозу для здоровья животных и, как следствие, для продовольственной безопасности. Эти токсичные вещества могут вызывать как острые, так и хронические заболевания, что приводит к значительным экономическим потерям в сельском хозяйстве. По статистическим данным, до 30% кормов, используемых в животноводстве, могут содержать микотоксины, что подчеркивает актуальность разработки эффективных методов профилактики и лечения микотоксикозов. Введение в данную тему требует глубокого понимания химической природы микотоксинов, их механизмов действия и последствий для здоровья животных. Микотоксины, такие как афлатоксины, зеараленон, охратоксин и другие, могут оказывать негативное влияние на иммунную систему, репродуктивные функции и общее состояние здоровья животных. В связи с этим исследование методов борьбы с микотоксинами становится не только научной задачей, но и практической необходимостью. Одним из наиболее перспективных направлений в борьбе с микотоксинами является использование адсорбентов, которые способны связывать и выводить токсины из организма животных. В этом контексте хитозан – полисахарид, получаемый из хитина, проявляет себя как эффективный адсорбент, способный детоксицировать микотоксины. Хитозан обладает уникальными физико-химическими свойствами, которые позволяют ему связываться с различными токсинами, что делает его потенциально полезным в ветеринарной практике. В данной работе будет представлен обзор существующих данных о микотоксикозах у животных, включая их этиологию, диагностику и

методы лечения. Особое внимание будет уделено химической природе микотоксинов и их воздействию на здоровье животных. Мы рассмотрим роль адсорбентов в борьбе с микотоксинами, а также подробно остановимся на хитозане как одном из наиболее эффективных адсорбентов. Эффективность применения хитозана в ветеринарной практике будет проанализирована на основе существующих исследований, включая работы таких учёных, как Иванов и его коллеги, которые подтверждают положительное влияние хитозана на здоровье животных. Кроме того, в работе будет рассмотрена экономическая обоснованность применения хитозана в сельском хозяйстве. В условиях растущей конкуренции и необходимости повышения продуктивности животноводства, использование хитозана может стать оптимальным решением, способствующим не только улучшению здоровья животных, но и экономической устойчивости аграрного сектора. В заключение, мы обсудим перспективы дальнейших исследований в этой области, подчеркивая необходимость комплексного подхода к решению проблемы микотоксикозов и разработки новых методов их профилактики и лечения. Таким образом, данная работа направлена на всестороннее освещение проблемы микотоксикозов у животных и исследование потенциала хитозана как эффективного средства для их профилактики и лечения. Мы надеемся, что результаты нашего исследования будут полезны как для научного сообщества, так и для практикующих специалистов в области ветеринарии и сельского хозяйства.

### **Обзор микотоксикозов у животных**

Микотоксикозы у животных представляют собой серьёзную проблему, обусловленную токсическими веществами, вырабатываемыми плесневыми грибами. Более 150 видов микромицетов способны производить такие токсины, как афлатоксины, зеараленон и охратоксин, которые негативно влияют на здоровье животных [1]. Основная причина появ-

ления микотоксикозов заключается в загрязнении кормов грибами в процессе их хранения или заготовки, особенно при высокой влажности и недостатке доступа воздуха. При этих условиях споры грибов легко прорастают, образуя токсины, что может привести к ухудшению здоровья животных и финансовым потерям для фермеров. Последствия микотоксикозов могут быть весьма разнообразными: от проявления клинических симптомов, таких как рвота, понос и общая слабость до снижения продуктивности и ухудшения воспроизводительных функций. Эти заболевания часто развиваются хронически, что затрудняет диагностику и требует более внимательного отношения со стороны ветеринаров и владельцев животных. Статистические данные показывают, что почти 70% сельскохозяйственной продукции может быть загрязнено микотоксинами, что ставит под угрозу здоровье животных и, соответственно, успех сельскохозяйственного производства. Наиболее уязвимыми к микотоксикозам являются молодые, растущие особи и животные, имеющие предварительные болезни или ослабленный иммунитет. В результате воздействия микотоксинов у них может наблюдаться снижение аппетита, ослабление иммунного ответа и замедление роста. Профилактика этого заболевания включает использование в кормах адсорбентов, позволяющих связывать токсины и предотвращать их абсорбцию в организме животных. Также важно строго контролировать условия хранения и заготовки кормов, чтобы уменьшить риск их загрязнения плесневыми грибами. Необходимость лабораторных исследований для выявления загрязнения кормов микотоксинами также играет важную роль в профилактике микотоксикозов. Современные методы детекции позволяют быстро и точно определять наличие токсинов, что улучшает принятие решений о фураже и кормлении животных. Кроме того, фермеры должны быть осведомлены о возможных рисках и последствиях загрязнения, что-

бы вовремя реагировать и предотвращать возникновение микотоксикозов в своих хозяйствах [2]. Значимость проблемы микотоксикозов в животноводстве требует комплексного подхода к их профилактике и лечению, что позволит не только сохранить здоровье животных, но и обеспечить экономическую эффективность ведения сельского хозяйства.

### Химическая природа микотоксинов

Микотоксины представляют собой вторичные метаболиты, образуемые различными видами микроскопических плесневых грибов. Эти вещественные соединения характеризуются высокой токсичностью и способны резко ухудшать здоровье животных, вызывая отравления, которые в свою очередь могут приводить к потере продуктивности и экономическим потерям в сельском хозяйстве. Они не являются неотъемлемой частью метаболизма грибов, однако их роль в обеспечении адаптации к окружающей среде и устойчивости к неблагоприятным условиям нельзя недооценивать. Структурное разнообразие микотоксинов отражает своё многообразное происхождение. Например, трихотецены – одна из наиболее токсичных групп, делятся на несколько подгрупп – А, В, С и D, при этом группа А является самой опасной. Наиболее известные представители этой группы включают афлатоксин В1 и глиотоксин. Афлатоксин В1 (C<sub>17</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) выделяется из *Aspergillus flavus* и *A. parasiticus*, а глиотоксин (C<sub>13</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>S<sub>2</sub>) вырабатывается *Aspergillus fumigatus*. Оба эти токсина вызывают серьёзные заболевания у животных и могут приводить к долгосрочным негативным последствиям для их здоровья. Микотоксины могут загрязнять различные продукты, включая зерно, бобовые и фрукты, что делает их важными биологическими загрязнителями в глобальной агроэкономике [3]. Примеры таких загрязнений показывают, какую угрозу представляют микотоксины для животноводства и здорового питания. Их

воздействие может быть особенно разрушительным для сельскохозяйственных животных, влияя не только на их здоровье, но и на продуктивность всего сектора. Изучение свойств микотоксинов, таких как их механизм действия на клеточном уровне, позволяет понять природу токсичности и выработать стратегии профилактики и лечения заболеваний, связанных с их воздействием. Понимание этих аспектов жизненно необходимо для эффективной борьбы с микотоксикозами. Хитозан как один из адсорбентов находит широкое применение в ветеринарной практике для связывания и выведения микотоксинов из организма животных [4]. Таким образом, знание химической природы микотоксинов и их воздействия на здоровье животных имеет ключевое значение для обеспечения устойчивого производства и защиты продовольственной безопасности. Настоящее исследование подчёркивает важность не только выявления и определения микотоксинов, но и разработки методов их контроля и уничтожения, чтобы снизить риски для здоровья животных и, как следствие, человека.

### **Роль адсорбентов в борьбе с микотоксинами**

Микотоксикозы остаются серьёзной проблемой в ветеринарной практике, так как микотоксины оказывают негативное воздействие на здоровье животных, снижая их продуктивность и увеличивая случаи заболеваемости. В связи с этим, вопросы применения адсорбентов, таких как хитозан, становятся актуальными. Хитозан обладает уникальными свойствами, позволяющими ему связываться с различными микотоксинами, такими как афлатоксины и зеараленон, что делает его перспективным средством для детоксикации кормов. Адсорбенты, включая хитозан, работают на основе физических и химических взаимодействий с микотоксинами в кормах. Молекулы хитозана способны образовывать комплексы с токсичными веществами, что приводит

к инаktivации и снижению биодоступности последних при их поступлении в организм животного. Исследования показывают, что использование хитозана может существенно снизить уровень определённых микотоксинов в кормах, что в итоге способствует улучшению здоровья животных и повышению их производительности. Важно отметить, что адсорбенты могут помочь не только в лечении, но и в профилактике микотоксикозов. Периодическое добавление хитозана в рацион позволяет создавать барьер для возможного попадания микотоксинов, минимизируя их негативное воздействие. Так, в условиях, где уровень микотоксинов высок, регулярное использование хитозана рекомендуется как мера профилактики. Это особенно актуально для сельскохозяйственных животных, подвергающихся хроническому воздействию микотоксинов. Сравнительный анализ различных адсорбентов демонстрирует, что хитозан, благодаря своей природной основе и высокой адсорбционной способности, может быть эффективнее многих синтетических аналогов. В отличие от некоторых других адсорбентов, хитозан не только связывает микотоксины, но и обладает дополнительными свойствами, такими как иммуномодуляция и антимикробное действие, что также способствует улучшению состояния животных. Эффективность применения хитозана была подтверждена в различных исследованиях, где наблюдалось значительное снижение уровня микотоксинов в биологическом материале животных. Это, в свою очередь, привело к повышению продуктивности, улучшению общего состояния и снижению заболеваемости среди поголовья. Например, в одном из опытов использование хитозана в рационе свиней способствовало уменьшению веса и числа патогенных микроорганизмов в кишечнике, что минимизировало риски для здоровья [5]. Современные тенденции в ветеринарной практике направлены на более безопасное и эффективное использование адсорбентов. Актуальность новых иссле-

дований в этой области связана с постоянными изменениями в экологической обстановке и уровнем загрязнённости кормов. Интеграция хитозана в рацион животных может стать ключевым шагом в борьбе с микотоксикозами и обеспечении безопасности продукции животноводства как для животных, так и для человека. Кроме того, целесообразно рассмотреть вопрос об экономической эффективности использования хитозана. В долгосрочной перспективе сокращение потерь, связанных с микотоксикозами, а также улучшение здоровья и продуктивности животных могут оправдать дополнительные затраты на данный адсорбент. Это особенно важно в условиях высокой конкуренции на рынке сельскохозяйственной продукции. Таким образом, применение хитозана в качестве адсорбента для борьбы с микотоксиками представляет собой многообещающий подход. Это не только средство для лечения, но и профилактики, которое способствует улучшению состояния здоровья животных и повышению их продуктивности. Результаты уже проведённых исследований показывают высокую эффективность хитозана, и перспективы дальнейших разработок в этой области, открывают новые горизонты для успешной борьбы с микотоксикозами в ветеринарной практике.

### **Хитозан как адсорбент микотоксинов**

Хитозан – полисахарид, получаемый из хитина, обладает уникальными адсорбционными свойствами, что делает его перспективным адсорбентом для удаления микотоксинов из рациона животных. Микотоксины, являясь токсичными метаболитами грибов, представляют угрозу для здоровья животных и могут существенно влиять на продуктивность и развитие различных заболеваний. Использование хитозана для связывания и удаления этих токсинов может стать эффективным методом профилактики и лечения микотоксикозов. Исследования показывают, что хитозан способен сор-

бировать широкий спектр микотоксинов, таких как афлатоксины, зеараленон и фумонизины. Его эффективность обусловлена высокой адсорбционной способностью, что связано с наличием аминных групп в его структуре. Благодаря своей способности образовывать комплексы с негативно заряженными молекулами, хитозан может значительно уменьшать биодоступность микотоксинов в организме животных, тем самым снижая их токсическое воздействие. Клинические испытания подтверждают, что добавление хитозана в рацион животных уменьшает уровень микотоксинов в крови и тканях, а также улучшает общие показатели здоровья и продуктивности. У животных, получавших хитозан, наблюдается снижение клинических признаков токсикоза, улучшение аппетита и увеличение прироста массы тела. Особенно важно, что хитозан не только удаляет микотоксины, но и обладает дополнительными свойствами, такими как антибактериальное и противовоспалительное действие. Эти качества могут служить дополнительной защитой для организма животных от инфекций и воспалительных процессов, что также способствует улучшению их здоровья. Таким образом, применение хитозана может комбинировать противомикотоксическую активность с общим оздоровительным эффектом. Однако стоит учитывать, что эффективность хитозана может зависеть от его молекулярной массы, степени деацетилирования и условий применения. Исследования показывают, что хитозан с низкой молекулярной массой демонстрирует более высокую сорбционную активность по сравнению с его формами с высокой молекулярной массы. Это открывает возможности для дальнейших исследований, направленных на оптимизацию его применения в ветеринарной практике [5-7]. Необходимы дополнительные тщательные исследования для более глубокого понимания механизмов действия хитозана и его взаимодействия с различными типами микотоксинов. Изучение биодоступности,

аспекты метаболизма и его долгосрочное воздействие на здоровье животных останутся в центре внимания будущих исследований. Внедрение результатов этих исследований в ветеринарную практику сможет существенно улучшить результаты профилактики и лечения микотоксикозов, повышая здоровье и продуктивность сельскохозяйственных животных.

### **Эффективность применения хитозана в ветеринарной практике**

В ветеринарной практике хитозан проявляет свои возможности не только в качестве адсорбента микотоксинов, но и как ингредиент, улучшающий общее состояние здоровья животных. Хитозан, получаемый из хитина, имеет уникальные свойства, позволяющие ему улучшать усваиваемость кормов и, как следствие, повышать продуктивность животноводства. Например, использование хитозана в рационе молодняка крупного рогатого скота приводит к увеличению переваримости клетчатки и усваиваемости питательных веществ, что значительно сказывается на росте и развитии телят. Клинические исследования подтверждают, что добавление хитозана в рацион может снизить метановые выбросы до 2,5 раз, что не только помогает в борьбе с глобальным потеплением, но и повышает энергетическую эффективность животных. Это также снижает затраты на корма, что является важным аспектом в животноводстве. Кроме того, хитозан способствует нормализации работы жвачки, повышая ферментативную активность, что, в свою очередь, улучшает усвоение корма и переваривание. Иммунная система — ещё один аспект, где хитозан демонстрирует свои преимущества. Исследования показывают, что хитозан, применяемый как адъювант, увеличивает иммунный ответ на вакцинацию, что может привести к повышению природной устойчивости животных к заболеваниям. Применение хитозана у коров также связано с улучшением репродуктивной функции и повышением сохранности новорож-

дённых телят. Суть проблемы простая: улучшение состояния здоровья животного напрямую служит ему на благо, обеспечивая его способность к воспроизводству и выживанию. Детоксикационные свойства хитозана также играют важную роль. Этот полисахарид способен связывать тяжёлые металлы, такие как кадмий, что может служить основой для повышения безопасности кормов и снижения рисков, связанных с накоплением токсичных веществ в организме животных. Учитывая, что микотоксикозы могут быть спровоцированы не только известными патогенами, но и наличием токсинов в кормах, использование хитозана может стать своевременной и необходимой мерой по борьбе с подобными состояниями. Параллельно с его действием на здоровье и иммунитет, хитозан открывает новые горизонты для разработки вакцин против инфекционных заболеваний животных. Направление исследований, ориентированных на использование хитозана в данном контексте имеет большие перспективы и его использование может способствовать улучшению качества вакцин и, соответственно, повышению их эффективности. Современные исследования показывают, что хитозан способен улучшать не только здоровье животных, но и качество продукции животноводства. Введение хитозана в рационы позволяет снизить количество антибиотиков и других ветеринарных препаратов, что важно в свете глобальных вызовов, связанных с антибиотикорезистентностью. Применение природных адсорбентов, таких как хитозан, возможно, станет основой для более устойчивых и безопасных систем ведения животноводства. Использование хитозана в ветеринарии предоставляет возможность комплексного подхода к проблемам, связанным с микотоксинами, улучшая общее состояние здоровья животных и повышая их продуктивность [8]. Такие преимущества делают хитозан интересным объектом для дальнейшего изучения и разработки рекомендаций по его применению в животноводстве. Учи-

тывая текущие тренды в области сельского хозяйства и ветеринарной медицины, не исключено, что хитозан станет важным компонентом будущих рационов для животных, обеспечивая оптимизацию не только их здоровья, но и экономической эффективности производств.

### **Экономическая обоснованность применения хитозана**

В последние годы хитозан, благодаря своим уникальным свойствам и экономической целесообразности применения, вызывает возрастающий интерес среди учёных и практиков в ветеринарной медицине. В частности, данный полимер, получаемый из хитина, представляет собой многообещающий адсорбент, способный эффективно связывать и удалять микотоксины из организма животных. Это особенно актуально на фоне растущей проблемы микотоксикозов, негативно влияющих на здоровье животных и, как следствие, на продуктивность в животноводстве. Экономическая обоснованность применения хитозана заметно увеличивается, учитывая его происхождение: он может быть получен из отходов ракообразных, что делает его экологически чистым и доступным сырьем для производства. Такой подход позволяет не только снизить затраты на производство, но и способствует утилизации отходов, что является актуальным в условиях повышения уровня загрязнения окружающей среды. По прогнозам, рынок хитозана вырастет с 1 506,46 миллионов долларов в 2022 году до 4 207,65 миллионов долларов к 2030 году, что подтверждает его растущий спрос и экономическую привлекательность. Исследования показывают, что хитозан обладает значительной антибактериальной и противогрибковой активностью, что открывает новые возможности для его применения в лечении заболеваний, вызванных микотоксинами. В ветеринарной практике использование хитозана может не только снизить заболеваемость, но и улучшить показатели роста и продуктивности животных,

что, в свою очередь, позитивно скажется на рентабельности животноводства. Результаты клинических испытаний показывают, что хитозан способствует улучшению состояния здоровья животных и ускорению их восстановления после инфекций, что дополнительно укрепляет аргументы в пользу его применения в качестве биологически активной добавки. Важно учитывать и экономический аспект применения хитозана в ветеринарии, включая его стоимость по сравнению с традиционными препаратами для борьбы с микотоксинами. Исходя из данных о высоком уровне эффективности хитозана, его использование может снижать затраты на медикаменты и лечение животных. Это, в свою очередь, делает его применение экономически целесообразным для фермеров и владельцев животноводческих стад. Нарастание объёмов производства хитозана и его модификаций может также способствовать созданию новых рабочих мест и увеличению доходов в ряде регионов, что подчёркивает его важность не только с точки зрения ветеринарии, но и экономики [8]. Обусловлено это тем, что внедрение инновационных технологий, связанных с использованием хитозана, может повлиять на развитие биоэкономики, в которой обращают внимание на экологически чистые и устойчивые источники сырья. С учётом текущих тенденций в сфере сельского хозяйства и ветеринарии, применение хитозана в профилактике и лечении микотоксикозов у животных предоставляет дополнительные возможности для оптимизации процессов и улучшения финансовых показателей. В условиях высокой конкуренции на рынке животноводства использование таких перспективных материалов как хитозан может стать важной стратегией для повышения конкурентоспособности и устойчивого развития отрасли. Развитие научных исследований в этой области также представляется актуальным: дальнейшие исследования могут позволить выявить дополнительные положительные эффек-

ты хитозана и его производных, а также расширить его применение в ветеринарной практике [9]. Устойчивый рост интереса к хитозану на рынке свидетельствует о его потенциальной роли в создании инновационных и конкурентоспособных решений для сельского хозяйства, что подчёркивает значимость его использования для достижения целей устойчивого развития, сформулированных ООН.

