



www.vetpat.ru

DOI 10.23947/2949-4826

ТОМ 22

№3

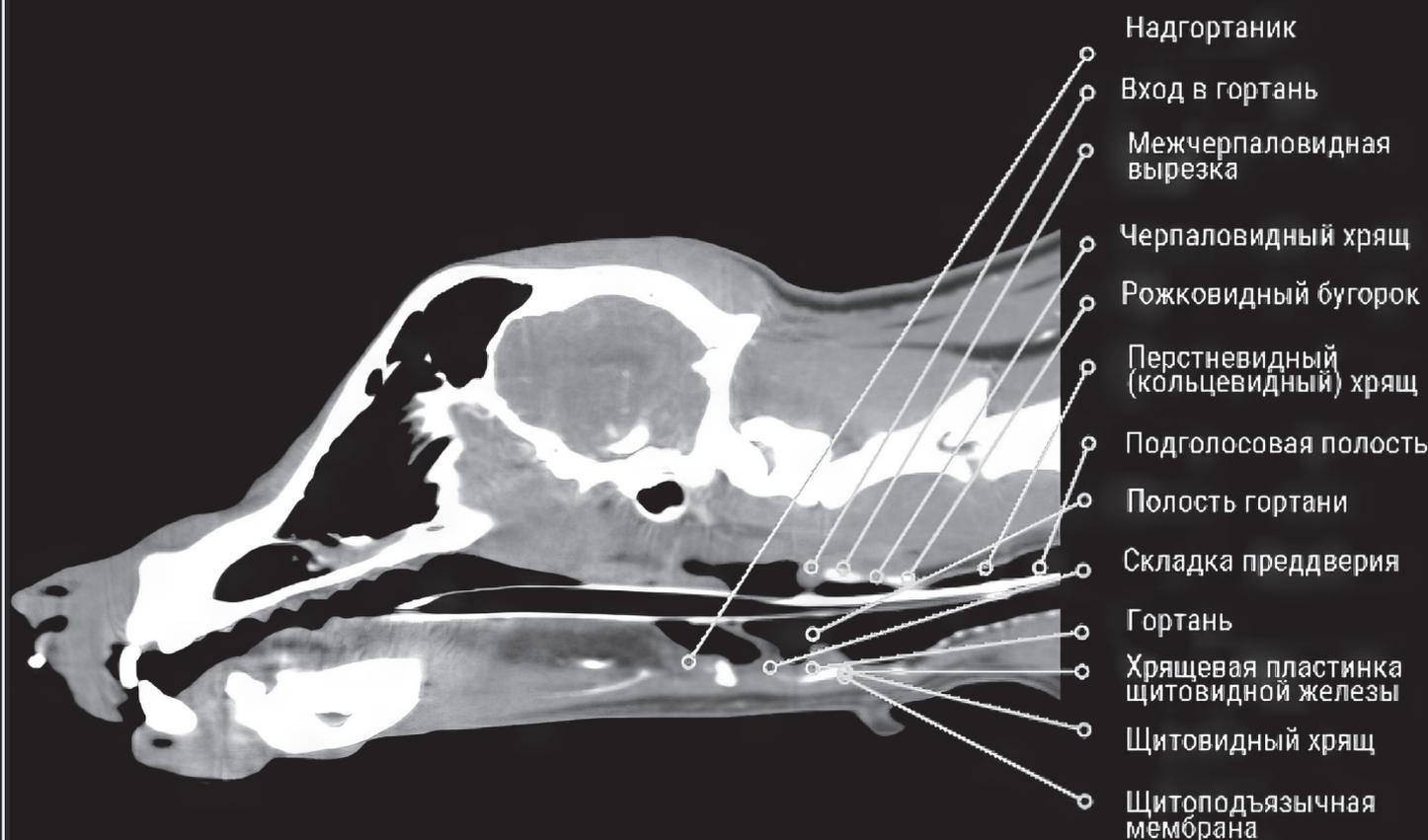
2023

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ISSN 2949-4826

Ветеринарная Патология

ПАРАЗИТОЛОГИЯ / ЭПИЗООТОЛОГИЯ И ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ / ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ / ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ



Компьютерная томография головы собаки с контрастным усилением, сагиттальный срез. Толщина среза 1,25 мм, мощность 120 кВт
Автор Нестерова А.В. Ветеринарный центр "Вита", 2023 г.

Ветеринарная Патология



Том 22, №3, 2023

*Рецензируемый научно-практический журнал
по фундаментальным и прикладным вопросам ветеринарии*

Учредитель и издатель

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донской государственный технический университет»

*Журнал включен в перечень рецензируемых научных
изданий, в котором должны быть опубликованы
основные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук
(Перечень ВАК).*

Журнал награжден медалью отделения
ветеринарной медицины РАСХН
«За достижения в области ветеринарной науки»

Свидетельство о регистрации средства массовой
информации ПИ № ФС 77 – 84226 от 28.11.2022 г.,
выдано Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций

Выходит ежеквартально (4 раза в год)

Издается с 2002 года

Адрес учредителя, издателя и редакции:
344003, Российская Федерация,
г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1,
тел. +7 (863)2–738–372

E-mail: vetpat.ru@yandex.ru
www.vetpat.ru



© Донской государственный технический университет

Редакционная коллегия:

Ермаков А. М., главный редактор, доктор биологических наук, профессор Донского государственного технического университета

Макаров В. В., председатель, д.б.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ, профессор РУДН

Василевич Ф. И., д.в.н., профессор, академик РАН, ректор МГАВМиБ им. К. И. Скрябина

Горлов И. Ф., д.с.-х.н., академик РАН, профессор Волгоградского государственного технического университета

Гулюкин М. И., д.в.н., профессор, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ, ВНИИ экспериментальной ветеринарии им. К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко

Гусев А. А., д.в.н., профессор, член-корреспондент РАН, Заслуженный деятель науки РФ, зав. отделом Белорусского НИИ экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышеселеского

Дерезина Т. Н., д.б.н., профессор кафедры «Биология и общая патология» Донского государственного технического университета

Евстропов В. М., д.м.н., профессор кафедры «Биология и общая патология» Донского государственного технического университета

Зеленкова Г. А., д.с.-х.н., профессор кафедры «Биология и общая патология» Донского государственного технического университета

Карташов С. Н., д.б.н., профессор кафедры «Биология и общая патология» Донского государственного технического университета

Клименко А. И., д.с.-х.н., профессор, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ, директор Федерального Ростовского аграрного научного центра

Квочко А. Н., д.б.н., профессор Ставропольского государственного аграрного университета

Недосеков В. В., д.в.н., профессор Института ветеринарной медицины Национального аграрного университета, Киев, Украина

Паршин П. А., д.в.н., профессор, ВНИВИПФИТ

Сочнев В. В., д.в.н., профессор, член-корреспондент РАН, Заслуженный деятель науки РФ, заслуженный ветеринарный врач РФ, профессор Нижегородской ГСХА

Стекольников А. А., д.в.н., профессор, академик РАН, ректор Санкт-Петербургской ГАВМ

Bruyas J.-F., DVM, Ph.D, Lauréat de l'Université Paul Sabatier, Diplômé of European collège of Animal Reproduction (ECAR), President of French Association for the study of Animal Reproduction, Member of the Exam committee of European College of Animal Reproduction (ECAR), Professor of theriogenology, National College of Veterinary Medicine, Food Science and Engineering, France

Simon M. F., professor, Universidad de Salamanca, Spain

Veterinary Pathology



Vol. 22, No. 3, 2023

*Peer-reviewed scientific and practical journal
on fundamental and applied issues of veterinary medicine*

Founder and publisher – Federal State
Budgetary Educational Institution of Higher
Education “Don State Technical University”

*The journal is included in the list of peer-reviewed
scientific editions where the main research results of dis-
sertations in candidacy for the Doctor's and Candidate's
science degrees should be published
(Higher Attestation Commission List).*

The journal is awarded the medal
of the Veterinary Medicine Department
of the Russian Academy of Agricultural Sciences
“For achievements in the field
of veterinary science”.

Certificate of mass media registration ПИ
№ ФС 77 - 84226 of 28.11.2022, issued by the Federal
Service for Supervision of Communications,
Information Technology and Mass Media.

Quarterly journal (4 issues per year)

Published since 2002

Founder's, Publisher's and Editorial Office Address:
Gagarin Sq. 1, Rostov-on-Don, 344003,
Russia. Phone: +7 (863)273-83-72

E-mail: vetpat.ru@yandex.ru,
www.vetpat.ru

© “Don State Technical University”

Editorial Board:

A. M. Ermakov, Editor-in-Chief, D.Sc. (Biology), Professor
of Don State Technical University

V. V. Makarov, Editorial Board Chairman, D.Sc. (Biology),
Professor, Honoured Scholar of the Russian Federation, Professor
of RUDN university

F. I. Vasilevich, D.Sc. (Veterinary Medicine), Academician of the
Russian Academy of Sciences, Rector of Moscow State Academy
of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Skryabin

I. F. Gorlov, D.Sc. (Agriculture), Academician of the Russian
Academy of Sciences, Professor of Volgograd State Technical Uni-
versity

M. I. Gulyukin, D.Sc. (Veterinary Medicine), Professor, Aca-
demician of the Russian Academy of Sciences, Honoured Scholar
of the Russian Federation, Professor of the All-Russian Research
Institute named after K.I.Skryabin and Ya.R. Kovalenko

A. A. Gusev, D.Sc. (Veterinary Medicine), Professor, Corre-
sponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honoured
Scholar of the Russian Federation, Head of Department of the Re-
search Institute of Experimental Medicine named after S. N. Vyshe-
lessky, Republic of Belarus

T. N. Derezhina, D.Sc. (Biology), Professor of the Department
“Biology and General Pathology”, Don State Technical University

V. M. Evstropov, D.Sc. (Medicine), Professor of the Department
“Biology and General Pathology”, Don State Technical University

G. A. Zelenkova, D.Sc. (Agriculture), Professor of the Depart-
ment “Biology and General Pathology”, Don State Technical Uni-
versity

S. N. Kartashov, D.Sc. (Biology), Professor of the Department
“Biology and General Pathology”, Don State Technical University

A. I. Klimenko, D.Sc. (Agriculture), Professor, Academician
of the Russian Academy of Sciences, Honoured Scholar of the Rus-
sian Federation, Director of the Federal Rostov Agricultural Re-
search Center

A. N. Kvochko, D.Sc. (Biology), Professor of Stavropol State
Agrarian University

V. V. Nedosekov, D.Sc. (Veterinary Medicine), Professor of the
Institute of Veterinary Medicine, National Agrarian University,
Kiev, Ukraine

P. A. Parshin, D.Sc. (Veterinary Medicine), Professor of the All-
Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology
and Therapy

V.V. Sochnev, D.Sc. (Veterinary Medicine), Professor, Corre-
sponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honoured
Scholar of the Russian Federation, Honoured Veterinarian of the
Russian Federation, Professor of Nizhny Novgorod State Agricul-
tural Academy

A. A. Stekolnikov, D.Sc. (Veterinary Medicine), Professor, Aca-
demician of the Russian Academy of Sciences, Rector of Saint Pe-
tersburg State Academy of Veterinary Medicine

J.-F. Bruyas, D.V. M, Ph.D, Laureate of the Paul Sabatier Uni-
versity, Diplomate of the European College of Animal Reproduction
(ECAR), President of the French Association for the Study of Ani-
mal Reproduction, Member of the Exam Committee of European
College of Animal Reproduction (ECAR), Professor of theriogenol-
ogy, National College of Veterinary Medicine, Food Science and
Engineering, France

M. F. Simon, Professor, Universidad de Salamanca, Spain

СОДЕРЖАНИЕ

ПАРАЗИТОЛОГИЯ

Евсюков А.П., Цыганкова М.Г.

Гельминтофауна летучих мышей Ростовской области: обзор. 1. Nematoda 5

ЭПИЗООТОЛОГИЯ И ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ

Зеленкова Г.А., Устьянцев Д.А., Пахомова А.А., Зеленков А.П.

Эффективность различных способов вакцинации птицы в условиях промышленного производства 17

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Ткачева Е.В., Вакуленко М.Ю., Попов И.В., Ермаков А.М.

Коронавирусная инфекция кошек: геномика и эпизоотология 25

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

Авилов А.В., Фомина А.С., Скубак П.Г., Крахмалев Т.К., Ермаков А.М.

Тревожность собак-компаньонов: разработка устройства для оценки эмоционального состояния на основе анализа вокализации 32

Кочеткова А.Ю., Фомина А.С., Гоц Д.Н., Дерезина Т.Н.

Современные подходы к лечению алопеции X у собак: обзор исследований 45

CONTENTS

<i>Evsyukov AP, Tsygankova MG</i> Helminth Fauna of Bats in the Rostov Region: Review. 1. Nematoda	5
<i>Zelenkova GA, Ustyantsev DA, Pakhomova AA, Zelenkov AP</i> Efficiency of Various Poultry Vaccination Methods in Industrial Poultry Farming	17
<i>Tkacheva EV, Vakulenko MYu, Popov IV, Ermakov AM</i> Feline Coronavirus Infection: Genomics and Epizootology	25
<i>Avilov AV, Fomina AS, Skubak PG, Krakhmalev TK, Ermakov AM</i> Development of a Device for Assessing the Emotional State of Companion Dogs Based on the Analysis of Vocalizations Associated with Anxiety and Barking	32
<i>Kochetkova AYu, Fomina AS, Gots DN, Derezhina TN</i> Modern Approaches to Treatment of Alopecia X in Dogs: Review of Research	45

ПАРАЗИТОЛОГИЯ



Научная статья

УДК 576.895.132:595.132:599.4

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-5-16>

Гельминтофауна летучих мышей Ростовской области: обзор. 1. Nematoda

А.П. Евсюков  ✉, М.Г. Цыганкова 

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

✉ aevsukov@mail.ru

Аннотация

Введение. Летучие мыши (Chiroptera) — наименее изученная группа млекопитающих во многих регионах России. Наряду с этим известно, что рукокрылые — один из наиболее многочисленных отрядов зверей, который может выступать в роли природных хозяев и переносчиков различных патогенных грибов, бактерий и вирусов. Однако паразитофауна данной группы животных малоизучена. Исследование их паразитических червей имеет большое практическое значение, так как летучие мыши, в связи с древностью своего происхождения, являются весьма обособленным отрядом. Эндопаразиты и, в частности, гельминты рукокрылых, в Ростовской области ранее не исследовались. По имеющимся данным, современные исследования паразитических червей летучих мышей в России проводились только в Саратовской области и в Республике Мордовия. Цель данной серии статей — изучение видового состава гельминтов, паразитирующих у рукокрылых на территории Ростовской области. В первом сообщении мы приводим данные по нематодам.

Материалы и методы. Материалы исследования — статьи из общедоступных данных литературных баз: PubMed (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov), Киберленинка (cyberleninka.ru), Google Scholar (<https://scholar.google.com>) и др. В качестве основного метода был использован анализ собранных данных.

Результаты исследования. Авторами впервые показано, что у 15 видов летучих мышей, обитающих в Ростовской области, могут быть найдены 27 видов нематод, относящихся к 14 родам, 8 семействам, 4 отрядам и 2 классам. Многочисленный класс Chromadorea представлен 21 видом, 12 из которых обнаружены на территории России.

Обсуждение и заключение. Результаты проведенного анализа литературных данных показали, что наибольшее количество видов нематод паразитирует у двух видов рукокрылых, встречающихся в Ростовской области: водяной ночницы (15 видов) и рыжей вечерницы (14 видов). Всего один вид зарегистрирован у северного кожанка. Большая часть видов нематод является специфическими паразитами летучих мышей и имеет прямой жизненный цикл (например, виды рода *Molinostrongylus*). У части видов, таких как *Pterygodermatites bovieri* и *Litomosa* spp., промежуточные хозяева — членистоногие, а окончательные — различные виды летучих мышей. Для трех видов нематод: *Ascarops strongylina*, *Physocephalus sexalatus* и *Spirocerca lupi* — летучие мыши являются паратеническими хозяевами.

Ключевые слова: гельминты, нематоды, паразиты, рукокрылые, Ростовская область

Благодарности. Авторы выражают искреннюю благодарность коллегам за помощь в поиске литературы.

Для цитирования. Евсюков А.П., Цыганкова М.Г. Гельминтофауна летучих мышей Ростовской области: обзор. 1. Nematoda. *Ветеринарная патология*. 2023;22(3):5–16. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-5-16>

Original article

Helminth Fauna of Bats in the Rostov Region: Review. 1. Nematoda

Aleksandr P. Evsyukov  ✉, Mariya G. Tsygankova 

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

✉ aevsukov@mail.ru

Abstract

Introduction. Bats (Chiroptera) are the least studied group of mammals in many regions of Russia. At the same time, the chiropterans are known to be one of the largest orders of Mammalia, which can act as hosts and carriers of various pathogenic fungi, bacteria and viruses. However, the parasitic fauna of this group of animals is poorly investigated. The study

of bat-parasitizing worms has great practical importance, since bats, due to their ancient origin, are a very detached order. Endoparasites, including the chiropteran helminths, have not been previously studied in the Rostov region. According to the available data, the up-to-date research on the bat parasites in Russia has been carried out only in the Saratov region and in the Republic of Mordovia. The aim of this series of articles is to study the helminth species composition parasitizing in chiropterans in the Rostov region. In the first report we present the data on nematodes.

Materials and Methods. The materials for the research were the articles from the open access literature databases: PubMed (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov), Cyberleninka (cyberleninka.ru), GoogleScholar (<https://scholar.google.com>), etc. The main method used was the analysis of the collected data.

Results. The authors were the first to reveal that 27 nematode species from 14 genera, 8 families, 4 orders and 2 classes can be found in 15 bat species living in the Rostov region. The numerous Chromadorea class is represented by 21 species, 12 of which are found in Russia.

Discussion and Conclusion. The results of the literature sources analysis showed that the largest number of nematode species parasitize in two chiropteran species living in the Rostov region: in the Daubenton's bat (15 species) and in the common noctule (14 species). Only one species has been recorded in the northern bat. Most nematode species parasitize specifically in bats and have a direct life cycle. (e.g., species of the genus *Molinostrongylus*). For some species, such as *Pterygodermatites bovieri* and *Litomosa* spp., the intermediate hosts are arthropods and the definitive hosts are various bat species. For three nematode species: *Ascarops strongylina*, *Physocephalus sexualatus* and *Spirocerca lupi*, bats are the paratenic hosts.

Key words: helminths, nematodes, parasites, chiropterans, Rostov region

Acknowledgments. The authors express their sincere gratitude to colleagues for their assistance in searching the literature.

For citation. Evsyukov AP, Tsygankova MG. Helminth Fauna of Bats in the Rostov Region: Review. 1. Nematoda. *Veterinary Pathology*. 2023;22(3):5–16. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-5-16>

Введение. Летучие мыши (Chiroptera) по-прежнему остаются наименее изученной группой позвоночных во многих регионах России. Наряду с этим известно, что рукокрылые — один из наиболее многочисленных отрядов млекопитающих, который может выступать в роли природных хозяев и переносчиков различных патогенных грибов, бактерий и вирусов [1]. В частности, достаточно подробно изучены вирусы, циркулирующие в популяциях летучих мышей [2, 3], в том числе и на территории Ростовской области (РО) [4].

Однако паразитофауна данной группы млекопитающих малоизучена, поэтому исследование видового состава паразитических червей рукокрылых имеет большое практическое значение, так как летучие мыши являются весьма обособленной группой зверей в связи с древностью своего происхождения. Способность к миграции и особенности характера питания позволили им широко распространиться, что напрямую повлияло на оригинальность их гельминтофауны, представленной специфичными видами [5]. При этом зараженные летучие мыши — обычно дефинитивные хозяева, реже выступающие в качестве промежуточных, в которых развиваются личиночные стадии, или в качестве паратенических (резервуарных) хозяев, в которых накапливаются инвазионные стадии [6]. Из многочисленных литературных данных известно, что на рукокрылых паразитируют гельминты четырех таксономических групп: сосальщики (Trematoda), ленточные черви (Cestoda), круглые черви (Nematoda) и скребни (Acanthocephala).

Некоторые виды летучих мышей обитают непосредственно возле человека, заселяя чердаки домов, трещины в стенах и подобные укрытия [7]. Таким образом, яйца гельминтов могут попадать в жилища людей и заражать их или домашних животных. Поэтому крайне необходимо выявить видовой состав гельмин-

тов летучих мышей и установить тех представителей, которые могут заражать широкие спектры хозяев.

В РО были исследованы эктопаразиты рукокрылых. В частности, опубликованы сведения о блохах и клещах, паразитирующих на некоторых широко распространенных видах летучих мышей [8]. Эндopазиты, в том числе и гельминтофауна рукокрылых, как в РО, так и во всей южной части РФ ранее не исследовались. По имеющимся у нас сведениям, современные исследования гельминтов летучих мышей в России проводились только в Саратовской области и в Республике Мордовия.

Цель серии статей — изучение видового состава гельминтов, паразитирующих у рукокрылых на территории РО. В первом сообщении мы приводим данные по нематодам. В рамках обозначенной цели были поставлены следующие задачи:

- определить видовой состав Chiroptera РО на основе литературных данных;
- установить видовой состав нематод рукокрылых, обитающих в РО;
- выявить виды нематод, которые могут паразитировать как у летучих мышей, так и у домашних животных.

Материалы и методы. Материалы исследования — статьи из общедоступных данных литературных баз: PubMed (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov), Киберленка (cyberleninka.ru), Google Scholar (<https://scholar.google.com>) и др. Основа исследования — составить список видов летучих мышей в РО для выявления гельминтов, паразитирующих у рукокрылых. В качестве основного метода был использован анализ собранных литературных данных.

Систематика нематод приведена по М. Hodda [9].

Результаты исследования. На основании многочисленных публикаций ростовских териологов, установлено, что в области обитает 15 видов рукокрылых,

относящихся к 6 родам [7, 10–14]. В связи с неоднозначностью и разнообразием русских названий, они приведены вместе с латинскими:

Семейство Гладконосые летучие мыши Vespertilionidae Gray, 1821

Род Кожаны *Eptesicus* Rafinesque, 1820:

Северный кожанок *Eptesicus nilssonii* (Keyserling & Blasius, 1839)

Поздний кожан *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774)

Род Ночницы *Myotis* Kaup, 1829:

Золотистая ночница *Myotis aurascens* Kuzyakin, 1935

Прудовая ночница *Myotis dasycneme* (Boie, 1825)

Водяная ночница / Ночница Добантона *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817)

Усатая ночница *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817)

Род Вечерницы *Nyctalus* Bowditch, 1825:

Гигантская вечерница *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1780)

Малая вечерница / Вечерница Лейслера *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817)

Рыжая вечерница *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774)

Род Нетопыри *Pipistrellus* Kaup, 1829:

Нетопырь средиземный / Нетопырь средиземноморский / Нетопырь Куля *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817)

Нетопырь лесной / Нетопырь Натузиуса *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839)

Нетопырь-карлик *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774)

Нетопырь-пигмей / Нетопырь малый *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825)

Род Ушаны *Plecotus* E. Geoffroy, 1818:

Бурый ушан / Обыкновенный ушан *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758)

Род Двухцветные кожаны *Vespertilio* Linnaeus, 1758:

Двухцветный кожан / Двухцветная летучая мышь *Vespertilio murinus* (Schreber, 1775)

По данным Миноранского В.А. и Малиновкина А.В. [14], на территории РО наибольшее количество видов и особей рукокрылых встречается в степном ландшафте. Все зарегистрированные виды обнаружены в населённых пунктах, а такие, как средиземный нетопырь, поздний кожан, рыжая вечерница и бурый ушан являются оседлыми в городах.

На основании литературных источников, охватывающих паразитофауну рукокрылых, был составлен список нематод, которые могут встретиться у летучих мышей в Ростовской области.

Тип Nematoda Potts, 1932

Класс Chromadorea Inglis, 1983

Отряд Rhabditida Chitwood, 1933

Семейство Trichostrongylidae Leiper, 1908

Род *Allintoshius* Chitwood, 1937

Allintoshius dunni Durette-Desset et Chabaud, 1975

Паразит летучих мышей. Оригинальное описание как *Allintoshius* (sic!) *dunni*. Известен только от одного вида рукокрылых — усатой ночницы.

Географическое распространение: Малайзия, Центральная Африка [15]. В России и сопредельных странах вид не регистрировался.

Виды летучих мышей-хозяев РО: усатая ночница [15].

Локализация в организме летучей мыши: кишечник [15].

Род *Molynostrongylus* Skarbilovitch, 1934

Molynostrongylus aelleni Durette-Desset et Chabaud, 1975

Паразит летучих мышей с прямым циклом развития. Известен только от одного хозяина — гигантской вечерницы.

Географическое распространение: Швейцария [15]. На территории России и сопредельных стран не отмечался.

Виды летучих мышей-хозяев РО: гигантская вечерница [15].

Локализация в организме летучей мыши: тонкий кишечник [15].

Molinostrongylus alatus (Ortlepp, 1932)

Паразит рукокрылых семейств Vespertilionidae и Rhinolophidae с прямым циклом развития [16–19].

Географическое распространение: Западная и в Центральная Европа, Африка [20]. На территории России отмечен в Крыму у не встречающихся на территории РО остроухой ночницы (*Myotis blythii* Tomes, 1857) и обыкновенного длиннокрыла (*Miniopterus schreibersii* Kuhl, 1817) (Skarbilovitch, 1934), в Самарской области — у ночницы Наттерера (*Myotis nattereri* (Kuhl, 1817)) [16–19].

Виды летучих мышей-хозяев РО: поздний кожан, прудовая ночница, водяная ночница, усатая ночница, рыжая вечерница, нетопырь-карлик, бурый ушан [21–24].

Локализация в организме летучей мыши: тонкий кишечник [16–19].

Molinostrongylus daubentonii Zdzitowiecki 1970

Вероятно, младший синоним *M. spasskii* [15, 25].

Географическое распространение: Молдавия, Украина, Польша [22].

Виды летучих мышей-хозяев РО: водяная ночница, усатая ночница [15, 22, 25, 26].

Локализация в организме летучей мыши: тонкий кишечник [25].

Molinostrongylus morosovi Andrejko, Pinchuk et Skvorzov, 1968

Nomen nudum и, вероятно, младший синоним *M. skrjabini* [22].

Географическое распространение: Беларусь [22, 27]. На территории России не регистрировался.

Виды летучих мышей-хозяев РО: водяная ночница, малая вечерница, рыжая вечерница, двухцветный кожан [22].

Локализация в организме летучей мыши: тонкий кишечник [28].

Molinostrongylus ornatus (Mönnig, 1927)

Паразит летучих мышей с прямым циклом развития.

Географическое распространение: Южная Африка, Турция, Польша [21, 22].

Виды летучих мышей-хозяев РО: бурый ушан [22].

Локализация в организме летучей мыши: тонкий кишечник [21].

Molinostrongylus skrjabini Skarbilovitsch, 1934

Паразит летучих мышей семейств Vespertilionidae и Rhinolophidae с прямым циклом развития [17, 19, 29].

Географическое распространение: от Франции на западе — до Астраханской области на востоке [20, 30]. В России известен в Мордовии, Самарской, Нижегородской, Воронежской и Астраханской областях [17, 19, 20, 29, 31, 32].

Виды летучих мышей-хозяев РО: водяная ночница, усатая ночница, гигантская вечерница, рыжая вечерница, бурый ушан, двухцветный кожан [17, 18–20, 23, 29, 30].

Локализация в организме летучей мыши: тонкий кишечник [17, 19, 29, 32].

Molinostrongylus spasskii Andrejko, Pintschuk et Skvorzov, 1968

Паразит летучих мышей рода *Myotis* с прямым циклом развития [17–19, 32].

Географическое распространение: Молдавия, Польша, Украина [20]. В России обнаружен в Самарской области и в Мордовии [16–19, 29, 31, 32].

Виды летучих мышей-хозяев РО: водяная ночница, усатая ночница [16–20, 22, 24, 27, 29, 32].

Локализация в организме летучей мыши: тонкий кишечник [17–19, 29, 32].

Molinostrongylus tipula (Beneden, 1873)

Паразит летучих мышей. Вероятно, как и другие виды рода, имеет прямой цикл развития без промежуточных хозяев.

Географическое распространение: Западная Европа [21, 33]. На территории России не отмечался.

Виды летучих мышей-хозяев РО: водяная ночница, рыжая вечерница, двухцветный кожан [22, 24, 33].

Локализация в организме летучей мыши: кишечник [21, 33].

Molinostrongylus vespertilionis Morosov et Spassky, 1961

Паразит летучих мышей с прямым циклом развития [17–19, 32].

Географическое распространение: Норвегия, Венгрия, Болгария, Украина, Беларусь, Молдавия [20, 22, 28, 30]. В России известен в Самарской области и в Мордовии [17–19, 31, 32].

Виды летучих мышей-хозяев РО: поздний кожан, прудовая ночница, водяная ночница, усатая ночница, малая вечерница, нетопырь лесной, нетопырь-карлик, двухцветный кожан [17–20, 22, 24, 28, 30, 32].

Локализация в организме летучей мыши: тонкий кишечник [17–19, 32].

Род *Spinostromylus* Travassos, 1935

Spinostromylus johnstoni Trivedi et Gupta, 1990

Паразит летучих мышей.

Географическое распространение: Индия [34]. В России и сопредельных странах не регистрировался.

Виды летучих мышей-хозяев РО: рыжая вечерница [26, 34].

Локализация в организме летучей мыши: кишечник и прямая кишка [34].

Род *Strongylacantha* Van Beneden, 1873

Strongylacantha glycirrhiza Van Beneden 1873

Паразит летучих мышей.

Географическое распространение: Европа и Африка [21]. На территории России не встречался.

Виды летучих мышей-хозяев РО: поздний кожан [26].

Локализация в организме летучей мыши: тонкий кишечник [21].

Отряд Spirurida Railliet, 1915

Семейство Onchocercidae Leiper, 1911

Род *Litomosa* Yorke et Maplestone, 1926

Litomosa filaria (Beneden, 1873)

Паразит рукокрылых семейств Vespertilionidae и Rhinolophidae. Промежуточными хозяевами являются членистоногие [18, 19].

Географическое распространение: по данным Кирилловой и Кириллова [18, 19], палеарктический вид. Однако сайт Global Biodiversity Information Facility (www.gbif.org) содержит запись о нахождении этого вида нематод в Северной Америке. В России обнаружен в Самарской области и в Крыму [18, 19, 35, 36].

Виды летучих мышей-хозяев РО: поздний кожан, бурый ушан, двухцветный кожан [18, 19, 26, 35, 37, 38–41].

Локализация в организме летучей мыши: полость тела, кишечник, брюшина, плевра, перикард, средостение. Микрофилярии в крови [18, 19, 37, 41].

Litomosa ottavianii Lagrange et Bettini, 1948

Паразит летучих мышей.

Географическое распространение: Европа и Средиземноморский регион [42]. На территории России не отмечался.

Виды летучих мышей-хозяев РО: двухцветный кожан [26].

Локализация в организме летучей мыши: серозная оболочка желудка [43].

Litomosa vaucheri Petit, 1980

Паразит летучих мышей. Известен только для одного хозяина — двухцветного кожана.

Географическое распространение: Швейцария [38]. На территории России и сопредельных стран не регистрировался.

Виды летучих мышей-хозяев РО: двухцветный кожан [26, 38].

Локализация в организме летучей мыши: сведения отсутствуют. Вероятно, как и другие представители рода паразитирует в полости тела [44].

Семейство Physalopteridae Railliet, 1893

Physaloptera myotis Babos, 1954

Паразит летучих мышей.

Географическое распространение: палеарктический вид [45]. В России не регистрировался.

Виды летучих мышей-хозяев РО: поздний кожан, водяная ночница, рыжая вечерница [26, 41].

Локализация в организме летучей мыши: желудок [46].

Семейство Quimperiidae Gendre, 1928

Род *Seuratium* Hall, 1916

Seuratium mucronatum (Rudolphi, 1809)

Паразит рукокрылых. Данные о жизненном цикле этого вида нематод в известной нам литературе отсутствуют. Однако у других видов рода *Seuratium* (*S. cadarachense* Desportes, 1947 и *S. nguyenvanii* Le-Van-Hoa, 1964) имеются промежуточные хозяева — насекомые [47, 48].