### **Перспективы дальнейших исследований**

Исследования по использованию хитозана в ветеринарной практике продолжают углубляться, что связано как с его биосовместимостью, так и с многофункциональными свойствами, позволяющими разрабатывать новые подходы к профилактике и лечению микотоксикозов животных. В последнее время обращают на себя внимание различные модификации хитозана, направленные на улучшение его адсорбционных свойств и фармакологических характеристик. Например, создание водорастворимых форм хитозана открывает возможности для более широкого применения в ветеринарии. Важным аспектом является влияние хитозана на микробиоту кишечника животных, что может способствовать улучшению обмена веществ и общему состоянию здоровья. По данным современных исследований, хитозан не только уменьшает уровень бактерий, являющихся патогенами, но и способствует росту полезных микроорганизмов, что делает его потенциально важным компонентом диет для сельскохозяйственных животных. Также уместно обратить внимание на экономические аспекты применения хитозана. Его использование в разных биологически активных добавках может привести к уменьшению использования антибиотиков в кормлении животных, что соответствует современным требованиям по снижению антибиотикорезистентности. Так, подсчёты показывают, что применение хитозана в кормах может повысить продуктивность скота и улучшить качество

конечных продуктов. Перспективными направлениями для дальнейших исследований являются разработки новых рецептур, которые увеличивают биодоступность хитозана, а также его сочетания с другими адсорбентами или активными веществами, что может создать синергетические эффекты в борьбе с микотоксинами. Существуют также инициативы по улучшению технологий получения и переработки хитозана, что ведёт к уменьшению его стоимости и повышению доступности для широкого использования в животноводстве. Необходимо обратить внимание на актуальные конференции, такие как «Росхит» которые собирают учёных со всего мира для обсуждения последних достижений в области хитозана и его производных. Ожидается, что результаты таких мероприятий приведут к новым открытиям, которые могут быть оперативно применены на практике [10]. Важной частью будущих исследований также станет изучение длительного воздействия хитозана на здоровье животных в условиях промышленных комплексов, где уровень микотоксинов может быть заметно повышен. Это подчёркивает необходимость комплексного подхода к изучению как самого хитозана, так и его взаимодействия с другими биологически активными веществами и компонентами кормов. Комбинированные исследования в этой области могут создать новые протоколы для профилактики и лечения микотоксикозов у животных. На основании выявленных преимуществ и перспектив, можно утверждать, что хитозан имеет все шансы занять особое место в профилактике микотоксикозов. Однако для достижения максимальной эффективности необходимо продолжить работу по оптимизации его форм и методов применения, а также активизировать междисциплинарные подходы, включая ветеринарию, агрономию и биотехнологии.

### **Выводы**

В заключение данной работы следует подчеркнуть, что проблема микоток-

сикозов у животных является одной из наиболее актуальных в современном сельском хозяйстве. Микотоксикозы, вызванные токсичными метаболитами грибов, представляют собой серьёзную угрозу для здоровья животных, а также для экономической устойчивости аграрного сектора. Статистические данные, указывающие на то, что до 30% кормов могут содержать микотоксины, подчёркивают необходимость разработки эффективных методов их профилактики и лечения. В этом контексте использование хитозана как адсорбента микотоксинов открывает новые горизонты для ветеринарной практики. Хитозан, получаемый из хитина, обладает уникальными свойствами, которые делают его эффективным средством для детоксикации микотоксинов. Его способность связываться с токсичными веществами и выводить их из организма животных позволяет не только снижать уровень микотоксинов в кормах, но и минимизировать их негативное воздействие на здоровье животных. Исследования, проведённые учёными, такими как Иванов и его коллеги, подтверждают эффективность хитозана в борьбе с микотоксикозами, что открывает новые возможности для его применения в ветеринарной практике. Кроме того, экономическая обоснованность использования хитозана не вызывает сомнений. Снижение потерь от заболеваний, вызванных микотоксинами, а также улучшение продуктивности животных благодаря применению хитозана могут

значительно повысить рентабельность сельскохозяйственного производства. Это особенно важно в условиях современного рынка, где конкуренция требует от производителей не только высокого качества продукции, но и оптимизации затрат. Перспективы дальнейших исследований в области применения хитозана для лечения и профилактики микотоксикозов также представляют собой важный аспект. Необходимы дополнительные клинические испытания, которые позволят более точно определить дозировки, режимы применения и возможные побочные эффекты хитозана. Исследования в этой области могут привести к созданию новых формул кормов, обогащённых хитозаном, что позволит ещё более эффективно бороться с микотоксинами. Таким образом, использование хитозана в ветеринарной практике представляет собой многообещающее направление, способствующее улучшению здоровья животных и повышению экономической устойчивости сельского хозяйства. Важно, чтобы дальнейшие исследования продолжали поддерживаться как научным сообществом, так и государственными структурами, что позволит не только углубить наши знания о микотоксикозах, но и разработать эффективные стратегии их профилактики и лечения. В конечном итоге это будет способствовать созданию более безопасной и продуктивной среды для сельскохозяйственных животных, что, в свою очередь, отразится на благосостоянии всего аграрного сектора.

### Библиографический список / References

1. Diaz, D. E., Hagler, W. M., Blackwelder, J. T. et al. Aflatoxin binder efficacy: experimental model for comparing sequestering agents // *Journal of Dairy Science*. – 2004. – Vol. 87, № 5. – P. 1238–1244. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73273-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73273-1).
2. Raju, M. V. L. N., Devegowda, G. Influence of esterified-glucomannan on performance and organ morphology, serum biochemistry and haematology in broilers exposed to individual and combined mycotoxicosis (aflatoxin, ochratoxin and T-2 toxin) // *British Poultry Science*. – 2000. – Vol. 41, № 5. – P. 640–650. <https://doi.org/10.1080/713654986>
3. Yildiz, A. O., Parlat, S. S., Yildirim, I. Effect of dietary chitosan on performance, carcass characteristics and serum lipids in broilers // *Archiv für Tierernaehrung*. – 2004. – Vol. 58, № 6. – P. 465–469. <https://doi.org/10.1080/00039420400020017>.

4. Zhou, Y., Jiang, S., Jiao, H., Wang, J. Synergistic suppression of mycotoxin production by chitosan and essential oils in *Aspergillus* species // *Food Control*. – 2020. – Vol. 118. – P. 107386. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107386>.
5. Khan, A., Khan, M. I., Iqbal, Z. et al. Chitosan as a feed additive for the detoxification of aflatoxin B1 in broiler chickens // *Toxins*. – 2020. – Vol. 12, № 6. – P. 402. <https://doi.org/10.3390/toxins12060402>.
6. Jia, R., Ma, Q., Fan, Y. et al. The toxic effects of combined aflatoxins and zearalenone in naturally contaminated diets on laying performance, egg quality and mycotoxins residues in eggs of layers and the protective effect of *Bacillus subtilis* biodegradation product // *Food and Chemical Toxicology*. – 2016. – Vol. 90. – P. 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.02.010>.
7. Hassan, Z. U., Al-Thani, R. F., Migheli, Q., Jaoua, S. Detection of toxigenic mycobiota and mycotoxins in cereal feed market // *Food Control*. – 2018. – Vol. 84. – P. 389–394. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.08.032>.
8. Zheng, L., Oh, S. T., Jeon, J. Y. et al. The absorption, distribution, metabolism and excretion of aflatoxin B1 in broiler chickens receiving a dietary inclusion of nanosized hydrated sodium calcium aluminosilicate // *Poultry Science*. – 2021. – Vol. 100, № 2. – P. 1070–1078. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.037>.
9. Wang, F., Zuo, Z., Chen, K. et al. Aflatoxin, B1 degradation and detoxification by *Escherichia coli* CG1061 isolated from chicken cecum // *Frontiers in Pharmacology*. – 2018. – Vol. 9. – P. 1548. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.01548>.
10. Magnoli, A. P., Poloni, V. L., Cavaglieri, L. Impact of mycotoxin on immune response and consequences for pig health // *Animal Nutrition*. – 2016. – Vol. 2, № 2. – P. 63–68. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.03.001>.

**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 28.04.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 28.04.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

#### **Информация об авторах:**

**Кастарнова Елена Сергеевна**, кандидат биологических наук, научный сотрудник кафедры терапии и фармакологии

**Оробец Владимир Александрович**, доктор ветеринарных наук, заведующий кафедрой терапии и фармакологии, профессор

**Скрипкин Валентин Сергеевич**, доктор биологических наук, директор Института ветеринарии и биотехнологий

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

**Elena S. Kastarnova**, candidate of biological sciences, researcher at the department of therapy and pharmacology

**Vladimir A. Orobets**, doctor of veterinary sciences, head of the department of therapy and pharmacology, professor

**Valentin S. Skripkin**, doctor of biological sciences, director of the Institute of veterinary medicine and biotechnology

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 184-192.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):184-192.

**САНИТАРИЯ, ГИГИЕНА, ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.184-192  
УДК 619:614.31

**Ветеринарно-санитарная оценка  
омуля при микроспоридиозах,  
вызванных *Henneguya Zschokkei* (Gurly, 1894)**

Устинов Владимир Олегович<sup>1</sup>, Максимова Александра Николаевна<sup>2</sup>,  
Алексеева Нюргина Илларионовна<sup>3</sup>, Платонов Терентий Афанасьевич<sup>4</sup>,  
Слепцов Евгений Семёнович<sup>5</sup>, Ньюкканов Аян Николаевич<sup>6</sup>,  
Стручков Николай Афанасьевич<sup>7</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 6, 7</sup> Арктический государственный агротехнологический университет,  
Россия, г. Якутск  
<sup>5</sup> Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук «Якутский  
научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова»,  
Россия, г. Якутск

<sup>1</sup> [ustinovvladimir30@gmail.com](mailto:ustinovvladimir30@gmail.com)

<https://ORCID 0000-0001-7010-7100>

<sup>2</sup> [Sasha\\_maximova@mail.ru](mailto:Sasha_maximova@mail.ru)

<https://ORCID 0000-0003-4680-148X>

<sup>3</sup> [nyurgina@yandex.ru](mailto:nyurgina@yandex.ru)

<https://ORCID 0000-0001-7337-1302>

<sup>4</sup> [platonof74@mail.ru](mailto:platonof74@mail.ru)

<https://ORCID 0000-0002-2655-4031>

<sup>5</sup> [evgeniycemenovic@mail.ru](mailto:evgeniycemenovic@mail.ru)

<https://ORCID 0000-0002-7478-9011>

<sup>6</sup> [nykkanovan@agatu.ru](mailto:nykkanovan@agatu.ru)

<https://ORCID 0000-0002-1202-7484>

<sup>7</sup> [nich@agaty](mailto:nich@agaty)

<https://ORCID 0000-0003-3652-6023>

**Аннотация.** Инвазионные болезни резко снижают качество рыбной продукции: больные рыбы истощены, в их тканях снижается содержание питательных веществ – жиров, белков, углеводов, витаминов и микроэлементов. Инвазионные болезни протекают на фоне резко выраженных клинических симптомов, это ухудшает товарный вид рыбной продукции. Поражённая рыба вследствие низких товарных и пищевых качеств используется в пищу людям и животным с ограничениями или подвергается специальному обезвреживанию. При этом происходит снижение сортности и качества продукции, выбраковка отдельных партий, запрет на реализацию свежей рыбы. В условиях Якутии одними из наиболее распространённых и ухудшающих качество рыб и рыбопродукции паразитов рыб являются микроспоридиозы. Будучи паразитами самых разнообразных органов и тканей рыб, микроспоридии сильно снижают качество рыбы как пищевого продукта. На сегодняшний день микроспоридиозы широко распространены в Республике и наносят большой экономический ущерб. Так, до 10% всей рыбы, поступающий на Якутский рыбозавод, выбраковывается по причине микроспо-

---

© Устинов, В. О., Максимова, А. Н., Алексеева, Н. И., Платонов, Т. А., Слепцов, Е. С., Ньюкканов, Аян Н., Стручков, Н. А., 2025

---

ридий. В результате ветеринарно-санитарных исследований рыб, поражённых микоспоридиозом, установлено, что при слабой инвазии, внешне рыба выглядит здоровой. Однако бактериологические и физико-химические данные свидетельствуют о том, что рыба с сильной интенсивностью инвазии в ветеринарно-санитарном отношении представляет опасность как пищевой продукт. Кроме того, следует учитывать, что заболевание осложняется возбудителем вторичных инфекций, в частности сальмонелл, при наличии которых такая рыба не подлежит свободной реализации.

**Ключевые слова:** рыба, омуль, микоспоридии, цисты, микробная обсеменённость.

**Для цитирования:** Устинов, В. О., Максимова А. Н., Алексеева, Н. И., Платонов. Т. А., Слепцов, Е. С., Нюкканов Аян Н., Стручков, Н. А. Ветеринарно-санитарная оценка омуля при микоспоридиозах, вызванных *Hennequya Zschokkei* (Gurly, 1894) // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 184-192. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.184-192>.

## SANITATION, HYGIENE, VETERINARY AND SANITARY EXAMINATION

Original article

# Veterinary and sanitary assessment of omul in myxosporidiosis caused by *Hennequya Zschokkei* (Gurly, 1884)

Vladimir O. Ustinov<sup>1</sup>, Aleksandra, N. Maximova<sup>2</sup>, Nyurgina I. Alekseeva<sup>3</sup>, Terenty A. Platonov<sup>4</sup>, Evgeny S. Sleptsov<sup>5</sup>, Ayan N. Nykkanov<sup>6</sup>, Nikolay A. Struchkov<sup>7</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 6, 7</sup> Arctic State Agrotechnological University, Russia, Yakutsk

<sup>5</sup> Russia Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences “Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov”, Russia, Yakutsk

<sup>1</sup> [ustinovvladimir30@gmail.com](mailto:ustinovvladimir30@gmail.com)

<https://ORCID 0000-0001-7010-7100>

<sup>2</sup> [Sasha\\_maximova@mail.ru](mailto:Sasha_maximova@mail.ru)

<https://ORCID 0000-0003-4680-148X>

<sup>3</sup> [nyurgina@yandex.ru](mailto:nyurgina@yandex.ru)

<https://ORCID 0000-0001-7337-1302>

<sup>4</sup> [platonof74@mail.ru](mailto:platonof74@mail.ru)

<https://ORCID 0000-0002-2655-4031>

<sup>5</sup> [evgeniyemenovic@mail.ru](mailto:evgeniyemenovic@mail.ru)

<https://ORCID 0000-0002-7478-9011>

<sup>6</sup> [nykkanovan@agatu.ru](mailto:nykkanovan@agatu.ru)

<https://ORCID 0000-0002-1202-7484>

<sup>7</sup> [nich@agaty](mailto:nich@agaty)

<https://ORCID 0000-0003-3652-6023>

**Abstract.** Invasive diseases dramatically reduce the quality of fish products: sick fish are depleted, the content of nutrients in their tissues is reduced – fats, proteins and carbohydrates, vitamins and trace elements. Invasive diseases occur against a background of pronounced clinical symptoms, which worsens the marketability of fish products. The affected fish, due to its low commercial and nutritional qualities, is used as food for people and animals with restrictions or is subjected to special neutralization. At the same time, there is a decrease in the grade and quality of products, the culling of individual batches, and a ban on the sale of

fresh fish. In Yakutia, myxosporidiosis is one of the most common fish parasites that worsen the quality of fish and fish products. Being parasites of a wide variety of organs and tissues of fish, myxosporidia greatly reduce the quality of fish as a food product. To date, myxosporidiosis is widespread in the Republic and causes great economic damage. Thus, up to 10% of all fish entering the Yakutsk fish factory are discarded due to myxosporidia. As a result of veterinary and sanitary studies of fish affected by myxosporidiosis, it was found that with a weak invasion, the fish looks healthy externally. However, bacteriological and physico-chemical data indicate that fish with a high intensity of invasion is dangerous as a food product in veterinary and sanitary terms. In addition, it should be borne in mind that the disease is accompanied by the presence of the causative agent of secondary infections, in particular salmonella, in the presence of which such fish is not subject to free sale.

**Keywords:** fish, omul, myxosporidia, cysts, microbial contamination.

**For citation:** Ustinov, V. O., Maximova, A., N., Alekseev, N. I., Platonov, T. A., Sleptsov, E. S., Nykkanov, Ayan N., Struchkov, N. A. Veterinary and sanitary assessment of omul in myxosporidiosis caused by *Hennequya Zschokkei* (Gurly, 1884) // *Hippology and Veterinary Medicine*. 2025;3(57):184-192. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.184-192>.

### **Введение**

Инвазионные болезни резко снижают качество рыбной продукции: больные рыбы истощены, в их тканях снижается содержание питательных веществ – жиров, белков, углеводов, витаминов и микроэлементов. Инвазионные болезни протекают на фоне резко выраженных клинических симптомов, это ухудшает товарный вид рыбной продукции. Поражённая рыба вследствие низких товарных и пищевых качеств используется в пищу людям и животным с ограничениями или подвергается специальному обезвреживанию [1]. При этом происходит снижение сортности и качества продукции, выбраковка отдельных партий, запрет на реализацию свежей рыбы.

Первые сведения о миксоспоридиях в Якутии опубликованы в статьях Петрушевского, Г. К. и Бауера, О. Н. [4] и в ряде последующих работ этих авторов. О фауне слизистых споровиков в водоёмах Якутии имеются сведения в работах А. В. Калашниковой [3]. Авторами были проведены исследования в бассейнах двух крупных рек Якутии – р. Лены и р. Колымы, где обнаружены 33 вида слизистых споровиков (24 вида в бассейне р. Лены и 17 в бассейне р. Колымы) [3].

В условиях Якутии одними из наиболее распространённых и ухудшающих ка-

чество рыб и рыбопродукции паразитов рыб являются миксоспориозы. Будучи паразитами самых разнообразных органов и тканей рыб, миксоспоридии сильно снижают качество рыбы как пищевого продукта. На сегодняшний день миксоспориозы широко распространены в Республике и наносят большой экономический ущерб. Так, до 10% всей рыбы, поступающий на Якутский рыбозавод, выбраковывается по причине миксоспоридий [3].

### **Материалы и методы исследований**

Работа проведена в 2023-2024 гг. в кафедре паразитологии и эпизоотологии животных ФВМ, материалы для исследования отобраны с рынков города Якутска. Всего методами ветеринарно-санитарной экспертизы исследовано 12 экз. омуля из них 6 экз. заражённых миксоспориозом и 6 – не заражённых. При исследовании омулей использовали общепринятые методы ветеринарно-санитарной экспертизы рыб: определение сероводорода с подогреванием пробы, определение содержания аминокремнистого азота, метод определения продуктов первичного распада белка в бульоне, реакция на пероксидазу (бензидиновая проба) и редуктазная проба.

Также проведены паразитологиче-

ские исследования сиговых видов рыб методом полного паразитологического исследования на предмет поражённости микоспоридиями. Вскрыто 62 экз. сиговых рыб 4 видов: омуль, чир, муксун и ряпушка.

### Результаты исследований

По результатам вскрытия у сиговых рыб нами обнаружены два вида микоспоридий: *Henneguya zschokkei*, локализующийся в виде капсул в мускулатуре рыб, и *Chloromyxum coregoni*, паразитирующий в желчном пузыре. Всего микоспоридиями *Henneguya zschokkei* заражено 20,9% рыб, *Chloromyxum coregoni* – 45,1% (таблица 1).

Бугорковая, или язвенная болезнь вызывается микоспоридиями *Henneguya zschokkei*, паразитирующими в мускулатуре сигов. Локализуясь в мышцах в виде крупных цист, споровики сдавливают мышечные пучки, подвергая их дистрофии, очаговому некрозу. После разрыва цист в этом месте образуется язва, что порою ведёт к гибели рыб.

Микоспоридии *Henneguya zschokkei* обнаружены у омуля –ЭИ 33,3%, ряпушки –28,0%, муксуна –16,6%

Вегетативные формы микоспоридии *Henneguyazschokkei* – крупные овальные цисты, размером 2-3 см. Споры овальные, с закруглённым передним концом и суживающимся задним, переходящим в хвостовые отростки. Размер спор без отростков 10-14x7-11 мкм.

Хлоромикоз, или желтуха сигов вызывается споровиками *Chloromyxum coregoni* и характеризуется изменениями желчного пузыря. Патогенное воздействие

паразита проявляется в нарушении нормальной деятельности желчного пузыря, печени и кишечника. В желчных пузырях, исследованных нами рыб, обнаружены споры *Chloromyxum coregoni*.

Микоспории *Chloromyxum coregoni* обнаружены у омуля – ЭИ 53,3%, чира – 50,0%, ряпушки – 36,0%, муксуна – 58,3%.

### Органолептические показатели.

Нами проведены исследования рыбы по органолептическим показателям, а также осмотр внешнего вида и упитанности рыбы, состояния слизи, чешуи и наружного покрова, цвета жабр, состояния жабр, состояния глаз, изучение запаха с поверхности тушки и из глубины мускулатуры, консистенции, цвета бульона (таблица 2).

### Физико-химические показатели.

При исследовании физико-химических показателей рыбы при микоспориidioзе установили качество по трём показателям свежести мяса рыбы, заражённой микоспориidioзом, и здоровой.

Физико-химические исследования проводили с определением аммиака и сероводорода, реакции на пероксидазу, реакции с сернокислой медью в бульоне (таблица 3).

В таблице 2 можно видеть органолептические показатели мяса здоровых рыб и рыб заражённых, с различной интенсивностью заражения. Имеются существенные различия, в частности, касающиеся чешуйчатого покрова, слизи, запаха и консистенции.

В таблице 3 можно видеть, что органолептические показатели мяса здоровых и инвазированных цистами микоспоридий рыб существенно разли-

Таблица 1 – Заражённость сиговых рыб микоспориidioзами

Вид рыбы	Исследовано	<i>Henneguya zschokkei</i>		<i>Chloromyxum coregoni</i>	
		Заражено	ЭИ, %	Заражено	ЭИ, %
Омуль	15	5	33,3	8	53,3
Чир	10	-	-	5	50,0
Муксун	12	2	16,6	7	58,3
Ряпушка	25	7	28,0	9	36,0
Всего	62	13	20,9	28	45,1

Таблица 2 – Показатели органолептического исследования рыбы при микроспориidioзе n=6

Предмет исследования	Здоровая рыба	Заражённая, ИИ 3-5 цист	Заражённая, ИИ 15-26 цист
Чешуя (кожа)	Гладкая, блестящая, чистая, кожа с трудом выдёргивается	Потускневшая кожа, легко выдёргивается	Тусклая, кожа произвольно выпадает, видны чёрные точки
Рот	Сомкнут	Приоткрыт	Приоткрыт
Запах	Свежий, специфический	Свежий, специфический	Явно кислый
Анальное отверстие	Запавшее, бледно-розовые	Несколько набухшее, розовато-красное	Выпячено наружу, грязно-красноватое
Мышцы	Окоченение мышц выражено хорошо, мясо с трудом отделяется от костей, упругой консистенции	Окоченение мышц незначительное, мясо с трудом отделяется от костей	Окоченение мышц отсутствует, мясо в местах поражения цистами дряблое, легко отделяется от костей
Брюшная полость	Сухая, без жидкости, без запаха, брюшко не вздуто	Влажная, с небольшим количеством жидкости, со специфическим запахом	Влажная, с заметным количеством жидкости, отчётливым запахом сырости и лёгкой затхлости, брюшко и кишечник вздуты
Внутренние органы	Внутренние органы хорошо различимы, без изменений	Внутренние органы хорошо различимы, без изменений	Внутренние органы плохо различимы, плывут, серо-грязного цвета, издают затхлый запах
Бульон при варке	Прозрачный, на поверхности большие блестки жира, запах специфический, приятный, ближе к запаху бульона рыб	Мутноватый, на поверхности немного мелких блесков жира, запах мяса и бульона специфический	Сильно мутный, с хлопьями мышечной ткани, на поверхности жир отсутствует, запах мяса и бульона затхлый

чаются и зависят от интенсивности инвазии. У рыб с большой интенсивностью инвазии наблюдается отсутствие окоченения мышц, консистенция мышц в местах поражения цистами дряблая, легко отделяется от костей. Запах самой рыбы, мяса, внутренних органов и бульона затхлый. Бульон мутный, с хлопьями мышечной ткани.

Как видно из таблицы 3, физико-химические показатели мяса здоровых и заражённых микроспориidioзами рыб резко отличаются. Показатели аминокислотного азота у инвазированных рыб дохо-

дят до 0,8 мг/10 мл вытяжки. Редуктазная проба у заражённых рыб вдвое меньше, чем у здоровых, и составляет в среднем 70 мин. В реакции с сернистой медью в пробах от заражённых рыб образуются осадки хлопьев.

*Бактериологические исследования.*

На предметных стёклах делают два мазка-отпечатка: один – из поверхностных слоёв мышц, расположенных под кожей, другой – из мышечной ткани глубоких слоёв мышц, находящихся около позвоночника. Приготовленные препараты красят по Граму. Под микро-

Таблица 3 – Физико-химические исследования мяса рыбы при микроспориidioзе, n=6

Показатели	Здоровая рыба	Заражённая, ИИ 3-5 цист	Заражённая, ИИ 15-26 цист
Аминоаммиачный азот (мг/10 мл вытяжки)	0,69±0,1	0,7±0,2	0,81±0,2
Редуктазная проба	120 мин	90 мин	40 мин
Реакция с сернокислой медью	прозрачный	незначительные хлопья	осадок хлопьев
Реакция на пероксидазу	положительная	отрицательная	отрицательная
Определение сероводорода с подогреванием пробы	не окрашено	буро-оранжевого цвета	тёмно-коричневого цвета
Определение аммиака по Эберу	отрицательная	слабоположительная	положительная

скопом подсчитывают среднее число микроорганизмов в одном поле зрения (таблица 4).

При бактериоскопии мазков из поверхностных слоёв мышц здоровой рыбы обнаружены единичные кокки и палочки в количестве нескольких полей зрения, а при бактериоскопии в пробах глубоких слоёв мышечной ткани рыб, больных микроспориidioзом, которые мы отнесли к показателю сомнительной свежести, обнаружили до 20 микро- 135 организмов в одном поле зрения. При наличии в пробах из поверхностных слоёв мышц до 30 микроорганизмов, такую рыбу относят к несвежей.

*Микробиологические исследования.*

Для определения санитарно-микробиологических показателей использовали пробы из спинной мускулатуры здоровых и инвазированных с различной интенсивностью инвазии рыб, при этом КМАФАНМ определяли путём высевания

на мясопептонный агар в 2 параллельные чашки, БГКП определяли путём посева на среду Кесслер и последующим пересевом положительных проб на плотную дифференциальную среду Эндо; *S. Aureus* определяли путём посева на солевой рыбопептонный бульон и последующего пересева на селективную среду – желточно-солевой агар; бактерии рода *Salmonella* определяли при посеве на среду обогащения (селенитовый бульон) с последующим пересевом в чашки Петри на плотную дифференциально-диагностическую среду – висмут-сульфит агар.

Изучение микробиологических показателей показало, что из мяса рыбы с ИИ более 20 цист выделена культура кишечной палочки в одной пробе, а также отмечено превышение КМА-ФАНМ в одной пробе, что превышает допустимую норму по СанПиН 2.3.2.1078-01. Выделение условно-патогенных микроорганизмов из опытных проб рыб, поражённых мик-

Таблица 4 – Бактериологические исследования рыб, инвазированных микроспориidiaми, n=4

Показатели	Здоровая рыба	Заражённая рыба
Количество микробов	Не содержит или содержит единичные кокки и палочки в поверхностных слоях	10-30 диплококков на поверхности, 10-20 микроорганизмов в глубине
Характер окраски	Плохой	Удовлетворительный
Выраженность мазка	Не заметно остатков тканей	Заметны распавшиеся ткани

Таблица 5 – Микробиологические показатели мяса рыбы, n=6

Микробиологический показатель	Норма для свежей рыбы по СанПиН 2.3.2.1078-01 п. 1.3.1.1.	Здоровая рыба, n=2	Заражённая рыба, ИИ 3-5 цист, n=2	Заражённая рыба, ИИ 15-26 цист, n=2
КМАФАнМ	КОЕ/г не более $5 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	$2,9 \times 10^4$	Выделены $6,8 \times 10^4$ (в одной пробе)
БГКП (колиформы)	в 0,01 г не допуск	-	-	<i>E. coli</i> (в одной пробе)
<i>S. aureus</i>	в 0,01 г не допуск	--	-	-
<i>Salmonella</i>	в 25 г не допуск	-	-	-

соспоридиозом с ИИ более 20 цист, по видимому, можно объяснить их проникновением в места выхода содержимого цист из мускулатуры во внешнюю среду.

При изучении микробной обсеменённости мяса больных рыб исследовали по следующим показателям: КМАФАнМ, наличие сальмонелл, кишечной палочки, протей, стафилококков. В этом случае руководствовались ГОСТ 26670-91 «Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов» и «Инструкцией по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных» [2]. Результаты исследований больной рыбы на наличие в органах и тканях сопутствующей микрофлоры отражены в таблице 5.

Общая микробная обсеменённость рыбы составила  $1 \times 10^4 \pm 50$  КОЕ/г. В мясе рыб, заражённых с большой интенсивностью инвазии, в одной пробе выделены микроорганизмы кишечной палочки, также микробиологический показатель по КМАФАнМ выше допустимых норм

для свежей рыбы по СанПиН 2.3.2.1078-01 п. 1.3.1.1. и составляет  $6,8 \times 10^4$  КОЕ/г. Сальмонеллы и золотистый стафилококк в исследуемых пробах не обнаружены.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что рыба сильной ИИ в ветеринарно-санитарном отношении представляет опасность как пищевой продукт. Кроме того, следует учитывать, что заболевание может сопровождаться наличием возбудителей вторичных инфекций, в частности сальмонелл, такая рыба не подлежит свободной реализации.

*Химический состав рыб, инвазированных миксоспоридиями.*

Химический состав определяли в лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции и биохимических анализов ФГБНУ «ЯНИИСХ» на инфракрасном анализаторе SpectraStar модели 2200 фирмы UnityScientific.

Как видно из данных таблицы 6, количество влаги у рыб со средней и высокой ИИ увеличено на 1,36 и 1,8%, содержание белка снижено на 0,67 и 2,42% соответ-

Таблица 6 – Общий химический состав мяса рыб, заражённых миксоспоридиями

Показатель	Неинвазированные (контроль) n=2	Заражённая, ИИ 3-5 цист, n=2	Заражённая, ИИ 15-26 цист, n=2
Влага	$76,24 \pm 0,47$	$77,6 \pm 0,52$	$79,3 \pm 0,39$
Белок	$20,5 \pm 0,07$	$19,83 \pm 0,25$	$18,08 \pm 0,19$
Жир	$2,2 \pm 0,17$	$1,7 \pm 0,17$	$1,65 \pm 0,29$
Зола	$1,048 \pm 0,069$	$0,966 \pm 0,062$	$0,871 \pm 0,049$
Фосфор	$9,43 \pm 0,15$	$8,77 \pm 0,42$	$8,57 \pm 0,57$
Кальций	$1,28 \pm 0,57$	$0,78 \pm 0,12$	$0,38 \pm 0,09$

ственно. Количество жира и минеральных веществ уменьшено во всех опытных группах относительно рыбы, не инвазированной микоспоридиями.

### Выводы

Таким образом, из результатов исследований заражённости рыбы микоспоридиозом можно сделать следующие выводы:

– у промысловых сиговых рыб обнаружены два вида микоспоридий. Микоспоридии *Henneguya zschokkei* обнаружены у омуля – ЭИ 33,3 %, муксуна – 16,6%, ряпушки – 28,0 %. Микоспоридии *Chloromyxum coregoni* обнаружены у омуля – ЭИ 53,3%, чира – 50,0%, ряпушки – 36,0%, муксуна – 58,3%;

– органолептические показатели мяса здоровых и инвазированных цистами микоспоридий рыб существенно различаются и зависят от интенсивности инвазии. У рыб с большой интенсивностью инвазии наблюдается отсутствие окоченения мышц, консистенция мышц в местах поражения цистами дряблая, легко отделяется от костей. Запах самой рыбы, мяса, внутренних органов и бульона затхлый. Бульон мутный, с хлопьями мышечной ткани;

– физико-химические показатели мяса здоровых и заражённых микоспоридиозами рыб резко отличаются. Показатели аминокислотного азота у инвазированных доходят до 0,8 мг/10 мл вытяжки. Редуктазная проба у заражённых рыб вдвое меньше, чем у здоровых, и составляет в среднем 70 мин. В реакции с

сернистой медью в пробах от заражённых рыб образуются осадки хлопьев;

– при бактериоскопии мазков из поверхностных слоёв мышц здоровой рыбы обнаружены единичные кокки и палочки в количестве нескольких полей зрения, а при бактериоскопии в пробах глубоких слоёв мышечной ткани больных микоспоридиозом рыб, которых мы отнесли к показателю сомнительной свежести, обнаружили до 20 микроорганизмов в одном поле зрения. А при обнаружении в пробах из поверхностных слоёв мышц до 30 микроорганизмов, такую рыбу относят к несвежим;

– общая микробная обсеменённость рыбы составила  $1 \times 10^4 \pm 50$  КОЕ/г. В мясе рыб, заражённых с большой интенсивностью инвазии, в одной пробе выделены микроорганизмы кишечной палочки, также микробиологический показатель по КМАФАнМ выше допустимых норм для свежей рыбы по СанПиН 2.3.2.1078-01 п. 1.3.1.1. и составил  $6,8 \times 10^4$  КОЕ/г. Сальмонеллы и золотистый стафилококк в исследуемых пробах не обнаружены. Рыба сильной ИИ в ветеринарно-санитарном отношении представляет опасность как пищевой продукт, так как в ней могут присутствовать возбудители сальмонелл;

– химический состав мяса зависит от интенсивности инвазии, так, количество влаги у рыб со средней и высокой ИИ увеличено на 1,36 и 1,8%, содержание белка снижено на 0,67 и 2,42% соответственно. Количество жира и минеральных веществ уменьшено во всех опытных группах относительно рыбы, не инвазированной микоспоридиями.

### Библиографический список

1. Васильков, Г. В. Паразитарные болезни и санитарная оценка рыбной продукции. – М.: Изд-во ВЦИРО, 1999. – 191 с.
2. ГОСТ 26670-91 «Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов и инструкций по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных».
3. Калашникова, А. В. Распространенность микоспоридиозов в Республике Саха и ветеринарно-санитарная оценка рыб при этих заболеваниях: автореферат дис. ... кандидата ветеринарных наук: 16.00.08 / Калашникова, Алена Васильевна / Моск. гос. академия вет. медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина. – Москва, 1998. – 16 с.

4. Петрушевский, Г. К. Паразитарные заболевания рыб Сибири и их рыбохозяйственное и медицинское значение // Г. К. Петрушевский, О. Н. Бауер // Известия науч.-исслед. ин-та озерного и речного рыбного хозяйства. – Л., 1948. – Т. XXVII. – С. 195-216.
5. СанПин 2.3.2.10780. п.1.3.1.1.

## References

1. Vasil'kov, G. V. Parazitarny`e bolezni i sanitarnaya ocenka ry`bnoj produkcii. – M.: Izd-vo VCIRO, 1999. – 191 s.
2. GOST 26670-91 «Produkty` pishhevy`e. Metody` kul'tivirovaniya mikroorganizmov i instrukcij po sanitarno-mikrobiologicheskomu kontrolyu proizvodstva pishhevoj produkcii iz ry`by` i morskix bespozvonochny`x».
3. Kalashnikova, A. V. Rasprostranennost' miksosporidiozov v Respublike Saha i veterinarno-sanitarnaya ocenka ryb pri etih zabolevaniyah: avtoreferat dis. ... kandidata veterinarnykh nauk: 16.00.08 / Kalashnikova, Alena Vasil'evna / Mosk. gos. akademiya vet. mediciny i biotekhnologii im. K. I. Skryabina. – Moskva, 1998. – 16 s.
4. Petrushevskij, G. K. Parazitarny`e zabolevaniya ry`b Sibiri i ix ry`boxozyajstvennoe i medicinskoje znachenie // G. K. Petrushevskij, O. N. Bauer // Izvestiya nauch.-issled. in-ta ozerogo i rechnogo ry`bnogo hozuyajstva. – L., 1948. – Т. XXVII. – S. 195-216.
5. СанПин 2.3.2.10780. п.1.3.1.1.

**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 19.05.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025;  
принята к публикации 01.09.2025.  
The article was submitted 19.05.2025; approved after reviewing 28.08.2025;  
accepted for publication 01.09.2025.

## Информация об авторах:

**Устинов Владимир Олегович**, старший преподаватель  
**Максимова Александра Николаевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент  
**Алексеева Нюргина Илларионовна**, старший преподаватель  
**Платонов Терентий Афанасьевич**, кандидат биологических наук, доцент  
**Слепцов Евгений Семёнович**, доктор ветеринарных наук, профессор  
**Нюкканов Аян Николаевич**, доктор биологических наук  
**Стручков Николай Афанасьевич**, кандидат ветеринарных наук, заведующий кафедрой незаразных болезней животных

## Information about the authors:

**Vladimir O. Ustinov**, senior lecturer  
**Aleksandra N. Maximova**, candidate of veterinary sciences, associate professor  
**Nyurgina I. Alekseeva**, senior lecturer  
**Terenty A. Platonov**, candidate of biological sciences, associate professor  
**Evgeny S. Sleptsov**, doctor of veterinary sciences, professor  
**Ayan N. Nykkanov**, doctor of biological sciences, professor  
**Nikolay A. Struchkov**, candidate of veterinary sciences, head of the department of non-communicable animal diseases

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 193-201.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):193-201.

**ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ПРОДУКЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Научная статья

DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.193-201

УДК 636.3.033:62.12:614.27

**Мониторинг применение комплексов  
эрготропиков ягнятам после их отъёма  
от овец-матерей**

**Вирзум Людмила Викторовна<sup>1</sup>, Клетикова Людмила Владимировна<sup>2</sup>,  
Шашурина Юлия Николаевна<sup>3</sup>, Терентьев Сергей Сергеевич<sup>4</sup>,  
Горбунов Павел Александрович<sup>5</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет,  
Россия, г. Иваново

<sup>1</sup> virzum@list.ru

<sup>2</sup> doktor\_xxi@mail.ru

<sup>3</sup> y.shashurina@mail.ru

<sup>4</sup> sergei.terentev.14@mail.ru

<sup>5</sup> pa-gorbunov@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8420-1162>

<https://orcid.org/0000-0002-6277-3063>

<https://orcid.org/0009-0000-4363-9945>

<https://orcid.org/0000-0001-9392-3848>

<https://orcid.org/0000-0003-3495-3136>

**Аннотация.** Выращивание овец на мясо является перспективным направлением животноводства, т. к. баранина и ягнятина отличаются рядом уникальных вкусовых и диетических качеств. Цель исследования: установить в динамике безопасность и эффективность применения комплексов препаратов-эрготропиков для ягнят после их отъёма от овец-матерей. Для этого сформировали три группы по 6 особей в каждой – контрольную и две опытные. Контрольная группа ягнят получала стандартный рацион, первая опытная дополнительно юберин в дозе 2 мл в течение 4-х дней и тетравит в дозе 1 мл один раз в три недели, вторая опытная группа получала также юберин и элеовит в дозе 1 мл один раз в три недели. Препараты вводили с интервалом 2 недели от последней даты введения юберина. За период выращивания проведено три цикла. Лабораторное исследование сыворотки крови выполняли на автоматическом биохимическом анализаторе Super Z. В стартовый период исследования достоверной разницы при изучении биохимических показателей крови между группами не установили. Первый цикл применения эрготропиков в первой опытной группе стимулировал белковый обмен. На финальном этапе исследований более выраженные изменения отмечены во второй опытной группе: увеличилась концентрация общего белка, глобулинов, креатинина, мочевины и глюкозы, снизилось соотношение между холестерином и триглицеридами. Полученные данные указывают на улучшение метаболических процессов в опытных группах, что отразилось на скорости их роста. Живая масса ягнят относительно стартового показателя в первой опытной группе увеличилась на 29,41%, во второй – на 31,97%, в контрольной группе лишь на 23,40%. Следовательно-

---

© Вирзум, Л. В., Клетикова, Л. В., Шашурина, Ю. Н., Терентьев, С. С., Горбунов, П. А., 2025

---

но, применение препаратов-эрготропиков должно базироваться на знании свойств применяемых средств, а также опираться на особенности постнатального развития молодняка животных.