Географическое распространение: палеарктический вид. Распространен в Западной и Центральной Европе [49, 50], Малайзии [51], Индии [52]. На территории России встречается в Крыму [35, 36].

Виды летучих мышей-хозяев РО: водяная ночница, рыжая вечерница, нетопырь-карлик, бурый ушан, двухцветный кожан [39, 40, 49, 50, 51].

Локализация в организме летучей мыши: кишечник [37, 49, 50].

Семейство Rictulariidae Hall, 1916

Род *Pterygodermatites* Wedl, 1861

Pterygodermatites bovieri (Blanchard, 1886)

Редко встречающийся паразит летучих мышей семейств Vespertilionidae и Minipteridae [53], которые являются дефинитивными хозяевами, промежуточными — насекомые [17].

Вид иногда упоминается как *Rictularia bovieri* [17, 18].

Географическое распространение: Палеарктика, от Западной Европы — до Афганистана [53, 54]. В России встречается в Самарской области [16–19].

Виды летучих мышей-хозяев РО: поздний кожан, прудовая ночница, усатая ночница, двухцветный кожан [16–19, 53].

Локализация в организме летучей мыши: желудок, тонкий кишечник [16–19].

Семейство Spirocercidae Chitwood et Wehr, 1932

Род *Ascarops* Van Beneden, 1873

Ascarops strongylina (Rudolphi, 1819) larva

Окончательными хозяевами гельминта являются домашние и дикие свиньи (Suidae), крупный рогатый скот. Промежуточными — пластинчатоусые жуки (Scarabaeidae). В качестве паратенических хозяев могут выступать различные рептилии и млекопитающие, в т.ч. рукокрылые [48, 55].

Географическое распространение: повсеместно [55].

Виды летучих мышей-хозяев РО: поздний кожан, рыжая вечерница [26, 41].

Локализация в организме летучей мыши: стенки кишечника и желудка [41].

Род *Physocephalus* Diesing, 1861

Physocephalus sexalatus (Molin, 1860) larva

Окончательными хозяевами являются домашние и дикие свиньи (Suidae), пекари, реже — тапиры, лошади, ослы, верблюды, крупный рогатый скот и зайцеобразные. В качестве паратенических хозяев могут выступать многие наземные позвоночные: рептилии, птицы и млекопитающие, в т.ч. рукокрылые [48, 56]. Промежуточными хозяевами, в теле которых развиваются инвазионные личинки, являются пластинчатоусые жесткокрылые (Scarabaeidae) [47, 48].

Географическое распространение: повсеместно [55].

Виды летучих мышей-хозяев РО: поздний кожан, прудовая ночница, водяная ночница, гигантская вечерница, рыжая вечерница, нетопырь лесной, бурый ушан [16, 17, 19, 30, 32, 41, 56].

Локализация в организме летучей мыши: полость тела, стенки кишечника и желудка [17, 19, 32, 41].

Род *Spirocerca* Railliet et Henry, 1917

Spirocerca lupi (Rudolphi, 1809) larva

Окончательные хозяева — домашние собаки, волки, лисы, шакалы, промежуточные — жуки семейств

Scarabaeidae и Tenebrionidae, стрекозы, паратенические — амфибии, рептилии, птицы и млекопитающие, в т.ч. рукокрылые [48, 55].

Географическое распространение: повсеместно [55].

Виды летучих мышей-хозяев РО: поздний кожан, рыжая вечерница [26, 41].

Локализация в организме летучей мыши: наружная оболочка желудка, мезентерий, на поверхности печени [48].

Класс Dorylaimea Hodda, 2007

Отряд Muspiceida Spratt et Nicholas, 2002

Семейство Muspiceidae Brumpt, 1930

Род *Riouxgolvania* Bain et Chabaud, 1968

Riouxgolvania nyctali Bain et Chabaud, 1979

Внутрикожный паразит летучих мышей. Заражение, вероятно, происходит перкутанно [57].

Географическое распространение: Франция и Голландия [57]. В России и сопредельных странах не зарегистрирован.

Виды летучих мышей-хозяев РО: рыжая вечерница [26, 57].

Локализация в организме летучей мыши: кожа уха [57]. Возможно, как и другие представители рода, может паразитировать в перепонке крыла.

Отряд Trichocephalida Spasski, 1954

Семейство Capillariidae Railliet, 1915

Род *Aonchotheca* López-Neyra, 1947

Aonchotheca eubursata (Skarbilovitsch, 1946)

Паразит летучих мышей [58, 59]. Жизненный цикл не установлен.

Географическое распространение: палеарктический вид [60]. На территории России зарегистрирован в Мордовии [31].

Виды летучих мышей-хозяев РО: поздний кожан, водяная ночница, рыжая вечерница, бурый ушан [30, 60].

Локализация в организме летучей мыши: желудок [30, 58, 59].

Aonchotheca italica (Ricci, 1949)

Паразит летучих мышей [58, 59]. Жизненный цикл не установлен.

Географическое распространение: европейский вид [60]. На территории России не отмечался.

Виды летучих мышей-хозяев РО: прудовая ночница, водяная ночница, малая вечерница, нетопырь-карлик, бурый ушан [24, 60].

Локализация в организме летучей мыши: тонкий кишечник [58, 59, 60].

Aonchotheca romana (Ricci, 1949)

Паразит рукокрылых [58]. Жизненный цикл не установлен.

Географическое распространение: вероятно, палеарктический вид. Известен из Италии, Молдавии, Украины и Китая [60]. На территории России не регистрировался.

Виды летучих мышей-хозяев РО: прудовая ночница, водяная ночница, усатая ночница, малая вечерница, нетопырь-карлик [23, 24, 60].

Локализация в организме летучей мыши: тонкий кишечник [58, 60].

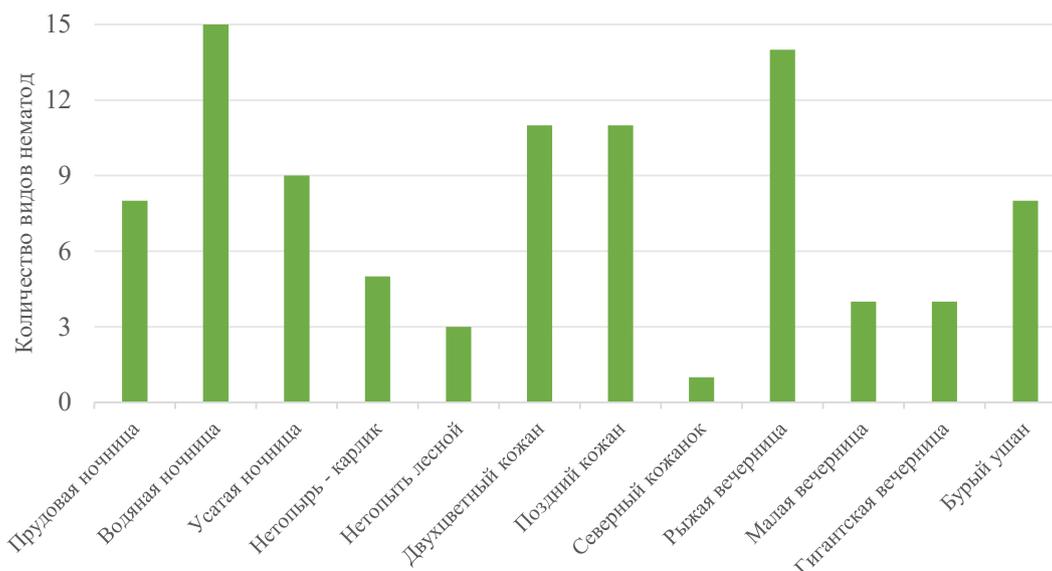


Рис. 1. Количество видов нематод, паразитирующих у различных рукокрылых Ростовской области

Aonchotheca speciosa (Beneden, 1873)

Паразит летучих мышей [58, 59]. Жизненный цикл не установлен.

Географическое распространение: европейский вид [58–60]. На территории России не встречался.

Виды летучих мышей-хозяев РО: поздний кожан, прудовая ночница, водяная ночница, усатая ночница, рыжая вечерница, двухцветный кожан [24, 58–60].

Локализация в организме летучей мыши: желудок [58, 59].

Род *Pterothominx* Freitas, 1959

Pterothominx neopulchra (Babos, 1954)

Паразит рукокрылых семейства Vespertilionidae, жизненный цикл прямой [58].

В современной отечественной литературе упоминается как *Thominx neopulchra* [17, 32, 61, 62].

Географическое распространение: палеарктический вид. В России известен в Самарской области и Мордовии [16, 18, 19, 29, 32, 61, 62].

Виды летучих мышей-хозяев РО: северный кожанок, прудовая ночница, водяная ночница, гигантская вечерница, рыжая вечерница, нетопырь лесной, двухцветный кожан [16–19, 29, 32, 60–62].

Локализация в организме летучей мыши: желудок [16–19, 29, 32].

Таким образом, нами впервые показано, что у рукокрылых РО могут быть найдены 27 видов нематод, относящихся к 14 родам, 8 семействам, 4 отрядам и 2 классам. Многочисленный класс Chromadorea представлен 21 видом, 12 из которых обнаружены на территории России.

Обсуждение и заключение. Результаты проведенного анализа литературных данных показали, что наибольшее количество видов нематод паразитирует у двух

видов рукокрылых, встречающихся в РО: водяной ночницы (15 видов) и рыжей вечерницы (14 видов). Всего один вид зарегистрирован у северного кожанка (рис. 1). Для трех видов летучих мышей не были найдены сведения по паразитирующим у них круглым червям: золотистой ночницы, нетопыря-пигмея и нетопыря Куля.

Заражение летучих мышей нематодами чаще всего, вероятно, происходит перорально. Только в случае *Riouxgolvania nyctali* личинки проникают через кожу рукокрылых.

Большинство видов нематод — специфические паразиты летучих мышей, имеющие прямой жизненный цикл (например, виды рода *Molinostromylus*). У части видов, таких как *Pterygodermatites bovieri* и *Litomosa* spp., промежуточные хозяева — членистоногие.

Для *Ascarops strongylina*, *Physocephalus sexalatus* и *Spirocerca lupi* летучие мыши — паратенические хозяева. Поедая инвазированных насекомых, рукокрылые накапливают личинок указанных видов нематод в полости тела и в стенках внутренних органов, становясь «экологическими ловушками» для паразитов [63]. Этой особенностью обладают *A. strongylina* и *P. sexalatus*, окончательными хозяевами которых чаще всего становятся свиньи, не имеющие трофических связей с летучими мышами [56]. Дефинитивными хозяевами третьего вида, *S. lupi*, являются в том числе и домашние собаки, которые могут заражаться, поедая травмированных или замерзших рукокрылых.

Таким образом, большинство видов нематод летучих мышей РО — специфические паразиты, взрослые особи которых обитают в кишечнике данной группы млекопитающих. Лишь для трех видов характерно паразитирование личинок в различных органах и тканях. Из них один, *S. lupi*, потенциально может инвазировать домашних собак.

Список литературы

1. Поршаков А.М., Кононова Ю.В., Локтев В.Б., Воиро М.И. Рукокрылые как возможный резервуар опасных для человека вирусов на территории Гвинеи-Бисау. Часть 1. Проблемы особо опасных инфекций. 2018;(3):32–39. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2018-3-32-39>

2. Wang L.F. Anderson D.E. Viruses in Bats and potential spillover to animals and humans. *Current opinion in virology*. 2019;34:79–89. <http://doi.org/10.1016/j.coviro.2018.12.007>
3. Woo P.C.Y., Lau S.K.P. Viruses and bats. *Viruses*. 2019;11(10):884. <http://doi.org/10.3390/v11100884>.
4. Popov I.V., Ohlopkova O.V., Donnik I.M., Zolotukhin P.V., Umanets A., Golovin S.N. et al. Detection of coronaviruses in insectivorous bats of Fore-Caucasus, 2021. *Scientific Reports*. 2023;13:2306. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29099-6>
5. Бадави Э.С.Б.М. *Гельминтофауна рукокрылых Армении и Египта*. Ереван: Ереванский государственный университет; 1993. 21 с.
6. Santos C.P., Gibson D.I. Checklist of the helminth parasites of South American bats. *Zootaxa*. 2015;3937(3):471–499. <http://doi.org/10.11646/zootaxa.3937.3.3>
7. Газарян С.В., Бахтадзе Г.Б., Малиновкин А.В. Современное состояние изученности рукокрылых Ростовской области. *Plecotus et al.* 2010;(13):50–58.
8. Забашта М.В., Орлова М.В., Пичурина Н.Л., Хаметова А.П., Романова Л.В., Бородин Т.Н. и др. Участие летучих мышей (Chiroptera, Mammalia) и их эктопаразитов в циркуляции возбудителей природно-очаговых инфекций на юге России. *Паразитология*. 2019;53(1):3–13. <https://doi.org/10.1134/S0031184719010010>
9. Hodda M. Phylum Nematoda: a classification, catalogue and index of valid genera, with a census of valid species. *Zootaxa*. 2022;5114(1):1–289. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5114.1.1>
10. Казаков Б.А., Гарликова Н.Н. *О редких рукокрылых Предкавказья. Редкие виды млекопитающих СССР и их охрана*. Москва; 1973. 46 с.
11. Казаков Б.А., Ярмыш Н.Н. О фауне рукокрылых Предкавказья. В: *Материалы I Всесоюзного совещания по рукокрылым (Chiroptera)*. Ленинград: Зоологический институт АН СССР; 1974. С. 69–72.
12. Бахтадзе Г.Б., Анистратов Д.Н., Журавец Т.В. *Рукокрылые севера Ростовской области. Флора, фауна и микобиота государственного музея-заповедника им. М.А. Шолохова*. Ростов-на-Дону: Юг; 2004. С. 191–193.
13. Малиновкин А.В. Видовой состав и распространение летучих мышей Ростовской области. В: *Материалы Всероссийской молодежной конференции «Актуальные вопросы биомедицинской инженерии»*. Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет; 2012. С. 70–72.
14. Миноранский В.А., Малиновкин А.В. Ландшафтное распределение рукокрылых (Chiroptera) в Ростовской области. *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки*. 2014;1(179):84–87. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/landshaftnoe-raspredelenie-rukokrylyh-chiroptera-v-rostovskoy-oblasti> (дата обращения: 15.08.2023).
15. Durette-Desset M.-C., Chabaud A.G. Nématodes Trichostrongyloidea parasites de microchiroptères. *Annales de Parasitologie*. 1975;50(3):303–337. URL: <https://www.parasite-journal.org/articles/parasite/pdf/1975/03/parasite1975503p303.pdf> (дата обращения: 15.08.2023).
16. Кириллов А.А., Кириллова Н.Ю., Вехник В.П. Нематоды (Nematoda) рукокрылых рода *Myotis* (Chiroptera, Vespertilionidae) Самарской Луки. *Вестник Самарского государственного университета. Естественнонаучная серия*. 2006;9(49):169–174. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nematody-nematoda-rukokrylyh-roda-myotis-chiroptera-vespertilionidae-samarskoy-luki> (дата обращения: 15.08.2023).
17. Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А., Вехник В.П. Нематоды (Nematoda) летучих мышей (Chiroptera) Самарской Луки (Россия). *Паразитология*. 2008;42(6):526–532.
18. Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А. Нематоды (Nematoda) мелких млекопитающих Самарской Луки. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2011;13(1):114–122. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nematody-nematoda-melkih-mlekoopitayuschih-samarskoy-luki> (дата обращения: 15.08.2023).
19. Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А. Обзор гельминтофауны мелких млекопитающих Жигулёвского заповедника. *Nature Conservation Research. Заповедная наука*. 2017;2(2):24–37. <https://doi.org/10.24189/ncr.2017.007>
20. Ткач В.В., Шарпило Л.Д. Нематоды рода *Molinostrongylus* (Nematoda, Molineidae) от рукокрылых фауны УССР. *Вестник зоологии*. 1988;(4):3–7.
21. Скрябин К.И. (ред.). *Определитель паразитических нематод*. Т. 3. Ленинград: Издательство Академии Наук СССР; 1952. 890 с.
22. Genov T., Stoykova-Hajnikolova R., Mészáros F. *Molinostrongylus* spp. (Nematoda: Molineidae) from bats in Bulgaria, with a review of European species. *Parasitologia Hungarica*. 1992;25:53–68.
23. Shimalov V.V., Demyanchik M.G., Demyanchik V.T. A study on the helminth fauna of the bats (Mammalia, Chiroptera: Vespertilionidae) in Belarus. *Parasitology Research*. 2002;88(11):1011. <http://doi.org/10.1007/s004360100415>
24. Frank R., Kuhn T., Werblow A., Liston A., Kochmann J., Klimpel S. Parasite diversity of European *Myotis* species with special emphasis on *Myotis myotis* (Microchiroptera, Vespertilionidae) from a typical nursery roost. *Parasites & Vectors*. 2015;8:101. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0707-7>
25. Скворцов В.Г. Нематоды летучих мышей Молдавии (сообщение второе). *Паразиты животных и растений Молдавии*. 1971;7:75–93
26. Tinnin D.S., Ganzorig S., Gardner S.L. Helminths of small mammals (Erinaceomorpha, Soricomorpha, Chiroptera, Rodentia, and Lagomorpha) of Mongolia. *Special Publications of the Texas Tech University Museum*. 2011;59:1–50. <http://doi.org/10.5962/bhl.title.142892>
27. Андрейко О.Ф., Пинчук Л.М., Скворцов В.Г. Новые виды нематод от рукокрылых подотряда Microchiroptera. *Известия АН МССР. Серия биологических и химических наук*. 1968;(1):3–8.
28. Морозов Ю.Ф., Спасский А.А. *Molinostrongylus vespertilionis* sp. n. и некоторые морфологические особенности *M. alatus* (Ortlepp, 1932) и *M. skrjabini* (Skarbilovitch, 1934). *Helminthologia*. 1961;3(1/4):244–250.

29. Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А., Вехник В.П., Ручин А.Б., Гришуткин Г.Ф. Гельминты рукокрылых (Chiroptera) национального парка «Смольный»: предварительные сведения. *Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смидовича*. 2018;(21):223–230. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gelminty-rukokrylyh-chiroptera-natsionalnogo-parka-smolnyy-predvaritelnye-svedeniya> (дата обращения: 15.08.2023).
30. Мельниченко Е.Д., Панасенко Н.А. К гельминтофауне рукокрылых Среднего Приднепровья. *Вестник зоологии*. 1979;3:76–78.
31. Ручин А.Б., Кириллов А.А., Чихляев И.В., Кириллова Н.Ю. *Паразитические черви наземных позвоночных Мордовского заповедника (аннотированный список видов). Флора и фауна заповедников*. Москва; 2016. 72 с. URL: https://zapoved-mordovia.ru/uploads/images/nauchnaia-rabota/izdania-zapovednika/124_Parazit_worms_MGPZ_2016.pdf (дата обращения: 15.08.2023).
32. Кириллов А.А., Ручин А.Б., Артаев О.Н. Гельминты рукокрылых (Chiroptera) Мордовии. *Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева*. 2015;4(19):319–328. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gelminty-rukokrylyh-chiroptera-mordovii> (дата обращения: 15.08.2023).
33. Скрябин К.И., Шихобалова Н.П., Шульц Р.С. Трихостронгилиды животных и человека. Т. 3. *Основы нематодологии*. Скрябин К.И. (ред). Москва: Издательство Академии Наук СССР; 1954. 687 с.
34. Trivedi K.K., Gupta S.P. Three new species of the genus *Spinostromylus* Travassos, 1935 (family: Trichostrongylidae Leiper, 1926) from microbats of Udaipur, Rajasthan, India. *Proceedings of Parasitology*. 1990;9:75–86.
35. Стенько Р.П., Дулицкий А.И., Карпенко О.В., Душевский В.П. Гельминтофауна рукокрылых Крыма. *Зоологический журнал*. 1986;65(8):1133–1139.
36. Стенько Р.П., Дулицкий А.И. *Гельминтофауна редких и исчезающих видов рукокрылых Крыма. Изученность териофауны Украины, ее рациональное использование и охрана*. Киев: Наукова думка; 1988. 132 с.
37. Dollfus R.P. Chapitre Premier. Liste des Parasites par Hôtes. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*. 1961;36(3):174–261.
38. Petit G. Sur les Filaries du Genre *Litomosa* (Nematoda, Filarioidea), Parasites de Chauves-Souris. *Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle. Série 4*. 1980;2:365–374.
39. Zdzitowiecki K., Ruprecht A.L. Robaki Pasożytnicze Nietoperzy z Rodzaju *Plecotus* Geoffroy, 1818 z Kujaw. *Wiadomości Parazytologiczne*. 1982;28(3–4):445–447.
40. Léger C. Bat Parasites (Acari, Anoplura, Cestoda, Diptera, Hemiptera, Nematoda, Siphonaptera, Trematoda) in France (1762–2018): a Literature Review and Contribution to a Checklist. *Parasite*. 2020;27:61. <https://doi.org/10.1051/parasite/2020051>
41. Shimalov V. The Helminth Fauna of the Serotine Bat *Eptesicus Serotinus* (Chiroptera, Vespertilionidae) in Southern Belarus. *Annals of Parasitology*. 2021;67(3):549–552. <https://doi.org/10.17420/ap6703.370>
42. Martin C., Bain O., Jouvenet N., Raharimanga V., Robert V., Rousset D. First report of *Litomosa* spp. (Nematoda: Filarioidea) from Malagasy bats; review of the genus and relationships between species. *Parasite*. 2006;13:3–10. <https://doi.org/10.1051/parasite/2006131003>
43. Horvat Ž., Čabrilo B., Paunović M., Karapandža B., Jovanović J., Budinski I., et al. The Helminth Fauna of the Greater Horseshoe Bat (*Rhinolophus Ferrumequinum*) (Chiroptera: Rhinolophidae) on the Territory of Serbia. *Biologia Serbica*. 2015;37(1–2):64–67. URL: https://ojs.pmf.uns.ac.rs/index.php/dbe_serbica/article/download/4174/63 (дата обращения: 15.08.2023).
44. Скрябин К.И., Шихобалова Н.П., Соболев А.А. *Определитель паразитических нематод. Т. 1: Спирураты и филяриаты*. Скрябин К.И. (ред.). Ленинград: Издательство Академии Наук СССР; 1949. 519 с.
45. Pereira F.B., Alves P.V., Rocha V.M., Souza Lima S., Luque J.L. A New Physaloptera (Nematoda: Physalopteridae) Parasite of Tupinambis Merianae (Squamata: Teiidae) from Southeastern Brazil. *Journal of Parasitology*. 2012;98(6):1227–1235. <https://doi.org/10.1645/ge-3159.1>
46. Скрябин К.И., Соболев А.А. *Основы нематодологии. Спирураты животного и человека и вызываемые ими заболевания. Часть II. Т. 12*. Скрябин К.И. (ред.). Москва: Издательство Наука; 1964. 333 с.
47. Kirby M.D., Hood M.W., Edwards S.J. *Index-Catalogue of Medical and Veterinary Zoology. Parasite-Subject Catalogue: Parasites: Nematoda And Acanthocephala*. Supplement 20. Part 4. Washington: U.S. Government Printing Office; 1975. 215 p. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/4279753.pdf> (дата обращения: 15.08.2023).
48. Anderson R.C. *Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development and Transmission*. 2-nd Edition. UK: CAB International, 2000. 650 p.
49. Mészáros F. *Seuratium mucronatum* (Rud. 1808) aus Fledermäusen in Ungarn. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*. 1967;59:239–242.
50. Biocca E., Chabaud A. Redescription de *Seuratium Mucronatum* (Rud. 1809) (Nematoda-Cucullanidae). *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*. 1951;26(1–2):85–92. <https://doi.org/10.1051/parasite/1951261085>.
51. Edwards S.J., Hood M.W., Shaw J.H., Rayburn J.D., Kirby M.D., Hanfman D.T., et al. *Index-catalogue of medical and veterinary zoology. Parasite-subject catalogue: Hosts*. Supplement 23. Part 7. Washington: U.S. Government Printing Office; 1982. 588 p.
52. Kalia D.C. Record of *Seuratium Mucronatum* (Rudolphi, 1809) (Nematoda: Seuratidae) Parasitizing Microchiroptera in India. *Research Bulletin of the Panjab University Science*. 1985;37(1–2):159–161.
53. Tkach V.V., Swiderski Z.P. Scanning Electron Microscopy of the Rare Nematode Species *Pterygodermatites Bovieri* (Nematoda: Rictatuliriidae), a Parasite of Bats. *Folia Parasitol (Praha)*. 1996;43(4):301–304.
54. Quentin J.-C. Essai de Classification des Nématodes Rectulaires. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*. 1969;54(2):55–115.

55. Скрябин К.И., Соболев А.А., Ивашкин В.М. *Основы нематодологии. Спирураты животного и человека и вызываемые ими заболевания*. Часть V. Т. 19 (дополнение). Скрябин К.И. (ред). Москва: Наука; 1967;19(5):240.
56. Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А. Дикие позвоночные Среднего Поволжья как резервуарные хозяева *Physocerphalus sexalatus* (Nematoda, Spirocercidae). В: *Экологический сборник 7: Труды молодых ученых. Всероссийская (с международным участием) молодежная научная конференция «Актуальные проблемы экологии Волжского бассейна»*. 2019. С. 218–219. <https://doi.org/10.24411/9999-010A-2019-10053>
57. Bain O., Chabaud A.-G. Sur les Muspiceidae (Nematoda, Dorylaimina). *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*. 1979;54(2):207–225. <https://doi.org/10.1051/parasite/1979542207>
58. Скрябин К.И., Шихобалова Н.П., Орлов И.В. *Основы нематодологии. Трихоцефалиды и капилляриды животных и человека и вызываемые ими заболевания*. Т. 6. Скрябин К.И. (ред.). Москва: Издательство Академии Наук СССР; 1957. 584 с.
59. Скрябин К.И., Шихобалова Н.П., Соболев А.А., Парамонов А.А., Судариков В.Е., (сост.). *Определитель паразитических нематод. Т. 4: Камалланаты, рабдитаты, тиленхаты, трихоцефалы, диокофиматы и распределение паразитических нематод по хозяевам*. Ленинград: Издательство Академии Наук СССР; 1954. 915 с.
60. Lanza B. I Parassiti dei Pipistrelli (Mammalia, Chiroptera) della Fauna Italiana. Torino: Museo Regionale di Scienze Naturali, 1999. 318 p.
61. Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А., Евланов И.А. Характеристика репродуктивной структуры гемипопуляции *Thominx neorulchra* (Nematoda, Capillaridae) – паразита летучих мышей. *Паразитология*. 2010;44(5):428–434.
62. Кириллова Н.Ю., Кириллов А.А., Евланов И.А. Изменчивость размерной структуры гемипопуляции самок *Thominx neorulchra* (Nematoda: Capillaridae) из летучих мышей рода *Myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Паразитология*. 2012;46(1):11–15.
63. Шарпило В.П., Саламатин Р.В. *Паратенический паразитизм: становление и развитие концепции: исторический очерк, библиография*. Киев; 2005. 237 с.

References

1. Porshakov AM, Kononova YuV, Loktev VB, Boiro MI. Chiroptera As A Potential Reservoir of Dangerous for Humans Viruses in the Territory of the Republic of Guinea. Part 1. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2018;(3):32–39. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2018-3-32-39> (In Russ.).
2. Wang LF, Anderson DE. Viruses in Bats and Potential Spillover to Animals and Humans. *Current opinion in virology*. 2019;34:79–89. <http://doi.org/10.1016/j.coviro.2018.12.007>
3. Woo PCY, Lau SKP. Viruses and Bats. *Viruses*. 2019;11(10):884. <http://doi.org/10.3390/v11100884> .
4. Popov IV, Ohlopkova OV, Donnik IM, Zolotukhin PV, Umanets A, Golovin SN, et al. Detection of Coronaviruses in Insectivorous Bats of Fore-Caucasus, 2021. *Scientific Reports*. 2023;13:2306. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29099-6>
5. Badavi EhSBM. Gel'mintofauna Rukokrylykh Armenii i Egipta. Yerevan: Yerevan State University Publ.; 1993. 21 p. (In Russ.).
6. Santos CP, Gibson DI. Checklist of the Helminth Parasites of South American Bats. *Zootaxa*. 2015;3937(3):471–499. <http://doi.org/10.11646/zootaxa.3937.3.3>
7. Gazaryan SV, Bakhtadze GB, Malinovkin A.V. Current State of Knowledge of Bats in Rostov Region. *Plecotus et al.* 2010;(13):50–58. (In Russ.).
8. Zabashta MV, Orlova MV, Pichurina NL, Khametova AP, Romanova LV, Borodina TN, et al. Participation of Bats (Chiroptera, Mammalia) and Their Ecto Parasites in the Circulation of Pathogens of Natural Focal Infections in the South of Russia. *Parazitologiya*. 2019;53(1):3–13. <https://doi.org/10.1134/S0031184719010010>
9. Hodda M. Phylum Nematoda: A Classification, Catalogue and Index of Valid Genera, with a Census of Valid Species. *Zootaxa*. 2022;5114(1):1–289. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5114.1.1>
10. Kazakov BA, Garlikova NN. O Redkikh Rukokrylykh Predkavkaz'ya. Redkie Vidy Mlekopitayushchikh SSSR i ikh Okhrana. Moscow; 1973. 46 p. (In Russ.).
11. Kazakov BA, Yarmysh NN. O Faune Rukokrylykh Predkavkaz'ya. In: *Proceedings of the 1st All Union Session on the Chiropterans (Chiroptera)*. Leningrad: Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences Publ.; 1974. P. 69–72. (In Russ.).
12. Bakhtadze GB, Anistratov DN, Zhuravets TV. *Rukokrylye Severa Rostovskoi Oblasti. Flora, Fauna i Mikrobiota Gosudarstvennogo Muzeya-Zapovednika im. M.A. Sholokhova*. Rostov-on-Don: Yug Publ.; 2004. P. 191–193. (In Russ.).
13. Malinovkin AV. Vidovoi Sostav i Rasprostranenie Letuchikh Myshei Rostovskoi Oblasti. In: *Proceedings of the All Russian Youth Conference "Aktual'nye voprosy biomeditsinskoi inzhenerii"*. Rostov-on-Don: Southern Federal University Publ.; 2012. P. 70–72. (In Russ.).
14. Minoranskii VA, Malinovkin AV. Landscape Bats Distribution (Chiroptera) in Rostov Region. *Bulletin of Higher Education Institutes North Caucasus Region. Series: Natural Sciences*. 2014;1(179):84–87. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/landshaftnoe-raspredelenie-rukokrylykh-chiroptera-v-rostovskoy-oblasti> (accessed: 15.08.2023). (In Russ.).
15. Durette-Desset M-C, Chabaud AG. Nématodes Trichostrongyloidea Parasites de Microchiroptères. *Annales de Parasitologie*. 1975;50(3):303–337. URL: <https://www.parasite-journal.org/articles/parasite/pdf/1975/03/parasite1975503p303.pdf> (accessed: 15.08.2023)
16. Kirillov AA, Kirillova NYu, Vekhnik VP. Nematody (Nematoda) Rukokrylykh Roda Myotis (Chiroptera, Vespertilionidae) Samarskoi Luki. *Vestnik of Samara State University. Natural Science Series*. 2006;9(49):169–174. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nematody-nematoda-rukokrylykh-roda-myotis-chiroptera-vespertilionidae-samarskoy-luki> (accessed: 15.08.2023). (In Russ.).