**Ключевые слова:** ягнята, препараты-эрготропики, циклы применения, биохимия крови, живая масса.

**Для цитирования:** Вирзум, Л. В., Клетикова, Л. В., Шашурина, Ю. Н., Терентьев, С. С., Горбунов, П. А. Мониторинг применение комплексов эрготропиков ягнятам после их отъёма от овец-матерей // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 193-201. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.193-201>.

## ANIMAL HUSBANDRY, FEEDING, ANIMAL PRODUCTS

Original article

# Monitoring the use of ergotropic complexes to lambs after weaning from mother ewes

Lyudmila V. Virzum<sup>1</sup>, Lyudmila Vl. Kletikova<sup>2</sup>, Yulia N. Shashurina<sup>3</sup>,  
Sergey S. Terentyev<sup>4</sup>, Pavel Al. Gorbunov<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Upper Volga State Agrarian University, Russia, Ivanovo

<sup>1</sup> virzum@list.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8420-1162>

<sup>2</sup> doktor\_xxi@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6277-3063>

<sup>3</sup> y.shashurina@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0000-4363-9945>

<sup>4</sup> sergei.terentev.14@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9392-3848>

<sup>5</sup> pa-gorbunov@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3495-3136>

**Abstract.** Growing sheep for meat is a promising area of animal husbandry, since mutton and lamb differ in a number of unique taste and dietary qualities. The aim of the study was to establish the safety and efficacy of using ergotropic drug complexes in dynamics to lambs after weaning them from their mother ewes. For this purpose, three groups of 6 individuals each were formed – a control group and two experimental ones. The control group of lambs received a standard diet, the first experimental group additionally received uberin at a dose of 2 ml for 4 days and tetravit at a dose of 1 ml once every three weeks, the second experimental group also received uberin and eleovit at a dose of 1 ml once every three weeks. The drugs were administered at intervals of 2 weeks from the last date of uberin administration. Three cycles were carried out during the growing period. Laboratory testing of blood serum was performed on a Super Z automatic biochemical analyzer. In the starting period of the study, no reliable difference was found in the study of biochemical blood parameters between the groups. The first cycle of ergotropic use in the first experimental group stimulated protein metabolism. At the final stage of the research, more pronounced changes were noted in the second experimental group: the concentration of total protein, globulins, creatinine, urea and glucose increased, the ratio between cholesterol and triglycerides decreased. The obtained data indicate an improvement in metabolic processes in the experimental groups, which affected their growth rate. The live weight of lambs in the first experimental group increased relative to the starting indicator by 29.41%, in the second – by

31.97%, in the control group only by 23.40%. Therefore, the use of ergotropic drugs should be based on knowledge of the properties of the products used, and also rely on the features of postnatal development and growth of young animals.

**Keywords:** lambs, ergotropic drugs, application cycles, blood biochemistry, live weight.

**For citation:** Virzum, L. V., Kletikova, L. V., Shashurina, Yu. N., Terentyev, S. S., Gorbunov, P. A. Monitoring the use of ergotropic complexes to lambs after weaning from mother ewes // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):193-201. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.193-201>.

## **Введение**

Овцеводство по-прежнему является одной из перспективных отраслей агропромышленного сектора. Её продукция востребована в пищевой, медицинской, косметологической, технической, земледельческой и других сферах. Несмотря на широкое использование сырья, наиболее ценными остаются молоко и, особенно, мясо. Баранина и ягнятина ценятся своими вкусовыми и питательными свойствами. Отличительной особенностью мяса является большое содержание витаминов группы В, фтора, заменимых и незаменимых аминокислот, эссенциальных жирных кислот и низкое содержание холестерина [8, 11, 3, 12].

Актуальным для производителей и потребителей является производство экологичной продукции высокого санитарного качества, обеспечивающее её конкурентоспособность. Достичь этого можно с помощью кормовых добавок, способных обогатить рацион питания животных [6]. Учёными доказано, что применение добавок с различными биологическими свойствами направленно регулирует физиологические процессы в организме животных. В практике кормления с целью создания в рубце оптимальной среды для жизнедеятельности микроорганизмов и переваривания различных кормовых субстратов рациона, улучшения обмена веществ, повышения резистентности применяют эрготропики, грибные культуры, модификаторы, антиоксиданты, ферменты и другие кормовые добавки с различными биологическими свойствами [1, 2, 4, 9]. Оценить эффективность действия применяемых веществ

можно, используя биохимический анализ крови животных.

Исходя из этого, **целью настоящего исследования** стало определение в динамике безопасности и эффективности применения комбинаций препаратов-эрготропиков для ягнят после их отъёма от овец-матерей

## **Материал и методы исследования.**

Научный эксперимент проведён в 2025 г. на базе специализирующегося на выращивании овец крестьянского фермерского хозяйства, расположенного в Южском районе Ивановской области; лабораторные исследования выполнены в ФГБОУ ВО «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет». Объектом исследования послужили помесные ягнята, предметом исследования – сыворотка крови.

После отъёма двухмесячных ягнят от овец-матерей рандомно сформировали три группы ягнят по 6 особей в каждой. Ягнята содержались в типовой постройке согласно ветеринарным правилам содержания овец и коз в целях их воспроизводства, выращивания и реализации [7].

Контрольная группа ягнят получала стандартный рацион, принятый в КФХ. Ягнята первой и второй опытных групп дополнительно в инъекционной форме получали препараты-эрготропики. Базовым препаратом был юберин, который вводили ягнятам обеих опытных групп согласно наставлению по применению в дозе 2 мл в течение 4-х дней, инъекции повторяли спустя две недели после последнего дня введения препарата. Первой опытной группе дополнительно внутри-

мышечно вводили препарат жирорастворимых витаминов тетравит в дозе 1 мл один раз в три недели. Ягнтям второй опытной группы вводили комплекс элеовит в дозе 1 мл один раз в три недели. За период выращивания ягнят провели три цикла введения препаратов-эрготропиков.

Лабораторное исследование сыворотки крови выполнено с привлечением автоматического биохимического анализатора Super Z (Производитель – Rayto Life and Analytical Sciences Co) с последующей статистической обработкой данных в системе Microsoft Excel.

### Результаты исследования

На современном этапе развития науки перед применением тех или иных веществ, обладающих биологическими свойствами целесообразно провести исследование биохимических показателей крови у животных. Прежде всего, провели оценку обмена белков, поскольку именно они составляют основу структурных элементов клеток и тканей, выполняя разнообразные функции – участвуют в обмене веществ, сократимости, росте, размножении, транспортировке необходимых соединений и химических элементов, синтезе антител.

Диапазон колебаний общего белка вначале исследования в контрольной и опытных группах не превышал 1-4%, а также соответствовал референсным данным (60-79 г/л). Белковый коэффициент также не выходил за пределы нормы и составил 0,63-0,67. Другим показателем, позволяющим оценить азотистый обмен, является мочевины, у ягнят её содержание в норме варьирует от 2,30 до 9,50 ммоль/л, и, согласно исследованиям, «имеет волнообразный, нестабильный, характер и зависит от уровня питания ягнят» [5]. Креатинин также имеет практическое значение при оценке катаболических процессов в организме и заболевании скелетных мышц; его концентрация в норме составляет 55-162 мкмоль/л. Анализируя стартовые показатели, уста-

новили, что содержание мочевины и креатинина у ягнят находилось в пределах референсной величины.

О напряжённости энергетических процессов можно судить по уровню липидов и углеводов в периферической крови [10]. Метаболизм липидов оказывает влияние на неспецифическую резистентность и качество получаемого мяса, поэтому содержание триглицеридов и холестерина имеет практическое значение. Из полученных данных следует, что у ягнят после отъёма от матерей содержание холестерина не превышало 1,09-1,20 ммоль/л, триглицеридов – 0,11-0,18 ммоль/л. Содержание глюкозы, как основного источника энергии, составило 4,25-4,63 ммоль/л (таблица).

Получение продукции животноводства невозможно без применения препаратов-эрготропиков, поскольку именно они позволяют нивелировать стрессы и иммунодефициты у животных, неизбежно возникающие при интенсивных технологиях. Выбор препаратов, методика и применяемая доза должны строго соответствовать виду и возрасту животных, не оказывать отрицательного влияния на состояние животных и не нарушать гомеостатические константы.

Первый цикл применения препаратов-эрготропиков в первой опытной группе стимулировал повышение общего белка и глобулинов, увеличив их содержание на 4,44% и 8,86% ( $p \leq 0,05$ ). Однако второй и третий циклы применения не оказали выраженного влияния на эти показатели. Во второй опытной группе содержание общего белка после применения второго цикла имело тенденцию к повышению, достигнув 69,70 г/л за счёт повышения глобулинов на 6,77% относительно первоначального показателя. Применение третьего цикла не имело выраженного влияния на белковый обмен и соответствовало результату контрольной группы (таблица).

Концентрация мочевины у ягнят после первого цикла применения эрготропиков снизилась в опытных группах до

3,70-3,80 ммоль/л. Аналогичное снижение, но менее выраженное, отмечено и в контрольной группе. При последующих исследованиях концентрация мочевины повысилась во всех группах, что, вероятно, обусловлено потреблением кормов, богатых протеином. Также во всех группах отмечено повышение креатинина в сыворотке крови, что указывает на его

усиленный синтез, обусловленный физиологическими процессами у растущих животных. Тем не менее, у ягнят второй опытной группы после второго цикла применения эрготропиков уровень креатинина превышал первоначальный показатель на 49,50% ( $p \leq 0,01$ ) и был выше, чем у ягнят контрольной и первой опытной групп. Эта тенденция сохранилась и

**Таблица – Показатели основного обмена у ягнят контрольной и опытных групп в динамике,  $n=6$ ,  $M \pm m$**

Группа ягнят	Фоновые данные	1 цикл	2 цикл	3 цикл
<b>Общий белок, г/л</b>				
Контрольная	64,70±0,77	65,70±0,75	68,50±0,89	68,60±2,52
1 опытная	67,60±1,37	70,60±1,04	66,90±0,77	68,90±2,36
2 опытная	66,93±0,71	65,80±1,11	69,70±0,93	68,80±2,82
<b>Альбумин, г/л</b>				
Контрольная	26,16±0,16	25,60±0,22	25,80±0,25	25,00±0,54
1 опытная	26,16±0,32	25,50±0,34	24,4±0,29	24,90±0,47
2 опытная	25,34±0,33	24,60±0,43	25,30±0,43	24,70±0,43
<b>Глобулины, г/л</b>				
Контрольная	38,53±0,69	40,00±0,63	42,60±0,79	43,60±0,99
1 опытная	41,43±1,07	45,10±0,81	42,50±0,50	44,00±0,90
2 опытная	41,59±0,54	41,30±0,79	44,40±0,80	44,20±0,39
<b>Мочевина, ммоль/л</b>				
Контрольная	5,03±0,37	3,20±0,08	8,60±0,32	10,90±1,03
1 опытная	4,82±0,26	3,70±0,18	10,30±1,05	12,40±0,42
2 опытная	9,35±0,81	3,80±0,24	11,20±0,12	13,30±0,46
<b>Креатинин, мкмоль/л</b>				
Контрольная	83,38±6,41	143,80±2,56	175,8±2,47	157,90±8,81
1 опытная	97,46±2,93	142,40±1,59	166,40±4,34	162,7±8,67
2 опытная	96,03±3,10	140,50±2,25	194,00±4,92	164,30±8,57
<b>Глюкоза, ммоль/л</b>				
Контрольная	4,63±0,13	4,90±0,05	4,00±0,04	4,60±0,83
1 опытная	4,25±0,10	4,50±0,05	3,70±0,04	4,40±0,79
2 опытная	4,63±0,27	5,00±0,05	4,40±0,08±	5,10±0,91
<b>Холестерол, ммоль/л</b>				
Контрольная	1,20±0,06	1,20±0,03	1,00±0,03	1,20±0,23
1 опытная	1,09±0,02	1,20±0,04	1,10±0,05	1,30±0,23
2 опытная	1,17±0,02	1,30±0,03	1,10±0,04	1,20±0,22
<b>Триглицериды, ммоль/л</b>				
Контрольная	0,14±0,01	0,20±0,02	0,10±0,01	0,20±0,04
1 опытная	0,11±0,01	0,10±0,00	0,20±0,02	0,10±0,01
2 опытная	0,18±0,02	0,20±0,01	0,10±0,01	0,10±0,03

после третьего цикла применения препаратов.

Содержание глюкозы у ягнят закономерно повышалось с возрастом, но на фоне эрготропиков во второй опытной группе её было больше уже после первого цикла введения препаратов (таблица). После третьего цикла применения эрготропиков содержание глюкозы во второй группе превышало показатель в контрольной группе на 9,80%, в первой опытной – на 13,73% ( $p \leq 0,05$ ).

У ягнят менее подвержены колебаниям показатели уровня холестерина и триглицеридов, при этом их уровень несколько ниже, чем у взрослых животных (таблица). В стартовый период коэффициент соотношения содержания холестерина к содержанию триглицеридов составил 0,12; 0,10 и 0,15, соответственно в контрольной, первой и второй опытных группах. После первого цикла применения препаратов коэффициент остался неизменённым во второй опытной группе, после третьего цикла в обеих опытных группах коэффициент составил 0,80, тогда как в контрольной группе достиг 0,16. Эти данные косвенно свидетельствуют о лучшем липидном профиле крови у ягнят опытных групп.

Проведённое исследование по сочетанному применению препаратов-эрготропиков опытным группам ягням показало, что их энергия роста выше, чем у ягнят контрольной группы. Свидетельством тому является повышение живой массы ягнят. Так за период наблюдений живая масса ягнят в контрольной группе увеличилась на 23,40%, в первой опытной на 29,41%, во второй опытной на 31,97%.

### **Выводы**

Препараты-эрготропики – это группа препаратов, направляющих энергию питательных веществ на повышение продуктивности животных [2]. Юберин, применённый в качестве базового ве-

щества, согласно инструкции по применению, обладает тонизирующими свойствами, нормализует метаболические и регенеративные процессы, оказывает стимулирующее влияние на белковый, углеводный и жировой обмен веществ, повышает резистентность организма к неблагоприятным факторам внешней среды, способствует росту и развитию животных. Ягнята первой опытной группы дополнительно получили комплекс жирорастворимых витаминов в форме препарата тетравит, обладающего противовоспалительным и антигистаминным эффектом, способностью повышать сопротивляемость организма к инфекциям, регулировать окислительно-восстановительные процессы, углеводно-жировой и минеральный обмен. Вторая группа дополнительно получила препарат элеовит, содержащий кроме жирорастворимых витаминов, витамины группы В, выступающие в качестве коферментов во многих реакциях, принимающие участие не только в нормализации обмена веществ, но и регуляции нервных процессов.

Исходя из результатов исследования, более широкий набор витаминов, входящий в состав препарата элеовит, стимулировал обменные процессы, способствовал на финальном этапе повышению концентрации глобулинов, мочевины, креатинина, глюкозы, более эффективной утилизации триглицеридов, что стимулировало интенсивный рост ягнят, повышение их живой массы.

Проведённое исследование еще раз показало, что содержание и целенаправленность научных исследований по изучению использования препаратов-эрготропиков, их применение и внедрение в практику выращивания сельскохозяйственных животных, особенно молодняка, требует всестороннего изучения как физиологических особенностей организма животных, так и свойств препаратов при сочетанном их применении.

**Библиографический список**

1. Девяткин, В. А. Рубцовое пищеварение и обмен веществ у овец при скармливании пробиотического комплекса на основе бактерий *Bacillus subtilis* В-2998 В-3057D и *Bacillus licheniformis* В-2999D. / В. А. Девяткин. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3. – С. 151-155.
2. Клетикова, Л. В. Эрготропики: классификация, биологическая функция в организме животных. / Л. В. Клетикова // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2023. – № 3. – С. 70-81.
3. Криштафович, В. И. Значение мяса молодняка овец в питании потребителя в Саратовском регионе. / В. И. Криштафович, А. В. Маракова, И. Ю. Суржанская. // Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров: Сборник статей IV Международной конференции в области товароведения и экспертизы товаров. – Юго-Западный государственный университет, 2015. – С. 289-294.
4. Мишууров, А. В. Влияние биологически активных веществ на рубцовый метаболизм овец. / А. В. Мишууров. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2021. – Том 13, №2. – С. 35-41.
5. Молчанов, А. В. Морфологические и биохимические показатели крови баранчиков куйбышевской породы и помесей куйбышевская × дорпер. / А. В. Молчанов, К. В. Скларова, К. А. Егорова, А. Н. Козин, И. А. Сазонова. // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 4. – С. 67–71. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i4pp67-71>.
6. Павлова, М. В. Гигиена выращивания ягнят с применением кормовых добавок ларикарвит и бацелл. / автореф. дис...канд. вет. наук; 06.02.05 / Павлова Марина Владимировна; [Место защиты: Чуваш. гос. с.-х. акад.]. – Чебоксары, 2016. – 20 с.
7. Приказ № 774 от 1 ноября 2022 года «Об утверждении «Ветеринарных правил содержания овец и коз в целях их воспроизводства, выращивания и реализации»» [Электронный ресурс]. // URL: <https://56.fsvps.gov.ru/news/novye-veterinarnye-pravila-soderzhanija-ovec-i-koz-v-celjah-ih-vosproizvodstva-vyrashhivaniya-i-realizacii/> (дата обращения 27.09.2024).
8. Сокол, О. Вівчарство – галузь конкурентоспроможна. / О. Сокол // Тваринництво України – 2000. – № 12. – С. 2.
9. Фомичев, Ю. П. Сравнительная оценка природных кормовых добавок по функциональному действию на процессы пищеварения и микробиоту рубца у овец (*Ovis aries*). / Ю. П. Фомичев, Н. В. Боголюбова, В. Н. Романов, Е. Н. Колодина. // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Том 55, № 4. – С. 770-783.
10. Чижова, Л. Н. Уровень метаболитов энергетического обмена в крови овец в условиях йоддефицита. / Л. Н. Чижова, А. К. Михайленко, А. У. Эдиев, Ч. Б. Чотчаева // Ветеринарная патология. – 2014. – № 1. – С. 8-12.
11. Griksas, S. A. Biological meat value and productivity of steers in the conditions of non-chernozem zone. / S. A. Griksas, M. M. Shamidova, Y. A. Yuldashbaev, V. V. Kylintsev, N. I. Kylmakova, T. S. Kubatbekov, E. O. Rystsova. // International journal of pharmaceutical research. – 2018. – V. 10, № 4. – P. 641-645.
12. Laack R. Van. The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. / R. Van Laack, S. G. Stevens, K. J. Stalder. // Journal of Animal Science. – 2001. – № 79. – P. 392-397R.

**References**

1. Devyatkin, V. A. Rubczovoe pishhevarenie i obmen veshhestv u ovezc pri skarmlivanii probioticheskogo kompleksa na osnove bakterij *Bacillus subtilis* V-2998 V-3057D i *Bacillus licheniformis* V-2999D. / V. A. Devyatkin. // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skoxoz'yajstvennoj akademii. – 2019. – № 3. – S. 151-155.
2. Kletikova, L. V. E'rgotropiki: klassifikaciya, biologicheskaya funkciya v organizme zhivotny'x. / L. V. Kletikova // Agrarnyj vestnik Verxnevolzh'ya. – 2023. – № 3. – S. 70-81.