17. Kirillova NYu, Kirillov AA, Vekhnik VP. Nematody (Nematoda) Letuchikh Myshei (Chiroptera) Samarskoi Luki (Rossiya). *Parazitologiya*. 2008;42(6):526–532. (In Russ.).
18. Kirillova NYu, Kirillov AA. Nematodes (Nematoda) of Small Mammals from the Samarskaya Luka. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2011;13(1):114–122. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nematody-nematoda-melkih-mlekovitayuschih-samarskoy-luki> (accessed: 15.08.2023). (In Russ.).
19. Kirillova NYu, Kirillov AA. Obzor Gel'mintofauny Melkikh Mlekovitayushchikh Zhigulevskogo Zapovednika. *Nature Conservation Research. Zapovednaya Nauka*. 2017;2(2):24–37. <https://doi.org/10.24189/ncr.2017.007>. (In Russ.).
20. Tkach VV, Sharpilo LD. Nematody Roda Molinostrongylus (Nematoda, Molineidae) ot Rukokrylykh Fauny Ukraine SSR. *Vestnik zoologii*. 1988;(4):3–7. (In Russ.).
21. Skryabin KI (ed.). *Opredelitel' paraziticheskikh nematod*. Vol. 3. Leningrad: the USSR Academy of Sciences Publ.; 1952. 890 p. (In Russ.).
22. Genov T, Stoykova-Hajnikolova R, Mészáros F. Molinostrongylus Spp. (Nematoda: Molineidae) from Bats in Bulgaria, with a Review of European Species. *Parasitologia Hungarica*. 1992;25:53–68.
23. Shimalov VV, Demyanchik MG, Demyanchik VT. A Study on the Helminth Fauna of the Bats (Mammalia, Chiroptera: Vespertilionidae) in Belarus. *Parasitology Research*. 2002;88(11):1011. <http://doi.org/10.1007/s004360100415>
24. Frank R, Kuhn T, Werblow A, Liston A, Kochmann J, Klimpel S. Parasite Diversity of European Myotis Species with Special Emphasis on *Myotis Myotis* (Microchiroptera, Vespertilionidae) from a Typical Nursery Roost. *Parasites & Vectors*. 2015;8:101. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0707-7>
25. Skvortsov VG. Nematody Letuchikh Myshei Moldavii (Soobshchenie Vtoroe). *Parazity Zhivotnykh i Rastanii Moldavii*. 1971;7:75–93. (In Russ.).
26. Tinnin DS, Ganzorig S, Gardner SL. Helminths of Small Mammals (Erinaceomorpha, Soricomorpha, Chiroptera, Rodentia, And Lagomorpha) of Mongolia. *Special Publications of the Texas Tech University Museum*. 2011;59:1–50. <http://doi.org/10.5962/bhl.title.142892>
27. Andreiko OF, Pinchuk LM, Skvortsov VG. Novye Vidy Nematod ot Rukokrylykh Podotryada Microchiroptera. *Bulletin of the Academy of Sciences of Moldavian SSR. Biological and Chemical Sciences Series*. 1968;(1):3–8. (In Russ.).
28. Morozov YuF, Spasskii AA. Molinostrongylus Vespertilionis Sp. N. i Nekotorye Morfologicheskie Osobennosti M. Alatus (Ortlepp, 1932) I M. Skrjabini (Skarbilovitch, 1934). *Helminthologia*. 1961;3(1/4):244–250. (In Russ.).
29. Kirillova NYu, Kirillov AA, Vekhnik VP, Ruchin AB, Grishutkin GF. Gel'minty Rukokrylykh (Chiroptera) Natsional'nogo Parka «Smol'nyi»: Predvaritel'nye Svedeniya. *Proceedings of the Mordovia State Nature Reserve*. 2018;(21):223–230. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gelminty-rukokrylyh-chiroptera-natsionalnogo-parka-smolnyy-predvaritelnye-svedeniya> (accessed: 15.08.2023) (In Russ.).
30. Mel'nichenko ED, Panasenko NA. K Gel'mintofaune Rukokrylykh Srednego Pridneprov'ya. *Vestnik Zoologii*. 1979;3:76–78. (In Russ.).
31. Ruchin AB, Kirillov AA, Chikhlyayev IV, Kirillova NYu. *Paraziticheskie Chervi Nazemnykh Pozvonochnykh Mordovskogo Zapovednika (Annotirovannyi Spisok Vidov)*. Flora i Fauna Zapovednikov. Moscow; 2016. 72 p. URL: https://zapoved-mordovia.ru/uploads/images/nauchnaia-rabota/izdania-zapovednika/124_Parazit_worms_MGPZ_2016.pdf (accessed: 15.08.2023). (In Russ.).
32. Kirillov AA, Ruchin AB, Artaev ON. Helminths of Bats (Chiroptera) from Mordovia. *Vestnik of Volzhsky University named after V.N. Tatishchev*. 2015;4(19):319–328. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gelminty-rukokrylyh-chiroptera-mordovii> (accessed: 15.08.2023). (In Russ.).
33. Skryabin KI (ed.), Shikhobalova NP, Shul'ts RS. Trikhstrongilidy Zhivotnykh i Cheloveka. Vol. 3. *Osnovy Nematologii*. Moscow: Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR; 1954. 687 p. (In Russ.).
34. Trivedi KK, Gupta SP. Three New Species of the Genus *Spinostromylus* Travassos, 1935 (Family: Trichostrongylidae Leiper, 1926) from Microbats of Udaipur, Rajasthan, India. *Proceedings of Parasitology*. 1990;9:75–86.
35. Sten'ko RP, Dulitskii AI, Karpenko OV, Dushvskii VP. Gel'mintofauna Rukokrylykh Kryma. *Zoologicheskii zhurnal*. 1986;65(8):1133–1139.
36. Sten'ko RP, Dulitskii AI. Gel'mintofauna Redkikh i Ischezayushchikh Vidov Rukokrylykh Kryma. *Izuchennost' Teriofauny Ukrainy, Ee Ratsional'noe Ispol'zovanie i Okhrana*. Kiev: Naukova Dumka Publ.; 1988. 132 p. (In Russ.).
37. Dollfus RP. Chapitre premier. Liste des Parasites par Hôtes. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*. 1961;36(3):174–261.
38. Petit G. Sur les Filaries du Genre Litomosa (Nematoda, Filarioidea), Parasites de Chauves-Souris. *Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle. Série 4*. 1980;2:365–374.
39. Zdzitowiecki K, Ruprecht AL. Robaki Pasożytnicze Nietoperzy z Rodzaju Plecotus Geoffroy, 1818 z Kujaw. *Wiadomości Parazytologiczne*. 1982;28(3–4):445–447.
40. Léger C. Bat Parasites (Acari, Anoplura, Cestoda, Diptera, Hemiptera, Nematoda, Siphonaptera, Trematoda) in France (1762–2018): a Literature Review and Contribution to a Checklist. *Parasite*. 2020;27:61. <https://doi.org/10.1051/parasite/2020051>
41. Shimalov V. The Helminth Fauna of the Serotine Bat *Eptesicus Serotinus* (Chiroptera, Vespertilionidae) in Southern Belarus. *Annals of Parasitology*. 2021;67(3):549–552. <https://doi.org/10.17420/ap6703.370>
42. Martin C, Bain O, Jouvenet N, Raharimanga V, Robert V, Rousset D. First Report of Litomosa spp. (Nematoda: Filarioidea) from Malagasy Bats; Review of the Genus and Relationships Between Species. *Parasite*. 2006;13:3–10. <https://doi.org/10.1051/parasite/2006131003>

43. Horvat Ž., Čabrilo B., Paunović M., Karapandža B., Jovanović J., Budinski I., et al. The Helminth Fauna of the Greater Horseshoe Bat (*Rhinolophus Ferrumequinum*) (Chiroptera: Rhinolophidae) on the Territory of Serbia. *Biologia Serbica*. 2015;37(1–2):64–67. URL: https://ojs.pmf.uns.ac.rs/index.php/dbe_serbica/article/download/4174/63 (accessed: 15.08.2023)
44. Skryabin KI, Shikhobalova NP, Sobolev AA. *Opređelitel' Paraziticheskikh Nematod. Vol. 1: Spiruraty i Filyariaty*. Skryabin KI (ed). Leningrad: the USSR Academy of Sciences Publ.;1949. 519 p.
45. Pereira FB, Alves PV, Rocha BM, Souza Lima S, Luque JL. A New Physaloptera (Nematoda: Physalopteridae) Parasite of Tupinambis Merianae (Squamata: Teiidae) from Southeastern Brazil. *Journal of Parasitology*. 2012;98(6):1227–1235. <https://doi.org/10.1645/ge-3159.1>
46. Skryabin KI, Sobolev AA. *Osnovy Nematodologii. Spiruraty Zhivotnogo i Cheloveka i Vyzyvaemye Imi Zabol-evaniya. Part II. Vol. 12*. Skryabin KI. (ed.). Moscow: Nauka Publ; 1964. 333 p.
47. Kirby MD, Hood MW, Edwards SJ. *Index-Catalogue of Medical and Veterinary Zoology. Parasite-Subject Catalogue: Parasites: Nematoda and Acanthocephala*. Supplement 20. Part 4. Washington: U.S. Government Printing Office; 1975. 215 p. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/4279753.pdf> (accessed: 15.08.2023).
48. Anderson R.C. *Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development and Transmission*. 2-nd Edition. UK: CABI Publishing, 2000. 650 p.
49. Mészáros F. *Seuratium mucronatum* (Rud. 1808) aus Fledermäusen in Ungarn. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*. 1967;59:239–242.
50. Biocca E, Chabaud A. Redescription de *Seuratium Mucronatum* (Rud. 1809) (Nematoda-Cucullanidae). *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*. 1951;26(1–2):85–92. <https://doi.org/10.1051/parasite/1951261085>.
51. Edwards SJ, Hood MW, Shaw JH, Rayburn JD, Kirby MD, Hanfman DT, et al. *Index-catalogue of medical and veterinary zoology. Parasite-subject catalogue: Hosts*. Supplement 23. Part 7. Washington: U.S. Government Printing Office; 1982. 588 p.
52. Kalia DC. Record of *Seuratium Mucronatum* (Rudolphi, 1809) (Nematoda: Seuratidae) Parasitizing Microchiroptera in India. *Research Bulletin of the Panjab University Science*. 1985;37(1–2):159–161.
53. Tkach VV, Swiderski ZP. Scanning Electron Microscopy of the Rare Nematode Species *Pterygodermatites Bovieri* (Nematoda: Rictatuliriidae), a Parasite of Bats. *Folia Parasitol (Praha)*. 1996;43(4):301–304.
54. Quentin J-C. Essai de Classification des Nématodes Rectulaires. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*. 1969;54(2):55–115.
55. Skryabin KI, Sobolev AA, Ivashkin VM. *Osnovy nematodologii. Spiruraty Zhivotnogo i Cheloveka i Vyzyvaemye Imi Zabol-evaniya. Part V. Vol. 19 (Supplement)*. Skryabin KI. (ed). Moscow: Nauka Publ.; 1967;19(5):240.
56. Kirillova NYu, Kirillov AA. Dikie Pozvonochnye Srednego Povolzh'ya kak Rezervuarneye Khozyaeva Physocephalus Sexualatus (Nematoda, Spirocercidae). In: *Collected Articles on Ecology No. 7: Works of Young Scientists. All Russian Youth Scientific Conference (with international participation) "Aktual'nye Problemy Ehkologii Volzhskogo Bas-seina"*. 2019. P. 218–219. <https://doi.org/10.24411/9999-010A-2019-10053>
57. Bain O, Chabaud A-G. Sur les Muspiceidae (Nematoda, Dorylaimina). *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*. 1979;54(2):207–225. <https://doi.org/10.1051/parasite/1979542207>
58. Skryabin KI, Shikhobalova NP, Orlov IV. *Osnovy Nematodologii. Trikhosefalidy i Kapillyariidy Zhivotnykh i Cheloveka i Vyzyvaemye Imi Zabol-evaniya. Vol. 6*. Skryabin KI (ed.). Moscow: the USSR Academy of Sciences Publ.; 1957. 584 p.
59. Skryabin KI, Shikhobalova NP, Sobolev AA, Paramonov AA, Sudarikov VE (compiled by). *Opređelitel' paraziticheskikh nematod. Vol. 4. Kamallanaty, rabditaty, tilenkhaty, trikhosefalyaty, diokofimaty i raspredelenie paraziticheskikh nematod po khozyaevam. (compiled by Sudarikov VE)*. Leningrad: the USSR Academy of Sciences Publ.; 1954. 915 p.
60. Lanza B. I Parassiti dei Pipistrelli (Mammalia, Chiroptera) della Fauna Italiana. Torino: Museo Regionale di Scienze Naturali, 1999. 318 p.
61. Kirillova NYu, Kirillov AA, Evlanov IA. Characteristic of Reproductive Structure in the Hemipopulation of a Bat-Parasitizing Nematode *Thominx Neopulchra* (Nematoda, Capillariidae). *Parazitologiya*. 2010;44(5):428–434.
62. Kirillova NYu, Kirillov AA, Evlanov IA. Izmenchivost' Razmernoj Struktury Gemipopulyacii Samok *Thominx Neopulchra* (Nematoda: Capillariidae) iz Letuchikh Myshej Roda *Myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Parazitologiya*. 2012;46(1):11–15.
63. Sharpilo VP, Salamatin RV. *Paratenicheskiy Parazitizm: Stanovlenie i Razvitie Konceptii: Istoricheskij Oчерk, Bibliografiya*. Kiev; 2005. 237 p.

Об авторах:

Александр Павлович Евсюков, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9151-1000), aevsukov@mail.ru

Мария Григорьевна Цыганкова, студентка кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9151-1000), mtsytgankova01@gmail.com

Заявленный вклад авторов:

А.П. Евсюков — научное руководство, формирование основной концепции, поиск литературы, анализ результатов, формирование выводов.

М.Г. Цыганкова — цели и задачи исследования, поиск литературы, подготовка текста, формирование выводов.

Поступила в редакцию 15.08.2023

Поступила после рецензирования 04.09.2023

Принята к публикации 06.09.2023

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Aleksandr P. Evsyukov, Cand.Sci (Biology), associate professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](#), aevsukov@mail.ru

Mariya G. Tsygankova, student of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](#), mtsygankova01@gmail.com

Claimed contributorship:

AP Evsyukov: scientific supervision, formulating the basic concept, literature search, analysis of the results, drawing the conclusions.

MG Tsygankova: aims and objectives of the research, literature search, preparing the text, drawing the conclusions.

Received 15.08.2023

Revised 04.09.2023

Accepted 06.09.2023

Conflict of interest statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

ЭПИЗООТОЛОГИЯ И ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ



Научная статья

УДК 639.09

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-17-24>**Эффективность различных способов вакцинации птицы в условиях промышленного птицеводства**Г.А. Зеленкова¹ , Д.А. Устьянцев¹, А.А. Пахомова² , А.П. Зеленков¹ ¹Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация²Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Российская Федерация zelenkovalex@rambler.ru**Аннотация**

Введение. В связи с повышением концентрации птицепоголовья на ограниченной территории при промышленном ведении отрасли птицеводства актуальным является сохранение эпизоотического благополучия, которое достигается вакцинопрофилактикой. Также важным аспектом производства является снижение затрат на производство продукции, в том числе и путем внедрения экономически эффективных способов вакцинации. В настоящее время на птицефабриках используется ручной способ метода спрей-вакцинации, имеющий недостаток, характеризующийся получением неодинаковых доз вакцинного препарата разными птицами. Однако в современных условиях для повышения производительности труда и повышения эффективности стараются внедрять автоматизацию процесса вакцинации птицы. Спрей-рамки в условиях промышленного птицеводства ранее в сравнительном аспекте не изучались и не оценивались. В связи с этим целью данного исследования явилось сравнение двух способов спрей-вакцинации кур по биологической эффективности и экономической рентабельности в условиях действующей птицефабрики.

Материалы и методы. Объектом исследования являлся молодняк кур кросса Браун Ник ($n=46$ голов). Вакцинацию молодняка осуществляли в 42-дневном возрасте. В ходе исследований была использована живая сухая вакцина против болезни Ньюкасла, а также живая сухая вакцина против инфекционного бронхита кур. Для контроля качества вакцинации в сыворотке крови птиц в 56-, 70- и 95-дневном возрасте определяли количество антител методом ИФА на оборудовании фирмы Tisan. Были исследованы 2 группы птиц. В 1-группе применялся ручной способ с использованием аппарата «Дезвак» (марка «ДЕЗВАК» КИТ-2, производитель СЕВА САНТЕ АНИМАЛЬ), во 2-группе автоматизированный с использованием спрей-рамки (марка «Symbio Iteris», производитель СИМБИО).

Результат исследования. В результате исследований во 2 группе были получены более высокие показатели напряженности иммунитета, которые характеризовались в среднем: 56 дней — титр антител больше на 29 %, ($p \leq 0,05$); 70 дней — титр антител больше на 18 % ($p \leq 0,005$); 95 дней — титр антител больше на 15 %, ($p \leq 0,05$) по сравнению с 1-ой группой. Экономическая эффективность рассчитывалась по показателям затрат трудовых ресурсов и трудоёмкости обработки: при использовании спрей-рамки затраты оказались в 2,3 раза ниже (1131,4 чел.-руб.), чем аппаратом «Дезвак» (2 590,4 чел.-руб.). Кроме того, в 5 раз уменьшилась трудоёмкость обработки на 1 голову. В 1 группе она составила 0,0015 чел.-ч/гол, во 2 группе — 0,0003 чел.-ч/гол.

Обсуждение и заключение. По результатам исследования было установлено, что спрей-метод вакцинации с применением спрей-рамки (автоматизированный способ) является более эффективным как по биологическим, так и по экономическим показателям, по сравнению с ручным методом. В связи с этим ветеринарным специалистам можно рекомендовать при проведении вакцинопрофилактики на птицеводческих предприятиях при помощи спрей-метода применять спрей-рамки.

Ключевые слова: молодняк птицы, способ вакцинации, метод вакцинации, спрей-рамка, биологический контроль качества, ИФА, титр, затраты трудовых ресурсов, трудоёмкость

Для цитирования. Зеленкова Г.А., Устьянцев Д.А., Пахомова А.А., Зеленков А.П. Эффективность различных способов вакцинации птицы в условиях промышленного птицеводства. *Ветеринарная патология.* 2023;22(3):17–24. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-17-24>

Efficiency of Various Poultry Vaccination Methods in Industrial Poultry Farming

Galina A. Zelenkova¹ , Danil A. Ustyantsev¹, Antonina A. Pakhomova² , Alexey P. Zelenkov¹  

¹Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

²South Russian State Polytechnic University (NPI) Named after M.I. Platov, Novocherkassk, Russian Federation

 zelenkovalex@rambler.ru

Abstract

Introduction. Due to the growth of poultry stocking density in the allotted area in conditions of the industrial poultry farming, the issue of ensuring the epizootic welfare through vaccine-prophylaxis proves to be relevant. Another important aspect of poultry farming is reducing production costs, which could be achieved, among other things, through implementation of the cost-efficient methods of vaccination. A manual mode of spray vaccination method, which is currently used at the poultry farms, has a disadvantage because the dose of vaccine received by different birds may be unequal. However, under modern conditions, in order to increase the labour productivity and efficiency, the efforts are made to get the poultry vaccination process automated. The vaccination frame spray machines used in the industrial poultry farming have not been studied or evaluated before in a comparative aspect. Thus, the purpose of this research is to compare two methods of spray vaccination in chickens at the operating poultry farm with regard to the biological efficiency and economic profitability.

Materials and Methods. The objects of the study were the young Brown Nick crossbreed chickens ($n=46$ heads). Vaccination was carried out in the young poultry at the age of 42-days. During the research, the dried live Newcastle disease and avian infectious bronchitis vaccines were used. To control the quality of vaccination, the amount of antibodies was estimated in the blood serum of poultry aged 56, 70 and 95 days old by ELISA method with TICAN equipment. Two groups of poultry were studied. In group 1 the “DESVAK” hand sprayer was used (“DESVAK” KIT– 2 model, produced by Ceva Santé Animale), in group 2 the automated frame spray machine was used (“SIMBIO ITERIS” model, produced by SIMBIO).

Results. As a result of studies, in group 2 the higher intensity of immunity was obtained, showing on average the following figures: 56 days – antibody titre was 29 % higher ($p \leq 0.05$); 70 days – antibody titre was 18 % higher ($p \leq 0.005$); 95 days – antibody titre was 15 % higher ($p \leq 0.05$) compared to group 1. Economic efficiency was calculated based on the indicators of labour costs and labour intensity of the vaccination process: when using a frame spray machine, the costs turned out to be 2.3 times lower (1,131.4 person-rubbles) than with the DESVAK sprayer (2,590.4 person-rubbles). Additionally, the labour intensity of the vaccination process per head decreased by 5 times. In group 1 it was 0.0015 person-hour/head, in group 2 – 0.0003 person-hour/head.

Discussion and Conclusion. Based on the results of the study, it was found that the spray vaccination method by means of the frame spray machine (the automated mode) is more efficient according to both biological and economic indicators compared to the manual mode. Taking into account all of the above, the frame spray machines could be recommended to the veterinary specialists for carrying out vaccine prophylaxis at the poultry farms by the spray method.

Keywords: young poultry, vaccination mode, vaccination method, frame spray machine, biological quality control, ELISA, titre, labour costs, labour intensity

For citation. Zelenkova GA, Ustyantsev DA, Pakhomova AA, Zelenkov AP. Efficiency of Various Poultry Vaccination Methods in Industrial Poultry Farming. *Veterinary Pathology*. 2023;22(3):17–24. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-17-24>

Введение. Птицеводство в Российской Федерации и во всем мире занимает лидирующее положение среди всех отраслей животноводства. В промышленном птицеводстве на ограниченной площади содержится огромное количество (1–2 миллиона голов) птиц различных возрастных групп, что ставит перед ветеринарными специалистами задачи поиска и внедрения биологически и экономически эффективных способов проведения ветеринарно-санитарных мероприятий для обеспечения устойчивого эпизоотического благополучия [1–4].

В данный момент на птицеводческих предприятиях, согласно плану профилактических, противоэпизоотических мероприятий, применяют до десяти различных методов вакцинации птицы: внутримышечный, интраназальный, мелкодисперсный (аэрозольный) и

крупнодисперсным распылением (спрей), подкожный, пункция в перепонку крыла, пероральный, интраокулярный, клоачный [5–20].

Так наиболее часто применяемый метод вакцинации — спрей-метод. При всех его преимуществах существуют определенные недостатки, которые состоят в получении разными птицами неодинаковой дозы вакцинного препарата, а также в наличии риска, что некоторые из них останутся непривитыми. Это приводит к различному титру антител в организме, и, как следствие, слабому иммунному ответу [9, 12, 14–16]. Поэтому большое значение имеет насколько правильно проводится вакцинация и каким способом.

На рис. 1 представлен алгоритм работы аппаратуры и изменение состояния раствора вакцины при взаимодействии с окружающей средой и организмом птицы.

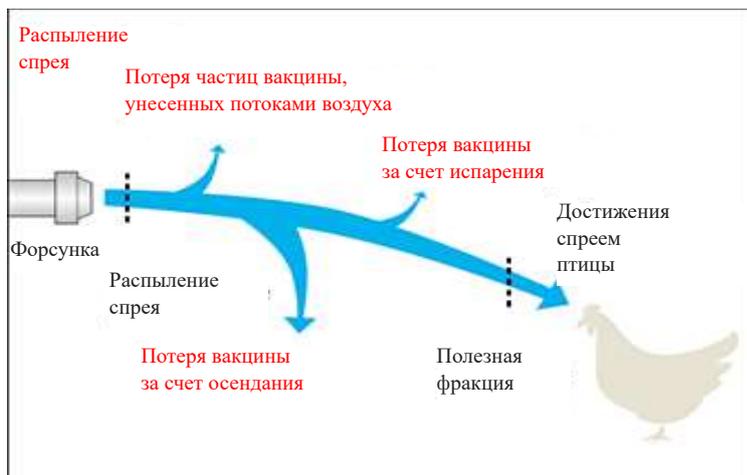


Рис. 1. Распределение капель вакцинного препарата в воздухе при спрей-методе [21]

Применяемое оборудование и механизмы для вакцинации спрей-методом разбивают раствор вакцины на капли. Они проходят через форсунку, образуя спрей, который и попадает в организм птицы.

Минимизация размеров капель вакцины позволяет им глубже проникать в дистальные отделы респираторного тракта, в то время как крупные капли спрея (диаметр — свыше 100 микрон) оседают в основном на теле птицы и в верхних дыхательных путях.

Новизна приведенных исследований заключалась в том, что ранее в промышленном производстве на птицефабриках Российской Федерации в сравнительном аспекте не исследовался способ вакцинации с применением спрей-рамки.

Целью данной работы явилось сравнение двух способов спрей-вакцинации кур по биологической эффективности и экономической рентабельности в условиях действующей птицефабрики.

Материалы и методы. Исследования проводились на производственной базе ООО «Аксайская птицефабрика» в период лето-осень 2022 года.

Объектом исследования являлся молодняк кур кросса Браун Ник ($n=46$ голов) 42-, 56-, 70- и 95-дневного возраста. Мероприятия по вакцинации молодняка

осуществляли в 42-дневном возрасте птицы согласно разработанной и утвержденной программе.

Эпизоотическая обстановка в хозяйстве во время проведения собственного исследования была благополучной.

В ходе исследований была использована живая сухая вакцина против болезни Ньюкасла «Нобилис» ND Clone 30 (не менее $6,0 \log_{10}$ ЭЛД₅₀) серии SA052AB14, а также содержащая живую сухую вакцину против инфекционного бронхита «Нобилис» IB Ma 5 (серотип «Массачусетс», не менее $3,0 \log_{10}$ ЭИД₅₀) серии: A404DY01 (производитель «Intervet International B.V.», Нидерланды).

Контроль качества вакцинации. Качество проведенных вакцинных мероприятий определяется формированием иммунитета, который связан с выработкой антител к возбудителю заболевания и их количеством.

Для оценки иммунологической эффективности вакцинации проводили количественное определение антител в сыворотке крови методом иммуноферментного анализа (ИФА). Содержание антител в сыворотке крови выражали в титрах антител (у.е.). В исследовании применялись тест-системы для диагностики инфекционных болезней птиц методом ИФА (ИФА-наборы) на оборудовании фирмы Tiscan.



Рис. 2. Птичник с клеточным оборудованием на 78 тыс. голов

Были исследованы следующие группы птиц:

1-ая группа — спрей-вакцинация с помощью аппарата «Дезвак» (ручной способ);

2-ая группа — спрей-вакцинация с помощью спрей-рамки (автоматизированный способ).

Первая группа содержалась в корпусе 23, вторая — в 24. В каждой группе выращивалось по 78 тысяч голов. Площадь помещения каждого корпуса составляла 1767 м² и объемом 5529 м³. Оборудование корпуса состояло из пяти батарей с четырёхъярусными клетками (рис. 2), в которых содержалась птица.

Приспособления для проведения спрей-вакцинации: аппарат «Дезвак» и спрей-рамки.

Аппарат «Дезвак» представляет собой ранцевый распылитель с распылительной насадкой на штанговом удлинителе (рис. 3)

На рис. 4 представлена спрей-рамка марки «Symbio Iteris», используемая в работе. Устройство рамки позволяет прикрепить её на клеточные батареи и с помо-

щью роликового механизма передвигать вдоль неё на уровне содержания птицы в клетках (приблизительно на 20–30 см выше её головы, чтобы она оказалась в облаке спрея).

Статистическая обработка. Для биометрической обработки результатов была использована программа MS Excel с возможностью определения достоверности по критерию Стьюдента-Фишера.

Достоверными данными считаются значения при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования

В таблице 1 представлены результаты исследования влияния вакцинации, осуществленной различными способами.

Содержание антител в сыворотке крови на 53 день после вакцинации резко увеличивается как в 1, так и во 2-ой группе, что свидетельствует о формировании иммунитета против инфекционных болезней (Ньюкаслская болезнь и инфекционный бронхит кур).



Рис. 3. Аппарат «Дезвак» марки «ДЕЗВАК» КИТ-2



Рис. 4. Спрей-рамки марки «Symbio Iteris» в закреплённом состоянии на клеточной батарее

Таблица 1

Динамика нарастания (изменения) титров антител в сыворотке крови кур в разные сроки после вакцинации в 1 и 2 группах (у.е., n=23)

Показатель	Возраст птицы		
	56 дней	70 дней	95 дней
	титр	титр	титр
1 группа — ручной способ			
Среднее значение, $M \pm m$	1 007 ±139,4*	2 683 ±545,1**	11 847 ±843,8*
2 группа — автоматизированный способ			
Среднее значение, $M \pm m$	ц	3 174 ±671,3**	13 567 ±933,7*

Примечание: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,005$

В результате проведенных исследований были получены более высокие показатели титра во 2 группе, которые характеризовались в среднем по корпусу:

– 56 дней – титр антител больше на 29 % или на 289, при $p \leq 0,05$;

– 70 дней – титр антител больше на 18 % или на 491, при $p \leq 0,005$;

– 95 дней – титр антител больше на 15 % или на 1720, при $p \leq 0,05$.

Полученные данные характеризуют более эффективное формирование напряженности иммунитета у птицы 2 группы при вакцинации против инфекционных болезней (Ньюкаслская болезнь и инфекционный бронхит кур) с помощью спрей-рамки.

Затраты на оплату труда работников, участвовавших в ветеринарных мероприятиях

Категория работников	Количество человек	Денежная ставка, руб./час	Продолжительность работы, час	Затраты на оплату труда, руб.
1 группа — ручной способ				
Ветеринарный специалист	4	400,0	8	12 800,0
Санитарный работник	8	285,7	8	18 284,8
ИТОГО	12	–	8	31 084,8
Затраты трудовых ресурсов 2 590,4 чел.-руб.				
Трудоемкость обработок 1 головы птицы — 0,0015 чел.-ч/гол				
2 группа — автоматизированный способ				
Ветеринарный специалист	4	400,0	3	4 800,0
Санитарный работник	1	285,7	3	857,1
ИТОГО	5	–	3	5 657,1
Затраты трудовых ресурсов 1 131,4 чел.-руб.				
Трудоемкость обработок 1 головы птицы — 0,0003 чел.-ч/гол				

Экономическая эффективность ветеринарных мероприятий

Экономическая эффективность нового способа спрей-вакцинации определяется затратами на приобретение материально-технических средств для проведения вакцинации, расходных материалов и трудовых ресурсов. Стоимость спрей-рамки составляет 250,0 тыс. руб. (цены 2023 года).

По результатам нашего исследования для обработки корпуса достаточно одной спрей-рамки.

При расчете экономической эффективности нового способа вакцинации при помощи спрей-рамки авторы использовали показатели: количество птицы в корпусе (78 тысяч голов).

Количество ветеринарных специалистов и санитарных работников, участвовавших в вакцинных мероприятиях:

1 группа — 4 ветеринарных специалиста и 8 санитарных работников;

2 группа — 4 ветеринарных специалиста и 1 санитарный работник.

Время, затраченное на проведение вакцинных мероприятий:

1 группа — 8 часов;

2 группа — 3 часа.

Расчет затрат на обеспечение ветеринарных обработок (вакцинации) молодняка птицы трудовыми ресурсами представлен в таблице 2.

Определяя эффективность проводимых мероприятий по вакцинации птицы различными способами, установлено, что затраты трудовых ресурсов при использовании спрей-рамки были ниже в 2,3 раза и составили 1 131,4 чел.-руб., чем аппаратом «Дезвак» — 2 590,4 чел.-руб. Преимущество 2-го способа составляет 1 459 чел.-руб.

Трудоемкость обработок 1 головы птицы во 2 группе в 5 раз ниже (0,0003 чел.-ч/гол), чем в 1 группе (0,0015 чел.-ч/гол).

Таким образом преимущество способа вакцинации с применением спрей-рамки заключается в повыше-

нии производительности труда работников птицефабрики и снижению на 43 % затрат на оплату трудовых ресурсов. Отмечается количественное снижение контактов человека с птицей, что способствует снижению возможности переноса различных заболеваний, в частности, гриппа птиц.

На основании полученных данных определили, что мероприятия по вакцинации при помощи спрей-рамки экономически эффективнее.

Обсуждение и заключение. Сравнительный анализ двух способов (спрей-метода при использовании аппарата «Дезвак» — ручной способ) и спрей-рамки (автоматизированный способ) показал, что более равномерное и целенаправленное распределение спрея вакцины среди поголовья вакцинированной птицы происходит при использовании спрей-рамки.

Проводя вакцинацию установили, что показатели птицы 2 группы (спрей-рамки) по напряженности иммунитета (титр антител) были выше на 14 день на 29 %, или на 289 ($p \leq 0,05$), на 28 день — на 18 %, или на 491 ($p \leq 0,005$) и на 53 день после вакцинации — на 15 %, или на 1720 ($p \leq 0,05$).

Затраты трудовых ресурсов на мероприятия по вакцинации птицы с использованием спрей-рамок были ниже в 2,3 раза, чем аппаратом «Дезвак». Кроме того, в 5 раз уменьшилась трудоемкость обработок на 1 голову птицы.

По результатам исследований было установлено, что спрей-метод вакцинации с применением спрей-рамки (автоматизированный способ) является более эффективным как по биологическим, так и по экономическим показателям. В соответствии с вышеизложенным, считаем, что ветеринарным специалистам можно рекомендовать при проведении вакцинопрофилактики на птицеводческих предприятиях при помощи спрей-метода применять спрей-рамки (автоматизированный способ), что будет повышать иммунный статус птицепоголовья и снижать затраты на производство продукции птицеводства.

Список литературы

1. Мухамедшина А.Р. Вакцинация и дезинфекция в промышленном птицеводстве. *Птицеводство*. 2020;(7–8):75–78.
2. Джавадов Э.Д., Дмитриева М.Е. Эффективная вакцинопрофилактика — залог эпизоотического благополучия промышленного птицеводческого предприятия. *РВЖ. Сельскохозяйственные животные*. 2012;(3):6–7.
3. Дубровин А.В., Йылдырым Е.А., Ильина Л.А., Филиппова В.А., Пономарева Е.С., Калиткина К.А. и др. Иммунный статус промышленной птицы на предприятиях: обзор. *Птицеводство*. 2022;(5):49–54. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2022-71-5-49-54>
4. Бабин Г.Ю., Голубчикова О.А., Дорофеева С.Г. ИФА как инструмент расчета сроков вхождения с вакцинацией против инфекционной бурсальной болезни сельскохозяйственной птицы. *Птицеводство*. 2022;(12):59–68. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2022-71-12-59-68>
5. Бакулин В. А. Этиология иммунодефицитов птиц. *Птицеводство*. 2021;(3):52–56. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2021-70-3-52-56>
6. Анпилогов В. Биобезопасность на предприятии: основные риски и методы защиты. *Птицеводство*. 2021;(9):57–59.
7. Hu Z., He X., Deng J., Hu J., Liu X. Current Situation and Future Direction of Newcastle Disease Vaccines. *Veterinary Research*. 2022;53(1):99. <https://doi.org/10.1186/s13567-022-01118-w>
8. Дубовой А.С., Самусева Г.Н., Бочкарев В.С. Изучение антигенных свойств экспериментального образца инактивированной вакцины против ньюкаслской болезни и инфекционного бронхита кур. *Птицеводство*. 2020;(12):49–52. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2020-69-12-49-52>
9. Al-Rasheed M., Ball C., Ganapathy K. Route of infectious bronchitis virus vaccination determines the type and magnitude of immune responses in table egg laying hens. *Veterinary Research*. 2021;52(1):139. <http://doi.org/10.1186/s13567-021-01008-7>
10. Борн П.-М. и Комт С. *Вакцины и вакцинация в птицеводстве*. Москва: СЕВА Санте Анималь; 2002. 140 с.
11. Mayers J., Mansfield K.L., Brown I.H. The Role of Vaccination in Risk Mitigation and Control of Newcastle Disease in Poultry. *Vaccine*. 2017;35(44):5974–5980. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.09.008>
12. Shrestha A., Sadeyen J.R., Iqbal M. Enhancing Protective Efficacy of Poultry Vaccines Through Targeted Delivery of Antigens to Antigen-Presenting Cells. *Vaccines*. 2018;6(4):75. <https://doi.org/10.3390/vaccines6040075>
13. Bortolami A., Mazzetto E., Kangethe R.T., Wijewardana V., Barbato M., Porfiri L., et al. Protective Efficacy of H9N2 Avian Influenza Vaccines Inactivated by Ionizing Radiation Methods Administered by the Parenteral or Mucosal Routes. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022;9:916108. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.916108>
14. Leigh S.A., Evans J.D., Collier S.D., Branton S.L. The Impact of Vaccination Route on Mycoplasma Gallisepticum Vaccine Efficacy. *Poultry Science*. 2018;97(9):3072–3075. <https://doi.org/10.3382/ps/pey188>
15. Hassanzadeh M., Abdoshah M., Yousefi A.R., Masoudi S. Comparison of the Impact of Different Administration Routes on the Efficacy of a Thermoresistant Newcastle Disease Vaccine in Chickens. *Viral Immunology*. 2020;33(5):361–366. <https://doi.org/10.1089/vim.2019.0125>
16. Elnaggar A., Mahmoud H., Saber S. Quality control procedure for Coccidial vaccines versus different routes of immunization. *Veterinary World*. 2022;15(9):2342–2347. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.2342-2347>
17. Журавель Н.А. Сравнительная экономическая эффективность вакцинации цыплят-бройлеров. В: *Актуальные вопросы иммунологии в разных отраслях агропромышленного комплекса*. Омск: Издательство ИП Макшеевой Е.А.; 2020. С. 115–119.
18. Журавель Н.А., Мифтахутдинов А.В., Журавель В.В. Нормы труда на проведение мероприятий по вакцинации ремонтного молодняка птицы. В: *Актуальные вопросы диагностики, лечения и профилактики болезней животных и птиц*. Персиановский: Издательство ДГАУ; 2020. С. 79–84.
19. Никитин И.Н. *Организация ветеринарного дела*. СПб: Лань; 2012. 288 с.
20. Hautefeuille C., Azzougouen B., Mouchel S., Dauphin G., Peyre M. Evaluation of Vaccination Strategies to Control an Avian Influenza Outbreak in French Poultry Production Networks Using EVACS Tool. *Preventive Veterinary Medicine*. 2020;184:105129. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105129>
21. *Вакцинация спрей-методом – MSD Animal Health*. URL: <https://www.msd-animal-health-poultry.ru/vaccination/vaksinatsiya-sprey-metodom/> (дата обращения: 20.06.2022).

References

1. Mukhamedshina AR. Vaccination and Disinfection in the Industrial Poultry Production. *Ptitsevodstvo*. 2020;(7–8):75–78. (In Russ.).
2. Dzhavadov EhD, Dmitrieva ME. Effective Vaccinal Prevention as Epizootic Pledge of Wellbeing Industrial Enterprise of Poultry Farming. *Russian veterinary journal (abbreviated RVJ). Sel'skokhozyaistvennyye zhivotnyye*. 2012;(3):6–7. (In Russ.).
3. Dubrovina AV, Iyldyrym EA, Il'ina LA, Filippova VA, Ponomareva ES, Kalitkina KA, et al. Factors Affecting the Immune Status in Poultry of Commercial Flocks: a Review. *Ptitsevodstvo*. 2022;(5):49–54. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2022-71-5-49-54> (In Russ.).
4. Babin GYu, Golubchikova OA, Dorofeeva SG. ELISA As a Tool for Calculation of the Vaccination Timing Against Infectious Bursal Disease in Poultry. *Ptitsevodstvo*. 2022;(12):59–68 (In Russ.).
5. Bakulin VA. Factors Inducing Avian Immunodeficiencies: a Review. *Ptitsevodstvo*. 2021;(3):52–56. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2021-70-3-52-56> (In Russ.).

6. Anpilogov V. Biobezопасnost' na Predpriyatii: Osnovnye Riski i Metody Zashchity. *Ptitsevodstvo*. 2021;(9):57–59. (In Russ.).
7. Hu Z, He X, Deng J, Hu J, Liu X. Current Situation and Future Direction of Newcastle Disease Vaccines. *Veterinary Research*. 2022;53(1):99. <https://doi.org/10.1186/s13567-022-01118-w>
8. Dubovoi A.S., Samuseva G.N., Bochkarev V.S. The Study of the Antigenic Properties of an Experimental Sample of Inactivated Combined Vaccine Against Newcastle Disease and Avian Infectious Bronchitis. *Ptitsevodstvo*. 2020;(12):49–52. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2020-69-12-49-52> (In Russ.).
9. Al-Rasheed M, Ball C, Ganapathy K. Route of Infectious Bronchitis Virus Vaccination Determines the Type and Magnitude of Immune Responses in Table Egg Laying Hens. *Veterinary Research*. 2021;52(1):139. <http://doi.org/10.1186/s13567-021-01008-7>
10. Born PM, Comt S. *Vaccines and Vaccination in Poultry Farming: Trans. From English*. Moscow: CEVA Sante Animale; 2002. 140 p. (In Russ.).
11. Mayers J, Mansfield KL, Brown IH. The Role of Vaccination in Risk Mitigation and Control of Newcastle Disease in Poultry. *Vaccine*. 2017;35(44):5974–5980. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.09.008>
12. Shrestha A, Sadeyen JR, Iqbal M. Enhancing Protective Efficacy of Poultry Vaccines Through Targeted Delivery of Antigens to Antigen-Presenting Cells. *Vaccines*. 2018;6(4):75. <https://doi.org/10.3390/vaccines6040075>
13. Bortolami A, Mazetto E, Kangethe RT, Wijewardana V, Barbato M, Porfiri L, et al. Protective Efficacy of H9N2 Avian Influenza Vaccines Inactivated by Ionizing Radiation Methods Administered by the Parenteral or Mucosal Routes. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022;9:916108. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.916108>
14. Leigh SA, Evans JD, Collier SD, Branton SL. The Impact of Vaccination Route on Mycoplasma Gallisepticum Vaccine Efficacy. *Poultry Science*. 2018;97(9):3072–3075. <https://doi.org/10.3382/ps/pey188>
15. Hassanzadeh M, Abdoshah M, Yousefi AR, Masoudi S. Comparison of the Impact of Different Administration Routes on the Efficacy of a Thermoresistant Newcastle Disease Vaccine in Chickens. *Viral Immunology*. 2020;33(5):361–366. <https://doi.org/10.1089/vim.2019.0125>
16. Elnaggar A, Mahmoud H, Saber S. Quality Control Procedure for Coccidial Vaccines Versus Different Routes of Immunization. *Veterinary World*. 2022;15(9):2342–2347. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.2342-2347>
17. Zhuravel' NA. Comparative Cost-Effectiveness of Vaccinating Broiler Chickens. In: *Proceedings of the Science and Practical Conference "Aktual'nye Voprosy Immunologii v Raznykh Otrasyakh Agropromyshlennogo Kompleksa"*. Omsk: by Individual Entrepreneur Maksheevoi EA Publ.; 2020. P. 115–119. (In Russ.).
18. Zhuravel' NA, Miftakhutdinov AV, Zhuravel' VV. Labor Standards for Carrying Out Measures for Vaccination of Repair Young Birds. In: *Proceedings of the Science and Practical Conference "Aktual'nye Voprosy Diagnostiki, Lecheniya i Profilaktiki Bolezni Zhivotnykh i Ptits"*. Persianovskii: Don State Agrarian university Publ.; 2020. P. 79–84. (In Russ.).
19. Nikitin IN. *Organizatsiya Veterinarnogo Dela*. Saint Petersburg: Lan' Publ.; 2012. 288 p. (In Russ.).
20. Hautefeuille C, Azzougouen B, Mouchel S, Dauphin G, Peyre M. Evaluation of Vaccination Strategies to Control an Avian Influenza Outbreak in French Poultry Production Networks Using EVACS Tool. *Preventive Veterinary Medicine*. 2020;184:105129. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105129>
21. Vaksinatziya Sprei-Metodom – MSD Animal Health. URL: <https://www.msd-animal-health-poultry.ru/vaccination/vaksinatziya-sprey-metodom/> (accessed: 20.06.2022) (In Russ.).

Об авторах:

Зеленкова Галина Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9152-1000), zelenkovalex@rambler.ru

Устьянцев Данил Алексеевич, студент IV курса специальности «Ветеринария» факультета биоинженерии и ветеринарной медицины Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9152-1000), ustjantsev.danil@yandex.ru

Пахомова Антонина Александровна, доктор экономических наук, профессор Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова (346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9152-1000), tivano@yandex.ru

Зеленков Алексей Петрович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета, (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9152-1000), zelenkovalex@rambler.ru

Заявленный вклад соавторов:

Зеленкова Г.А. — научное руководство, формирование цели и задач исследований, дизайн исследования.

Зеленков А.П. — подготовка и проведение исследований, анализ результатов, формирование выводов, подготовка текста.

Устьянцев Д.А. — подготовка и проведение исследований.

Пахомова А.А. — расчет экономики исследования, оформление выводов по экономике исследований.

Поступила в редакцию 04.06.2023

Поступила после рецензирования 12.07.2023

Принята к публикации 15.07.2023

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Galina A. Zelenkova, Dr.Sci. (Agriculture), Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](#), zelenkovalex@rambler.ru

Danil A. Ustyantsev, 4th year Student of the Veterinary Medicine Study Programme, Bioengineering and Veterinary Medicine Faculty, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](#), ustyantsev.danil@yandex.ru

Antonina A. Pakhomova, Dr.Sci. (Economics), Professor of the South Russian State Polytechnic University (NPI) Named after M.I. Platov (132, Prosveshcheniye St., Novocherkassk, 346428), [ORCID](#), tivano@yandex.ru

Alexey P. Zelenkov, Dr.Sci.(Agriculture), Associate Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](#), zelenkovalex@rambler.ru

Claimed contributorship:

GA Zelenkova: scientific supervision, formulating the aim and objectives of the research, research design.

AP Zelenkov: research preparation and conducting, analysis of the results, drawing the conclusions, preparing the text.

DA Ustyantsev: research preparation and conducting.

AA Pakhomova: calculating the economic effect of the research, drawing the conclusions on the economics effect of the research.

Received 04.06.2023

Revised 12.07.2023

Accepted 15.07.2023

Conflict of interest statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ



Научная статья

УДК 578

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-25-31>**Коронавирусная инфекция кошек: геномика и эпизоотология**

Е.В. Ткачева , М.Ю. Вакуленко , И.В. Попов , А.М. Ермаков

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

✉ dremusrnd@yandex.ru**Аннотация**

Введение. Вопрос распространения коронавирусной инфекции среди кошек по-прежнему стоит остро. Особая опасность заражения животных заключается в возможных мутациях вируса, бессимптомном течении данного заболевания, широком распространении вирусносительства среди кошек и развитии у некоторых особей вирусного перитонита, который часто становится причиной смерти животных. Целью работы явилось изучение взаимосвязи условий содержания и распространенности коронавирусной инфекции в популяциях кошек разных стран, а также возможности развития у данного вида животных вирусного перитонита.

Материалы и методы. Был проведен анализ русскоязычных и иностранных источников, опубликованных до марта 2023 г. На примере исследований ученых из Нидерландов, Кореи, Германии, Тайваня, Австралии, Швеции, Чехии, Малайзии и Турции была изучена взаимосвязь условий содержания кошек и распространенности коронавирусной инфекции в их популяциях, а также дана краткая характеристика болезни.

Результаты исследования. На основе результатов анализа нескольких эпизоотологических исследований сделали вывод, что процент домашних кошек, зараженных коронавирусной инфекцией, достигает 80 %, а один из самых высоких показателей зафиксирован в Германии: 76,5 % (95 % ДИ: 69,8 %; 82,2 %) и 84 % (95 % ДИ: 73,3 %; 94,9 %) соответственно. При групповом содержании, а также у бездомных кошек распространенность коронавирусной инфекции значительно выше, чем у животных, которые содержатся изолированно.

Обсуждение и заключение. Изучение распространения FCoV в различных популяциях кошек позволило выявить прямую связь с условиями содержания. Показана необходимость контроля и ограничения количества животных, которые находятся вместе, а также соблюдения всех норм содержания и карантинирования, чем владельцы кошек могут способствовать пресечению передачи возбудителей инфекционных заболеваний.

Ключевые слова: кошки, коронавирус, коронавирусная инфекция кошек, вирусный перитонит кошек

Финансирование. Работа выполнена при поддержке Фонда содействия инновациям, договор №17756ГУ/2022 от 13.05.2022.

Для цитирования. Ткачева Е.В., Вакуленко М.Ю., Попов И.В., Ермаков. А.М. Коронавирусная инфекция кошек: геномика и эпизоотология. *Ветеринарная патология*. 2023;22(3):25–31.

<https://doi.org/10.23947/2949-826-2023-22-3-25-31>

Original article

Feline Coronavirus Infection: Genomics and Epizootology

Elizaveta V. Tkacheva , Maya Yu. Vakulenko , Igor V. Popov , Alexey M. Ermakov

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

✉ dremusrnd@yandex.ru**Abstract**

Introduction. The issue of coronavirus infection prevalence in cats is still acute. Particular danger of infecting the animals lies in possible mutations of the virus, the asymptomatic course of the disease, high prevalence of the virus carriage in cats and development of the viral peritonitis in some of the specimens often causing the death of animals. The aim of this work is to study the relation between the keeping conditions and the coronavirus infection prevalence in cat populations in different countries, as well as the possibility of the viral peritonitis development in this species of animal.

Materials and Methods. The analysis of the Russian and foreign sources published before March 2023 was carried out. Based on the research made by the scientists from the Netherlands, Korea, Germany, Taiwan, Australia, Sweden, Czech Republic, Malaysia and Turkey, the relation between the cat keeping conditions and the coronavirus infection prevalence in their populations was studied and the brief characteristics of the disease was given.

Results. Based on the analysis of the several epizootological study results, it was concluded that the rate of companion cats infection with the coronavirus reached 80 %, and one of the highest rates was recorded in Germany: 76.5 % (Confidence Interval (CI) 95 %: 69.8 %; 82.2 %) and 84 % (CI 95 %: 73.3 %; 94.9 %), respectively. Coronavirus infection prevalence in cats kept in groups, as well as in stray cats was significantly higher than in animals kept in isolation.

Discussion and Conclusions. Studying the FCoV prevalence in various cat populations revealed its direct dependence from the keeping conditions. The need to control and limit the number of animals that are kept together, as well as to comply with all the keeping and quarantine standards, is shown, and could become the way for the cat owners to suppress the infectious disease agents transmission.

Keywords: cats, coronavirus, feline coronavirus infection, feline viral peritonitis

Funding. The work was carried out with the financial support of the Foundation for the Promotion of Innovation, Contract No. 7756ГУ/2022 of 13/05/2022.

For citation. Tkacheva EV, Vakulenko MYu, Popov IV, Ermakov AM. Feline Coronavirus Infection: Genomics and Epizootology. *Veterinary Pathology*. 2023;22(3):25–31. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-25-31>

Введение. Коронавирусные инфекционные заболевания широко распространены как среди домашних кошек, так и среди особей, содержащихся в крупных питомниках. Особая опасность заключается в том, что болезнь длительное время может протекать бессимптомно и способствовать распространению вируса. Данное заболевание всегда возникает из-за немутировавшего биотипа вирусного агента. Однако у небольшого процента кошек (у 7–14 % в среде с несколькими особями), инфицированных кошачьим коронавирусом (далее FCoV), наблюдается спонтанная мутация. Это приводит к изменению клеточного тропизма, что считается ключевым моментом в патогенезе кошачьего инфекционного перитонита (далее FIP). Немутировавшие и мутировавшие биотипы FCoV из одной и той же среды на >99 % родственны, но при этом различаются по вирулентности [1–5]. Не исключена возможность преодоления межвидового барьера коронавирусом собак и возможности заражения кошек некоторыми штаммами [1, 6]. Цель обзора — изучение взаимосвязи условий содержания и распространенности коронавирусной инфекции в различных популяциях кошек, а также возможности развития у них вирусного перитонита.

Материалы и методы. В данном обзоре собраны сведения из 26 источников. Проанализированы публикации, в том числе и зарубежных коллег, опубликованные до марта 2023 года. Изучено развитие у животных вирусного перитонита, а также взаимосвязь условий содержания кошек и распространенности коронавирусной инфекции в популяциях.

Результаты исследования. Коронавирусы — оболочечные РНК-содержащие вирусы, которые способны заражать различных млекопитающих-хозяев и вызывать энтеральные, респираторные, неврологические, а также системные заболевания. Тяжесть клинических проявлений варьируется от субклинического течения до смертельного исхода [1, 7].

FCoV принадлежит к роду альфакоронавирусов. На основе генетических и антигенных свойств их делят на два серотипа: тип I и тип II [1, 8, 9].

Существуют различные пути заражения кошек коронавирусной инфекцией: алиментарный, воздушно-капельный, через слюну, при взаимном груминге и тесном контакте в целом. Общеизвестна также передача трансплацентарным путем: от матери — к развивающемуся плоду [10, 11]. Часто FCoV поражает верхние дыхательные пути или желудочно-кишечный тракт у раз-

ных животных. 25–40 % домашних кошек заражены FCoV, однако этот процент возрастает до 80–100 % при групповом содержании. Коронавирусные инфекции обнаруживают в фекалиях, но у большинства из данных особей вирус не вызывает никаких симптомов заболевания или наблюдается легкое течение [2, 7, 10, 12].

FCoV разделяют на два биотипа: вирусный энтерит кошек (далее FECV) и FIP. FECV эндемичен в популяциях домашних животных во всем мире и в первую очередь инфицирует энтероциты кишечника. Обычно это влечет за собой легкое течение кишечной формы заболевания либо отсутствие клинических признаков (субклинические инфекции) [1, 13].

У особи, зараженной коронавирусной инфекцией, инкубационный период длится от 2-х до 4-х недель. Особенно подвержены заболеванию котята в период отъема. Симптомы у ослабленных животных проявляются к 3–4-му дню, у детенышей — на 2–7 сутки. Вирусноносительство может сформироваться и без клинических проявлений [14].

При течении средней тяжести быстро развивается энтерит. Заболевание сопряжено с диареей, иногда — с рвотой [14].

Клинический FIP обычно проявляется в одной из двух форм: «влажная» (эффузивная), «сухая» (гранулематозная) либо их комбинация. «Влажная» достаточно распространена и считается классической формой заболевания. Обычно она ассоциируется с быстрым развитием болезни и экссудацией жидкости в полости брюшины или грудной клетки [1, 8].

При «сухой» форме FIP, как правило, отсутствует полостной выпот: вместо этого в различных органах отмечается образование мультифокальных гранул и более сложное развитие заболевания. В результате изначально клинические признаки FIP часто неспецифичны: истощение, хроническая лихорадка. Неврологические симптомы, включая атаксию, судороги, нистагм, гиперестезию и/или дефицит черепных нервов, а также патологии глаз встречаются у некоторых кошек чаще с «сухой» формой FIP. Она отличается серозными и паренхимальными пиогранулемами различного размера в пораженных органах, однако отсутствует экссудация, которая характерна для «влажной» формы. При «сухой» форме гранулематозные поражения могут распространяться с серозных поверхностей в паренхиму и ограничиваться одним органом. Другие часто поражаемые органы при «сухой» форме FIP — брыжеечные

и средостенные лимфатические узлы, печень, сальник, кишечник [1].

Периваскулярные воспалительные поражения содержат скопления макрофагов и меньшее количество нейтрофилов в инфильтратах преимущественно В-лимфоцитов и плазматических клеток, которые распространяются на окружающие ткани с наличием или без наличия васкулита. Нередко у больных животных наблюдается сочетание эффузивной и гранулематозной форм заболевания [1].

Важную роль играет факт возможной мутации возбудителя в организме кошки, так как обнаружение у животного FCoV еще не означает развитие FIP. Последовательно отличить коронавирусный агент, который вызовет FIP, от не приводящего к клиническому проявлению по обнаружению самого вируса в настоящий момент невозможно. У особей с FIP течение вируса может принимать генерализованный характер и вызывать широкий спектр различных признаков из-за того, как он взаимодействует с иммунной системой кошки [10]. Животные могут подвергаться многократным циклам рецидивирующих инфекционных заболеваний.

Мутации, которые приводят к образованию усеченных белков 3 с менее 237 aa или полной потере белка,

были обнаружены в одном из исследований в 39 образцах от 33 кошек. В общем было собрано 183 пробы фекалий животных из приюта. Две делеции и одна инсерция не привели к образованию преждевременных стоп-кодонов. У других генов 3 с, амплифицированных из 37 образцов от 31 кошки, наблюдались мутации, приводящие к преждевременным стоп-кодонам или отсутствию экспрессии белка из-за мутации, затрагивающей стартовый кодон каждой последовательности. Наиболее распространенным типом мутации, вызывающим преждевременный стоп-кодон, был сдвиг рамки считывания в результате делеции или вставки: 18 проб, что составило 48,6 % от 16 кошек. Делеции имели большинство (17 из 18) сдвигов рамки считывания [13].

Для FCoVs в 19 образцах фекалий, полученных из приюта для животных, ни один вирус не нес миссенс-мутации в кодонах 1, 058 и 1, 060 S-гена. Только в одном из них наблюдалась делеция трех последовательных нуклеотидов в гене 3 с, что привело к отсутствию одного aa. У четырех особей одного владельца был обнаружен коронавирус с мутацией M1,058L вместе с усекающими мутациями генов 3 с. FCoVs в остальных десяти пробах не несли мутаций в генах S и 3 с. В выпоте в коронавирусе кошек типа I выявлены мутации в

Таблица 1

Распространённость FCoV среди кошек разных стран

Страна	Количество кошек и условия содержания	Распространённость, % (95 % доверительный интервал)	Метод диагностики	Источник
Австралия	49 (бродячие)	0	сыворотка крови, ELISA	15
	135 (групповое содержание)	44 (35,3 %; 52,1 %)		
	140 (одиночное содержание)	24 (16,5 %; 30,6 %)		
Корея	212 (групповое содержание)	6,6 (3,3 %; 9,9 %)	фекалии, РТ-ПЦР	16
Малайзия	44 (групповое содержание)	84 (73,3 %; 94,9 %)	фекалии, РТ-ПЦР	17
Швеция	129 (<5 особей)	29 (20,9 %; 36,5 %)	сыворотка крови, ИФА	18
Турция	22 (бездомные)	45 (24,6 %; 66,3 %)	сыворотка крови, РТ-ПЦР	20
	29 (групповое содержание)	62 (43,6 %; 80,6 %)	сыворотка крови, анализ нейтрализации вируса	
	71 (одиночное содержание)	4 (-5 %; 8,9 %)	сыворотка крови, анализ нейтрализации вируса	
Нидерланды	424 (групповое содержание)	5 (3,3 %; 7,6 %)	исследование крови, РТ-ПЦР	21
Германия	179 (групповое содержание)	76,5 (69,8 %; 82,2 %)	фекалии, РТ-ПЦР	22
Чехия	60 (групповое содержание)	32 (19,9 %; 43,4 %)	фекалии, РТ-ПЦР	23
Тайвань	81 (домашнее содержание*)	65,4 (55,1 %; 75,8 %)	различный биоматериал, ИФА, РТ-ПЦР	24

*В источнике условия содержания не прописаны.

генах S и 3 с в 24 из 30 проб. Мутация в кодоне 1,058 или 1,060 присутствовала в 4 из 30 образцов [13].

В двух пробах выпота были выявлены только усеченные мутации гена 3 с. В данном исследовании также были найдены два FCoV II типа. Оба вируса несли усеченные мутации в гене 3 с. В тканях четырех кошек одного владельца FCoV обнаруживали как с мутацией M1,058L, так и с усеченной мутацией гена 3 с [13].

На основании проанализированных данных (таблица 1) можно сказать, что процент домашних кошек, зараженных FCoV, достигает 80 % [8, 11]. Преvalентность коронавирусной инфекции возрастает, если животных содержат большими группами. Чрезвычайно актуальна эта проблема в приютах. По сведениям, собранным в Австралии, наглядно видно, что процент распространенности FCoV почти в два раза выше у кошек при групповом содержании [2].

Один из самых высоких показателей зафиксирован в Германии и в Малайзии у кошек при групповом содержании: 76,5 % (95 % ДИ: 69,8 %; 82,2 %) и 84 % (95 % ДИ: 73,3 %; 94,9 %) соответственно. По породам сложно выявить взаимосвязь, однако отмечается высокая заболеваемость (96 %) у особей персидской породы в Малайзии. Это может быть связано как с неблагоприятной эпизоотической ситуацией в целом, так и с индивидуальной восприимчивостью животных. Большую роль могут играть особенности вида, погрешности разведения, несоблюдение норм содержания и карантинирования. Не исключено, что ранней диагностикой не всегда можно точно выявить животных-носителей вирусного агента [2, 17, 22].

Значительное количество зараженных кошек было зафиксировано в Тайване: 65,4 % (95 % ДИ: 55,1 %; 75,8 %). Все исследованные особи были домашними. Условия содержания неизвестны, однако, исходя из предыдущих данных, можно предположить, что большая часть животных могла находиться на групповом содержании [24]. Более низкий процент был обнаружен в Чехии: 32 % (95 % ДИ: 19,9 %; 43,4 %). Все исследованные кошки содержались группами [23].

Самый низкий показатель зафиксирован в Турции: 4 % при одиночном содержании, что также указывает

на уровень влияния этого фактора на распространение вируса. В результатах исследования корейских ученых чаще упоминаются домашняя короткошерстная кошка и шотландская вислоухая, что может быть следствием как сниженного иммунитета представителей этих пород, так и их популярности [2, 16, 25]. Также у 96 % (95 % ДИ: 87,8 %; 103,8 %) исследованных представителей персидской породы в Малайзии и 80 % (95 % ДИ: 59,8 %; 100,2 %) в Швеции при групповом содержании был обнаружен FCoV. Подобные результаты могут указывать как на особенности и популярность породы, так и на погрешности в содержании, карантинировании и профилактике распространения заболевания [2].

Обсуждение и заключение. Проведенный анализ эпизоотической ситуации и обзор иностранных и отечественных научных публикаций показал, что одиночное содержание, профилактические мероприятия, ранняя диагностика, грамотная организация разведения и карантинирования позволяют снизить процент заражения животных FCoV, остановить распространение возбудителя в популяциях кошек, а также заранее выявить потенциально опасных особей. Погрешности в разведении тоже могут быть причиной ослабления иммунной системы животного и дальнейшего развития у него вируса [2, 16, 17, 22, 23, 26].

FCoV может мутировать в организме. Наиболее известным типом мутации, который приводит к преждевременному стоп-кодону, можно назвать сдвиг рамки считывания в результате делеции или вставки: 18 образцов, что составило 48,6 % от 16 особей [11, 13].

Очевидно, что распространение FCoV в популяциях кошек напрямую связано с условиями содержания. По этой причине владельцам желательно содержать животных отдельно друг от друга. В случае коллективного размещения, рекомендуется доводить количество особей в группе до минимума, контролировать состояние и соблюдать все нормы содержания и карантинирования, тем самым пресекая передачу возбудителей инфекционных заболеваний.

Ранняя диагностика FCoV может способствовать купированию распространения данного заболевания.

Список литературы

- Christine H., Sarah C., Nicola P., Murphy B. Coronavirus Infections in Companion Animals: Virology, Epidemiology, Clinical and Pathologic Features. *Viruses*. 2020;12(9):1023. <https://doi.org/10.3390/v12091023>
- Drechsler Y., Alcaraz A., Bossong F.J., Collisson E. W., Diniz P.P.V.P. Feline Coronavirus in Multicat Environments. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2011;41(6):1133–1169. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2011.08.004>
- Felten S., Hartmann K. Diagnosis of Feline Infectious Peritonitis: A Review of the Current Literature. *Viruses*. 2019;11(11):1068. <https://doi.org/10.3390/v11111068>
- Stout A.E., André N.M., Whittaker G.R. Feline coronavirus and feline infectious peritonitis in nondomestic felid species. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 2021;52(1):14–27. <https://doi.org/10.1638/2020-0134>
- Thayer V., Gogolski S., Felten S., Hartmann K., Kennedy M., Olah G.A. 2022 AAFP/EveryCat Feline Infectious Peritonitis Diagnosis Guidelines. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2022;24(9):905–933. <https://doi.org/10.1177/1098612X221118761>
- Halfmann P.J., Hatta M., Chiba S., Maemura T., Fan S., Takeda M. и др. Transmission of SARS-CoV-2 in Domestic Cats. *New England Journal of Medicine*. 2020;383(6):592–594. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMc2013400>
- Izes A.M., Yu J., Norris J.M., Govendir M. Current status on treatment options for feline infectious peritonitis and SARS-CoV-2 positive cats. *Veterinary Quarterly*. 2020;40(1):322–330. <https://doi.org/10.1080/01652176.2020.1845917>
- Крыжановская Е.М., Семина В.Е., Герунов Т.В. Коронавирусная инфекция кошек: современный взгляд на проблему. *Евразийский Союз Ученых*. 2015;5(14):167–168. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/koronavirusnaya-infektsiya-koshek-sovremennyy-vzglyadna-problemu> (Дата обращения: 25.04.2023).