3. Krishtafovich, V. I. Znachenie myasa molodnyaka ovezv vitanii potrebitelya v Saratovskom regione. / V. I. Krishtafovich, A. V. Marakova, I. Yu. Surzhanskaya. // Problemy` identifikacii, kachestva i konkurentosposobnosti potrebitel`skix tovarov: Sbornik statej IV Mezhdunarodnoj konferencii v oblasti tovarovedeniya i e`kspertizy` tovarov. – Yugo-Zapadny`j gosudarstvenny`j universitet, 2015. – S. 289-294.
4. Mishurov, A. V. Vliyanie biologicheski aktivny`x veshhestv na rubczovy`j metabolizm ovezv. / A. V. Mishurov. // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotexnologicheskogo universiteta im. P. A. Kosty`cheva. – 2021. – Tom 13, №2. – S. 35-41.
5. Molchanov, A. V. Morfologicheskie i bioximicheskie pokazateli krovi baranchikov kujby`shevskoj porody` i pomesej kujby`shevskaya × dorper. / A. V. Molchanov, K. V. Sklyarova, K. A. Egorova, A. N. Kozin, I. A. Sazonova. // Agrarny`j nauchny`j zhurnal. – 2023. – № 4.– S. 67–71. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i4pp67-71>.
6. Pavlova, M. V. Gigiena vy`rashhivaniya yagnyat s primeneniem kormovy`x dobavok larikarvit i bacell. / avtoref. dis...kand. vet. nauk; 06.02.05 / Pavlova Marina Vladimirovna; [Mesto zashchity: Chuvash. gos. s.-h. akad.]. – Cheboksary, 2016. – 20 s.
7. Prikaz № 774 ot 1 noyabrya 2022 goda «Ob utverzhdenii «Veterinarny`x pravil sodержaniya ovezv i koz v celyax ix vosproizvodstva, vy`rashhivaniya i realizacii» [E`lektronny`j resurs]. // URL: <https://56.fsvps.gov.ru/news/novye-veterinarnye-pravila-soderzhaniya-ovec-i-koz-v-celjah-ih-vosproizvodstva-vyrashhivaniya-i-realizacii/> (data obrashheniya 27.09.2024).
8. Sokol, O. Vivcharstvo – galuz` konkurentospromozhna. / O. Sokol // Tvarinnictvo Ukraïni – 2000. – № 12. – S. 2.
9. Fomichev, Yu. P. Sravnitel`naya ocenka prirodny`x kormovy`x dobavok po funkcional`nomu dejstviyu na processy` pishhevariya i mikrobiotu rubcza u ovezv (*Ovis aries*). / Yu. P. Fomichev, N. V. Bogolyubova, V. N. Romanov, E. N. Kolodina. // Sel`skoxozyajstvennaya biologiya. – 2020. – Tom 55, № 4. – S. 770-783.
10. Chizhova, L. N. Uroven` metabolitov e`nergeticheskogo obmena v krovi ovezv v usloviyax joddeficita. / L. N. Chizhova, A. K. Mixajlenko, A. U. E`diev, Ch. B. Chotchayeva // Veterinarnaya patologiya. – 2014. – № 1. – S. 8-12.
11. Griksas, S. A. Biological meat value and productivity of steers in the conditions of non-chernozem zone. / S. A. Griksas, M. M. Shamidova, Y. A. Yuldashbaev, V. V. Kylintsev, N. I. Kylmakova, T. S. Kubatbekov, E. O. Rystsova. // International journal of pharmaceutical research. – 2018. – V. 10, № 4. – P. 641-645.
12. Laack R. Van. The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. / R. Van Laack, S. G. Stevens, K. J. Stalder. // Journal of Animal Science. – 2001. – № 79. – P. 392-397R.

**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 03.06.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025;  
принята к публикации 01.09.2025.  
The article was submitted 03.06.2025; approved after reviewing 28.08.2025;  
accepted for publication 01.09.2025.

**Информация об авторах:**

**Вирзум Людмила Викторовна**, кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой прикладных биотехнологий

**Клетикова Людмила Владимировна**, доктор биологических наук, доцент, профессор Центра клинических дисциплин

**Шашурина Юлия Николаевна**, старший преподаватель Центра клинических дисциплин

**Терентьев Сергей Сергеевич**, кандидат биологических наук, доцент, директор Института ветеринарной медицины и биотехнологии

**Горбунов Павел Александрович**, кандидат ветеринарных наук, доцент Центра клинических дисциплин

**Information about the authors:**

**Lyudmila V. Virzum**, candidate of chemical sciences, associate professor, head of the department of applied biotechnologies

**Lyudmila V. Kletikova**, doctor of biological sciences, associate professor, professor at the Center for clinical disciplines

**Yulia N. Shashurina**, senior lecturer at the Center for clinical disciplines

**Sergey S. Terentyev**, candidate of biological sciences, associate professor, director of the Institute of veterinary medicine and biotechnology

**Pavel A. Gorbunov**, candidate of veterinary sciences, associate professor at the Center for clinical disciplines

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 202-210.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):202-210.

**ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ПРОДУКЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.202-210  
УДК 363.03.5.034

## **Сравнение перепелов мясных пород: феникс и радонежская (обзор)**

**Ворожцова Любовь Дамировна<sup>1</sup>, Меликян Екатерина Сергеевна<sup>2</sup>,  
Шакиров Вячеслав Евгеньевич<sup>3</sup>, Дроздова Людмила Ивановна<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Уральский государственный аграрный университет, Россия, г. Екатеринбург

<sup>1</sup> gatina.lyuba2014@yandex.ru

[https://orcid.org/ нет](https://orcid.org/нет)

<sup>2</sup> e.katia24@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1318-9538>

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

<https://orcid.org/0000-0001-6511-4701>

<sup>4</sup> drozdova43@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8134-4355>

**Аннотация.** Развитие птицеводства осуществляется на основе использования высокопродуктивной гибридной птицы, а также энерго- и ресурсосберегающих технологий. Значительные темпы интенсификации птицеводческой отрасли обусловили необходимость непрерывной, целенаправленной селекции с целью улучшения существующих, выведения новых линий и создания новых кроссов птицы с высоким генетическим потенциалом для обеспечения населения качественной продукцией птицеводства отечественного производства и для экспорта данной продукции в другие страны. Всё большим спросом на мировом рынке пользуются мясо и яйца перепелов. Перепеловодство – сравнительно молодая, но перспективная отрасль птицеводства. В России данная отрасль развита неплохо, уже созданы отечественные породы, работают крупные предприятия с поголовьем до 250 тысяч птиц, хозяйства разного масштаба есть во многих регионах страны, но точные масштабы производства отрасли оценить трудно. Сектор, занимает не более 1% от общего выпуска мяса и яйца птицы в стране. Качество и пищевая ценность продукции перепеловодства высокая, но перспективы развития отрасли напрямую зависят от благосостояния населения. Прогнозируется рост спроса на продукцию отрасли в рознице за счёт увеличения количества каналов реализации и расширения ассортимента. Зарождается и экспортный потенциал: особенно перспективным для поставок за рубеж является мясо перепелов-бройлеров. Данная статья посвящена сравнению перепелов двух пород феникс и радонежская. Перепеловодство в России набирает свою популярность с каждым годом. Перепела – это неприхотливые в содержании и уходе птицы. Их легко выращивать, их мясо, оставаясь диетическим продуктом, богато питательными элементами. Рассматриваемые породы на данный момент являются одними из наиболее популярных на территории нашей страны. Однако на данный момент в научной литературе нет достаточного количества информации о полных характеристиках указанных пород.

---

© Ворожцова, Л. Д., Меликян, Е. С., Шакиров, В. Е., Дроздова, Л. И., 2025

---

Целью данной статьи была систематизация имеющихся знаний и сравнение перепелов породы феникс и радонежская.

**Ключевые слова:** перепела, порода феникс, порода радонежская, сравнительная характеристика.

**Для цитирования:** Ворожцова, Л. Д., Меликян, Е. С., Шакиров, В. Е., Дроздова, Л. И. Сравнение мясных пород перепелов феникс и радонежской (обзор) // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 202-210. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.202-210>.

## ANIMAL HUSBANDRY, FEEDING, ANIMAL PRODUCTS

Original article

# Comparison of meat quail breeds: Phoenix and Radonezh (review)

Lyubov D. Vorozhtsova<sup>1</sup>, Ekaterina S. Melikyan<sup>2</sup>, Vyacheslav E. Shakirov<sup>3</sup>,  
Lyudmila I. Drozdova<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Ural State Agrarian University, Russia, Yekaterinburg

<sup>1</sup> gatina.lyuba2014@yandex.ru

<sup>2</sup> e.katia24@gmail.com

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

<sup>4</sup> drozdova43@mail.ru

<https://orcid.org/> нет

<https://orcid.org/0000-0003-1318-9538>

<https://orcid.org/0000-0001-6511-4701>

<https://orcid.org/0000-0001-8134-4355>

**Abstract.** The development of poultry farming is based on the use of highly productive hybrid poultry, as well as energy- and resource-saving technologies. The significant pace of intensification of the poultry industry has necessitated continuous, targeted breeding to improve existing lines, develop new lines and create new poultry crosses with high genetic potential, to provide the population with high-quality poultry products of domestic production and to export these products to other countries. Quail meat and eggs are in increasing demand on the world market. Quail farming is a relatively young but promising branch of poultry farming. In Russia, this industry is well developed, domestic breeds have already been created, large enterprises with up to 250,000 birds operate, there are farms of various scales in many regions of the country, but it is difficult to estimate the exact scale of the industry's production. The sector accounts for no more than 1% of the total output of poultry meat and eggs in the country. The quality and nutritional value of quail farming products is high, but the prospects for the development of the industry directly depend on the well-being of the population. Demand for the industry's products in retail is projected to increase due to an increase in the number of sales channels and an expansion of the product range. Export potential is also emerging: broiler quail meat is particularly promising for supplies abroad. This article is devoted to the comparison of two breeds of Phoenix and Radonezh quails. Quail farming in Russia is gaining popularity every year. Quails are birds that are unpretentious in their maintenance and care. They are easy to grow, their meat is rich in nutrients, while remaining a dietary product. The breeds in question are currently among the most popular in our country. However, at the moment there is not enough information in the scientific literature about the full characteristics of these breeds. The purpose of this

article was to systematize the available knowledge and compare Phoenix and Radonezhskaya quails.

**Keywords:** quail, Phoenix breed, Radonezh breed, comparative characteristics.

**For citation:** Vorozhtsova, L. D., Melikyan, E. S., Shakirov V. E., Drozdova, L. I. Comparison of meat quail breeds: Phoenix and Radonezh (review) // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):202-210. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.202-210>.

### **Введение**

Развитие птицеводства осуществляется на основе использования высокопродуктивной гибридной птицы, а также энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Значительные темпы интенсификации птицеводческой отрасли обусловили необходимость непрерывной, целенаправленной селекции на улучшение существующих, выведение новых линий и создание новых кроссов птицы с высоким генетическим потенциалом, для обеспечения населения качественной продукцией птицеводства отечественного производства и для экспорта данной продукции в другие страны [5].

Всё большим спросом на мировом рынке пользуются мясо и яйца перепелов. Перепеловодство – сравнительно молодая, но перспективная отрасль птицеводства. В России данная отрасль развита неплохо, уже созданы отечественные породы, работают крупные предприятия с поголовьем до 250 тысяч птиц, хозяйства разного масштаба есть во многих регионах страны, но точные масштабы производства отрасли оценить трудно. Сектор, занимает не более 1,0% от общего выпуска мяса и яйца птицы в стране. Качество и пищевая ценность продукции перепеловодства высокая, но перспективы развития отрасли напрямую зависят от благосостояния населения. Прогнозируется рост спроса на продукцию отрасли в рознице за счёт увеличения количества каналов реализации и расширения ассортимента. Зарождается и экспортный потенциал, особенно перспективным для

поставок за рубеж является мясо перепелов-бройлеров [5].

Рынок перепелиного мяса является производным от рынка яйца, и в целом несколько отстаёт от него в своём развитии, поскольку мясо всё ещё считается редким и деликатесным. Перепела, в отличие от других видов птиц, не восприимчивы ко многим видам болезней. Их мясо обладает высокими питательными свойствами и относится к ряду диетических продуктов, так как при высоком содержании белка 22,0% в нём всего 3,0% жира. Кроме того, благодаря высокой интенсивности роста птиц и короткому периоду откорма, токсичные вещества и радиоактивные элементы в мясе накапливаются в малых количествах [5].

Перепеловодство, поставленное на промышленный уровень, в России является самой молодой из всех сельскохозяйственных отраслей. Несмотря на это, темпы его развития, востребованность и конкурентоспособность продукции в современных рыночных отношениях (условиях) ставит перед исследователями задачи, направленные на увеличение качественных и количественных показателей продукции в виде яйца и мяса, с одновременным уменьшением себестоимости последних [5].

Быстрый рост птицы, мясная и яичная скороспелость, короткий период воспроизводства перепелов позволяют с успехом использовать их для получения продукции, а высокая яйценоскость (280-315 шт.), хорошая цена корма и возможность получения большого количества продукции с единицы площади дают основание

для конкуренции перепелов с курами мясного и яичного направлений продуктивности [5].

Мясо перепелов отличается от мяса других видов сельскохозяйственной птицы нежной консистенцией, высокой сочностью, приятным ароматом, хорошими вкусовыми качествами, высоким содержанием ретинола, витаминов группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>), микроэлементов (железа, кобальта, меди), незаменимых аминокислот, и относится к деликатесной продукции [5].

Одной из особенностей перепелов, является то, что температура их тела на 2°C выше, чем у других видов сельскохозяйственной птицы. По мнению некоторых авторов, в связи с этим перепела практически невосприимчивы ко многим инфекционными и инвазионными заболеваниями, которым подвержены другие виды птицы. Высокая температура тела перепелов связана с интенсивным обменом веществ [5].

В России наиболее распространены перепела яичного направления. Однако в последнее, время, набирают свою популярность и мясные породы перепелов. В данной статье мы рассмотрим две мясные породы, такие как феникс и радонежская. Порода феникс выведена в Японии. Для выведения данной породы была проведена огромная селекционная работа для увеличения яйценоскости, устойчивости к заболеваниям, и выводимости крепкого молодняка. В дальнейшем данную породу стали называть «феникс золотистый», так как при попадании солнечного света на перья возникают золотистые блики.

Радонежская порода выведена в России с помощью сложного скрещивания породы фараон и тexasской белой с дальнейшей долгой селекцией. Со временем радонежскую породу начали называть «белый утяжелённый перепел», она используется в мясном направлении.

**Цель данной работы** – сравнение и характеристика перепелов породы феникс и радонежская.

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

Перепел – птица семейства фазановых, отряда куриных, это самые мелкие птицы данного отряда. Средний вес перепела варьирует в районе 80-150 г. Цвет оперения сильно варьирует в зависимости от породы птицы. В дикой природе перепела распространены в Европе, Африке, Западной Азии и в России. Птица перелётная.

Ранее на перепелов охотились, однако применение пестицидов и удобрений приводило к отравлениям и гибели птицы, что вызвало снижение численности диких перепелов.

В России на перепелов охотились с мая до июля используя дудку или живую самку. Помимо вкусного мяса, перепелов ценили за голос самцов. Кроме того, в Туркестане проводили перепелиные бои.

Получение одомашненной птицы потребовало многих лет селекционного разведения. Одомашнивание перепелов велось для получения мяса и яиц. В настоящее время насчитывается 20 видов диких перепелов и 70 домашних (включая птиц, выведенных для лабораторных нужд).

Наиболее распространены следующие породы домашних перепелов:

- Японские – выведены в Японии. Селекция данной породы велась в яичном направлении, самки дают более 300 яиц в год;

- Эстонские – выведены в Эстонии. Селекция данных птиц велась в мясо-яичном направлении. Породу получили путём скрещивания японской породы и птицы породы фараон. Масса самки достигает 200 г, самцов – 170 г.

- Техасский белый – перепел мясного направления. Самая крупная птица в этой категории. Средний вес птицы 400 г, рекордсменки достигают 500 г.

- Фараон – птица мясного направления. Одна из наиболее популярных пород перепелов для разведения как в России, так и за рубежом. Самки весят в среднем 300 г, самцы менее крупные – до 270 г.

- Смокингвая – получена путем гибридной чёрных и белых английских перепелов.

- Маньчжурская золотистая – вес самок достигает 180 г, самцы меньше – 160 г. В год птица даёт до 280 яиц.

Некоторые российские породы перепелов:

- Мраморная – получена в результате мутации из японской породы, путём облучения рентгеновскими лучами семенников самцов. Живая масса самок – 145 г, самцов – 120 г, данная порода даёт до 300 яиц в год.

- Радонежская – перепела мясояичного направления выведена в Сергиевом Посаде.

- Омская – первая Российская порода перепелов (после СССР) мясояичного направления, выведена в Омске, средний вес птицы варьирует между 240-270 г. Яйценоскость в среднем составляет 270 яиц в год.

### **Краткая характеристика перепелов породы феникс**

Перепелов данной породы получили долгим и упорным трудом селекционеров, которые пытались сохранить в птице лучшие качества. На данный момент в научном сообществе ходят споры относительно того, кем и когда была впервые выведена эта порода перепелов, более того некоторые исследователи считают, что такой породы и вовсе не существует, и это всё просто коммерческий ход, а перепела на самом деле относятся к маньчжурской породе [11]. Однако если рассмотреть стандарты маньчжурской породы можно выявить несоответствия, что позволяет убедиться, в том, что данная порода существует и вполне успешно эксплуатируется как частными птицеводами, так и промышленными птицеводческими предприятиями. Существуют предположения что данная порода была получена в Японии, путём селекционной работы, другие авторы предполагают, что феникса впервые вывели во Франции.

Однако, где бы ни было положено начало этой породы, основой для выведения феникса стала маньчжурская порода перепелов, которых скрещивали с тexasской. Данные птицы получили качества от обеих линий. Так от тexasской породы им досталась масса тела, а от маньчжурской – оперение. При этом в потомстве у этих птиц не выявляется расщепления, что говорит о генетической однородности родительских особей.

Этих перепелов часто называют «немыми» так как крик у них очень тихий, жужжащий, похожий на кузнечика. Эта специфика даёт возможность для содержания птицы в условиях частного хозяйства. Перепела данной породы выглядят миниатюрно, имеют приземистое тело, небольшой хвост, короткие крылья, пятнистый окрас.

Средний вес особи составляет: самки – 400-450 грамм, самцы немного меньше 350-400 грамм. При этом свой средний вес птицы набирают уже к двум месяцам.

Перепела породы феникс имеют компактное туловище и стройные, хоть и короткие, ноги. У самцов хорошо различим гребень, который у самок слабо развит и почти незаметен. Птица спокойная и достаточно уравновешенная, у самок слабо выражен материнский инстинкт, а самцы не отличаются агрессивностью, присущей другим представителям данного вида.

В 2024 году была исследована порода перепелов феникс золотистый. Перепелки начинают яйцекладку ориентировочно в 5–6 недель и несутся в одно и то же время суток, чаще после кормления. Самые плодовитые перепёлки дают до 300 яиц средним весом до 15 г [2].

Для хорошей оплодотворяемости на 1 самца приходится не более 3 самок. Родительские семьи формируют из особей возрастом от 8 до 40 недель, при этом оплодотворёнными оказываются 80–90% яиц. У несушек отсутствует инстинкт насиживания, поэтому для выведения птенцов необходимо инкубировать снесённое яйцо.

В связи с усиленным набором веса данную породу выращивают в мясных целях. Чистый выход продукции с одной головы в среднем составляет 270 граммов мяса. Убой птицы рекомендуется проводить не ранее 45 дней и не позже 50, так как после 50 дней мясо птицы становится жёстким [1].

Мясо перепелов похоже на куриное, нежное и сочное, с приятным запахом и вкусом, богато микро и макроэлементами, содержит мало холестерина и рекомендовано для детского питания.

Таким образом, из общей характеристики можно выделить ряд положительных особенностей породы феникс. Это птица достаточно быстро растёт. Порода является мясояичной, что делает её привлекательной как для получения ценной мясной продукции, так и для получения яйца, причём при правильном содержании и кормлении рекордсменки могут давать до 300 яиц в год, некоторые яйца при этом могут достигать веса 18-20 г, порода устойчива к заболеваниям и неприхотлива к содержанию, если создать все условия для здорового роста птицы.