9. Stout A.E., André N.M., Jaimes J.A., Millet J.K., Whittaker G.R. Coronaviruses in cats and other companion animals: Where does SARS-CoV2/COVID-19 fit? *Veterinary Microbiology*. 2020;247:108777. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108777>
10. Csiszar A., Jakab F., Valencak T.G., Lanszki Z., Tóth G.E., Kemenesi G. и др. Companion animals likely do not spread COVID-19 but may get infected themselves. *GeroScience*. 2020;42(5):1229–1236. <https://doi.org/10.1007/s11357-020-00248-3>
11. Licitra B.N., Millet J.K., Regan A.D., Hamilton B.S., Rinaldi V.D., Duhamel G.E. и др. Mutation in Spike Protein Cleavage Site and Pathogenesis of Feline Coronavirus Emerging Infectious Diseases. Centers for Disease. Control and Prevention. 2013;19(7):1066–1073. <http://doi.org/10.3201/eid1907.121094>
12. Tasker S. Diagnosis of feline infectious peritonitis: Update on evidence supporting available tests. *Journal of Feline Medicine and Surgery*: 2018;20(3):228–243. <https://doi.org/10.1177/1098612X18758592>
13. Oguma K., Ohno M., Yoshida M., Sentsui H. Mutation of the S and 3c genes in genomes of feline coronaviruses. *The Journal of Veterinary Medical Science*. 2018;80(7):1094–1100. <https://doi.org/10.1292/jvms.17-0704>
14. Пальцева Е.Д., Плешакова В.И. Клиническое проявление и диагностика коронавирусных инфекций кошек. *Вестник КрасГАУ*. 2022;(9):159–164. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-9-159-164>
15. Bell E.T., Toribio J.A.L.M.L., White J.D., Malik R., Norris J.M. Seroprevalence study of feline coronavirus in owned and feral cats in Sydney, Australia. *Australian Veterinary Journal*. 2007;84(3):74–81. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2006.tb12231.x>
16. An D.J., Jeoung H.Y., Jeong W., Park J.Y., Lee M.H., Park B.K. Prevalence of Korean cats with natural feline coronavirus infections. *Virology Journal*. 2011;8:455. <https://doi.org/10.1186/1743-422X-8-455>
17. Sharif S., Arshad S.S., Hair-Bejo M., Omar A.R., Zeenathul N.A., Hafidz M.A. Prevalence of feline coronavirus in two cat populations in Malaysia. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2009;11(12):1031–1034. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.08.005>
18. Holst B.S., Englund L., Palacios S., Renström L., Berndtsson L.T. Prevalence of antibodies against feline coronavirus and Chlamydia felis in Swedish cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2006;8(3):207–211. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2005.12.004>
19. Can-Şahna K., Ataseven V.S., Pinar D., Oğuzoğlu T.Ç. The detection of feline coronaviruses in blood samples from cats by mRNA RT-PCR. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2007;9(5):369–372. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2007.03.002>
20. Pratelli A., Yesilbag K., Siniscalchi M., Yağcı E., Yılmaz Z. Prevalence of feline coronavirus antibodies in cats in Bursa province, Turkey, by an enzyme-linked immunosorbent assay. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2009;11(10):881–884. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.02.008>
21. Simons F.A., Vennema H., Rofina J.E., Pol J.M., Horzinek M.C., Rottier P.J. и др. A mRNA PCR for the diagnosis of feline infectious peritonitis. *Journal of Virological Methods*. 2005;124(1–2):111–116. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2004.11.012>
22. Klein-Richers U., Hartmann K., Hofmann-Lehmann R., Unterer S., Bergmann M., Rieger A. и др. Prevalence of Feline Coronavirus Shedding in German Catteries and Associated Risk Factors. *Viruses*. 2020;12(9):1000. <https://doi.org/10.3390/v12091000>
23. Černá P., Lobová D., Bubeníková J., Vrábellová J., Molínková D., Hořín P. Shedding persistency and intensity patterns of feline coronavirus (FCoV) in feces of cats living in breeding catteries in the Czech Republic. *Research in Veterinary Science*. 2022;152:524–529. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.09.010>
24. Luo Y.C., Liu I.L., Chen Y.T., Chen H.W. Detection of Feline Coronavirus in Feline Effusions by Immunofluorescence Staining and Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction. *Pathogens*. 2020;9(9):698. <https://doi.org/10.3390/pathogens9090698>
25. Gaudreault N.N., Trujillo J.D., Carossino M., Meekins D., Morozov I., Madden D. W. и др. SARS-CoV-2 infection, disease and transmission in domestic cats. *Emerging Microbes & Infections*. 2020;9(1):2322–2332. <https://doi.org/10.1080/22221751.2020.1833687>

References

1. Christine H, Sarah C, Nicola P, Murphy B. Coronavirus Infections in Companion Animals: Virology, Epidemiology, Clinical and Pathologic Features. *Viruses*. 2020;12(9):1023. <https://doi.org/10.3390/v12091023>
2. Drechsler Y, Alcaraz A, Bossong FJ, Collisson EW, Diniz, PPVP. Feline Coronavirus in Multicat Environments. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2011;41(6):1133–1169. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2011.08.004>
3. Felten S, Hartmann K. Diagnosis of Feline Infectious Peritonitis: A Review of the Current Literature. *Viruses*. 2019;11(11):1068. <https://doi.org/10.3390/v11111068>
4. Stout AE, André NM, Whittaker GR. Feline Coronavirus and Feline Infectious Peritonitis in Nondomestic Felid Species. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 2021;52(1):14–27. <https://doi.org/10.1638/2020-0134>
5. Thayer V, Gogolski S, Felten S, Hartmann K, Kennedy M, Olah GA. 2022 AAEP/Every Cat Feline Infectious Peritonitis Diagnosis Guidelines. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2022;24(9):905–933. <https://doi.org/10.1177/1098612X221118761>
6. Halfmann PJ, Hatta M, Chiba S, Maemura T, Fan S, Takeda M. et al. Transmission of SARS-CoV-2 in Domestic Cats. *New England Journal of Medicine*. 2020;383(6):592–594. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMc2013400>
7. Izes AM, Yu J, Norris JM, Govendir M. Current Status on Treatment Options for Feline Infectious Peritonitis and SARS-Cov-2 Positive Cats. *Veterinary Quarterly*. 2020;40(1):322–330. <https://doi.org/10.1080/01652176.2020.1845917>

8. Kryzhanovskaya EM, Semina VE, Gerunov TV. Koronavirusnaya Infektsiya Koshek: Sovremennyy Vzglyad na Problemu. *Eurasian Union of Scientists*. 2015;5(14):167–168. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/koronavirusnaya-infektsiya-koshek-sovremennyy-vzglyadna-problemu> (accessed: 25.04.2023). (In Russ.).
9. Stout AE, André NM, Jaimes JA, Millet JK, Whittaker GR. Coronaviruses in Cats and Other Companion Animals: Where Does SARS-Cov2/COVID-19 Fit? *Veterinary Microbiology*. 2020;247:108777. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108777>
10. Csiszar A, Jakab F, Valencak TG, Lanszki Z, Tóth GE, Kemenesi G, et al. Companion Animals Likely Do Not Spread COVID-19 but May Get Infected Themselves. *GeroScience*. 2020;42(5):1229–1236. <https://doi.org/10.1007/s11357-020-00248-3>
11. Licitra BN, Millet JK, Regan AD, Hamilton BS, Rinaldi VD, Duhamel GE et al. Mutation in Spike Protein Cleavage Site and Pathogenesis of Feline Coronavirus Emerging Infectious Diseases. Centers for Disease. Control and Prevention. 2013;19(7):1066–1073. <http://doi.org/10.3201/eid1907.121094>
12. Tasker S. Diagnosis of Feline Infectious Peritonitis: Update on Evidence Supporting Available Tests. *Journal of Feline Medicine and Surgery*: 2018;20(3):228–243. <https://doi.org/10.1177/1098612X18758592>
13. Oguma K, Ohno M, Yoshida M, Sentsui H. Mutation of the S and 3c genes in genomes of feline coronaviruses. *The Journal of Veterinary Medical Science*. 2018;80(7):1094–1100. <https://doi.org/10.1292/jvms.17-0704>
14. Pal'tseva ED, Pleshakova VI. Clinical Signs and Coronavirus Diagnosis Infections in Cats. *The Bulletin of KrasGAU*. 2022;(9):159–164. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-9-159-164> (In Russ.).
15. Bell ET, Toribio JALML, White JD, Malik R, Norris JM. Seroprevalence Study of Feline Coronavirus in Owned and Feral Cats in Sydney, Australia. *Australian Veterinary Journal*. 2007;84(3):74–81. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2006.tb12231.x>
16. An DJ, Jeoung HY, Jeong W, Park JY, Lee MH, Park BK. Prevalence of Korean Cats with Natural Feline Coronavirus Infections. *Virology Journal*. 2011;8:455. <https://doi.org/10.1186/1743-422X-8-455>
17. Sharif S, Arshad SS, Hair-Bejo M, Omar AR, Zeenathul NA, Hafidz MA. Prevalence of Feline Coronavirus in Two Cat Populations in Malaysia. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2009;11(12):1031–1034. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.08.005>
18. Holst BS, Englund L, Palacios S, Renström L, Berndtsson LT. Prevalence of Antibodies Against Feline Coronavirus and Chlamydia Felis in Swedish Cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2006;8(3):207–211. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2005.12.004>
19. Can-Şahna K, Ataseven VS, Pınar D, Oğuzoğlu TÇ. The Detection of Feline Coronaviruses in Blood Samples from Cats by mRNA RT-PCR. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2007;9(5):369–372. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2007.03.002>
20. Pratelli A, Yesilbag K, Siniscalchi M, Yalçın E, Yılmaz Z. Prevalence of Feline Coronavirus Antibodies in Cats in Bursa Province, Turkey, by an Enzyme-Linked Immunosorbent Assay. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2009;11(10):881–884. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.02.008>
21. Simons FA, Vennema H, Rofina JE, Pol JM, Horzinek MC, Rottier PJ, et al. A mRNA PCR for the Diagnosis of Feline Infectious Peritonitis. *Journal of Virological Methods*. 2005;124(1–2):111–116. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2004.11.012>
22. Klein-Richers U, Hartmann K, Hofmann-Lehmann R, Unterer S, Bergmann M, Rieger A, et al. Prevalence of Feline Coronavirus Shedding in German Catteries and Associated Risk Factors. *Viruses*. 2020;12(9):1000. <https://doi.org/10.3390/v12091000>
23. Černá P, Lobová D, Bubeníková J, Vrábelová J, Molínková D, Hořín P Shedding Persistency and Intensity Patterns of Feline Coronavirus (FCoV) in Feces of Cats Living in Breeding Catteries in the Czech Republic. *Research in Veterinary Science*. 2022;152:524–529. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.09.010>
24. Luo YC, Liu IL, Chen YT, Chen HW. Detection of Feline Coronavirus in Feline Effusions by Immunofluorescence Staining and Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction. *Pathogens*. 2020;9(9):698. <https://doi.org/10.3390/pathogens9090698>
25. Gaudreault NN, Trujillo JD, Carossino M, Meekins D, Morozov I, Madden DW, et al. SARS-Cov-2 Infection, Disease and Transmission in Domestic Cats. *Emerging Microbes & Infections*. 2020;9(1):2322–2332. <https://doi.org/10.1080/22221751.2020.1833687>

Об авторах:

Ткачева Елизавета Владимировна, ветеринарный врач учебного вивария Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9152-1000), remusrnd@yandex.ru

Вакуленко Майя Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9152-1000), Nikdentella-22@yandex.ru

Попов Игорь Витальевич, ассистент кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9152-1000), doc.igor.popov@gmail.com

Ермаков Алексей Михайлович, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и общей патологии, декан факультета биоинженерии и ветеринарной медицины Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](#), amermakov@yandex.ru

Заявленный вклад соавторов:

Е.В. Ткачева — подготовка текста, анализ результатов, формирование обсуждений и выводов.

М.Ю. Вакуленко — научное руководство, цели и задачи исследования, подготовка текста, анализ результатов.

И.В. Попов — цели и задачи исследования, подготовка текста.

А.М. Ермаков — научное руководство, формирование обсуждений и выводов.

Поступила в редакцию 13.06.2023

Поступила после рецензирования 29.06.2023

Принята к публикации 03.07.2023

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the authors:

Elizaveta V. Tkacheva, veterinarian of the study vivarium, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](#), remusrnd@yandex.ru

Maya Yu. Vakulenko, Cand.Sci.(Biology), associate professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](#), Nikdentella-22@yandex.ru

Igor V. Popov, assistant of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](#), doc.igor.popov@gmail.com

Alexey M. Ermakov, Dr.Sci. (Biology), professor of the Biology and General Pathology Department, Dean of the Bioengineering and Veterinary Medicine Faculty, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](#), amermakov@yandex.ru

Claimed contributorship:

EV Tkacheva: preparing the text, analysis of the results, formulating the issues for discussion and conclusions.

MYu Vakulenko: scientific supervision, aims and objectives of the study, preparing the text, analysis of the results.

IV Popov: aims and objectives of the study, preparing the text.

AM Ermakov: scientific supervision, formulating the issues for discussion and conclusions.

Received 13.06.2023

Revised 29.06.2023

Accepted 03.07.2023

Conflict of interest statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ



Научная статья

УДК 619:616.5:615636.8

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-32-44>



Разработка устройства для оценки эмоционального состояния собак-компаньонов на основе анализа вокализаций при тревожности и лае

А.В. Авиллов, А.С. Фомина  , П.Г. Скубак , Т.К. Крахмалев, А.М. Ермаков 

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

 a_bogun@mail.ru

Аннотация

Введение. Поведение собак, их социализация, взаимодействие с человеком являются ключевыми факторами при оценке рисков увеличения количества инцидентов, связанных с развитием у них тревожности. Прежде всего, недостаточность знаний о причинах проблемного поведения животных и высокая индивидуальная вариабельность поведенческих паттернов определяют актуальность данной работы. Кроме того, разные методы практикующих специалистов, отсутствие данных об учете взаимовлияния владельцев и животных приводит к некорректному формированию разнородной информации о выявлении и коррекции проблемного поведения собак-компаньонов. Цель авторов данной статьи — разработка устройства для регистрации тревожного и агрессивного поведения собак с помощью анализа интервалограмм и спектрограмм вокализаций.

Материалы и методы. Записи вокализаций собак (250 записей) были получены в результате наблюдений авторов в городе Ростове-на-Дону в период с весны по осень 2021 года. Повышения интенсивности сигнала регистрировались с помощью датчика шума или микрофона. Амплитуда и длительность сигнала определялись с помощью микроконтроллера. Для написания программы и прошивки микроконтроллера использовалась среда программирования Arduino Software (IDE). В программе были использованы таймеры, которые позволяют рассчитывать количество миллисекунд от начала и до конца события, а также применялись счетчики количества событий за определенный момент времени.

Результаты исследования. Разработана и описана структурная схема устройства для регистрации и классификации вокализаций собак как маркер тревожности поведения. Предложен алгоритм для оценки типа деятельности животного при вокализации. Разработан прототип устройства, позволяющего на основе расчета и анализа интервалограмм вокализаций определять и отправлять в телеграм-бот информацию о тревожности собаки, данные об активности животного и температуре окружающего воздуха.

Обсуждение и заключение. Значение данной разработки определяется созданием прототипа программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего объективный анализ информации об изменениях в поведении собак в режиме реального времени. Применение комплекса позволяет оценить поведение собак и дать возможность получить новые данные о вероятности возникновения нарушений поведения животных, обусловленных высоким уровнем тревожности. Комплекс может выступать прототипом для создания систем отслеживания и идентификации поведения других видов животных, в т. ч. в условиях города.

Ключевые слова: устройство, вокализация, лай, частота, собака, тревожное поведение

Финансирование. Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта для реализации научно-исследовательских проектов, выполняемых под руководством молодых ученых ДГТУ «Наука-2030» (2022–2023 г.).

Для цитирования: Авиллов А.В., Фомина А.С., Скубак П.Г., Крахмалев Т.К., Ермаков А.М. Разработка устройства для оценки эмоционального состояния собак-компаньонов на основе анализа вокализаций при тревожности и лае. *Ветеринарная патология*. 2023;22(3):32–44. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-32-44>

Development of a Device for Assessing the Emotional State of Companion Dogs Based on the Analysis of Vocalizations Associated with Anxiety and Barking

Alexey V. Avilov, Anna S. Fomina  , Pavel G. Skubak , Tikhon K. Krakhmalev, Alexey M Ermakov 

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

 a_bogun@mail.ru

Abstract.

Introduction. Canine behaviour, socialization and interaction of dogs with humans are the key factors to be assessed among the risks inducing the increase of incidents related with development of anxiety in dogs. First of all, the lack of knowledge about the reasons of problem behaviour in animals and the high individual variability of behavioural patterns explain the relevance of this work. Moreover, the different methods used by the practitioners and absence of traceability of the owner-animal interaction record lead to the incorrect accumulation of diverse information about the identification and correction of companion dogs' problem behaviour. The authors of this article aimed to develop a device for registering anxious and aggressive behaviour in dogs by analysing the intervalograms and spectrograms of vocalizations.

Materials and Methods. The recordings of canine vocalizations (250 recordings) were obtained as a result of authors' observations carried out in Rostov-on-Don in the period from spring to autumn 2021. The growth of signal intensity was detected by a noise sensor or microphone. The amplitude and duration of the signal were determined by a microcontroller. The Arduino Integrated Development Environment (IDE) was used for writing a programme and flashing the microcontroller. The timers calculating the number of milliseconds from the beginning to the end of an event were implemented in the programme, also, the counters measuring the number of the events within a certain period of time were used.

Results. A flowchart of the device for registering and classifying canine vocalizations, which are considered to be the behavioural anxiety markers, has been developed and described. The algorithm for assessing the type of animal activity during vocalization has been suggested. The device prototype has been developed, which enables determination and sending to a Telegram chat bot the data on dog's anxiety and activity, as well as on the ambient temperature, based on the calculation and analysis of the vocalizations intervalograms.

Discussion and Conclusion. The significance of the present development lies in creation of the hardware and software complex prototype that provides the unbiased analysis of the information about changes in canine behaviour in the real time. The implementation of this complex makes it possible to assess the canine behaviour and provides the opportunity to obtain the new data on probability of behavioural disorders in animals caused by a high level of anxiety. The complex can serve as a prototype for creating the systems for tracking and identifying other animal species' behaviour (including in the urban settings).

Key words: device, vocalization, barking, frequency, dog, anxious behaviour

Funding: Financial support for preparing the article was provided in the frame of DSTU grant "Science-2030" (2022–2023) for implementation of the research projects carried out under the supervision of young scientists.

For citation. Avilov AV, Fomina AS, Skubak PG, Krakhmalev TK, Ermakov AM. Development of a Device for Assessing the Emotional State of Companion Dogs Based on the Analysis of Vocalizations Associated with Anxiety and Barking. *Veterinary Pathology*. 2023;22(3):32–44. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-32-44>

Введение. В последние годы в мировой науке отмечается интерес к разработке объективных методов оценки поведения домашних животных-компаньонов. Необходимость получения такой оценки связана с наличием в обществе устойчивого запроса со стороны владельцев собак и ветеринарных врачей [1–11]. Проблемы поведения домашних животных, их социализации, взаимодействия с человеком являются ключевыми при оценке рисков возникновения инцидентов, связанных с укусами и нанесением травм как человеку, так и другим животным. Недостаточные знания о причинах проблемного поведения животных, высокая индивидуальная вариабельность поведенческих паттернов, разные подходы к данной теме практикующих специалистов, отсутствие учета взаимовлияния владельцев и животных приводят к использованию крайне разнородных методов выявления и коррекции поведения животных-компаньонов.

Многофакторный подход к изучению свободного поведения животных — Qualitative Behavioural Assessment (QBA) — способствует пониманию состояния собаки, выявлению признаков дезадаптации. Для продуктивных животных имеются многочисленные данные о корреляции показателей QBA с физиологическими признаками стресса, однако исследования по домашним собакам немногочисленны. Одной из причин этого является отсутствие технических решений для качественной регистрации и объективной оценки эмоциональных состояний животных.

Для комплексной оценки состояния собак с использованием автоматизированных систем наиболее перспективным является сочетанный анализ видеофиксации поведения собак и вокализаций. Звуковые проявления поведения собаки (лай, рычание, вой), по данным научной литературы, могут использоваться как показатели эмоциональных состояний [12–16], в то время как

характеристики двигательной активности с большей вероятностью отражают нарушения поведения [17, 18]. Комплексная оценка движений и вокализаций позволяет произвести объективный анализ поведения [9].

Избыточный лай как проявление тревоги разлуки указывается владельцами в качестве существенной поведенческой проблемы. Хотя лай собак является нормальным и естественным способом коммуникации животных, избыточные вокализации (особенно в сочетании с разрушающим поведением) могут стать причиной возникновения конфликтных ситуаций. Лай, скуление и вой расцениваются как одни из наиболее раздражающих видов шума в условиях города. В качестве ключевых факторов риска избыточных вокализаций в дневное и ночное время рассматриваются молодой возраст собаки, совместное проживание животных, породные особенности, длительное отсутствие владельцев и возможности свободного выгула [19, 20]. При этом не менее 15 % владельцев собак готовы приобрести устройства или иные средства для информирования об избыточном лае и возможности его предотвращения [20].

В основе возможности распознавания индивидуальных голосов собак лежат анатомические различия в строении гортани и голосовых связок [21, 22]. Эмоциональные проявления вокализаций возникают за счет изменений гармонической структуры звука, воспроизводимого в гортани, и вызываемых рассинхронизацией колебаний двух голосовых связок [23]. Именно на несинхронной вибрации голосовых связок и гортани основано применение электрических ошейников для прекращения нежелательного лая [24].

Предполагается влияние контекста ситуации при записи/прослушивании лая на эффективность различения вокализаций. Более эффективное распознавание эмоциональной окраски лая происходит при реакции собаки на незнакомого человека, по сравнению с реакцией на владельца [21, 22]. Также эффективность распознавания определяется соотношением гармоник к шуму при записи сигнала [14, 21, 22].

Для собак характерна атрибуция размеров тела по голосовому сигналу [25, 26]. Данное явление изучено для рычания. Утверждается, что именно этот тип вокализаций отражает размер тела собак за счет резонанса голосового тракта и скорости вибрации голосовых связок [25]. В частности, для крупных собак с длинным голосовым трактом свойственно более низкое рычание. Показано, что линейный размер тела собак кодируется в частотных переменных вокализации, тогда как корреляций с временными переменными не выявлено [27]. Сопоставление частоты вокализаций и размера тела рассматривается как один из способов эффективных внутригрупповых взаимодействий [16, 25]. Это опровергает предположение о прекращении в результате доместикикации использования лая собаками-компаньонами как способа социальных взаимодействий с человеком и другими животными [13, 16, 21, 22, 28–30].

В связи с распространенностью такого поведенческого нарушения, как избыточный лай, в зарубежной литературе рассматривается ряд средств, направленных на определение его причин и дальнейшее предотвращение. При этом электрические ошейники заменяются более гуманными средствами воздействия, показывающими высокий уровень эффективности. Это может быть, например, применение кормовых добавок из плаценты лошадей для пожилых собак с когнитивны-

ми расстройствами, сопровождающимися избыточным лаем в ночное время [31].

Проводились также исследования эффективности применения ошейника с распылителем спрея с цитронеллой [24, 32–34]. Показано, что при его применении у 76,7 % собак наблюдалось снижение частоты лае, тогда как при применении ошейника с распылением неароматизированной жидкости — у 58,6 % собак [33]. Аналогичные данные получены в исследовании Sargisson с соавторами, в которых оценивались эффективность ошейников с цитронеллой (ошейник Aboistop), по сравнению с электрошоковыми ошейниками для уменьшения проблем с избыточной вокализацией домашних собак [24].

В похожем, но более раннем исследовании применение ошейника с распылителем цитронеллы при нежелательном лае приводило к снижению частоты вокализации у 88,9 % собак, тогда как использование электронных ошейников — у 44,4 % [32]. Кроме того, применение ошейников из цитронеллы расценивалось владельцами как наиболее гуманное. Авторы исследований называют ограничения для применения подобного метода снижения вокализаций: возможность аллергических реакций, проявление стресса, а также эффективность его использования в самом начале появления признаков проблемного поведения [24, 33]. В то же время по показателям уровня кортизола в сыворотке крови не отмечается различий при применении электрических ошейников и ошейников с цитронеллой [34]. Более эффективным является периодическое (до 30 минут в сутки) ношение ошейника с цитронеллой по сравнению с постоянным ношением [35].

Добавочными средствами для снижения избыточных вокализаций при тревоге разлуки являются увеличение частоты контактов собаки с человеком и другими животными, визуальное и ольфакторное знакомство с окружающей средой [36].

Ключевыми показателями для оценки лае являются амплитудный диапазон, минимальная частота, продолжительность и средняя частота [29]. Тихий лай с высокой частотой криков и длинными интервалами между ними расценивается человеком как признак страха или игры, а громкий низкочастотный лай с короткими интервалами между криками — как агрессивный и беспокойный [13, 28, 29]. Поскольку изменение параметров вокализации зависит от контекста, это дает основание классифицировать лай по контекстно-зависимым подтипам [37–40]. Данная классификация позволяет использовать вокализации собак как маркеры их тревожного и агрессивного поведения.

Вокализации собак могут быть классифицированы как лай, рычание, скуление и вой [13, 16–18]. Как было установлено при проведении акустического анализа вокализаций [13, 16, 17, 25, 27], лай собак представляет собой частотно-модулированные и гармонически структурированные крики, основная частота которых находится в диапазоне 30–13 000 Гц [41]. Поскольку акустические характеристики лае собак различаются в зависимости от контекста ситуации (испуг, агрессия, игра, дружелюбие и т. д.), разработка программно-аппаратных комплексов для анализа вокализаций является перспективным подходом к распознаванию и коррекции проблемного поведения и его причин.

Отдельный пласт исследований посвящен анализу эффективности применения акселерометров для контроля уровня активности собак, как здоровых, так и с

различными заболеваниями [42]. Акселерометры представляют собой небольшие устройства, закрепляемые на теле собаки — на ошейнике или корпусе. Ограничениями для применения метода акселерометрии являются короткое время регистрации активности собаки и необходимость жесткой фиксации прибора, т. к. аппаратные помехи могут существенно исказить полученные результаты [43, 44]. Кроме того, прямая оценка активности животных рассматривается как непрактичная при необходимости длительного мониторинга [44]. Также в литературе отсутствуют исследования о корреляции показателей акселерометрии и эмоционального состояния животных.

Проведённые исследования подтверждают имеющийся в ветеринарии и кинологии запрос на разработку технических решений для объективной оценки физического и психоэмоционального состояния животных. При этом авторами данной статьи не обнаружены разработки, позволяющие определить состояние животных на основе анализа вокализаций. Поскольку в зарубежной литературе вопросы анализа и контроля поведения собак в последние годы приобретают все большую популярность, а в российских исследованиях таких данных не имеется, разработка отечественных приборов и их представление широкому кругу ветеринарных экспертов и владельцев животных становится все более актуальными. Это связано еще и с необъективностью опросных методов для владельцев, поскольку существуют риски неверной оценки ситуации владельцами или предоставления недостоверной информации. Подобные устройства могут и должны использоваться для контроля психоэмоционального состояния собак-компаньонов, служебных собак. Не вызывает сомнений актуальность анализа позы и вокализации животного при осмотрах в ветеринарной клинике, дрессировке.

Материалы и методы исследования. Начальная методика классификации вокализаций собак как маркера тревожности или агрессивного поведения описана в статье «Методика классификации вокализации собак как маркера тревожного или агрессивного поведения» [37]. Каждый фрагмент вокализаций (длительность не менее одной и не более четырех секунд) анализировался с применением стандартного программного комплекса Audacity, позволяющего обрабатывать, редактировать, выделять фрагменты вокализаций. Это дало возможность определить длительность и амплитудно-частотные характеристики вокализаций. Оценка амплитудно-частотных характеристик проводилась для каждой записи индивидуально, поскольку разные собаки отличаются различными периодограммами и

интервалограммами в зависимости от ситуации, размера тела и породы. Данные были отсортированы и отфильтрованы от посторонних шумов. Для фильтрации шума использовался цифровой фильтр Баттерворта.

Акустический анализ проводился с использованием микрофона Behringer XM8500 с частотой дискретизации 44 кГц и широкой полосой пропускания частот от 50 Гц до 15 кГц.

Звуковые данные были получены из несжатого формата wav, который может преобразовывать аналоговые звуки в цифровые без потери данных. Амплитуда и длительность сигнала регистрировались с помощью микроконтроллера, который производил обработку и классифицировал события тревоги у животного. После обработки и классификации вокализаций данные о каждом голосовом событии с пометкой об уровне тревожности животного передавались владельцу на удаленный сервер и телеграм-бот.

Оптимальными показателями для разработки прибора по итогам предварительного и настоящего исследований стали последовательности длительности вокализаций (интервалограмма), изменение амплитуды вокализаций в течение определенного времени (спектрограмма) и количество вокализаций [37]. В совокупности данные показатели могут использоваться как маркер для оценки уровня тревожности.

Результаты исследования. На основании полученных при проведении предварительного исследования данных было установлено, что на спектрограммах вокализаций собак наблюдается повтор определенных паттернов в результате сходной формы интонирования нескольких фрагментов [37]. Фрагменты характеризовались одинаковыми тональностями и изменениями звуковысотности, а также повторяющимися нелинейностями. Моды колебаний при одном фрагменте вокализации характерно меняются в динамике. Для классификации вокализаций собак и подготовки материала для разработки прототипа устройства были использованы основные 1–4 гармоники колебаний, т. к. для всех исследуемых записей они хорошо определялись.

Было установлено, что при скулении, в сравнении с другими видами активности собаки, спектрограммы показывают значимые различия в длительности сигнала. Продолжительность вокализации при скулении составляла от двух до четырех секунд с четкими модами колебаний голосовых связок в спектре (диапазон от 500 до 300 Гц, нелинейная динамика). Для сравнения, при интенсивном лае различий в спектре по модам колебаний не выявляется, и данный вид вокализаций может классифицироваться как шум.



Рис. 1. Виды спектрограмм вокализаций собаки в зависимости от активности

Проведенный анализ вокализаций позволил определить, что наиболее информативными маркерами для классификации звуковых сигналов собак являются длительность вокализации (интервалограмма) и количество событий. Изменение амплитуды в течение определенного времени использовано для вывода устройства из спящего режима и начала записи события. На рис. 1 показаны смоделированные на основе собственных данных виды спектрограмм вокализации собаки в зависимости от активности. Необходимо учитывать, что низкий тембр лая с короткими интервалами между отдельными криками расценивается человеком как признак агрессии, а высокий тембр с длинными интервалами — как доброжелательность [12–14, 16]. Показана корреляция длинных высоких звуков лая с состоянием страха, длинных низких — с агрессией, а коротких высокочастотных — с положительно окрашенными эмоциями [14].

На основании проведенного исследования, а также данных предварительного исследования разработан опытный образец на базе микроконтроллера ATmega328, который имеет 14 цифровых входных/выходных контактов (из которых шесть могут использоваться как выходы ШИМ), шесть аналоговых входов, керамический резонатор 16 МГц, USB-соединение, разъем питания, разъем ICSP и кнопку сброса. Для записи звука был выбран модуль электретного микрофона с полосой пропускания 20 Гц–20 кГц и специального усилителя на чипе MAX9814 фирмы Maxim. Как показал опыт, эта микросхема лучше усиливает акустические сигналы, по сравнению с другими усилителями, благодаря встроенной автоматической регулировке усиления (AGC), которая подавляет громкие и усиливает тихие звуки. Так как вокализация собак имеет быструю динамику изменения спектрограмм и интервалограмм, выбранный микрофон с широкой полосой

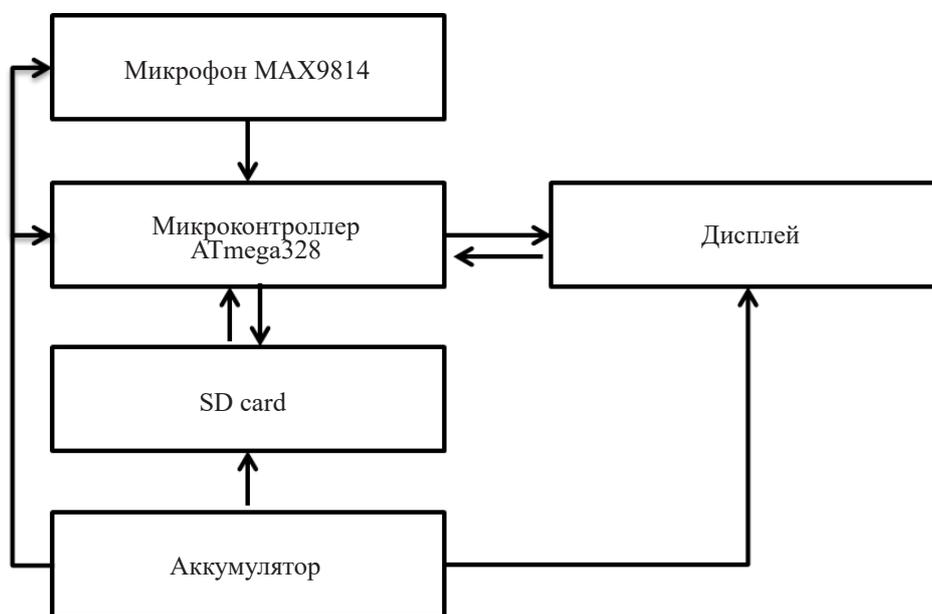


Рис. 2. Структурная схема устройства для регистрации тревоги собак

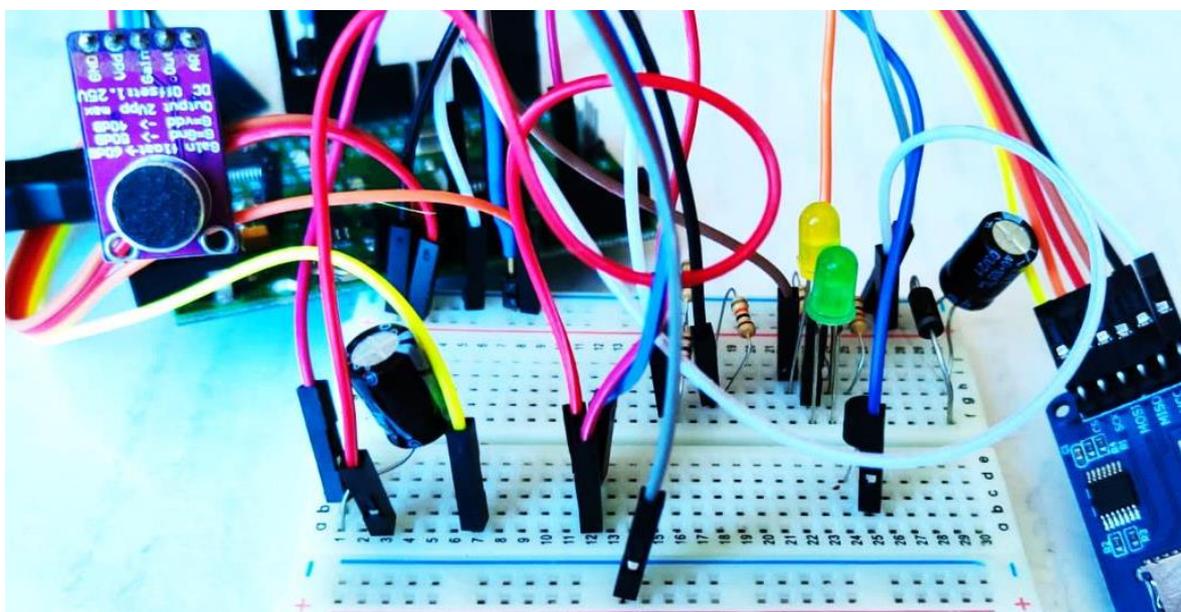


Рис. 3. Опытный образец устройства-регистратора для отслеживания тревожного и агрессивного поведения собак

пропускания отлично подходит для записи таких сигналов. В модуле микрофона присутствует дополнительный вход GAIN, с помощью которого регулируется усиление сигнала. По умолчанию, то есть без подключения этого входа, максимальное усиление составит 60 дБ, а если подключить вывод к «земле», то усиление составит 50 дБ, и минимальное усиление 40 дБ можно получить при подключении этого вывода к линии питания. Необходимо отметить, что микрофон имеет достаточно низкий уровень вносимых шумов.

Для записи и сохранения данных о вокализации собак используется MicroSD карта, что позволяет проводить дополнительные исследования вокализаций и их обработку.

Модуль микрофона MAX9814 регистрирует повышение уровня записываемого сигнала и передает его в микроконтроллер, который преобразовывает, записывает его в wav формат с сохранением на MicroSD карте с помощью модуля чтения/записи SD карт, подключенного к микроконтроллеру. MicroSD модуль представляет собой законченную плату, на которой помещены слот для карты, резисторы и регулятор напряжений. Питается плата рабочим напряжением от 4,5 до 5 Вт, с поддержкой 2 Гб, с небольшим потребляемым током 80 мА.

Модуль SD карты реализует такие функции, как хранение, чтение и запись информации по вокализации собак в формате wav на карту.

Для вывода сообщений используется монитор порта, встроенный в программную оболочку Arduino Software и символьный дисплей LCD1602 I2C, экран которого отображает одновременно до 32 символов (16 столбцов, две строки). Дисплей оснащён платой-конвертером для преобразования параллельного 8-битного интерфейса дисплея в шину I2C, по которой он и подключается к микроконтроллеру.

Для автономной работы устройства необходимо установить аккумулятор. Уменьшение тактовой частоты микроконтроллера позволит снизить расход энергии и продлить время автономной работы. Для это-

го можно использовать предделитель тактовой частоты (System Clock Prescaler).

Структурная схема для системы анализа, сбора и записи вокализаций собак представлена на рис. 2. После сборки опытного образца устройства-регистратора (рис. 3) для отслеживания тревожного поведения собак по структурной схеме, показанной на рис. 2, проведено тестирование работы алгоритма, приведенного на рис. 4, а также определена правильность фрагмента программы для испытаний опытного образца (рис. 5).

Для написания программы и прошивки микроконтроллера использована открытая и свободно распространяемая среда программирования Arduino Software (IDE), представленная на рис. 5: слева показана работа алгоритма и определение тревожного состояния собаки при подсчете количества вокализаций и длительности вокализаций в минуту, а справа — фрагмент программы для микроконтроллера. В программе использованы таймеры, которые позволяют рассчитать количество миллисекунд с начала и до конца события, а также счетчики количества событий за определенный момент времени.

В настоящее время разработан прототип устройства с учетом особенностей активности собак (рис. 6). Устройство позволяет регистрировать с оповещением в телеграм-бот состояние тревоги (скуление или активный лай), температуру окружающего воздуха (для понимания, находится собака на улице или в помещении), активность животного в течение дня (количество пройденных шагов). Разрабатываемый прибор может быть использован в широком диапазоне условий. Герметичный корпус позволяет применять его как в помещениях (частное домовладение, городская квартира и др.), так и во время выгула животных при необходимости мониторинга его состояния.

Обсуждение и заключение. В Российской Федерации исследования вокализаций и двигательных паттернов собак немногочисленны и связаны, как правило, с коррекцией агрессивного поведения и/или нарушений социализации у рабочих собак. Предлагаемая

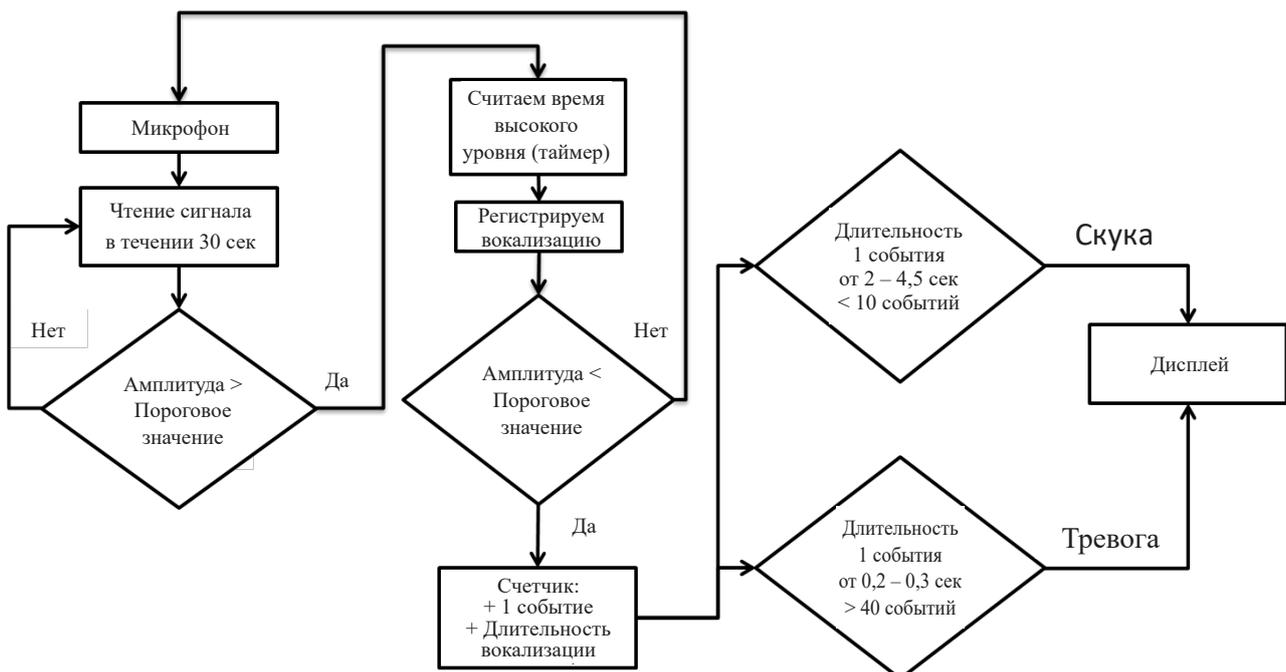


Рис. 4. Алгоритм регистрации типа деятельности животного при вокализации

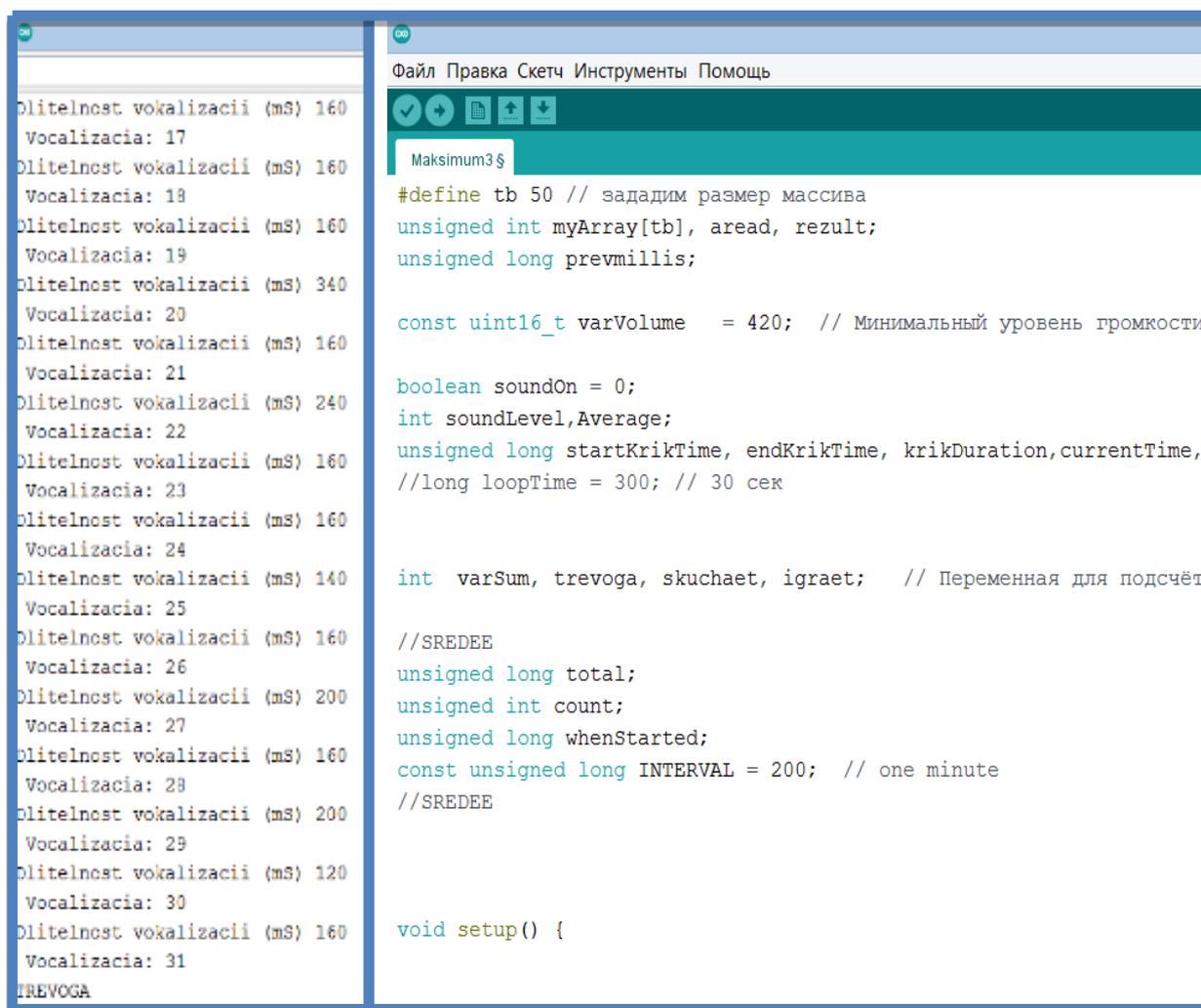


Рис. 5. Работа алгоритма и определение тревожного состояния собаки

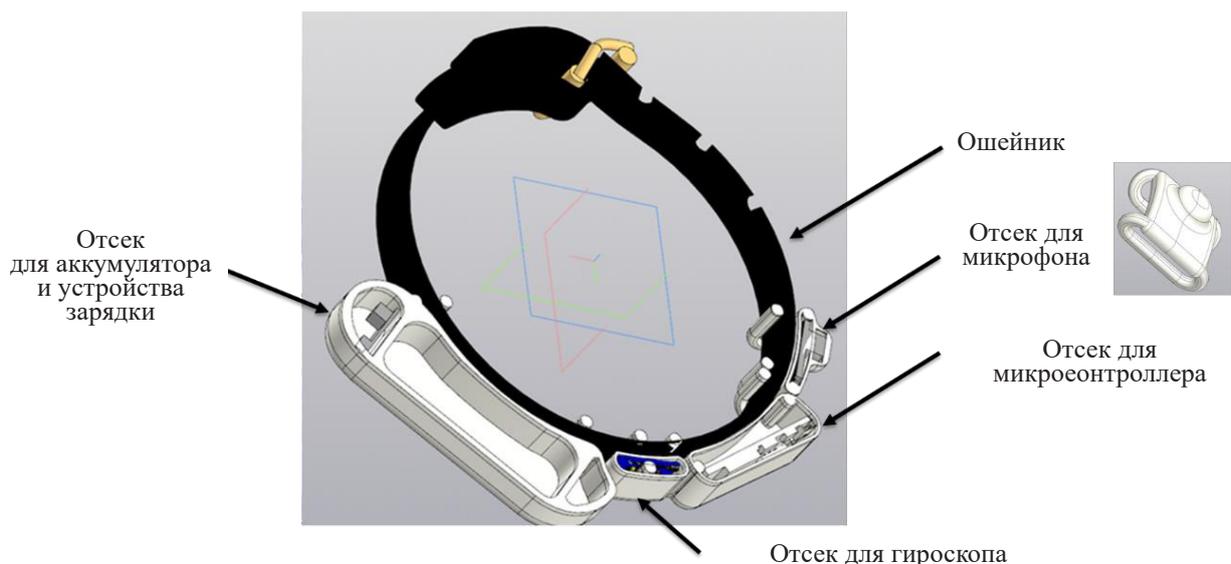


Рис. 6. Внешний вид устройства, размещенного на ошейнике

разработка в настоящее время не имеет аналогов среди российских и зарубежных исследований. Существуют единичные разработки носимых на ошейнике/шлейке датчиков и акселерометрической платформы для оценки движений в естественных условиях [45, 46].

По результатам проведенного исследования авторами статьи впервые был разработан алгоритм регистрации типа деятельности собаки при вокализациях разного вида. На его основании разработана структурная схема устройства для регистрации тревожности со-

бак. В результате было создано устройство для анализа эмоциональной окраски вокализаций домашних собак с дистанционным информированием владельца через телеграм-бот. Следует отметить, что именно формат ошейника с закреплённым техническим устройством рассматривается в литературе как наиболее оптимальный, в сравнении с другими носимыми устройствами [42, 44].

Фундаментальное значение предлагаемого программно-аппаратного решения заявленной проблемы заключается в создании средства для получения новых данных о вероятности нарушений поведения собак, обусловленных высоким уровнем тревожности. В нашей стране подобные исследования фактически отсутствуют. Поэтому предполагается разработать вариант комплексного метода бесконтактного выявления животных с тревожным и агрессивным поведением и информированием их владельцев об этом. Прикладное значение проекта заключается в создании прототипа программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего получение и объективный анализ информации об изменениях в поведении собак в режиме реального времени. В дальнейшем такой комплекс может выступать прототипом для создания систем отслеживания и идентификации поведения других видов животных в условиях предприятий агропромышленного комплекса, зоопарков, охотхозяйств, улиц агломераций и т. д. (в т. ч. на базе искусственного интеллекта).

Предлагаемый способ является безопасным и неинвазивным. Ненавязчивое отслеживание вокализаций с использованием предлагаемого устройства не создаст существенных помех для жизнедеятельности собаки, не подразумевает снижения двигательной активности, а принцип его работы не нарушает правила пяти свобод и полностью соответствует биоэтическим нормам. Окончательный вариант носимого на ошейнике устройства будет иметь небольшие размеры и вес, что позволит сделать его более удобным, а процесс анализа вокализаций даст возможность наблюдать за эмоциональным состоянием животных эффективнее и дешевле, в сравнении с системами анализа изображений и двигательной активности.

В настоящее время предлагаемое устройство не имеет аналогов на российском и международном рынке зооветтоваров. Прототипы патентов в открытых базах данных и научные статьи на данную тему в российских журналах не обнаружены. В качестве теоретических прототипов, косвенно связанных с оценкой эмоционального состояния собак, могут быть рассмотрены три зарубежных исследования. В первой работе для облегчения коммуникации рабочих собак и хендлеров использовались четыре носимых датчика [47]. Датчики были интегрированы в жилеты и активировались

посредством укусов, мелких движений конечностей и движений носом. Во второй работе была разработана акселерометрическая платформа, носимая на ошейнике [48]. Платформа записывает поведение собак в естественных условиях с последующей идентификацией. Доступны к распознаванию 17 различных действий с точностью классификации примерно в 70 %. В третьей работе оценивалась применимость датчиков двух фирм-производителей, Actigraph и VetSens, корректность выбора эпох анализа и метода преобразования необработанных данных акселерометрии в ранее верифицированные единицы [46]. Все приведенные аналоги не решают проблему идентификации эмоционального состояния животного, не выявляют уровень тревожности/агрессии и тревогу разлуки. Ввиду особенностей психики собак-компаньонов данные приборы не являются эффективными в решении поведенческих проблем.

Сложность решения поставленной задачи также определяется высокой индивидуальной вариабельностью паттернов активности у собак, что затрудняет установку взаимосвязей между вокализациями и определенными эмоциональными состояниями. Собаки, имеющие как физиологические, так и поведенческие нарушения, проявляют их в отсутствие владельца или же (при нарушении привязанности) в ответ на взаимодействие с ним. Спокойная собака без нарушений поведения в большей степени реагирует пассивным поведением, тогда как агрессивная — тревожным.

Таким образом, результаты проведенного авторами исследования и технической разработки устройства позволили сформулировать подход к определению состояния животного с помощью акустического метода. В основу метода легла объективная оценка эмоциональной окраски вокализаций собак на основании расчета интервалограмм и спектрограмм.

По результатам выбора элементной базы был разработан опытный образец устройства для регистрации тревожного и агрессивного поведения собак и была сформирована основа для разработки устройства-регистратора вокализаций собак с беспроводной передачей данных. Устройство после доработки прототипа и оптимизации технических условий может быть рекомендовано для использования при подготовке рабочих собак и для определения причин нарушения поведения собак-компаньонов. В дальнейших исследованиях данное устройство может применяться для оценки эмоционального состояния собаки (как часть комплексного подхода к анализу свободного поведения животных) с учетом медицинского анамнеза и анамнеза жизни, поведенческих тестов и опросников, оценки поз, движений и мелких признаков повышенной тревожности.

Список литературы

1. Tiira K., Lohi H. Reliability and Validity of a Questionnaire Survey in Canine Anxiety Research. *Applied Animal Behaviour Science*. 2014;155:82–92. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.03.007>
2. Tiira K., Sulkama S., Lohi H. Prevalence, Comorbidity, and Behavioral Variation in Canine Anxiety. *Journal of Veterinary Behavior*. 2016;16:36–44. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.06.008>
3. Westgarth C., Brooke M., Christley R.M. How Many People Have Been Bitten by Dogs? A Cross-Sectional Survey of Prevalence, Incidence and Factors Associated with Dog Bites in a UK Community. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2018;72(4):331–336. <https://doi.org/10.1136/jech-2017-209330>

4. Dinwoodie R., Dwyer B., Zottol V., Gleason D., Dodman N. H. Demographics and Comorbidity of Behavior Problems in Dogs. *Journal of Veterinary Behavior*. 2019;32:62–71. <https://doi.org/10.1016/J.JVEB.2019.04.007>
5. Sietou C. Evaluating the Recently Imposed English Compulsory Dog Microchipping Policy. Evidence from an English Local Authority. *Preventive Veterinary Medicine*. 2019;163:31–36. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.12.015>
6. Bowen J., García E., Darder P., Argüelles J., Fatjó J. The Effects of the Spanish COVID-19 Lockdown on People, Their Pets, and the Human-Animal Bond. *Journal of Veterinary Behavior*. 2020;40:75–91. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2020.05.013>
7. Katica M., Obradović Z., Ahmed N.H., Mehmedika-Suljić E., Stanić Ž., Abdalaziz Mohamed R.S., Dervišević E. Interdisciplinary Aspects of Possible Negative Effects of Dogs on Humans in Bosnia and Herzegovina. *Medicinski Glasnik (Zenica)*. 2020;17(2):246–251. <https://doi.org/10.17392/1187-20>
8. Degeling C., Hall J., van Eeden L.M., Finlay S.M., Gurung S.M., Brookes V.J. Representations of Free-Living and Unrestrained Dogs as an Emerging Public Health Issue in Australian Newspapers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(11):5807. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115807>
9. Gobbo E., Zupan Šemrov M. Neuroendocrine and Cardiovascular Activation During Aggressive Reactivity in Dogs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8:683858. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.683858>
10. Mikkola S., Salonen M., Puurunen J., Hakanen E., Sulkama S., Araujo C., Lohi H. Aggressive Behaviour is Affected by Demographic, Environmental and Behavioural Factors in Purebred Dogs. *Scientific Reports*. 2021 May 3;11(1):9433. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88793-5>
11. Parente G., Gargano T., Di Mitri M., Cravano S., Thomas E., Vastano M., et al. Consequences of COVID-19 Lockdown on Children and Their Pets: Dangerous Increase of Dog Bites among the Paediatric Population. *Children (Basel)*. 2021;8(8):620. <https://doi.org/10.3390/children8080620>
12. Faragó T., Andics A., Devecseri V., Kis A., Gácsi M., Miklósi A. Humans Rely on the Same Rules to Assess Emotional Valence and Intensity in Conspecific And Dog Vocalizations. *Biology Letters*. 2014;10(1):20130926. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2013.0926>
13. Pongrácz P., Molnár C., Miklósi A. Acoustic Parameters of Dog Barks Carry Emotional Information for Humans. *Applied Animal Behaviour Science*. 2006;100(3–4):228–240. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2005.12.004>
14. Pongrácz P. Modeling Evolutionary Changes in Information Transfer. Effects of Domestication on the Vocal Communication of Dogs (Canis Familiaris). *European Psychologist*. 2017;22:219–232. <https://doi.org/10.1027/1016-9040%2Fa000300>
15. Kim Y, Sa J, Chung Y, Park D, Lee S. Resource-Efficient Pet Dog Sound Events Classification Using LSTM-FCN Based on Time-Series Data. *Sensors (Basel)*. 2018;18(11):4019. <https://doi.org/10.3390/s18114019>
16. Jégh-Czinege N., Faragó T., Pongrácz P. A Bark of Its Own Kind – the Acoustics of ‘Annoying’ Dog Barks Suggests a Specific Attention-Evoking Effect for Humans. *Bioacoustics*. 2020;29(2):210–225. <http://doi.org/10.1080/09524622.2019.1576147>
17. Bleuer-Elsner S., Zamansky A., Fux A., Kaplun D., Romanov S., Sinitca A., et al. Computational Analysis of Movement Patterns of Dogs with ADHD-Like Behavior. *Animals (Basel)*. 2019;9(12):1140. <https://doi.org/10.3390/ani9121140>
18. Fux A., Zamansky A., Bleuer-Elsner S., van der Linden D., Sinitca A., Romanov S., Kaplun D. Objective Video-Based Assessment of ADHD-Like Canine Behavior Using Machine Learning. *Animals (Basel)*. 2021;11(10):2806. <https://doi.org/10.3390/ani11102806>
19. Cross N.J., Rosenthal K., Phillips C.J. Risk Factors for Nuisance Barking in Dogs. *Australian Veterinary Journal*. 2009;87(10):402–408. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2009.00484.x>
20. Flint E.L., Minot E.O., Perry P.E., Stafford K.J. A Survey of Public Attitudes towards Barking Dogs in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*. 2014;62(6):321–327. <https://doi.org/10.1080/00480169.2014.921852>
21. Molnár C., Kaplan F., Roy P., Pachet F., Pongrácz P., Dóka A., et al. Classification of Dog Barks: a Machine Learning Approach. *Animal Cognition*. 2008;11(3):389–400. <https://doi.org/10.1007/s10071-007-0129-9>
22. Molnár C., Pongrácz P., Dóka A., Miklósi A. Can Humans Discriminate between Dogs on the Base of the Acoustic Parameters of Barks? *Behavioural Processes*. 2006;73(1):76–83. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2006.03.014>
23. Marx A., Lenkei R., Pérez Fraga P., Bakos V., Kubinyi E., Faragó T. Occurrences of Non-Linear Phenomena and Vocal Harshness in Dog Whines as Indicators of Stress and Ageing. *Scientific Reports*. 2021;11(1):4468. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83614-1>
24. Sargisson R.J., Butler R., Elliffe D. An Evaluation of the Aboistop Citronella-Spray Collar as a Treatment for Barking of Domestic Dogs. *ISRN Veterinary Science*. 2012;2011:759379. <https://doi.org/10.5402/2011/759379>
25. Taylor A., Reby D., McComb K. Cross Modal Perception Of Body Size In Domestic Dogs Canis Familiaris. *PLoS One*. 2011;6(2):e17069. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017069>
26. Root-Gutteridge H., Ratcliffe V.F., Neumann J., Timarchi L., Yeung C., Korzeniowska A.T., et al. Effect of Pitch Range on Dogs’ Response to Conspecific vs. Heterospecific Distress Cries. *Scientific Reports*. 2021;11(1):19723. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98967-w>
27. Sibiryakova O.V., Volodin I.A., Volodina E.V. Polyphony of Domestic Dog Whines and Vocal Cues to Body Size. *Current zoology*. 2021;67(2):165–176. <https://doi.org/10.1093/cz/zoaa042>
28. Yin S. A New Perspective on Barking in Dogs (Canis Familiaris). *Journal of Comparative Psychology*. 2002;116(2):189–193. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.116.2.189>
29. Yin S., McCowan B. Barking in Domestic Dogs: Context Specificity And Individual Identification. *Animal Behaviour*. 2004;68(2):343–355. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2003.07.016>
30. Policht R., Matějka O., Benediktová K., Adámková J., Hart V. Hunting Dogs Bark Differently when They Encounter Different Animal Species. *Scientific Reports*. 2021;11(1):17407. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97002-2>

31. Amano T., Ikeda T., Yamaguchi M., Kakehi N., Hanada K., Watanabe T., et al. Equine Placental Extract Supplement as a Night Barking Remedy in Dogs with Cognitive Dysfunction Syndrome. *Veterinary Medicine and Science*. 2022;8(5):1887–1892. <https://doi.org/10.1002/vms3.893>
32. Juarbe-Diaz S.V., Houtp K.A. Comparison of Two Antibarking Collars For Treatment of Nuisance Barking. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 1996;32(3):231–235. <https://doi.org/10.5326/15473317-32-3-231>
33. Moffat K.S., Landsberg G.M., Beaudet R. Effectiveness and Comparison of Citronella and Scentless Spray Bark Collars for the Control of Barking in a Veterinary Hospital Setting. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 2003;39(4):343–348. <https://doi.org/10.5326/0390343>
34. Steiss J.E., Schaffer C., Ahmad H.A., Voith V.L. Evaluation of Plasma Cortisol Levels and Behavior in Dogs Wearing Bark Control Collars. *Applied Animal Behaviour Science*. 2007;106(1–3):96–106. <http://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.06.018>
35. Wells D.L. The Effectiveness of a Citronella Spray Collar in Reducing Certain Forms of Barking in Dogs. *Applied Animal Behaviour Science*. 2001;73(4):299–309. [https://doi.org/10.1016/s0168-1591\(01\)00146-0](https://doi.org/10.1016/s0168-1591(01)00146-0)
36. Martin A.L., Walther C.M., Pattillo M.J., Catchpole J.A., Mitchell L.N., Dowling E.W. Impact of Visual Barrier Removal on the Behavior of Shelter-Housed Dogs. *Journal of Applied Animal Welfare Science: JAAWS*. 2023;26(4):596–606. <https://doi.org/10.1080/10888705.2021.2021407>
37. Авилов А.В., Фомина А.С., Крикунова А.А. и др. Методика классификации вокализации собак как маркера тревожного или агрессивного поведения. *Ветеринария Кубани*. 2022;3:35–37.
38. Авилов А.В. Исследование методики идентификации заболеваний голосового аппарата человека. *Актуальная биотехнология*. 2015;2(13):26–28.
39. Володин И.А., Володина Е.В., Филатова О.А. Нелинейные феномены, определяющие высокую структурную изменчивость скулений домашней собаки CANIS FAMILIARIS (CARNIVORA, CANIDAE). *Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. биол.* 2007;112(4):11–17.
40. Чулкина М.М., Володин И.А., Володина Е.В. Индивидуальная, половая и межпородная изменчивость лая домашней собаки, Canis familiaris (Carnivora, Canidae). *Зоологический журнал*. 2006;85(4):544–555.
41. Root-Gutteridge H., Ratcliffe V.F., Neumann J., Timarchi L., Yeung C., Korzeniowska A.T., et al. Effect of Pitch Range on Dogs' Response to Conspecific vs. Heterospecific Distress Cries. *Scientific Reports*. 2021;11(1):19723. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98967-w>
42. Rowlison de Ortiz A., Belda B., Hash J., Enomoto M., Robertson J., Lascelles B.D.X. Initial Exploration of the Discriminatory Ability of the Petpace Collar to Detect Differences in Activity and Physiological Variables between Healthy and Osteoarthritic Dogs. *Frontiers in Pain Research. (Lausanne)*. 2022;3:949877. <https://doi.org/10.3389/fpain.2022.949877>
43. Martin K.W., Olsen A.M., Duncan C.G., Duerr F.M. The Method of Attachment Influences Accelerometer-Based Activity Data in Dogs. *BMC Veterinary Research*. 2017;13(1):48. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-0971-1>
44. Bruno E.A., Guthrie J.W., Ellwood S.A., Mellanby R.J., Clements D.N. Global Positioning System Derived Performance Measures are Responsive Indicators of Physical Activity, Disease and the Success of Clinical Treatments in Domestic Dogs. *PLoS One*. 2015;10(2):e0117094. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117094>
45. Ladha C., Hoffman C.L. A Combined Approach to Predicting Rest in Dogs Using Accelerometers. *Sensors (Basel)*. 2018;18(8):2649. <https://doi.org/10.3390/s18082649>
46. Westgarth C., Ladha C. Evaluation of an Open Source Method for Calculating Physical Activity in Dogs from Harness and Collar Based Sensors. *BMC Veterinary Research*. 2017;13(1):322. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1228-8>
47. Jackson M.M., Zeagler C., Valentin G., Martin A., Martin V., Delawalla A., et al. FIDO — Facilitating Interactions for Dogs with Occupations: Wearable Dog-Activated Interfaces. In: *Proceedings of the 2013 International Symposium on Wearable Computers (ISWC '13). Association for Computing Machinery*. New York; 2013. P. 81–88. <https://doi.org/10.1145/2493988.2494334>
48. Ladha C., Hammerla N., Hughes E., Olivier P., Ploetz T. Dog's life: wearable activity recognition for dogs. In: *Proceedings of the 2013 ACM international joint conference on Pervasive and ubiquitous computing (UbiComp '13). Association for Computing Machinery*. New York; 2013. P. 415–418. <https://doi.org/10.1145/2493432.2493519>