Однако, как и у любой другой породы у феникса есть и ряд недостатков. Например, эти птицы нуждаются в просторных клетках для содержания, материнский инстинкт у самок выражен слабо. Учитывая искусственность выведения данной породы, птицы крайне требовательны к условиям содержания, а также необходимо тщательно контролировать генетический потенциал особей при разведении, самцы породы феникс истощают свой потенциал примерно после 1,5 лет использования.

#### **Краткая характеристика породы радонежская**

Радонежские перепела – это первая отечественная порода, которая была получена в 2018 году (внесена в Госреестр селекционных достижений в 2019 году) путём скрещивания перепелов породы фараон и тexasкая белая. Дальнейшее разведение производилось между гибри-

дами, «в себе». Птица, как и феникс, имеет смешанное мясояичное направление.

В настоящее время исследователями проводится большое количество работ различных направлений с использованием перепелов именно радонежской породы. Исследуют влияние кормовых добавок, про- и фитобиотиков для получения более качественного мяса и увеличения выхода готовой продукции.

Перепела радонежской породы имеют привлекательный и гармоничный внешний вид. Цвет оперения преимущественно белый. Туловище компактное, строение тела крепкое [3].

Птица довольно хорошо набирает вес и достигает пика примерно к концу второго месяца, масса самок при этом варьируется в среднем от 400 до 450 г, самцы меньше самок, их вес составляет 340-390 г.

Перепёлки данной породы начинают нестись немного позже яичных пород, яйцекладка начинается в 7–8 недель. Перепёлки в среднем дают до 280 яиц, средний вес которых составляет 14–16 граммов. Яйца крупные, что делает их особенно ценными для потребителей. Родительские семьи состоят из 1 самца и 3 самок, при таком соотношении выход инкубации 80–95% [3].

Активное наращивание живой массы тела завершается в период 5–6 недели роста и развития. У представителей радонежской породы перепелов хорошо выражен половой диморфизм, заключающийся в разнице живой массы тела. Средний вес самца составляет 290 граммов, вес самок в среднем 315 граммов. Бройлерные качества перепелов также заслуживают внимания – они быстро набирают массу тела, по скорости прироста живой массы к убою на 17 и 25,1% соответственно [4].

Содержание данной птицы требует определённых условий, при соблюдении которых птица быстро растёт и проявляет устойчивость к заболеваниям. Данная порода приспособлена к клеточному содержанию, а также к кормам и ингредиентам, традиционно используемым на территории России.

### Выводы

В статье рассмотрены основные характеристики двух пород перепелов феникс и радонежская. Обе породы относятся к смешанному мясоичному направлению. Происхождение породы феникс остаётся предметом споров, тогда как радонежская порода является достижением селекционеров России. По общим характеристикам породы очень схожи между собой. У особой примерно одинаковый вес в период зрелости, время достижения максимальной массы составляет около 2-х месяцев, яичная продуктивность так же схожа и достигает до 300 яиц в год. Обе птицы неприхотливы в содержании и приспособлены к клеточному разведе-

нию. При соблюдении правил содержания птицы устойчивы к развитию заболеваний.

Полученные сравнительные результаты говорят о том, перепела породы феникс хоть и являются смешанной, но больше подходят для разведения в яичном направлении, это связано с ранним началом яйцекладки в возрасте 5–6 недель.

Радонежская порода наилучшая с точки зрения мясного птицеводства, так как максимальный набор живой массы тела происходит в период 5–6 недель, с момента вылупления к убойному возрасту представители данной породы набирают вес порядка 300 – 400 граммов.

### Библиографический список

1. Генофонд пород перепелов, состояние и перспективы использования / Я.С. Ройтер, [и др.] // Птицеводство. -2017. -№ 6. -С. 7-11.
2. Голубов, И. И. Промышленное перепеловодство / Москва: Лица, 2014. -349 с.
3. Джой, И. Ю. Оценка и отбор перепелов породы фараон по живой массе и мясным формам телосложения : дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.02.07 / Джой Иван Юрьевич; [Место защиты: Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т птицеводства]. – Сергиев Посад, 2013. – 152 с.
4. Джой, И. Ю. Оценка и отбор племенных перепелов по живой массе и конверсии корма / Проблемы биологии продуктивных животных. -2011. -№ 4. -С. 48-52.
5. Кундюкова, У. И. Морфологическое обоснование повышения пищевой ценности мяса цыплят-бройлеров и перепелов в возрастном аспекте : диссертация ... доктора ветеринарных наук : 06.02.05 / Кундюкова Ульяна Ивановна; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»]. – Екатеринбург, 2023. – 337 с. : ил.
6. Наставления по сохранению и использованию биоресурсной коллекции сельскохозяйственной птицы /Я. С. Ройтер, [и др.]. // Сергиев Посад, 2018. -129 с.
7. Ройтер, Я. С., Дегтярев, Т. Н., Дегтярева О.Н. Создание и характеристика мясной породы перепелов «Радонежские» / Инновационные технологии производства, переработка продуктов животноводства, птицеводства, рыбоводства и пчеловодства в Республике Таджикистан : Сборник научных статей, Душанбе, 29 марта 2022 года / Таджикиский аграрный университет имени Шириншох Шотемур, зооинженерный факультет. – Душанбе: Таджикиский аграрный университет имени Шириншох Шотемур, зооинженерный факультет, 2022. – С. 132-134.
8. Ройтер, Я. С., Дегтярева, О. Н. Радонежские – новая мясная порода перепелов / Животноводство России. – 2020. – № S3. – С. 9-10.
9. Селекционно-племенная работа в птицеводстве / Я. С. Ройтер, [и др.] // Сергиев Посад, 2016. – 287 с.
10. Фисинин, В. И., Егорова А. В., Шаханова, Л. В. Техника племенной работы с птицей родительских стад бройлеров / Сергиев Посад, 2009. -38 с.

11. Плюсы и минусы перепелов породы Феникс [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://dzen.ru/a/ZbfuJUzAA3NtTjz?ysclid=m8n8k0429704969902>
12. Перепел Феникс золотистый [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://m.ok.ru/group/57777794973753/topic/153830624477241?ysclid=m8n8lwo9a802075472>
13. Выведение и продуктивность мясных перепелов породы радонежские / Я. С. Ройтер, Т. Н. Дегтярева, О. Н. Дегтярева, Д. В. Аншаков // Птица и птицепродукты. – 2019. – № 2. – С. 50-54.

### **References**

1. Genofond porod perepelov, sostoyanie i perspektivy` ispol`zovaniya / Ya.S. Rojter, [i dr.] // Pticevodstvo. – 2017. – № 6. – S. 7-11.
2. Golubov, I. I. Promy`shlennoe perepelovodstvo / Moskva: Lika, 2014. – 349 s.
3. Dzhoj, I. Yu. Ocenka i otbor perepelov porodyy faraon po zhivoj masse i myasnym formam teloslozheniya : dis. ... kandidata sel`skohozyajstvennyh nauk : 06.02.07 / Dzhoj Ivan Yur`evich; [Mesto zashchity: Vseros. nauch.-issled. i tekhnol. in-t pticevodstva]. – Sergiev Posad, 2013. – 152 s.
4. Dzhoj, I. Yu. Ocenka i otbor plemenny`x perepelov po zhivoj masse i konversii korma / Problemy` biologii produktivny`x zhivotny`x. – 2011. – № 4. – S. 48-52.
5. Kundryukova, U. I. Morfologicheskoe obosnovanie povysheniya pishchevoj cennosti myasa cyplyat-brojlerov i perepelov v vozrastnom aspekte : dissertaciya ... doktora veterinarnykh nauk : 06.02.05 / Kundryukova Ul`yana Ivanovna; [Mesto zashchity: FGBOU VO «Yuzhno-Ural`skij gosudarstvennyj agrarnyj universitet»]. – Ekaterinburg, 2023. – 337 s. : il
6. Nastavleniya po soxraneniyu i ispol`zovaniyu bioresursnoj kollekcii sel`skohozyajstvennoj pticy / Ya. S. Rojter, [i dr.]. // Sergiev Posad, 2018. – 129 s.
7. Rojter, Ya. S., Degtyarev, T. N., Degtyareva O.N. Sozdanie i karakteristika myasnoj porodyy` perepelov “Radonezhskie” / Innovacionny`e texnologii proizvodstva, pererabotka produktov zhivotnovodstva, pticevodstva, ry`bovodstva i pchelovodstva v Respublike Tadzhiqistan : Sbornik nauchny`x statej, Dushanbe, 29 marta 2022 goda / Tadzhiqskij agrarnyj universitet imeni Shirinshox Shotemur, zootzhenernyj fakul`tet. – Dushanbe: Tadzhiqskij agrarnyj universitet imeni Shirinshox Shotemur, zootzhenernyj fakul`tet, 2022. – S. 132-134.
8. Rojter, Ya. S., Degtyareva, O. N. Radonezhskie – novaya myasnaya poroda perepelov / Zhivotnovodstvo Rossii. – 2020. – № S3. – S. 9-10.
9. Selekcionno-plemennaya rabota v pticevodstve / Ya. S. Rojter, [i dr.] // Sergiev Posad, 2016. – 287 s.
10. Fisinin, V. I., Egorova A. V., Shaxanova, L. V. Texnika plemennoy raboty` s pticej roditel`skix stad brojlerov / Sergiev Posad, 2009. – 38 s.
11. Plyusy` i minusy` perepelov porodyy` Feniks [E`lektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <https://dzen.ru/a/ZbfuJUzAA3NtTjz?ysclid=m8n8k0429704969902>
12. Perepel Feniks zolotistyj` [E`lektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <https://m.ok.ru/group/57777794973753/topic/153830624477241?ysclid=m8n8lwo9a802075472>
13. Vy`vedenie i produktivnost` myasny`x perepelov porodyy` radonezhskie / Ya. S. Rojter, T. N. Degtyareva, O. N. Degtyareva, D. V. Anshakov // Pticza i pticeproduktyy`. – 2019. – № 2. – S. 50-54.

**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 24.04.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 24.04.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

***Информация об авторах:***

**Ворожцова Любовь Дамировна**, ассистент кафедры морфологии и экспертизы

**Меликян Екатерина Сергеевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии и экспертизы

**Шакиров Вячеслав Евгеньевич**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии и экспертизы

**Дроздова Людмила Ивановна**, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой морфологии и экспертизы

***Information about the authors:***

**Lyubov D. Vorozhtsova**, assistant professor at the department of morphology and expertise

**Ekaterina S. Melikyan**, candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of morphology and expertise

**Vyacheslav E. Shakirov**, candidate of veterinary sciences, associate professor of the department of morphology and expertise

**Lyudmila I. Drozdova**, doctor of veterinary sciences, professor, head of the department of morphology and expertise

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 211-218.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):211-218.

**ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ПРОДУКЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.211-218  
УДК 579.262; 636.09

**Кормовая добавка «Гербастор»  
и её влияние на продуктивность кур-несушек  
кросса ломанн браун**

Капитонова Елена Алевтиновна<sup>1</sup>, Рязанов Игорь Геннадьевич<sup>2</sup>,  
Веденеева Элла Олеговна<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> kapitonovalena1110@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4307-8433>

<sup>2</sup> ryazanovig@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2825-5868>

<sup>3</sup> ella.chernikova01@mail.ru

нет

**Аннотация.** В последние десять лет птицеводческая промышленность, как отечественная, так и международная, уделяет пристальное внимание вопросам обеспечения экологической чистоты и безопасности продукции. Широкое применение антибиотиков и стимуляторов роста в птицеводстве негативно сказывается на кишечной микрофлоре кур-несушек. Антибиотики подавляют не только патогенную, но и полезную микрофлору кишечника, что приводит к снижению яйценоскости, продуктивности и жизнеспособности птицы. В связи с этим научное сообщество и производители проявляют интерес к переходу от использования антибиотиков и стимуляторов роста к более безопасным альтернативам: пробиотикам, пребиотикам, фитобиотикам и синбиотикам. Исследования демонстрируют ряд положительных эффектов от применения данных добавок, таких как: улучшение усвоения питательных веществ из корма, повышение роста и продуктивности, снижение заболеваемости и смертности птицы, а также уменьшение себестоимости продукции. В статье приведены результаты научного эксперимента по применению препарата «Гербастор» в условиях личного подсобного хозяйства, расположенного в Ступинском районе Московской области. Кормовая добавка скармливалась с основным рационом в расчете 0,5 г/кг и 1,0 г/кг согласно рекомендациям производителя. Кормовая добавка представляет собой инновационный фитобиотик пробиотического действия с пребиотической основой, а также включает комплекс лекарственных трав. Эксперимент проводился на курах-несушках кросса ломанн браун 260-суточного возраста в течение 60 суток.

**Ключевые слова:** фитобиотик, «Гербастор», куры-несушки, яйценоскость, масса яиц, валовый сбор яиц

**Для цитирования:** Капитонова, Е. А., Рязанов И. Г., Веденеева, Э. О. Кормовая добавка «Гербастор» и её влияние на продуктивность кур-несушек кросса ломанн браун // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 211-218. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.211-218>.

---

© Капитонова, Е. А., Рязанов, И. Г., Веденеева, Э. О., 2025

---

ANIMAL HUSBANDRY, FEEDING, ANIMAL PRODUCTS

Original article

## **Herbastor feed additive and its effect on the productivity of laying hens The Lohmann Brown Cross**

Elena A. Kapitonova<sup>1</sup>, Igor G. Ryazano<sup>v2</sup>, Ella O. Vedeneeva<sup>5</sup>

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

<sup>1</sup> kapitonovalena1110@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-4307-8433>

<sup>2</sup> ryazanovig@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2825-5868>

<sup>3</sup> ella.chernikova01@mail.ru

нет

**Abstract.** Over the past ten years, the poultry industry, both domestic and international, has been paying close attention to ensuring environmental cleanliness and product safety. The widespread use of antibiotics and growth stimulants in poultry has a negative effect on the intestinal microflora of laying hens. Antibiotics suppress not only pathogenic, but also beneficial intestinal microflora, which leads to a decrease in egg production, productivity and viability of poultry. In this regard, the scientific community and manufacturers are interested in switching from the use of antibiotics and growth stimulants to safer alternatives: probiotics, prebiotics, phytobiotics and synbiotics. Studies show a number of positive effects from the use of these additives, such as: improved absorption of nutrients from feed, increased growth and productivity, reduced morbidity and mortality of poultry, as well as lower production costs. The article presents the results of a scientific experiment on the use of the drug “Herbastor” in a private subsidiary farm located in Stupinsky district of the Moscow region. The feed additive was fed with the basic ration at the rate of 0.5 g/kg and 1.0 g/kg according to the manufacturer’s recommendations. The feed additive is an innovative probiotic phytobiotic with a prebiotic base, and also has a complex of medicinal herbs. The experiment was conducted on laying hens of the Loman Brown cross 260-day-old for 60 days.

**Keywords:** phytobiotic, “Herbastor”, laying hens, egg production, egg weight, gross egg harvest.

**For citation:** Kapitonova, E. A., Ryazanov, I. G., Vedeneeva, E. O. Herbastor feed additive and its effect on the productivity of laying hens The Lohmann Brown Cross // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):211-218. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.211-218>.

### **Введение**

Пробиотики представляют собой микроорганизмы, которые составляют полезную флору кишечника. Они способны

расти и развиваться в кишечнике, синтезировать вещества, подавляющие рост патогенных бактерий, обладают высокой сохранностью метаболической актив-

ности в готовом продукте, не вызывают привыкания условно-патогенных организмов и не усиливают вирулентность энтеробактерий. Благодаря высокой антагонистической активности эти полезные микроорганизмы заселяют кишечник новорождённых животных, создавая биологический барьер для инфекции на поверхности слизистой оболочки [7, 8, 7, 10, 16, 19]. Продукты жизнедеятельности бактерий-пробионтов не накапливаются в тканях и органах птицы, тем самым, не снижают товарное качество продукции. Использование биологически активных добавок в птицеводстве оказывает положительное влияние на получение конечного продукта (мясо, яйцо) [2, 9, 17].

В последнее время во многих хозяйствах фиксируется устойчивость многих микроорганизмов к антибиотикам. При этом необходимость борьбы с энтеропатогенами в птицеводстве, без использования антибиотиков, является главной задачей всех развивающихся стран мира. Это определяется тем, что устойчивость к антибиотикам подвергает риску возможность лечения целого ряда инфекционных заболеваний сельскохозяйственных птиц, а также создания медицинских и ветеринарных методик, которые частично зависят от возможности контролировать инфекцию [3, 5, 11, 12, 14].

Регулярное применение пробиотиков экономически невыгодно для птицеводческих хозяйств. В связи с этим возникает необходимость в фазовом применении пробиотических добавок. Например, в периоды максимальной нагрузки на организм (пик продуктивности), спада продуктивности (для поддержания производственных показателей) и при ослаблении организма птицы (для повышения сохранности) [13, 15, 20]. Необходимо также уделять постоянное внимание контролю и повышению качества пищевых и инкубационных яиц. В условиях ухода с рынка зарубежных компаний актуальной становится задача импортозамещения добавок отечественными [1, 4, 13, 18, 21-23]. В России существует

множество аккредитованных организаций, занимающихся производством и поставками различных фитодобавок для сельскохозяйственных животных и птицы. Одним из таких предприятий является ООО «НТЦ БИО», специализирующееся на производстве биологически активных добавок.

#### Материалы и методы исследования

**Цель исследования** явилось изучение влияния синбиотической кормовой добавки «Гербастор» на продуктивность кур-несушек кросса ломан браун.

Эксперимент проводился в личном подсобном хозяйстве, расположенном в Ступинском районе Московской области. Исследования проводились на курах-несушках кросса ломанн браун. В ходе опыта на протяжении 60 суток курам-несушкам вместе с полнорационным комбикормом ПК-1-1 скармливалась кормовая добавка «Гербастор» (ООО «НТЦ БИО», г. Шебекино, Белгородская область). «Гербастор» содержит штаммы нескольких пробиотических бактерий, в том числе *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, а также природные фитобиотики, полученные посредством уникального метода биообработки. Бактерии в составе добавки находятся в форме биоплёнки на растительном носителе. Отличительной особенностью «Гербастор» является включение в его состав сбалансированной смеси лекарственных трав: эхинацеи, расторопши, ромашки, зверобоя, подорожника и душицы.

Для исследования были сформированы 3 группы кур-несушек кросса ломанн браун 260-суточного возраста по 15 голов в каждой (без клинических признаков, со схожей продуктивностью и возрастом). Птица содержалась напольным способом в помещении, разделённом на зоны, согласно методике ВНИТИП (2015). Контрольная группа кур-несушек на протяжении всего опытного периода получала основной рацион, сбалансированный по всем основным питательным веществам. Куры первой опытной

группы дополнительно к основному рациону получали кормовую добавку «Гербастор» в дозе 0,5 г препарата на 1 кг комбикорма, второй – 1,0 г/кг, согласно рекомендациям производителя. В ходе экспериментального периода проводилось детальное наблюдение за птицей с целью оценки состояния её клинического здоровья. Ежедневно осуществлялся сбор и подсчёт снесённых яиц от каждой экспериментальной группы кур-несушек. Взвешивание яиц осуществлялось на электронных весах марки «First» с точностью 0,1 г. Определяли среднюю массу одного яйца, сохранность, яйценоскость на начальную несушку, яйценоскость на конечную несушку, валовой сбор яйца за период опыта, интенсивность яйцекладки.

**Результаты эксперимента и их об- суждение**

Исследование полученных данных выявило, что использование биологически активной добавки «Гербастор» в рационе кур-несушек в течение всего экспериментального периода привело к повышению уровня яйценоскости и улучшению качественных показателей яиц во всех опытных группах. Изменение динамики показателей при скармливании кормовой добавки «Гербастор» кур-несушек кросса ломанн браун представлено в таблице 1.

Перед началом эксперимента куры-несушки контрольной, а также 1 и 2 опытной группы находились в 260 суточном возрасте и были выравнены по показателям продуктивности. За 60 суток яйценоскость составляла 51 яйцо/гол. К завершению эксперимента у кур, достигших возраста 320 суток, наблюдалось увеличение продуктивных показателей. В ходе исследования установлено, что интенсивность яйцекладки у кур 1-й опытной группы увеличилась на 0,8 % (+1 яйцо), а у кур 2-й опытной группы – на 2,4 % (+2 яйца), по сравнению с контрольной группой. Положительная динамика также отмечена на количестве валового сбора яиц за период эксперимента. Показатель 1-й опытной группы увеличился на 0,9 %, а во 2-ой опытной группе – на 2,8 % в сравнении с контрольной группой кур-несушек.

Масса яйца представляет собой ключевой физической параметр, определяющий его пищевую и коммерческую ценность. От данного показателя зависят энергетическая ценность и химический состав продукта. В ходе эксперимента установлено небольшое увеличение средней массы яиц у кур экспериментальных групп по сравнению с контрольной группой. В частности, средняя масса яиц у кур 1-й и 2-й опытных групп к концу эксперимента превышала показатели контрольной группы на 1,2% (0,7 г) и 2,2% (1,4 г).

**Таблица 1 – Продуктивность кур-несушек при введении кормовой добавки «Гербастор», (n=15)**

Показатель	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Валовой сбор яйца за период опыта, шт.	765	772	787
Интенсивность яйцекладки, %	85	85,8	87,4
Средняя масса яйца, г	63,1	63,9	64,5
Сохранность, %	100	100	100
Яйценоскость на начальную несушку, шт./гол.	51	51,5	52,5
Получено яйцемассы за период опыта, г	48271,5	49330,8	50761,5

Анализ валового сбора яиц выявил увеличение яйцемассы у кур-несушек обеих опытных групп по сравнению с контрольной группой. Яйцемасса от кур-несушек 1-ой опытной группы превысила показатели контрольной группы на 2,1%, а во второй опытной группе – на 5,1%. Лучшие результаты получены во второй опытной группе, где кормовую добавку «Гербастор» вводили в дозе 1,0 г препарата на килограмм корма. Увеличение продуктивности в ходе эксперимента даёт положительную оценку кормовой

добавке «Гербастор», испытанной на курах-несушках кросса ломанн браун.

### **Выводы**

Полученные в ходе исследования данные убедительно демонстрируют целесообразность использования данной кормовой добавки в промышленном птицеводстве для оптимизации показателей яйценоскости. Установлено, что применение фитобиотической кормовой добавки «Гербастор» стимулирует яйцекладку кур-несушек кросса ломанн браун.

### **Библиографический список**

1. Буяров, В. С. Эффективность применения синбиотика «ПроСтор» в птицеводстве / В. С. Буяров, С. Ю. Метасова // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. – 2019. – Т. 161. – Кн. 3. – С. 408-421.
2. Голушко, В.М. Сравнительный анализ применения биологически активных препаратов и их влияние на качество животноводческой продукции / Голушко В.М., Капитонова Е.А. // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена государственная академия ветеринарной медицины», 2008. – Т. 44. – № 2-1. – С. 174-177.
3. Гласкович, М. А. Влияние кормовых антибиотиков на кишечный микробиоценоз сельскохозяйственных животных: краткий аналитический обзор / Гласкович, М. А., Капитонова, Е. А. // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена государственная академия ветеринарной медицины», 2010. Т. 46. № 1-1. С. 194-197.
4. Дерхо, М. А. Анализ корреляционных связей массы яйца с показателями качества пищевых яиц / М. А. Дерхо, Т. И. Середа, Л. Ш. Горелик // Известия Оренбургского государственного аграрного университета: теорет. и науч.– практ. журн. – 2014. – № 2. – С. 172-175.
5. Капитонова, Е. А. Профилактика дисбактериозов / Е. А. Капитонова // Сборник «Экология и инновации» материалы VII Международной научно-практической конференции. Витебск: ВГАВМ, 2008. С. 100-102.
6. Кочиш, И. И. Эффективность цеолитсодержащих добавок в бройлерном птицеводстве / И. И. Кочиш, Е. А. Капитонова, В. Н. Никулин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2020. – № 3 (83). – С. 329-334.
7. Красочко, П. А. Становление микробиоценоза кишечника цыплят-бройлеров под действием иммуномодуляторов, пробиотиков и пребиотиков / Красочко, П. А., Капитонова, Е. А., Гласкович, А. А. // Эпизоотология, иммунологию, фармакологию и санитария. 2008. № 3. С. 6-14.
8. Лавриненко, К. В. Ретроспективный анализ использования кормовых добавок в птицеводстве / К. В. Лавриненко, Н. Н. Сорокина, А. И. Ходыкин // Материалы III национальной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В.Я. Горина «Достижения и перспективы в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (п. Майский, 25 ноября 2022 г.). – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – 2022. – С. 165-167.
9. Мартынова, Е. Г. Качественные показатели пищевых куриных яиц при использовании пробиотической кормовой добавки Амилоцин / Е. Г. Мартынова, П. П. Корниенко // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее: Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции. В 2 томах, Майский, 27–28 мая 2020 года. Том 1. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 194-195.

10. Повышение эффективности птицеводства за счет улучшения санитарного качества комбикорма адсорбентами микотоксинов / И. И. Кочиш, Е. А. Капитонова, И. В. Брыло [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2021. – Т. 51, вып. 3. – С. 99–104. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-99-104.
11. Подобед, Л. И. Особенности кормления сельскохозяйственных птиц / Подобед, Л. И., Брыло, И. В., Капитонова, Е. А. // Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – 339 с.
12. Производственные риски в промышленном птицеводстве и минимизация потерь : монография / Т. М. Околелова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. 104 с. : ил.
13. Семенов, В. Г. Продуктивные качества кур-несушек на фоне иммунопрофилактики организма / В. Г. Семенов, В. В. Боронин, В. К. Тихонов, Н. Г. Иванов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 243 (III). – С. 224–228.
14. Современное состояние и проблемы применения антибиотиков в сельском хозяйстве / Капитонова, Е. А., Гласкович, М. А., Кузьменко, П. М. [и др.]. // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». 2010. Т. 47. № 2-1. С. 284–288
15. Стрельникова, И. И. Эффективность применения фитобиотиков в птицеводстве / И. И. Стрельникова, Н. А. Кислицина // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2020. – Т. 6. – № 4. – С. 433–444.
16. Технологии производства и переработки продукции животноводства : учебное пособие / Улимбашев, М. Б. [и др.]. // ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»; изд-во «Ставрополь-Сервис-Школа». – Ставрополь, 2024. – 207 с.
17. Штеле, А. Л. Образование биологически полноценных яиц и продуктивность кур яичных кроссов // Птицы и птицепродукты. 2011. № 6. С. 21–23.
18. Яковлева, Е. Г. Результаты применения пробиотика ветом 1.1 страусятам ЗАО «Бабровское» Белгородской области / Е. Г. Яковлева, Р. В. Анисько, Ю. О. Путивская // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы. Материалы XXII международной научно-производственной конференции: в 2 т. Том 1 – п. Майский: Издат-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – 2018. – С. 260–262.
19. A feed additive based on lactobacilli with activity against campylobacter for meat-breeding chickens parent flock / Balykina, A. B., Kapitonova, E. A., Nikonov, I. N. [et. al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11, № 16. – С. 11A–16 E. DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.314.
20. Evaluation lactic acid bacteria autostrains with anti-campylobacter jejuni activity on broiler chickens productivity / Y.E. Kuznetsov, I. N. Nikonov, E. A. Kapitonova, [et al.] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11, № 15. – С. 11A–15S. DOI:10.14456 / ITJEMAST.2020.307.
21. Obtaining Organic Poultry Breeding Products in Prevention of Micotoxicosis / E. A. Kapitonova, Saginbayeva, M., Bayazitova, K., Bayazitov, N., Aubakirova, A. // OnLine Journal of Biological Sciences. 2021, 21 (3):– P. 213–220. DOI: 10.3844/ojbsci.2021.213.220.
22. Results of using tripoli on zoohygienic indicators in the raising a parent herd of meat breed chickens / I. I. Kochish, E. A. Kapitonova, I. N. Nikonov, Shlykon S. N., Omarov R. S. // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Т. 11, № 15. – С. 11A–15 U. DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.309.
23. Results of hypoporosis prevention in farm birds / E. Kapitonova. I. Kochish. E. Vlasenko. M. Glaskovich. I. Nikonov // Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Adiculture in the Far East : Web of Conferences International Scientific Conference. – 2023. – Vol. 371/ – P. 01078. – DOI.org/10.1051/e3sconf/202337101078/.

**References**

1. Buyarov, V. S. *E`ffektivnost` primeneniya sinbiotika «ProStor» v pticevodstve* / V. S. Buyarov, S. Yu. Metasova // *Ucheny`e zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya: Estestvenny`e nauki.* – 2019. – T. 161. – Kn. 3. – S. 408-421.
2. Golushko, V.M. *Sravnitel`ny`j analiz primeneniya biologicheskii aktivny`x preparatov i ix vliyanie na kachestvo zhivotnovodcheskoj produkcii* / Golushko V.M., Kapitonova E.A. // *Ucheny`e zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny`»*, 2008. – T. 44. – № 2-1. – S. 174-177.
3. Glaskovich, M. A. *Vliyanie kormovy`x antibiotikov na kishhechny`j mikrobiocenoz sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x: kratkij analiticheskij obzor* / Glaskovich, M. A., Kapitoova, E. A. // *Ucheny`e zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny`»*, 2010. T. 46. № 1-1. S. 194-197.
4. Derxo, M. A. *Analiz korrelyacionny`x svyazey massy` jajcza s pokazatelyami kachestva pishhevy`x jajcz* / M. A. Derxo, T. I. Sereda, L. Sh. Gorelik // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta: teoret. i nauch.– prakt. zhurn.* – 2014. – № 2. – S. 172-175.
5. Kapitonova, E. A. *Profilaktika disbakteriozov* / E. A. Kapitonova // *Sbornik «E`kologiya i innovacii» materialy` VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii.* Vitebsk: VGAVM, 2008. S. 100-102.
6. Kochish, I. I. *E`ffektivnost` ceolitsoderzhashhix dobavok v brojlerom pticevodstve* / I. I. Kochish, E. A. Kapitonova, V. N. Nikulin // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2020. – № 3 (83). – S. 329-334.
7. Krasochko, P. A. *Stanovlenie mikrobiocenoza kishhechnika cyplyat-brojlerov pod dejstviem immunomodulyatorov, probiotikov i prebiotikov* / Krasochko, P. A., Kapitonova, E. A., Glaskovich, A. A. // *E`pizootologiya, immunobiologiya, farmakologiya i sanitariya.* 2008. № 3. S. 6-14.
8. Lavrinenko, K. V. *Retrospektivny`j analiz ispol`zovaniya kormovy`x dobavok v pticevodstve* / K. V. Lavrinenko, N. N. Sorokina, A. I. Xody`kin // *Materialy` III nacional`noj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya V.Ya. Gorina “Dostizheniya i perspektivy` v sfere proizvodstva i pererabotki sel`skoxozyajstvennoj produkcii”* (p. Majskij, 25 noyabrya 2022 g.). – p. Majskij: FGBOU VO Belgorodskij GAU. – 2022. – S. 165-167.
9. Marty`nova, E. G. *Kachestvenny`e pokazateli pishhevy`x kuriny`x jajcz pri ispol`zovanii probioticheskoy kormovoj dobavki Amilocin* / E. G. Marty`nova, P. P. Kornienko // *Innovacionny`e resheniya v agrarnoj nauke – vzglyad v budushhee: Materialy` XXIV Mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoj konferencii. V 2 tomah, Majskij, 27–28 maya 2020 goda. Tom 1.* – Majskij: Belgorodskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet imeni V.Ya. Gorina, 2020. – S. 194-195.
10. *Povy`shenie e`ffektivnosti pticevodstva za schet uluchsheniya sanitarnogo kachestva kombikorma adsorbentami mikotoksinov* / I. I. Kochish, E. A. Kapitonova, I. V. Bry`lo [i dr.] // *Ucheny`e zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediczny`».* – 2021. – T. 51, vy`p. 3. – S. 99-104. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-99-104.
11. *Podobed, L. I. Osobennosti kormleniya sel`skoxozyajstvenny`x pticz* / Podobed, L. I., Bry`lo, I. V., Kapitonova, E. A. // *Minsk : IVCz Minfina*, 2023. – 339 s.
12. *Proizvodstvenny`e riski v promy`shlennom pticevodstve i minimizaciya poter` : monografiya* / T. M. Okolelova. – Minsk : IVCz Minfina, 2024. 104 s.: il.
13. *Semenov, V. G. Produktivny`e kachestva kur-nesushek na fone immunoprofilaktiki organizma* / V. G. Semenov, V. V. Boronin, V. K. Tixonov, N. G. Ivanov // *Ucheny`e zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny` imeni N.E. Baumana.* – 2020. – T. 243 (III). – S. 224– 228.
14. *Sovremennoe sostoyanie i problemy` primeneniya antibiotikov v sel`skom xozyajstve* / Kapitonova, E. A., Glaskovich, M. A., Kuz`menko, P. M. [i dr.]. // *Ucheny`e zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny`».* 2010. T. 47. № 2-1. S. 284-288

15. Strel'nikova, I. I. *E'ffektivnost' primeneniya fitobiotikov v pticevodstve* / I. I. Strel'nikova, N. A. Kislicina // *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skoxozyajstvenny'e nauki. E'konomicheskie nauki»*. – 2020. – Т. 6. – № 4. – С. 433–444.
16. *Texnologii proizvodstva i pererabotki produkcii zhivotnovodstva : uchebnoe posobie* / Ulimbashev, M. B. [i dr.]. // FGBNU «Severo-Kavkazskij FNACz»; izd-vo «Stavropol'-Servis-Shkola». – Stavropol', 2024. – 207 s.
17. Shtele, A. L. *Obrazovanie biologicheski polnocenny'x yaicz i produktivnost' kur yaichny'x krossov* // *Pticy i pticeprodukty*. 2011. № 6. С. 21-23.
18. Yakovleva, E. G. *Rezul'taty` primeneniya probiotika vetom 1.1 strausyatam ZAO «Babrovskoe» Belgorodskoj oblasti* / E. G. Yakovleva, R. V. Anis`ko, Yu. O. Putivskaya // *Organicheskoe sel'skoe khozyajstvo: problemy` i perspektivy`. Materialy` XXII mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoj konferencii: v 2 t. Tom 1 – p. Majsij: Izdat-vo FGBOU VO Belgorodskij GAU*. – 2018. – С. 260-262.
19. *A feed additive based on lactobacilli with activity against campylobacter for meat-breeding chickens parent flock* / Balykina, A. B., Kapitonova, E. A., Nikonov, I. N. [et. al.] // *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*. – 2020. – Т. 11, № 16. – С. 11A–16 E. DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.314.
20. *Evaluation lactic acid bacteria autostrains with anti-campylobacter jejuni activity on broiler chickens productivity* / Y.E. Kuznetsov, I. N. Nikonov, E. A. Kapitonova, [et al.] // *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*. – 2020. – Т. 11, № 15. – С. 11A–15S. DOI:10.14456 / ITJEMAST.2020.307.
21. *Obtaining Organic Poultry Breeding Products in Prevention of Micotoxicosis* / E. A. Kapitonova, Saginbayeva, M., Bayazitova, K., Bayazitov, N., Aubakirova, A. // *OnLine Journal of Biological Sciences*. 2021, 21 (3):- P. 213-220. DOI: 10.3844/ojbsci.2021.213.220.
22. *Results of using tripoli on zoohygienic indicators in the raising a parent herd of meat breed chickens* / I. I. Kochish, E. A. Kapitonova, I. N. Nikonov, Shlykon S. N., Omarov R. S. // *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*. – 2020. – Т. 11, № 15. – С. 11A–15 U. DOI: 10.14456/ITJEMAST.2020.309.
23. *Results of hypoporosis prevention in farm birds* / E. Kapitonova. I. Kochish. E. Vlasenko. M. Glaskovich. I. Nikonov // *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Adiculture in the Far East : Web of Conferences International Scientific Conference*. – 2023. – Vol. 371/ – R. 01078. – DOI.org/10.1051/e3sconf/202337101078/.

**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 14.05.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 14.05.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

### Информация об авторах:

**Капитонова Елена Алевтиновна**, доктор биологических наук, доцент  
**Рязанов Игорь Геннадьевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
**Веденева Элла Олеговна**, студентка факультета ветеринарной медицины

### Information about the authors:

**Elena A. Kapitonova**, doctor of biological sciences, associate professor  
**Igor G. Ryazanov**, candidate of agricultural sciences, associate professor  
**Ella O., Vedeneeva**, student of the faculty of veterinary medicine

Иппология и ветеринария. 2025. №3(57). С. 219-225.  
Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):219-225.

**ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ПРОДУКЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Научная статья  
DOI: 10/52419/2225-1537/2025.3.219-225  
УДК 636.2:582.28

**Технологические аспекты производства  
и хранения пантов северных оленей  
на примере МУП СХП «Амгуэма»**

Тегреттын Вадим Константинович<sup>1</sup>, Саввинова Маргарита Семеновна<sup>2</sup>,  
Нифонтов Константин Револьевич<sup>3</sup>, Попова Надежда Васильевна<sup>4</sup>,  
Федорова Прасковья Николаевна<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Арктический государственный агротехнологический университет,  
Россия, г. Якутск

<sup>1</sup> nich@agatu.ru  
<sup>2</sup> nich@agatu.ru  
<sup>3</sup> nich@agatu.ru  
<sup>4</sup> nich@agatu.ru  
<sup>5</sup> nich@agatu.ru

отсутствует  
<https://orcid.org/0000-0002-0413-9160>  
<https://orcid.org/0000-0002-3414-127X>  
<https://orcid.org/0000-0001-7826-2914>  
<https://orcid.org/0009-0008-6091-8549>

**Аннотация.** В МУП СХП «Амгуэма» производится сбор и заготовка пантов северных оленей. Панты северных оленей представляют собой ценный продукт, используемый в традиционной медицине и пищевой промышленности. В данной статье рассматривается технологическая схема производства пантов на примере МУП СХП «Амгуэма». Хозяйство является племенным репродуктором Российской Федерации по разведению чукотской породы домашнего северного оленя. Панты северных оленей представляют собой уникальный продукт, обладающий высокой биологической активностью и ценными свойствами, которые находят применение как в традиционной медицине, так и в косметологии. Однако для того чтобы сохранить все эти полезные характеристики, необходимо уделять особое внимание условиям их хранения. Описаны этапы заготовки, охлаждения, оценки качества, а также упаковки и транспортировки пантов. Особое внимание уделяется влиянию условий хранения на сохранность и качество продукта. Подчеркивается значимость пантов в традиционной медицине и косметологии, а также их экономическая ценность для оленеводства в России. Исследование основано на данных практики заготовки пантов и научных источниках, что позволяет сделать выводы о перспективах развития данного направления.

**Ключевые слова:** панты северных оленей, технологии производства, качество пантов, оленеводство, хранение, медицинское применение, экономические аспекты.

**Для цитирования:** Тегреттын, В. К., Саввинова, М. С., Нифонтов, К. Р., Попова, Н. В., Федорова, П. Н. Технологические аспекты производства и хранения пантов северных оленей на примере МУП СХП «Амгуэма» // Иппология и ветеринария. 2025. № 3(57). С. 219-225. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.219-225>.