References

1. Tiira K., Lohi H. Reliability and Validity of a Questionnaire Survey in Canine Anxiety Research. *Applied Animal Behaviour Science*. 2014;155:82–92. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.03.007>
2. Tiira K., Sulkama S., Lohi H. Prevalence, Comorbidity, and Behavioral Variation in Canine Anxiety. *Journal of Veterinary Behavior*. 2016;16:36–44. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.06.008>
3. Westgarth C., Brooke M., Christley R.M. How Many People Have Been Bitten by Dogs? A Cross-Sectional Survey of Prevalence, Incidence and Factors Associated with Dog Bites in a UK Community. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2018;72(4):331–336. <https://doi.org/10.1136/jech-2017-209330>
4. Dinwoodie R., Dwyer B., Zottol V., Gleason D., Dodman N.H. Demographics and Comorbidity of Behavior Problems in Dogs. *Journal of Veterinary Behavior*. 2019;32:62–71. <https://doi.org/10.1016/J.JVEB.2019.04.007>
5. Sietou C. Evaluating the Recently Imposed English Compulsory Dog Microchipping Policy. Evidence from an English Local Authority. *Preventive Veterinary Medicine*. 2019;163:31–36. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.12.015>
6. Bowen J., García E., Darder P., Argüelles J., Fatjó J. The Effects of the Spanish COVID-19 Lockdown on People, Their Pets, and the Human-Animal Bond. *Journal of Veterinary Behavior*. 2020;40:75–91. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2020.05.013>

7. Katica M, Obradović Z, Ahmed NH, Mehmedika-Suljić E, Stanić Ž, Abdalaziz Mohamed RS, Dervišević E. Interdisciplinary Aspects of Possible Negative Effects of Dogs on Humans in Bosnia and Herzegovina. *Medicinski Glasnik (Zenica)*. 2020;17(2):246–251. <https://doi.org/10.17392/1187-20>
8. Degeling C, Hall J, van Eeden LM, Finlay SM, Gurung SM, Brookes VJ. Representations of Free-Living and Unrestrained Dogs as an Emerging Public Health Issue in Australian Newspapers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(11):5807. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115807>
9. Gobbo E, Zupan Šemrov M. Neuroendocrine and Cardiovascular Activation During Aggressive Reactivity in Dogs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021;8:683858. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.683858>
10. Mikkola S, Salonen M, Puurunen J, Hakanen E, Sulkama S, Araujo C, Lohi H. Aggressive Behaviour is Affected by Demographic, Environmental and Behavioural Factors in Purebred Dogs. *Scientific Reports*. 2021 May 3;11(1):9433. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88793-5>
11. Parente G, Gargano T, Di Mitri M, Cravano S, Thomas E, Vastano M, et al. Consequences of COVID-19 Lockdown on Children and Their Pets: Dangerous Increase of Dog Bites among the Paediatric Population. *Children (Basel)*. 2021;8(8):620. <https://doi.org/10.3390/children8080620>
12. Faragó T, Andics A, Devcseri V, Kis A, Gácsi M, Miklósi A. Humans Rely on the Same Rules to Assess Emotional Valence and Intensity in Conspecific And Dog Vocalizations. *Biology Letters*. 2014;10(1):20130926. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2013.0926>
13. Pongrácz P, Molnár C, Miklósi A. Acoustic Parameters of Dog Barks Carry Emotional Information for Humans. *Applied Animal Behaviour Science*. 2006;100(3–4):228–240. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2005.12.004>
14. Pongrácz P. Modeling Evolutionary Changes in Information Transfer. Effects of Domestication on the Vocal Communication of Dogs (Canis Familiaris). *European Psychologist*. 2017;22:219–232. <https://doi.org/10.1027/1016-9040%2Fa000300>
15. Kim Y, Sa J, Chung Y, Park D, Lee S. Resource-Efficient Pet Dog Sound Events Classification Using LSTM-FCN Based on Time-Series Data. *Sensors (Basel)*. 2018;18(11):4019. <https://doi.org/10.3390/s18114019>
16. Jégh-Czinege N, Faragó T, Pongrácz P. A Bark of Its Own Kind – the Acoustics of ‘Annoying’ Dog Barks Suggests a Specific Attention-Evoking Effect for Humans. *Bioacoustics*. 2020;29(2):210–225. <http://doi.org/10.1080/09524622.2019.1576147>
17. Bleuer-Elsner S, Zamansky A, Fux A, Kaplun D, Romanov S, Sinitca A, et al. Computational Analysis of Movement Patterns of Dogs with ADHD-Like Behavior. *Animals (Basel)*. 2019;9(12):1140. <https://doi.org/10.3390/ani9121140>
18. Fux A, Zamansky A, Bleuer-Elsner S, van der Linden D, Sinitca A, Romanov S, Kaplun D. Objective Video-Based Assessment of ADHD-Like Canine Behavior Using Machine Learning. *Animals (Basel)*. 2021;11(10):2806. <https://doi.org/10.3390/ani11102806>
19. Cross NJ, Rosenthal K, Phillips CJ. Risk Factors for Nuisance Barking in Dogs. *Australian Veterinary Journal*. 2009;87(10):402–408. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2009.00484.x>
20. Flint EL, Minot EO, Perry PE, Stafford KJ. A Survey of Public Attitudes towards Barking Dogs in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*. 2014;62(6):321–327. <https://doi.org/10.1080/00480169.2014.921852>
21. Molnár C, Kaplan F, Roy P, Pachet F, Pongrácz P, Dóka A, et al. Classification of Dog Barks: a Machine Learning Approach. *Animal Cognition*. 2008;11(3):389–400. <https://doi.org/10.1007/s10071-007-0129-9>
22. Molnár C, Pongrácz P, Dóka A, Miklósi A. Can Humans Discriminate between Dogs on the Base of the Acoustic Parameters of Barks? *Behavioural Processes*. 2006;73(1):76–83. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2006.03.014>
23. Marx A, Lenkei R, Pérez Fraga P, Bakos V, Kubinyi E, Faragó T. Occurrences of Non-Linear Phenomena and Vocal Harshness in Dog Whines as Indicators of Stress and Ageing. *Scientific Reports*. 2021;11(1):4468. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83614-1>
24. Sargisson RJ, Butler R, Elliffe D. An Evaluation of the Aboistop Citronella-Spray Collar as a Treatment for Barking of Domestic Dogs. *ISRN Veterinary Science*. 2012;2011:759379. <https://doi.org/10.5402/2011/759379>
25. Taylor A, Reby D, McComb K. Cross Modal Perception Of Body Size In Domestic Dogs Canis Familiaris. *PLoS One*. 2011;6(2):e17069. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017069>
26. Root-Gutteridge H, Ratcliffe VF, Neumann J, Timarchi L, Yeung C, Korzeniowska AT, et al. Effect of Pitch Range on Dogs’ Response to Conspecific vs. Heterospecific Distress Cries. *Scientific Reports*. 2021;11(1):19723. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98967-w>
27. Sibiryakova OV, Volodin IA, Volodina EV. Polyphony of Domestic Dog Whines and Vocal Cues to Body Size. *Current zoology*. 2021;67(2):165–176. <https://doi.org/10.1093/cz/zoaa042>
28. Yin S. A New Perspective on Barking in Dogs (Canis Familiaris). *Journal of Comparative Psychology*. 2002;116(2):189–193. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.116.2.189>
29. Yin S, McCowan B. Barking in Domestic Dogs: Context Specificity And Individual Identification. *Animal Behaviour*. 2004;68(2):343–355. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2003.07.016>
30. Policht R, Matějka O, Benediktová K, Adámková J, Hart V. Hunting Dogs Bark Differently when They Encounter Different Animal Species. *Scientific Reports*. 2021;11(1):17407. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97002-2>
31. Amano T, Ikeda T, Yamaguchi M, Kakehi N, Hanada K, Watanabe T, et al. Equine Placental Extract Supplement as a Night Barking Remedy in Dogs with Cognitive Dysfunction Syndrome. *Veterinary Medicine and Science*. 2022;8(5):1887–1892. <https://doi.org/10.1002/vms3.893>
32. Juarbe-Diaz SV, Houpt KA. Comparison of Two Antibarking Collars For Treatment of Nuisance Barking. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 1996;32(3):231–235. <https://doi.org/10.5326/15473317-32-3-231>

33. Moffat KS, Landsberg GM, Beaudet R. Effectiveness and Comparison of Citronella and Scentless Spray Bark Collars for the Control of Barking in a Veterinary Hospital Setting. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 2003;39(4):343–348. <https://doi.org/10.5326/0390343>
34. Steiss JE, Schaffer C, Ahmad HA, Voith VL. Evaluation of Plasma Cortisol Levels and Behavior in Dogs Wearing Bark Control Collars. *Applied Animal Behaviour Science*. 2007;106(1–3):96–106. <http://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.06.018>
35. Wells DL. The Effectiveness of a Citronella Spray Collar in Reducing Certain Forms of Barking in Dogs. *Applied Animal Behaviour Science*. 2001;73(4):299–309. [https://doi.org/10.1016/s0168-1591\(01\)00146-0](https://doi.org/10.1016/s0168-1591(01)00146-0)
36. Martin AL, Walthers CM, Pattillo MJ, Catchpole JA, Mitchell LN, Dowling EW. Impact of Visual Barrier Removal on the Behavior of Shelter-Housed Dogs. *Journal of Applied Animal Welfare Science: JAAWS*. 2023;26(4):596–606. <https://doi.org/10.1080/10888705.2021.2021407>
37. Avilov AV, Fomina AS, Krikunova AA, et al. Metodika Klassifikatsii Vokalizatsii Sobak kak Markera Trevozhnogo ili Agressivnogo Povedeniya. *Veterinariya Kubani*. 2022;3:35–37.
38. Avilov AV. The Research Methodology of Identification of Human Vocal Tract Diseases. *Aktual'naya biotekhnologiya*. 2015;2(13):26–28.
39. Volodin IA, Volodina EV, Filatova OA. Nelineinye Fenomeny, Opredelyayushchie Vysokuyu Strukturnuyu Izmenchivost' Skulenii Domashnei Sobaki CANIS FAMILIARIS (CARNIVORA, CANIDAE). *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series*. 2007;112(4):11–17.
40. Chulkina MM, Volodin IA, Volodina EV. Individual, Intersexual, And Interbreed Variability Of Barks In Dog Canis Familiaris (Carnivora, Canidae). *Zoologicheskii zhurnal*. 2006;85(4):544–555.
41. Root-Gutteridge H, Ratcliffe VF, Neumann J, Timarchi L, Yeung C, Korzeniowska AT, et al. Effect of Pitch Range on Dogs' Response to Conspecific vs. Heterospecific Distress Cries. *Scientific Reports*. 2021;11(1):19723. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98967-w>
42. Rowlison de Ortiz A, Belda B, Hash J, Enomoto M, Robertson J, Lascelles BDX. Initial Exploration of the Discriminatory Ability of the Petpace Collar to Detect Differences in Activity and Physiological Variables between Healthy and Osteoarthritic Dogs. *Frontiers in Pain Research. (Lausanne)*. 2022;3:949877. <https://doi.org/10.3389/fpain.2022.949877>
43. Martin KW, Olsen AM, Duncan CG, Duerr FM. The Method of Attachment Influences Accelerometer-Based Activity Data in Dogs. *BMC Veterinary Research*. 2017;13(1):48. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-0971-1>
44. Bruno EA, Guthrie JW, Ellwood SA, Mellanby RJ, Clements DN. Global Positioning System Derived Performance Measures are Responsive Indicators of Physical Activity, Disease and the Success of Clinical Treatments in Domestic Dogs. *PLoS One*. 2015;10(2):e0117094. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117094>
45. Ladha C, Hoffman CL. A Combined Approach to Predicting Rest in Dogs Using Accelerometers. *Sensors (Basel)*. 2018;18(8):2649. <https://doi.org/10.3390/s18082649>
46. Westgarth C, Ladha C. Evaluation of an Open Source Method for Calculating Physical Activity in Dogs from Harness and Collar Based Sensors. *BMC Veterinary Research*. 2017;13(1):322. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1228-8>
47. Jackson MM, Zeagler C, Valentin G, Martin A, Martin V, Delawalla A, et al. FIDO — Facilitating Interactions for Dogs with Occupations: Wearable Dog-Activated Interfaces. In: *Proceedings of the 2013 International Symposium on Wearable Computers (ISWC '13)*. Association for Computing Machinery. New York; 2013. P. 81–88. <https://doi.org/10.1145/2493988.2494334>
48. Ladha C, Hammerla N, Hughes E, Olivier P, Ploetz T. Dog's life: wearable activity recognition for dogs. In: *Proceedings of the 2013 ACM international joint conference on Pervasive and ubiquitous computing (UbiComp '13)*. Association for Computing Machinery. New York; 2013. P. 415–418. <https://doi.org/10.1145/2493432.2493519>

Поступила в редакцию 29.07.2023

Поступила после рецензирования 16.09.2023

Принята к публикации 20.09.2023

Об авторах:

Авилов Алексей Васильевич, доцент кафедры «Приборостроение и биомедицинская инженерия», доцент факультета Института опережающих технологий «Школа X» Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, znakav@mail.ru

Фомина Анна Сергеевна, доцент кафедры «Биология и общая патология» Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9152-1000), a_bogun@mail.ru

Скубак Павел Геннадьевич, научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Интеллектуальные электрические сельскохозяйственные машины и комплексы» ресурсного центра робототехники Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9152-1000), pskubak@donstu.ru

Крахмалев Тихон Константинович, студент кафедры «Биология и общая патология» Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), Tvoidith@yandex.ru

Ермаков Алексей Михайлович, профессор кафедры «Биология и общая патология», декан факультета «Биоинженерия и ветеринарная медицина» Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), доктор биологических наук, [ORCID](#), amermakov@ya.ru

Заявленный вклад соавторов:

А.В. Авилов — формирование основной концепции, цели и задачи исследования, разработка и тестирование устройства, подготовка соответствующего фрагмента текста.

А.С. Фомина — формирование основной концепции, цели и задачи исследования, подготовка обзора современных исследований, общее руководство проектом.

П.Г. Скубак — разработка и тестирование устройства, подготовка соответствующего фрагмента текста.

Т.К. Крахмалев — подготовка базы аудиозаписей вокализаций собак.

А.М. Ермаков — научное руководство проектом.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Received 29.07.2023

Revised 16.09.2023

Accepted 20.09.2023

About the Authors:

Alexey V. Avilov, Cand.Sci.(Engineering), Associate Professor of the Instrument and Biomedical Engineering Department and Institute of Advanced Technologies “School X”, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), znakav@mail.ru

Anna S. Fomina, Associate Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](#), a_bogun@mail.ru

Pavel G. Skubak, Researcher of the Research Laboratory “Intelligent Electric Agricultural Machines and Complexes” of the Robotics Resource Center, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](#), pskubak@donstu.ru

Tikhon K. Krakhmalev, Student of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Tvoidth@yandex.ru

Alexey M. Ermakov, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Biology and General Pathology Department, Dean of the Bioengineering and Veterinary Medicine Faculty, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](#), amermakov@ya.ru

Claimed contributorship:

AV Avilov: formulating the main concept, aim and objectives of the research, device development and testing, preparing the respective fragment of the text.

AS Fomina: formulating the main concept, aim and objectives of the research, preparing the review of modern research, general management of the project.

PG Skubak: device development and testing, preparing the respective fragment of the text.

TK Krahmalev: preparing the audio recordings database of canine vocalizations.

AM Ermakov: scientific supervision of the project.

Conflict of interest statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ



Научная статья

УДК 619:616.5:615:636.8

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-45-57>


Современные подходы к лечению алопеции X у собак: обзор исследований

 А.Ю. Кочеткова¹ , А.С. Фомина¹ ✉, Д.Н. Гоц², Т.Н. Дерезина¹
¹ Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация² ООО «Грум», г. Екатеринбург, Российская Федерация✉ a_bogun@mail.ru

Аннотация

Введение. Невоспалительная алопеция является нарушением внешнего вида собак и доставляет эстетические неудобства владельцам. В зарубежных исследованиях применение препаратов гуманной медицины для коррекции данного нарушения представлены в небольшом количестве публикаций. В отечественной литературе публикации представлены в виде описания отдельных клинических случаев. Обзоры исследований, посвященные анализу и обобщению методов лечения невоспалительной алопеции у собак, в научной литературе не представлены. Поэтому целью данной работы являлся сравнительный анализ методов лечения невоспалительной алопеции у собак (на основе анализа литературных данных).

Материалы и методы. Проведен тематический поиск по базам данных eLIBRARY.RU, PubMed, Crossref и Google Scholar материалов, опубликованных с 2000 по 2023 год по следующим ключевым словам: собака AND алопеция, dog*AND alopecia X, dog*AND «название препарата». Отобранные материалы структурированы, 111 публикаций проанализировано, 69 из которых вошли в представленный обзор.

Результаты исследования. Представлен анализ исследований, связанных с применением методов и препаратов гуманной медицины для лечения алопеции X у собак. Информация систематизирована по тематическим блокам, связанным с физиологическими основами алопеции X и применяемыми препаратами. Основными рассмотренными методами и подходами к лечению являются применение мелатонина, митотана, трилостана, миноксидила, гормональных препаратов, техник микронидлинга и микротравмирования.

Обсуждение и заключение. В настоящее время в ветеринарной медицине не разработана единая схема лечения алопеции X у собак. При анализе описанных в литературе методов лечения в качестве оптимальных, для которых высокая эффективность сочетается с незначительными побочными эффектами, были выделены микронидлинг, пероральный прием мелатонина и трилостана, применение подкожных имплантов с деслорелина ацетатом. Использование митотана, миноксидила, осатерона ацетата сопровождается серьезными побочными эффектами, что не позволяет расценивать их как перспективные.

Ключевые слова: алопеция X, собаки, микронидлинг, микротравмирование, мелатонин, митотан, трилостан, миноксидил

Для цитирования. Кочеткова А.Ю., Фомина А.С., Гоц Д.Н., Дерезина Т.Н. Современные подходы к лечению алопеции X у собак: обзор исследований. *Ветеринарная патология*. 2023;22(3):45–57.

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-45-57>

Original article

Modern Approaches to Treatment of Alopecia X in Dogs: Review of Research

 Anastasia Yu. Kochetkova¹ , Anna S. Fomina¹ ✉, Daria N. Gots², Tatyana N. Derezhina¹
¹ Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation² "Groom" LLC, Ekaterinburg, Russian Federation✉ a_bogun@mail.ru

Abstract.

Introduction. Noninflammatory alopecia is a disorder of canine appearance, which brings aesthetic discomfort to dog owners. Among foreign studies there are only few publications on implementing the drugs of the humane medicine for treatment of this disorder. The publications in the national literature present the descriptions of the individual clinical cases. The reviews of research containing the analysis and summary of the canine noninflammatory alopecia treatment

methods are unavailable in the scientific literature. Therefore, this work aims at providing a comparative analysis of the canine noninflammatory alopecia treatment methods (based on the literature sources analysis).

Materials and Methods. Searching by subject area was conducted in the eLIBRARY.RU, PubMed, Crossref and Google Scholar databases for materials published from 2000 to 2023 by the following keywords: dog AND alopecia, dog*AND alopecia X, dog*AND “name of the drug”. The selected materials were structured, 111 publications were analysed, 69 of which were included in the present review.

Results. The studies on the use of humane medicine methods and drugs for treatment of alopecia X in dogs were analysed. The information was systemized into thematic blocks depending on the physiological causes of alopecia X and the drugs used. The main methods and approaches to be investigated were the use of melatonin, mitotane, trilostane, minoxidil, hormonal drugs, microneedling and microtrauma techniques.

Discussion and Conclusion. Currently, the unified protocol for treatment of alopecia X in dogs is not developed in the veterinary medicine. Upon analysis of the treatment methods described in the literature, microneedling, oral administration of melatonin and trilostane, along with the use of subcutaneous implants of deslorelin acetate have been identified as the optimal ones, combining high efficiency with minor side effects. The use of mitotane, minoxidil and osaterone acetate causes the serious side effects, that prevents them from being the future-oriented methods.

Key words: alopecia X, dogs, microneedling, microtrauma, melatonin, mitotane, trilostane, minoxidil

For citation. Kochetkova AYU, Fomina AS, Gots DN, Derezhina TN. Modern Approaches to Treatment of Alopecia X in Dogs: Review of Research. *Veterinary Pathology*. 2023;22(3):45–57. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2023-22-3-45-57>

Введение. Патологии кожных покровов у собак, по данным литературы, составляют не менее 8,79 % от общего количества обращений в ветеринарные клиники [1, 2]. Максимальная частота регистрации отмечается в летний период у молодых собак [1], чаще — у кобелей [3, 4].

Алопеция X является невоспалительным нарушением цикла роста шерсти [5–8], имеет породную предрасположенность и наследственный характер. Алопеция X поражает молодых собак, собак с плоскостным шерстяным подшерстком, наследуется и вызывает двустороннюю симметричную потерю волос [8, 9]. Наиболее часто поражает шпицев, риджбеков, чау-чау, маламутов, самоедов и сибирских хаски [6–8, 10]. Коренным отличием алопеции X от алопеции, наблюдаемой у собак при гипофизарно-зависимом гиперандренокортицизме, является отсутствие других клинических признаков гормональных нарушений и заболеваний, таких как полифагия, полидипсия, полиурия [10].

Первоначально происходит потеря первичных волос с сохранением вторичных в местах трения, вокруг шеи на месте трения ошейника, хвоста, дорсо-каудальной области и в каудальной части тазовых конечностей (в том числе, при ношении специализированной одежды). Со временем вторичные волосы становятся редкими, проявляется гиперпигментация, сухость, шелушение или раздражение кожи, а также изменение окраса оставшейся шерсти [9, 11, 12]. В редких случаях отмечается зуд, что требует дополнительной терапии. Характерно, что шерсть на голове и дистальных отделах конечностей остается без изменений [13–15].

Поскольку в настоящее время в Российской Федерации увеличивается популярность пород собак, наиболее подверженных возникновению алопеции X, анализ и разработка методов коррекции данного эстетического нарушения приобретает все большую актуальность для владельцев и практикующих ветеринарных врачей. В литературе сведения о достоверном выявлении и лечении алопеции X ограничены. Применению препаратов гуманной медицины для коррекции данного нарушения посвящено небольшое количество исследований. В отечественной литературе публика-

ции разнородны и представлены в виде описания отдельных клинических случаев (как правило, в виде тезисов конференций). Обзоры исследований, посвященные анализу и обобщению методов лечения невоспалительной алопеции у собак, в российских изданиях не представлены. Также в открытых базах литературных данных не представлена статистически подтвержденная информация о частоте выявления алопеции X, в том числе, в Российской Федерации.

В разных исследованиях приводятся результаты местного применения препаратов, процедуры микро-травмирования, гормональной стимуляции, мезотерапии, специализированных косметических средств. Необходимо подчеркнуть, что в настоящее время ни один из применяемых в клинической практике методов лечения не обеспечивает окончательный рост шерсти на участках образовавшейся алопеции. При возникновении рецидивов заболевания на практике реализуются случаи спонтанного обрастания шерстью или неэффективности ранее проводимого лечения [16]. Несмотря на то, что заболевание приводит к возникновению явного эстетического дефекта, со стороны внутренних органов нет нарушений, и животное считается клинически здоровым [17, 18]. Это делает целесообразным курацию собак с алопецией X даже без проведения медикаментозного лечения.

Целью статьи является проведение сравнительного анализа методов лечения невоспалительной алопеции у собак (на основе анализа литературных данных).

Материалы и методы. Был проведен поиск по базам данных eLIBRARY.RU, PubMed, Crossref и Google Scholar с ориентиром на названия статей. Систематический поиск в библиографических базах данных выполнялся для статей, опубликованных в период с 2000 по 2023 год с использованием отобранных ключевых слов. В качестве ключевых слов, которые должны присутствовать в названии, для первого отбора статей были выбраны: собака AND алопеция (при поиске в eLibrary), dog*AND alopecia X (при поиске в Pubmed, Crossref и Google Scholar). Ключевыми словами для второго поиска стали dog*AND «название препарата». Все обнаруженные статьи были разделены и проанализи-

зированы отдельно для каждого исследуемого препарата и метода лечения. Исключения статей, ввиду недостаточного объема выборки не проводилось, поскольку все обнаруженные исследования выполнены на малых группах. В результате было отобрано 111 статей, из которых в данный обзор вошли 69. Шесть найденных статей содержались в базе eLIBRARY.RU, остальные были извлечены из зарубежных баз.

Результаты исследования

Физиологические механизмы возникновения алопеции X. В основе алопеции X лежит нарушение естественного протекания жизненного цикла волоса фолликула. В норме жизненный цикл волоса фолликула включает ряд последовательных стадий [8, 11, 12, 19–22]. Стадия роста волоса (анаген) включает периоды формирования нового волоса фолликула и роста волоса. На данном этапе происходит активная пролиферация стволовых клеток. На второй стадии — стадии катагена — происходит прекращение активного деления клеток волоса фолликула и регрессия его нижней части. На этом этапе луковица волоса превращается в волосную колбу из ороговевших клеток, отделяется от волоса сосочка и вместе с волосом поднимается вверх. Третья стадия — телоген — стадия покоя. В данной фазе оставшаяся часть корня волоса и колба сохраняются в фолликуле до следующего цикла.

В современной литературе в цикле роста волос выделяют две дополнительные стадии. Стадия экзогена связана с потерей булавовидного волокна и выпадением волос. Данная стадия признается не всеми исследователями и выделяется на основании обнаруженных различий строения фолликула на стадиях позднего телогена и экзогена [19, 22]. После стадии экзогена выделяется стадия кеногена. В это время после выпадения волоса волосной фолликул остается пустым в течение определенного времени. По завершении стадии кеногена идет новая фаза анагена, и цикл роста волос повторяется.

Врожденная алопеция у собак связывается с уменьшением количества или степени клеточной дифференцировки волоса фолликула в период внутриутробного развития (эктодермальная дисплазия). В постнатальный период алопеция чаще всего связана с нарушением постнатальной регенерации волосных фолликулов (фолликулярная дисплазия), имеет породную предрасположенность и начинается в раннем возрасте. Алопеция с поздним началом связана с эндокринными нарушениями, нарушениями микрокапиллярного русла или стрессом [23].

При гистологическом анализе отмечается малое количество волосных фолликулов на стадии анагена, и преобладание фолликулов на стадии кеногена и телогена (в том числе, безволосых фолликулов) [8, 11, 12]. В ряде исследований отмечается атрофия и дисплазия фолликулов [8, 11, 12, 24]. Явное увеличение доли волосных фолликулов на стадии кеногена (в 3–4 раза) рассматривается как признак преждевременного катагена, нарушения индукции новой фазы анагена и, как следствие, нарушения всего цикла роста волос. Стадия экзогена начинается раньше, в сравнении с нормальным циклом развития волоса, непосредственно после телогена, а длительность кеногена резко увеличивается без перехода фолликула в новую фазу анагена [11, 12].

По данным Müntener T. с соавторами (2011) [11], в норме у собак 30 % фолликулов находится в анагене

(12 % ранних, 18 % поздних), 8 % в катагене (2 % ранних, 5 % поздних и 1 % неопределяемых) и 27 % в телогене. Наличие безволосых фолликулов в стадии кеногена в пределах 20 % наблюдается и в эпидермисе здоровых животных. Превышение является достоверным клиническим признаком алопеции X у собак [11, 12].

На уровне волосных фолликулов под влиянием дигидротестостерона и ряда других процессов происходит запуск апоптоза в дермальных сосочках и эпителиальных клетках. В результате происходит укорочение фазы анагена. Дальнейшее уменьшение количества клеток дермальных сосочков при каждом последующем анагене сопровождается деградацией микрокапиллярного русла. Это приводит к резкому уменьшению в размерах волосных фолликулов [25]. Индукция анагена зависит от активации, пролиферации и дифференцировки стволовых клеток в волосных фолликулах [8].

Согласно литературным данным, проявления алопеции X могут возникать при дисбалансе стероидных гормонов. В исследовании [13] у кастрированных собак с алопецией X при лечении мелатонином показано превышение референсных значений андростендиона, прогестерона и 17-гидроксипрогестерона у собак с частичным или полным возобновлением роста шерсти. Сходная картина была показана в более раннем исследовании [26], в котором, помимо половых гормонов, наблюдалась высокая концентрация гормона роста, адренокортикотропного гормона при сохранении концентрации тиреотропного гормона и тиреотропина в пределах референсных значений.

Предварительный анализ отобранных статей

Согласно исследованиям Patel and Forsythe (2010) [27], кастрация приводит к росту новой шерсти как у кобелей, так и у сук. Этот метод следует рекомендовать в качестве первого выбора лечения. Хирургическая или химическая кастрация может вызвать рост новой шерсти временно или постоянно [17, 18]. Кастрация приводит к частичному или полному росту шерсти примерно через 4–8 недель, хотя около 15 % случаев имеют рецидивы спустя годы.

В качестве второго варианта лечения алопеции X описано применение медикаментозных препаратов, из которых наиболее часто используются митотан, трилостан и мелатонин [15, 28–30].

Мелатонин. Для раннее кастрированных животных большинство европейских ветеринарных дерматологов выбирает для лечения препарат мелатонин. Мелатонин — это молекула, которая действует как мощный антиоксидант и модулятор организации цитоскелета клеток, являясь, таким образом, фактором дифференциации клеток [31]. Стандартно используется пероральный прием мелатонина в дозе 3 мг/кг два или три раза в день в течение 3 месяцев. По наблюдениям Patel и Forsythe, при использовании данной терапии отмечается рост новой шерсти у собак в 1/3 случаев [27]. По результатам Fetger, пероральный прием мелатонина в дозе 3–6 мг/кг каждые 8–12 часов в течение 3 месяцев дает более эффективный результат — примерно в 30–50% случаев отмечается рост новой шерсти [14].