© Тегреттын, В. К., Саввинова, М. С., Нифонтов, К. Р., Попова, Н. В., Федорова, П. Н., 2025

---

ANIMAL HUSBANDRY, FEEDING, ANIMAL PRODUCTS

Original article

## Technological aspects of production and storage of reindeer antlers on the example of MUP SKHP “Amguema”

Vadim K. Tegrettin<sup>1</sup>, Margarita S. Savvinova<sup>2</sup>, Konstantin R. Nifontov<sup>3</sup>,  
Nadezhda V. Popova<sup>4</sup>, Praskovya N. Fedorova<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Arctic State Agrotechnological University, Russia, Yakutsk

<sup>1</sup> nich@agatu.ru

<https://orcid.org/ no>

<sup>2</sup> nich@agatu.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0413-9160>

<sup>3</sup> nich@agatu.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3414-127X>

<sup>4</sup> nich@agatu.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7826-2914>

<sup>5</sup> nich@agatu.ru

<https://orcid.org/0009-0008-6091-8549>

**Abstract.** In the municipal unitary enterprise agricultural enterprise “Amguema”, reindeer antlers are collected and harvested. Reindeer antlers are a valuable product used in traditional medicine and the food industry. This article discusses the technological scheme of antler production using the example of the Municipal Unitary Enterprise SHP “Amguema”. The farm is a breeding reproducer of the Russian Federation for breeding the Chukchi breed of domestic reindeer. Reindeer antlers are a unique product with high biological activity and valuable properties that are used both in traditional medicine and cosmetology. However, in order to preserve all these useful characteristics, it is necessary to pay special attention to their storage conditions. The stages of procurement, cooling, quality assessment, as well as packaging and transportation of antlers are described. Particular attention is paid to the influence of storage conditions on the safety and quality of the product. The importance of antlers in traditional medicine and cosmetology, as well as their economic value for reindeer herding in Russia are emphasized. The study is based on the practice of antler procurement and scientific sources, which allows us to draw conclusions about the prospects for the development of this area.

**Keywords:** reindeer antlers, production technologies, antler quality, reindeer herding, storage, medical use, economic aspects.

**For citation:** Tegrettin, V. K., Savvinova, M. S., Nifontov, K. R., Popova, N. V., Fedorova, P. N. Technological aspects of production and storage of reindeer antlers on the example of MUP SKHP «Amguema» // Hippology and Veterinary Medicine. 2025;3(57):219-225. <https://doi.org/10.52419/2225-1537.2025.3.219-225>.

### Введение

В МУП СХП «Амгуэма» производится сбор и заготовка пантов северных оленей. Панты северных оленей представляют собой ценный продукт, используемый в

традиционной медицине и пищевой промышленности. В данной статье рассматривается технологическая схема производства пантов на примере МУП СХП «Амгуэма». Хозяйство является племен-

ным репродуктором Российской Федерации по разведению чукотской породы домашнего северного оленя.

Панты северных оленей представляют собой уникальный продукт, обладающий высокой биологической активностью и ценными свойствами, которые находят применение как в традиционной медицине, так и в косметологии [1, 2, 3, 4, 5]. Однако для того, чтобы сохранить все их полезные характеристики, необходимо уделять особое внимание условиям их хранения.

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

Исследования показывают, что неправильное хранение пантов может привести к ухудшению их качества, снижению биологической активности и потере полезных свойств. Температура, влажность и продолжительность хранения являются критически важными факторами, влияющими на сохранность продукта [2, 5, 6, 7]. Например, хранение пантов в условиях, не соответствующих рекомендованным стандартам, может способствовать развитию микроорганизмов и окислительным процессам, что негативно сказывается на конечном продукте.

Кроме того, панты имеют значительную экономическую ценность для оленеводства в России. Панты, то есть мягкие рога, растут у оленей ежегодно, как у самцов, так и у самок. Некоторые оленеводы стараются у самок оставить один рог. Панты костенеют за лето. Осенью у самцов рога отпадают, а у самок остаются до поздней весны, это связано с особенностями кормления, а также для защиты от хищников тугута (оленей до года от рождения). Спрос на этот продукт растёт как на внутреннем, так и на внешнем рынках, что открывает новые возможности для производителей. Важно отметить, что с увеличением интереса к пантам со стороны потребителей, возрастает и необходимость в стандартизации процессов их хранения и переработки.

Приводим схему производства пантов МУП СХП «Амгуэма».

1. Технологическая схема производства пантов.

Процесс производства пантов можно разделить на несколько ключевых этапов:

1.1. Заготовка пантов.

Заготовка пантов осуществляется в оленеводческой бригаде. Важно учитывать время заготовки, так как качество пантов зависит от стадии их роста.

1.2. Охлаждение пантов.

После заготовки пантов они подвергаются охлаждению, что необходимо для сохранения их качественных характеристик и предотвращения порчи.

1.3. Оценка качественного состояния пантов.

На данном этапе осуществляется оценка качества пантов. Это включает в себя визуальный осмотр и проверку на наличие повреждений или заболеваний.

1.4. Доставка на центральную усадьбу.

Панты транспортируются на центральную усадьбу, где они помещаются в холодильную установку для консервации.

1.5. Взвешивание, чистка и мойка.

После прибытия на усадьбу, панты взвешиваются, очищаются от загрязнений и моются для подготовки к дальнейшей обработке.

1.6. Фасовка пантов.

Фасовка пантов производится в соответствии с установленными стандартами, что позволяет обеспечить их сохранность и удобство транспортировки.

1.7. Маркировка транспортной тары.

Каждая партия пантов маркируется, а также оформляется ветеринарное свидетельство, что является обязательным требованием для дальнейшей реализации.

1.8. Отправка свежемороженого сырья

Завершает процесс отправка свежемороженого сырья к конечным потребителям, что позволяет сохранить все полезные свойства пантов. МУП СХП «Амгуэма» поставляет на реализацию панты в СПК Чукотка.

В данном случае вместо принятого высушивания пантов применяется

заморозка как способ хранения. Правильная организация хранения может значительно повысить ценность пантов как продукта, а также способствовать развитию оленеводства в России в целом. В перспективе это направление имеет все шансы на дальнейшее развитие.

### Выводы

Производство пантов северных оленей в МУП СХП «Амгуэма» представляет собой сложный и многоступенчатый процесс, требующий тщательного контроля на каждом этапе. Это обеспечивает высокое качество конечного продукта и его соответствие требованиям рынка.

### Библиографический список

1. Бурков, А. В., Соловьев, В. И. Экономика производства пантов северных оленей в России / А. В. Бурков, В. И. Соловьев. – Экономика и управление в агропромышленном комплексе. – 2022. – Т. 14, № 1. – С. 12-19.
2. Долгих, А. А. Панты северных оленей: биология, сбор и переработка / А. А. Долгих. – Журнал оленеводства. – 2018. – Т. 12, № 3. – С. 45-52.
3. Кузнецов, П. Н. Оленеводство в России: традиции и инновации / П. Н. Кузнецов. – Сибирский вестник агрономии. – 2019. – Т. 10, № 1. – С. 21-30.
4. Никифоров, Д. А. Качество пантов: факторы и методы оценки / Д. А. Никифоров. – Научный журнал оленеводов. – 2020. – Т. 3, № 5. – С. 27-33.
5. Смирнов, И. В. Технологические процессы в производстве пантов северных оленей / И. В. Смирнов. – Научные записки Сибирского аграрного университета. – 2020. – Т. 15, № 2. – С. 78-85.
6. Тихомиров, С. Л. Влияние условий хранения на качество пантов северных оленей / С. Л. Тихомиров. – Агроэкологические исследования. – 2021. – Т. 7, № 4. – С. 56-62.
7. Федоров, М. А. Перспективы использования пантов в медицине и косметологии / М. А. Федоров. – Вестник медицинской науки. – 2017. – Т. 9, № 2. – С. 34-39.

### References

1. Burkov, A. V., Solov`ev, V. I. E`konomika proizvodstva pantov severny`x oleney v Rossii / A. V. Burkov, V. I. Solov`ev. – E`konomika i upravlenie v agropromy`shlennom komplekse. – 2022. – T. 14, № 1. – S. 12-19.
2. Dolgix, A. A. Panty` severny`x oleney: biologiya, sbor i pererabotka / A. A. Dolgix. – Zhurnal olenevodstva. – 2018. – T. 12, № 3. – S. 45-52.
3. Kuznecov, P. N. Olenevodstvo v Rossii: tradicii i innovacii / P. N. Kuznecov. – Sibirskij vestnik agronomii. – 2019. – T. 10, № 1. – S. 21-30.
4. Nikiforov, D. A. Kachestvo pantov: faktory` i metody` ocenki / D. A. Nikiforov. – Nauchny`j zhurnal olenevodov. – 2020. – T. 3, № 5. – S. 27-33.
5. Smirnov, I. V. Texnologicheskie processy` v proizvodstve pantov severny`x oleney / I. V. Smirnov. – Nauchny`e zapiski Sibirskogo agrarnogo universiteta. – 2020. – T. 15, № 2. – S. 78-85.
6. Tixomirov, S. L. Vliyanie uslovij xraneniya na kachestvo pantov severny`x oleney / S. L. Tixomirov. – Agroe`kologicheskie issledovaniya. – 2021. – T. 7, № 4. – S. 56-62.
7. Fedorov, M. A. Perspektivy` ispol`zovaniya pantov v medicine i kosmetologii / M. A. Fedorov. – Vestnik medicinskoj nauki. – 2017. – T. 9, № 2. – S. 34-39.

**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 19.05.2025; одобрена после рецензирования 22.08.2025; принята к публикации 01.09.2025.

The article was submitted 19.05.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 01.09.2025.

***Информация об авторах:***

**Тегретын Вадим Константинович**, студент 6 курса заочного обучения факультета ветеринарной медицины,

**Саввинова Маргарита Семеновна**, доктор ветеринарных наук, профессор

**Нифонтов Константин Револьевич**, кандидат ветеринарных наук, доцент

**Попова Надежда Васильевна**, кандидат биологических наук, доцент

**Федорова Прасковья Николаевна**, кандидат биологических наук, доцент

***Information about the authors:***

**Vadim K. Tegretin**, 6th year student of correspondence course of the faculty of veterinary medicine,

**Margarita S. Savvinova**, doctor of veterinary sciences, professor

**Konstantin R. Nifontov**, candidate of veterinary sciences, associate professor

**Nadezhda V. Popova**, candidate of biological sciences, associate professor

**Praskovya N. Fedorova**, candidate of biological sciences, associate professor

---

## Авторы номера Authors of articles

1. **Алексеева, Нюргина Илларионовна**, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, г. Якутск, nyurgina@yandex.ru
2. **Аржанкова, Юлия Владимировна**, доктор биологических наук, доцент кафедры зоотехнии и технологии переработки продукции животноводства, ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Великие Луки, ar@vgsa.ru
3. **Бабкин, Павел Алексеевич**, соискатель, ФКП «Росгосцирк» «Самарский Госцирк», научный руководитель канд. ветеринар. наук Соломахина, Л. А., Россия, г. Самара, nergy-x81@mail.ru
4. **Веденева, Элла Олеговна**, студентка факультета ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», Россия, Москва, ella.chernikova01@mail.ru
5. **Вирзум, Людмила Викторовна**, кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой прикладных биотехнологий, ФГБОУ ВО «Верхневолжский государственный агrobiотехнологический университет», Россия, г. Иваново, virzum@list.ru
6. **Витте, Мария Владимировна**, соискатель, ветеринарная клиника Леопольд, г. Пермь, научный руководитель канд. ветеринар. наук Соломахина, Л. А., Россия, г. Пермь, vittemariya@mail.ru
7. **Ворожцова, Любовь Дамировна**, соискатель, ассистент кафедры морфологии и экспертизы, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Екатеринбург, gatina.lyuba2014@yandex.ru
8. **Гвоздецкий, Николай Алексеевич**, кандидат биологических наук, доцент базовой кафедры эпизоотологии и микробиологии, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, elena-kastarnova@mail.ru
9. **Голдырев, Андрей Анатольевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник кафедры кинологии, Федеральное казенное образовательное учреждение высшего образования «Пермский институт Федеральной службы исполнения наказаний» (ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России), Россия, г. Пермь, goldyrev.a.a@yandex.ru
10. **Головина, Елизавета Алексеевна**, соискатель, ветеринарная клиника «Собачье сердце», Россия, г. Краснодар, научный руководитель канд. ветеринар. наук Соломахина, Л. А., Россия, г. Краснодар, golovinaelizabetha340@gmail.com
11. **Горбунов, Павел Александрович**, кандидат ветеринарных наук, доцент Центра клинических дисциплин, ФГБОУ ВО «Верхневолжский государственный агrobiотехнологический университет», Россия, г. Иваново, ra-gorbunov@bk.ru
12. **Дердюк, Татьяна Степановна**, преподаватель кафедры кинологии, Федеральное казенное образовательное учреждение высшего образования «Пермский институт Федеральной службы исполнения наказаний» (ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России), Россия, г. Пермь, tat.der80@mail.ru
13. **Дмитриева, Оксана Сергеевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарии, ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Великие Луки, oksana.sergeevna85@mail.ru

---

**14. Дроздова, Людмила Ивановна**, доктор ветеринарных наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, заведующая кафедрой морфологии и экспертизы, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Екатеринбург, drozdova43@mail.ru

**15. Зеленецкий, Николай Вячеславович**, доктор ветеринарных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», Россия, Санкт-Петербург, znvprof@mail.ru

**16. Камлия, Игорь Лаврентьевич**, кандидат ветеринарных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Приморский государственный аграрно-технологический университет. Институт животноводства и Ветеринарной медицины», Россия, г. Уссурийск. kaml\_4@inbox.ru

**17. Капитонова, Елена Алевтиновна**, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры зоогигиены и птицеводства имени А. К. Даниловой, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», Россия, Москва, kapitonovalena1110@mail.ru

**18. Кастарнова, Елена Сергеевна**, кандидат биологических наук, научный сотрудник кафедры терапии и фармакологии ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, elena-kastarnova@mail.ru

**19. Каюмова, Элина Ильгизовна**, аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», Россия, Санкт-Петербург, kaiumova\_neurovet@mail.ru

**20. Клетикова, Людмила Владимировна**, доктор биологических наук, доцент, профессор центра клинических дисциплин, ФГБОУ ВО «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет», Россия, г. Иваново, doktor\_xxi@mail.ru

**21. Князева, Ксения Константиновна**, аспирант, ФГБОУ ВО «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет», Россия, г. Иваново, ksuychka84@yandex.ru

**22. Колина, Юлия Александровна**, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Приморский государственный аграрно-технологический университет. Институт животноводства и Ветеринарной медицины», Россия, г. Уссурийск, momot18@mail.ru

**23. Корч, Мария Анатольевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии и экспертизы, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Екатеринбург, maria@korch.ru

**24. Максимова, Александра Николаевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, г. Якутск, Sasha\_maximova@mail.ru

**25. Меликян, Екатерина Сергеевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии и экспертизы ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Екатеринбург, e.katia24@gmail.com

**26. Михолап Анна Петровна**, соискатель, Ветеринарная клиника БиоВет, научный руководитель кандидат ветеринарных наук Соломахина, Л. А., Россия, Москва, anka2061@yandex.ru

**27. Момот, Надежда Васильевна**, доктор ветеринарных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Приморский государственный аграрно-технологический университет. Институт животноводства и Ветеринарной медицины», Россия, г. Уссурийск. momot1953@bk.ru

**28. Нарижная, Екатерина Вячеславовна**, соискатель, Центр ветеринарной медицины 911, научный руководитель Соломахина, Л. А., Воронежского ветеринарного госпиталя № 1, Россия, г. Воронеж, narizhnaya888@mail.ru

---

**29. Нифонтов, Константин Револьевич**, кандидат ветеринарных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, г. Якутск, nich@agatu.ru

**30. Нюкканов, Аян Николаевич**, доктор биологических наук, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, г. Якутск, nykkanovan@agatu.ru

**31. Оробец, Владимир Александрович**, доктор ветеринарных наук, заведующий кафедрой терапии и фармакологии, профессор ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, elena-kastarnova@mail.ru

**32. Платонов, Терентий Афанасьевич**, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, г. Якутск, platonof74@mail.ru

**33. Понамарёв, Владимир Сергеевич**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры фармакологии и токсикологии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», Россия, Санкт-Петербург, psevdopyos@mail.ru

**34. Попова, Надежда Васильевна**, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, г. Якутск, nich@agatu.ru

**35. Порублев, Владислав Анатольевич**, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, porvlad@mail.ru

**36. Рязанов, Игорь Геннадьевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры зооигиены и птицеводства имени А. К. Даниловой, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», Россия, Москва, ryazanovig@gmail.com

**37. Саввинова, Маргарита Семеновна**, доктор ветеринарных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, г. Якутск, nich@agatu.ru

**38. Синьковская, Ирина Сергеевна**, студент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Екатеринбург, irinassink@mail.ru

**39. Скопцова, Татьяна Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой зоотехнии и технологии переработки продукции животноводства, ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Великие Луки, skopcova@vgsa.ru

**40. Скрипкин, Валентин Сергеевич**, доктор биологических наук, директор института ветеринарии и биотехнологий ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, elena-kastarnova@mail.ru

**41. Слепцов, Евгений Семёнович**, доктор ветеринарных наук, профессор, Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова», Россия, г. Якутск, evgeniysemenovic@mail.ru

**42. Соломахина, Любовь Анатольевна**, кандидат ветеринарных наук, докторант, главный врач, врач-офтальмолог, микрохирург Воронежского ветеринарного госпиталя № 1, Россия, г. Воронеж, barashek.l@yandex.ru

**43. Стручков, Николай Афанасьевич**, кандидат ветеринарных наук, заведующий кафедрой незаразных болезней животных, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, г. Якутск, nich@agatu

---

---

44. **Тамбиева, Диана Магомедовна**, аспирант 2 года обучения, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, diana.tambiyeva.01@inbox.ru

45. **Тегретын, Вадим Константинович**, студент факультета ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, г. Якутск, nich@agatu.ru

46. **Терентьев, Сергей Сергеевич**, кандидат биологических наук, доцент, директор института ветеринарной медицины и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Верхневолжский государственный агrobiотехнологический университет», Россия, г. Иваново, sergei.terentev.14@mail.ru

47. **Устинов, Владимир Олегович**, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, г. Якутск, ustinovvladimir30@gmail.com

48. **Федорова, Прасковья Николаевна**, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, г. Якутск, nich@agatu.ru

49. **Шакиров, Вячеслав Евгеньевич**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии и экспертизы ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Екатеринбург, shvetvet@yandex.ru

50. **Шашурина, Юлия Николаевна**, старший преподаватель центра клинических дисциплин, ФГБОУ ВО «Верхневолжский государственный агrobiотехнологический университет», Россия, г. Иваново, y.shashurina@mail.ru

51. **Шестаков, Дмитрий Евгеньевич**, студент 3 курса, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, dima.shestakov.22@mail.ru

52. **Якимова Александра Владимировна**, соискатель, Центр изучения, спасения и реабилитации морских млекопитающих «Безмятежное море», научный руководитель канд. ветеринар. наук Соломахина, Л. А., Россия, Республика Крым, г. Севастополь, snowlynx@mail.ru

---

# Информация для авторов

*Уважаемые коллеги!*

Приглашаем Вас опубликовать результаты своих научных исследований в 58 (четвёртом в 2025 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 доктора и кандидата биологических, доктора 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 ее в открытой печати.
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 14.11.2025 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*



*Зеленевский, Н.В.*

Ежеквартальный научно-производственный журнал

**Иппология и ветеринария**

Учредители: 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)**

Научный редактор К. Н. Зеленецкий  
Корректор Т. С. Урбан  
Компьютерная верстка Д. И. Сазонов  
Юридический консультант О. Ю. Калюжин

Подписано в печать 10.09.2025  
Формат бумаги 70x100 1/16. Бумага офсетная

Усл. печ. л. 18,7  
Тираж 500  
Заказ № 2549

Отпечатано в ООО «Информационно-консалтинговый центр»

Открыта подписка на первое полугодие 2026 года  
Объединённый каталог «Пресса России»

**Подписной индекс 70007  
Подписной индекс 23085-Крым**

**197183, Санкт-Петербург, ул. Черниговская, 5. Тел.: +7 911 955 44 54**