Согласно Medleau и Hnilica, мелатонин можно использовать для лечения алопеции X в общей дозе от 3 до 12 мг для каждой собаки с интервалами от 8 до 24 часов до максимального появления роста новой шерсти [18]. По мнению авторов, эффективность этого протокола составляет около 60 % случаев. По дости-

жению результата необходимо регулировать дозу препарата от 3 до 6 мг перорально с интервалом 24 часа в течение двух месяцев. Затем мелатонин назначают два раза в неделю в качестве поддерживающей терапии.

Nuttal et al. предполагают, что лечение следует продолжать до тех пор, как только не появится рост новых волос и пациент, в случае рецидива алопеции, может снова лечиться по данной схеме [15]. Frank и соавторы отметили вялость собаки, как наиболее часто встречающийся побочный эффект, связанный с приемом мелатонина [13].

Митотан. По данным Medleau, Hnilica и Nuttal, митотан может стимулировать рост новых волос в дозировке 15 при 25 мг/кг каждые 24 часа перорально с пищей в течение пяти дней [18, 19]. После семи дней лечения необходимо проводить тест на стимуляцию АКТГ. Он должен выявлять содержание кортизола после АКТГ между 5 и 7 мг/dL. Затем рекомендуется вводить от 15 до 25 мг митотана на килограмм массы тела перорально с едой с интервалом от 7 до 14 дней в качестве поддерживающей терапии. Согласно клиническому исследованию Nuttal и соавторов, результаты у собак наблюдаются через 3 месяца после начала лечения [15].

Несмотря на успешность применения митотана при лечении алопеции X, ограничением является обязательная предварительная консультация ветеринарного врача и проверка собаки на гипокортизолемию, так как одним из побочных эффектов митотана является недостаточность функции надпочечников [27, 32, 33].

Трилостан. Трилостан является конкурентным ингибитором β 3-гидроксистероиддегидрогеназы, который препятствует стероидогенезу надпочечников и способствует росту новой шерсти у собак с алопецией X, включая такие породы, как немецкий шпиц, миниатюрный пудель и аляскинский маламут [27, 34].

Исследования, проведенные на группе животных с диагнозом алопеция X, получавших трилостан, показали успешные результаты [35]. Используемая доза была вариативной в соответствии с полученным клиническим ответом на терапию. Для собак весом до 2,5 кг использовали 20 мг/собаку; собаки с весом между 2,5–5 кг — 30 мг/собаку; тем, у кого вес от 5 до 10 кг, — 60 мг/собаку. Вводили ежедневно во время или после еды. Доза должна подбираться в соответствии с клиническим ответом на лечение. В некоторых клинических случаях доза была увеличена, в других — была ниже рекомендованной, интервал приема препарата был различным [36]. Репилиция происходит через 4–8 недель. У двух животных произошла репиляция через 4–6 месяцев [36].

В одном из исследований на фоне терапии трилостаном произошло полное обрастание шерсти у 14 из 16 собак породы немецкий шпиц и у 8 из 8 у породы миниатюрный пудель. В дальнейшем в продолжении терапии трилостаном не было выявлено роста шерсти на протяжении 6 месяцев у 2 из 16 немецких шпицев. У большинства собак опытной группы рост шерсти произошел в течение 4–8-недельного курса [29].

Хорошие результаты показаны в исследовании [34], в котором у трех аляскинских маламутов, получавших трилостан дважды в день в дозе от 3,0 до 3,6 мг/кг в день перорально в течение 4–6 месяцев наблюдалось полное отрастание шерсти в течение 6 месяцев. Стоит отметить, что в данном исследовании побочные эффекты трилостана выявлены не были.

Согласно данным Breathnach, Cerundolo и авторов, рекомендуемая доза трилостана составляет от 3 до

5 мг/кг каждые 24 часа перорально в течение нескольких месяцев [28, 29]. После роста волос можно уменьшить частоту приема трилостана до 2–3 раз в неделю [15, 17, 18].

При длительной терапии трилостаном требуется исследование теста стимуляции АКТГ для контроля уровня кортизола в сыворотке крови [29, 37]. Исследование должно проводиться со следующей периодичностью: через 10 дней после начала лечения, затем — через 4 недели, 12 недель, 6 месяцев и 2 раза в год. Значения до и после стимуляции должны составлять половину значений нормы.

Однако имеются данные, что трилостан может вызвать внезапную смерть у собак с сопутствующими проблемами сердечно-сосудистой системы, а также противопоказан беременным и кормящим сукам, собакам с почечной недостаточностью и гепатитами различной этиологии [17, 18].

Миноксидил. Миноксидил — единственный безрецептурный препарат, одобренный FDA и рекомендованный для лечения выпадения волос по мужскому и женскому типу, включая андрогенетическую алопецию (АГА) [38]. Пероральный миноксидил изначально считался антигипертензивным средством. Поскольку в качестве побочного эффекта при пероральном приеме отмечали гипертрихоз [39]. Это наблюдение привело к использованию миноксидила местно в качестве средства для роста волос [40].

Точный механизм действия препарата до сих пор не изучен. Пятилетнее исследование с использованием 2 % и 3 % местного миноксидила показало пик роста волос у мужчин на первом году приема с медленной динамикой отрастания волос в последующие годы [41]. При выпадении волос по женскому типу 5 % раствор миноксидила продемонстрировал большую эффективность лечения, чем 2 % раствор.

В ряде исследований сообщается об эффективности при пероральном применении низких доз миноксидила — от 0,5 до 5 мг/день — как безопасного и эффективного варианта лечения мужской АГА, а также хронической телогеновой алопеции и тракционной алопеции [42–45]. Местный миноксидил показан в качестве дополнительной терапии при трансплантации волос, поскольку он стабилизирует выпадение. Эффект связан с продлением фазы анагена, тем самым уменьшая послеоперационное выпадение телогена и стимулируя рост волос в пересаженных трансплантатах [46]. Побочные эффекты носят местный характер. Наиболее распространенными жалобами являются зуд, шелушение кожи головы и гипертрихоз. Со временем может развиваться контактный дерматит [47, 48, 49].

Осатерона ацетат. В последнее время появляются публикации, где описан опыт использования практикующими дерматологами осатерона ацетата при лечении алопеции X. Осатерона ацетат — гормональный препарат с антиандрогенным и частичным прогестагеновым эффектом, лицензированный для терапии доброкачественной гиперплазии простаты у собак. Антиандрогенный эффект осатерона ацетата обусловлен ингибированием рецепторов к андрогену на поверхности клеток простаты и рецепторов к тестостерону внутри них. Применение осатерона ацетата показывает кратковременное снижение сывороточного кортизола [50]. Описывается применение осатерона ацетата при лечении 13 померанских шпицев с алопецией X. Применяемая

доза составила 0,25–0,5 мг/кг/сутки в течение 7 дней. У 7 кобелей наблюдалось полное отрастание шерсти, у 3 — частичное, еще у 3 особей эффекта не наблюдалось. Побочных эффектов на фоне приема препарата выявлено не было. Этот протокол терапии используется только у кобелей [50, 51].

Фулвестрант. В исследовании [52] L. Frank проанализировал влияние внутримышечных инъекций фулвестранта (антагонист рецептора эстрогена) на возможность роста шерсти у померанских шпицев с алопецией X. В результате двух инъекций фулвестранта в дозировке 10 мг/кг с интервалом в 1 месяц роста волос у собак (n=6) не выявлено. У одной собаки, получившей инъекцию фулвестранта в дозировке 20 мг/кг, через 1 месяц наблюдалось отрастание шерсти. На основании общего и биохимического анализов крови и мочи применение препарата было расценено как безопасное; побочных эффектов авторы не отмечают. Однако в малых дозах (10 мг/кг) фулвестрант не показывал эффективности при лечении алопеции X. Его применение в более высоких дозах (20 мг/кг), по мнению авторов, требует дополнительных исследований. Кроме того, данный вариант лечения требует существенных финансовых затрат.

Использование гормональных препаратов. Введение гормона роста (бычий, свиной или соматотропин синтетический) использовали в дозе 0,1 МЕ / кг подкожно или внутримышечно 3 раза в неделю в течение 6 недель [15]. Новый рост шерсти проявлялся через 4–6 недель, полное обрастание шерстью обычно сохранялось в течение 2–3 лет. Однако далее требовалось новое лечение. Эта терапевтическая схема требует существенных финансовых затрат. Кроме того, существует риск развития сахарного диабета как побочного эффекта. Поэтому при использовании данного протокола необходима еженедельная оценка уровня глюкозы в крови.

Также показана возможность успешного применения хорионического гонадотропина человека (ХГЧ) в дозе 50 МЕ/кг внутримышечно два раза в неделю в течение шестинедельного периода или тестостерона с метилтестостероном в дозе от 0,5 до 1,0 мг/кг (максимум 30 мг) перорально каждые 48 часов, пока не появится ответ на лечение. В то же время при использовании метилтестостерона существует риск возникновения вторичных осложнений, таких как холангиогепатит и изменения в поведении, а также появление жирной себореи. Согласно Nuttal и авторам, у животных, подвергшихся этому лечению, показатели ферментов печени должны контролироваться каждые 1–3 месяца [15].

Другим альтернативным вариантом лечения тестостероном является его пролонгированное действие в дозировке от 2 до 30 мг/кг, применяемого внутримышечно с интервалом 1–4 месяца [53].

Положительная динамика была выявлена при использовании медроксипрогестерона ацетата при лечении собак с алопецией X. Исследование было проведено в группе из восьми кастрированных собак в течение 1–2 лет. Первая опытная группа (2 кобеля и 3 суки) получали дозу 5 мг/кг, вторая опытная группа (1 кобель и 2 суки) — 10 мг/кг подкожно каждые 4 недели, курс состоял из 4 введений. Из тех, кто получил дозу 5 мг/кг, 2 собаки имели частичный рост волос — от 40 до 60 %. Из тех, кто получил дозу 10 мг/кг, 1 собака частично обросла, у остальных отмечали полный рост шерсти

после 2 месяцев лечения. По мнению авторов, длительное лечение может привести к хорошим результатам, однако требуется контроль состава крови для мониторинга побочных эффектов [52, 54].

Деслорелина ацетат — агонист гонадотропин-рилизинг-гормона. При подкожном введении обеспечивает долгосрочное низкодозовое подавление выработки и высвобождения гипофизарно-надпочечниковых гонадотропинов [55]. Исследования по применению деслорелина ацетата показали положительный эффект, поэтому он может быть рассмотрен в качестве варианта лечения у некастрированных кобелей. Исследовательская работа была проведена с 20 собаками с диагнозом алопеция X, из них 16 собак были некастрированными кобелями, и 4 — стерилизованными суками. Каждую собаку лечили подкожным имплантатом, содержащим 4,7 мг деслорелина. Рост волос наблюдали в течение 3 месяцев у 12 некастрированных кобелей (75 %); у стерилизованных самок не было ответа на лечение. Побочных эффектов авторами не выявлено [56].

Имплантаты Deslorelin в целом безопасны, нет опубликованных данных о нарушении со стороны органов репродуктивной системы, таких как уменьшение размера яичек и изменение качества спермы. Простота соблюдения требований к импланту, введение с кратностью 1 раз в 6 месяцев делает его препаратом выбора для многих клиентов [55]. Эффективность была продемонстрирована для других пород собак, включая померанских шпицев, пуделей и аляскинских маламутов [29, 34].

Микронидлинг и микротравмирование. В исследовании [57] приводятся данные о том, что в местах взятия соскобов и на участках биопсии кожи, на месте травмированной кожи происходит повторный рост волос. Авторы предположили, что выявленный рост волос является ответом именно на механическую травму кожи.

На основании возможности роста волос в ответ на механическую травму кожи разработана малоинвазивная техника микротравмирования, в которой используются небольшое количество тонких игл, необходимых для механической стимуляции эпидермиса [25, 44]. Методика заключается в применении аппарата, содержащего несколько микроигл, позволяющих создавать сотни микроперфораций на квадратный сантиметр невоспалительных алопеций [57].

Помимо трансдермальной доставки препаратов, в основе технологии микронидлинга лежит способность чрезмерного травмирования. Микроиглы вызывают активацию стволовых клеток волосных фолликулов, что является фактором роста тромбоцитов, эндотелия сосудов и ангиогенеза. В итоге происходит запуск нового цикла анагена и активизация цикла роста новых волос [25, 58]. Данные факторы стимулируют реакцию заживления ран, ангиогенез, способствуют устранению фиброза [25]. Преимущество методики заключается в простоте применения. Недостатком является необходимость в седации собаки [57].

Эксперимент проводили на 2 суках померанского шпица с установленным диагнозом алопеции X. Первой собаке вводили микроиглы длиной 1,5 мм, а второй собаке — длиной 2,5 мм. По завершению микронидлинга кожу дезинфицировали спреем с содержанием 2 % раствора хлоргексидина. После проведенных манипуляций на обработанной коже появлялась легкая эритема и мелкие кровоизлияния. Данные побочные эффекты исчезли через несколько часов после проце-

дуры, других побочных эффектов выявлено не было.

Через 14 дней после процедуры отмечалось шелушение кожи после микронидлинга, а через 5 недель у 2 собак наблюдался диффузный рост волос. Шерсть выросла быстро на тех участках кожи, где присутствовала остаточная шерсть до начала лечения. Непрерывное отрастание в основном вторичных, но также и первичных волос наблюдалось на всех обработанных дерматологом участках кожи. Волосы были тонкие и мягкие. С усилением роста волос, гиперпигментация кожи уменьшалась. Через 12 недель после микронидлинга у 2 собак отмечалось 90 % отрастание шерсти на ранее облысевших участках тела. При этом выявлено нормальное качество и толщина шерсти. Через 12 месяцев после микронидлинга состояние шерсти у 2 собак оставалось стабильным. На основании этих данных можно ожидать удовлетворительных результатов после однократного лечения на протяжении 12 недель [57].

Kim и соавторы провели исследования совместного использования миноксидила с процедурой микронидлинга [59]. Микронидлинг восстанавливает волосы, индуцируя путь Wnt/b-catenin. Также было показано, что этот метод увеличивает активность сульфотрансферазы [38]. Исследование, проведенное на 50 пациентах с АГА, показало, что комбинация местного миноксидила и микронидлинга с богатой тромбоцитами плазмой была более эффективной, чем местный миноксидил в монорежиме [60].

Обогащенная тромбоцитами плазма. Обогащенная тромбоцитами плазма — это немедикаментозный вариант лечения мужской андрогенной алопеции. Клинические испытания продемонстрировали улучшение количества волос через несколько месяцев. В обзоре [61] показано, что у пациентов с андрогенной алопецией подкожные инъекции обогащенной тромбоцитами плазмы уменьшают выпадение, увеличивают диаметр и густоту волос. Основным ограничением при сравнении эффективности исследований является неоднородность процедуры. Наиболее распространенные схемы предполагают лечение каждые 4 недели в течение 3 месяцев первоначально для оценки индивидуального ответа [62].

В относительно новом систематическом обзоре [63] была проанализирована эффективность, безопасность и терапевтическая долговечность обогащенной тромбоцитами плазмы при лечении различных форм алопеции. В 62,5 % исследований показано улучшение состояния пациентов в виде усиления роста и увеличения густоты волос. Авторы обзора приводят данные, согласно которым наиболее эффективным является сочетание с применением обогащенной тромбоцитами плазмы. Эффективность лечения варьировалась у пациентов с очаговой алопецией от 31,7 % до 76 %, а у пациентов с андрогенной алопецией — от 25,55 % до 42,75 %. Самая низкая зарегистрированная эффективность составила 25,55 %. Преимуществами схемы являются низкая частота рецидивов и хорошая переносимость побочного эффекта в виде болевых ощущений после инъекций.

Обсуждение и заключение. Таким образом, в результате анализа представленных в литературе исследований было выявлено, что в настоящее время в ветеринарной медицине не разработана эффективная схема лечения алопеции X у собак. Во многом это связано с отсутствием достоверных данных, позволяющих

выявить этиологию и патогенез заболевания [68]. Поскольку результаты физикального осмотра, биохимического анализа крови, мочи и гормонального фона у таких животных не отклоняются от нормы, алопеция X расценивается как эстетическое нарушение кожного покрова и не является прямой угрозой состоянию здоровья собаки.

В то же время увеличение популярности пород собак, наиболее подверженных возникновению алопеции X, рост частоты обращений в клиники (по отзывам ветеринарных врачей) создает основания для тщательного изучения имеющихся исследований с позиции перспективности применения методов гуманной медицины для коррекции данного состояния.

Проведенный анализ литературных источников позволил обобщить и систематизировать наиболее часто описываемые методы и подходы, применяемые для коррекции данного косметического дефекта у собак. В результате в качестве наиболее оптимальных методов лечения, показавших наибольшую эффективность, могут быть выделены следующие.

1. Микронидлинг. Малоинвазивная техника нанесения микроперфораций посредством воздействия тонких игл стимулирует рост волос на участках алопеции [25, 44, 57, 58 и т.д.]. Данная методика нетоксична, проста в применении. Эффективность у померанских шпицев составляет не менее 90 % [57]; основным недостатком является появление шелушений, микрокровоточиваний и эритемы, а также необходимость в седации собаки. В гуманной медицине наибольшая эффективность показана при сочетанном применении микронидлинга и миноксидила [59], в том числе, в сочетании с богатой тромбоцитами плазмой [60].

2. Применение мелатонина перорально. Эффективность данного метода составляет от 30 % [14, 27] до 50–60 % [14, 18] от общего количества случаев. Данный препарат, помимо высокой эффективности, имеет преимущества в виде возможности повторного применения при рецидиве [15]. Единственным достоверно выявленным побочным эффектом является незначительная вялость собаки [13].

3. Применение трилостана перорально. Полное отрастание участков алопеции показано от 16 % до 100 % случаев [28, 29, 34], но требует длительного применения препарата — от 4–8 недель до полугода [35, 36]. Прием трилостана требует контроля уровня кортизола в сыворотке крови [29, 37], сопровождается риском внезапной смерти у собак с проблемами сердечно-сосудистой системы, противопоказан беременным и кормящим сукам, собакам с почечной недостаточностью и гепатитами различной этиологии [17, 18].

4. Деслорелина ацетат (в виде подкожных имплантов). Показана эффективность не менее 75 % у некастрированных кобелей померанских шпицев, пуделей и аляскинских маламутов; побочных эффектов не выявлено [29, 34, 55, 56].

Полученные в приведенных исследованиях положительные эффекты позволяют рассматривать данные направления как перспективные с позиции научно-исследовательской работы и потенциального внедрения в клиническую практику.

Для ряда других методов и препаратов показана недостаточная эффективность и возможность возникновения побочных эффектов, требующих контроля ветеринарного врача. Из них необходимо отметить следующие:

– митотан: его применение приводит к отрастанию шерсти через 3 месяца после начала лечения. Серьезным побочным действием является возможность возникновения недостаточности функции надпочечников [27, 33, 33], что требует проверки собаки на гипокортизолемию;

– миноксидил: в гуманной медицине показано эффективное применение только в сочетании с микронидлингом; имеются данные о токсичности миноксидила для собак и кошек при местном применении [69, 70];

– осатерона ацетат: в единичных исследованиях приводит к полному отрастанию шерсти в 50 % случаев; препарат имеет побочный эффект в виде снижения сывороточного кортизола [51] и допустим к применению только у кобелей [50, 51].

– фулвестрант: при внутримышечном введении в малой дозе не оказывает эффекта; применение более высоких доз не исследовано. Данные о побочных эффектах препарата отсутствуют [52].

Поскольку алопеция X является эстетическим состоянием кожного покрова, состояние здоровья животного

при выборе терапии должно стоять на первом месте. В ситуации, при которой возможные побочные эффекты выбранной терапии могут превосходить преимущества, отсутствие лечения при поддержании должного уровня ухода за собакой может расцениваться как приемлемый вариант [15, 17, 18, 64–67].

Необходимо учитывать, что в большинстве проанализированных исследований данные получены с участием небольшой выборки (от 2 до 14) разнородной по половозрастному и породному составу животных. Помимо этого, авторами не были обнаружены публикации, содержащие достоверные статистические данные о частоте регистрации и тяжести проявления алопеции X в зависимости от пола и возраста животных. Информация о распространённости и породной представленности данного нарушения основывается на опросах владельцев и данных, полученных от ветеринарных врачей. Это обуславливает необходимость проведения более масштабных исследований этиологии, патогенеза и распространённости алопеции X в популяции собак (в том числе, в Российской Федерации).

Список литературы

1. Толкачев В.А., Коломийцев С.М., Эверстова Е.А., Кучерук Д.Л. Нозологический профиль заболеваний кожи у собак. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017;(9):25–29.
2. Беломестнов К. А. Некоторые физиотерапевтические методы, применяемые для купирования симптомов алопеции у собак. *Молодой ученый*. 2020;6(296):104–106.
3. Дмитриева Т. О., Потапова А. Ю. К вопросу распространения алопеции х у померанских шпицев. *Генетика и разведение животных*. 2014;(3):52–56.
4. Frank L. A. Growth hormone-responsive alopecia in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2005;226(9):1494–1497.
5. Mecklenburg L. An overview on congenital alopecia in domestic animals. *Vet Dermatol*. 2006;17(6):393–410. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2006.00544.x>
6. Mausberg E.M., Drögemüller C., Leeb T., Dolf G., Rüfenacht S., Welle M. Evaluation of the CTSL2 gene as a candidate gene for alopecia X in Pomeranians and Keeshonden. *Animal Biotechnology*. 2007;18(4):291–296. <https://doi.org/10.1080/10495390701547461>
7. Mausberg E.M., Drögemüller C., Rüfenacht S. Welle M., Roosje P., Suter M. и др. Vererbte Alopecie X beim Zwergspitz [Inherited alopecia X in Pomeranians]. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift*. 2007;114(4):129–134. <http://doi.org/10.2377/0341-6593-114-129>
8. Brunner M.A.T., Jagannathan V., Waluk D.P., Roosje P., Linek M., Panakova L. И др. Novel insights into the pathways regulating the canine hair cycle and their deregulation in alopecia X. *PLoS One*. 2017;12(10):e0186469. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186469>
9. Abreu D.R.G. *Manifestações cutâneas associadas a endocrinopatias em cães*. Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, Ciências Veterinárias. Vila Real; 2012. 84 f.
10. Lemetayer J., Blois S. Update on the use of trilostane in dogs. *The Canadian Veterinary Journal*. 2018;59(4):397–407.
11. Müntener T., Doherr M.G., Guscetti F., Suter M.M., Welle M.M. The canine hair cycle — a guide for the assessment of morphological and immunohistochemical criteria. *Veterinary Dermatology*. 2011;22(5):383–395. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2011.00963.x>
12. Müntener T., Schuepbach-Regula G., Frank L., Rüfenacht S., Welle M.M. Canine noninflammatory alopecia: a comprehensive evaluation of common and distinguishing histological characteristics. *Veterinary Dermatology*. 2012;23(3):206–e44. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2012.01049.x>
13. Frank L.A., Hnilica K.A., Oliver J.W. Adrenal steroid hormone concentrations in dogs with hair cycle arrest (Alopecia X) before and during treatment with melatonin and mitotane. *Veterinary Dermatology*. 2004;15(5):278–284. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2004.00372.x>
14. Ferrer L. *Non-Endocrine Symmetric Alopecia in Dogs: Clinical Management*. Florida. Internet Publisher: International Veterinary Information Service, Ithaca NY Disponível
15. Nuttal T., Harvey R.G., McKeever P.J. Dermatoses Endócrinas. In: *A colour Handbook of Skin Diseases of the Dog and cat, second edition*. London: Manson publishing limited; 2009. P. 320.
16. Герке А. Н. Алопеция X. Часть 2. *VetPharma*. 2015;6(28):38–47.
17. Medleau L.E., Hnilica K.A. Alopecia X. In: *LINDA, MEDLEAU. e KEITH, A. HILINICA. Dermatologia de Pequenos Animais*. Cap 9. 1 ed. São Paulo: Roca; 2003. P. 176-177.
18. Medleau L. E., Hnilica K.A. Alopecias Hereditárias, Congênicas e Adquiridas. In: *Dermatologia de Pequenos Animais: Atlas colorido e Guia Terapêutico*. Cap 9. 2 ed. São Paulo: Roca; 2009. 245 p.

19. Milner Y., Sudnik J., Filippi M., Kizoulis M., Kashgarian M., Stenn K. Exogen, shedding phase of the hair growth cycle: characterization of a mouse model. *Journal of Investigative Dermatology*. 2002;119(3):639–644. <http://doi.org/10.1046/j.1523-1747.2002.01842.x>
20. Miller W.H., Griffin C.E., Campbell K.L. *Muller and Kirk's Small Animal Dermatology*. 7th Edition. Saunders; 2012. 948 p.
21. Mecklenburg L. An overview on congenital alopecia in domestic animals. *Veterinary Dermatology*. 2006;17(6):393–410. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2006.00544.x>
22. Higgins C.A., Westgate G.E., Jahoda C.A. From telogen to exogen: mechanisms underlying formation and subsequent loss of the hair club fiber. *Journal of Investigative Dermatology*. 2009;129(9):2100–2108. <http://doi.org/10.1038/jid.2009.66>
23. Welle M.M. Canine noninflammatory alopecia: An approach to its classification and a diagnostic aid. *Veterinary pathology*. 2023;3009858231170295. <https://doi.org/10.1177/03009858231170295>
24. Credille K.M., Slater M.R., Moriello K.A., Nachreiner R.F., Tucker K.A., Dunstan R.W. The effects of thyroid hormones on the skin of beagle dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2001;15(6):539–546. [https://doi.org/10.1892/0891-6640\(2001\)015%3C0539:teotho%3E2.3.co;2](https://doi.org/10.1892/0891-6640(2001)015%3C0539:teotho%3E2.3.co;2)
25. English RS Jr, Ruiz S, DoAmaral P. Microneedling and Its Use in Hair Loss Disorders: A Systematic Review. *Dermatology and Therapy*. 2022;12(1):41–60. <https://doi.org/10.1007/s13555-021-00653-2>
26. Schmeitzel L.P., Lothrop Jr. C.D. Hormonal abnormalities in Pomeranians with normal coat and in Pomeranians with growth hormone-responsive dermatosis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1990;197(10):1333–1341.
27. Patel A., Forsythe P. Alopecia In: *Dermatologia Em Pequenos Animais (Clínica veterinária na prática)*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. P. 144–149.
28. Breathnach, R. Unusual Endocrine Dermatoses in the Dog and Cat. In: *Proceedings of the 33rd World Small Animal Veterinary Congress*. Dublin, 2008.
29. Cerundolo R., Lloyd D.H., Persechino A., Evans H., Cauvin A. Treatment of canine Alopecia X with trilostane. *Veterinary Dermatology*. 2004;15(5):285–93. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2004.00403.x>
30. Cerundolo R., Warren S. The use of deslorelin to promote hair regrowth in dogs with alopecia X. *Veterinary Dermatology*. 2013;24:377–397.
31. Rubio G.J., Ugalde O., López L.O., Rodríguez G.R., King G.B. La melatonina: um coadjuvante potencial em el tratamiento de lãs demências. *Salud Mental*. 2008;31:221–228. URL: <https://www.scielo.org.mx/pdf/sm/v31n3/v31n3a8.pdf> (дата обращения: 09.09.2023).
32. Santana E.G. *Alopecia "x" em cão macho da raça chow chow – Relato de caso clínico*. Goiânia: Universidade Castelo Branco; 2011.
33. Piucco J.B. *Alopecia x responsiva à castração – revisão de literatura e relato de caso*. Tese de especialização latu sensu em Dermatologia de Pequenos Animais. Florianópolis-SC: Universidade Castelo Branco; 2012.
34. Leone F., Cerundolo R., Vercelli A., Lloyd D.H. The use of trilostane for the treatment of Alopecia X in Alaskan malamutes. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 2005;41(5):336–342.
35. Neiger R., Ramsey I., O'Connor J., Hurley K.J., Mooney C.T. Trilostane treatment of 78 dogs with pituitary-dependent hyperadrenocorticism. *The Veterinary Record*. 2002;150(26):799–804. <https://doi.org/10.1136/vr.150.26.799>
36. Ruckstuhl N.S., Nett C.S., Reusch C.E. Results of clinical examinations, laboratory tests, and ultrasonography in dogs with pituitary-dependent hyperadrenocorticism treated with trilostane. *American Journal of Veterinary Research*. 2002;63(4):506–512. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2002.63.506>
37. Guaguère E., Bensignor E. Alopecias. In: *Terapêutica dermatológica do cão, prefácio de Stephen D. White*. São Paulo: Roca, 2005. P. 273–275.
38. Gupta A.K., Talukder M., Venkataraman M., Bamimore M.A. Minoxidil: a comprehensive review. *The Journal of Dermatological Treatment*. 2022;33(4):1896–1906. <https://doi.org/10.1080/09546634.2021.1945527>
39. Campese V.M. Minoxidil: a review of its pharmacological properties and therapeutic use. *Drugs*. 1981;22(4):257–278. <https://doi.org/10.2165/00003495-198122040-00001>
40. Zins G.R. The history of the development of minoxidil. *Clinics in Dermatology*. 1988;6(4):132–147. [https://doi.org/10.1016/0738-081x\(88\)90078-8](https://doi.org/10.1016/0738-081x(88)90078-8)
41. Olsen E.A., Buller T.A., Weiner S., DeLong E.R. Natural history of androgenetic alopecia. *Clinical and Experimental Dermatology*. 1990;15(1):34–36. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2230.1990.tb02015.x>
42. Beach R.A. Case series of oral minoxidil for androgenetic and traction alopecia: tolerability & the five C's of oral therapy. *Dermatologic Therapy*. 2018;31(6):e12707. <https://doi.org/10.1111/dth.12707>
43. Ramos P.M., Sinclair R.D., Kasprzak M., Miot H.A. Minoxidil 1 mg oral versus minoxidil 5% topical solution for the treatment of female-pattern hair loss: a randomized clinical trial. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2020;82(1):252–253. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2019.08.060>
44. Jia L., Xiong J., Guo R., Li Y., Jiang H. A Comprehensive Review of Microneedling as a Potential Treatment Option for Androgenetic Alopecia. *Aesthetic Plastic Surgery*. 2022;46(6):2979–2994. <https://doi.org/10.1007/s00266-022-03042-y>
45. Vañó-Galván S., Pírmes R., Hermosa-Gelbard A., Moreno-Arrones Ó.M., Saceda-Corralo D., Rodrigues-Barata R. et al. Safety of low-dose oral minoxidil for hair loss: a multicenter study of 1404 patients. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2021;84(6):1644–1651. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2021.02.054>
46. Avram M.R., Cole J.P., Gandelman M., Haber R., Knudsen R., Leavitt M.T. et al. The potential role of minoxidil in the hair transplantation setting. *Dermatologic Surgery*. 2002;28(10):894–900. <http://doi.org/10.1046/j.1524-4725.2002.02068.x>

47. Tosti A., Bardazzi F., De Padova M., Caponeri G., Melino M., Veronesi S. Contact dermatitis to minoxidil. *Contact Dermatitis*. 1985;13(4):275–276. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1985.tb02568.x>
48. Friedman E.S., Friedman P.M., Cohen D.E., Washenik K. Allergic contact dermatitis to topical minoxidil solution: Etiology and treatment. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2002;46(2):309–312.
49. Dawber R.P.R., Rundegren J. Hypertrichosis in females applying minoxidil topical solution and in normal controls. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. 2003;17(3):271–275.
50. Смирнова О.О., Руппель В.В. Алопеция X: лечить или не лечить? *Ветеринарный Петербург*. 2022;(5). URL: <https://spbvet.info/zhurnaly/5-2022/alopetsiya-kh-lechit-ili-ne-lechit/> (дата обращения: 09.09.2023).
51. Linek M. F. What makes the hair grow back? In: *27th Annual congress of ESVD-ECVD*. Salzburg, Austria; 2015. P. 76–84.
52. Frank L.A. OEstrogen receptor antagonist and hair regrowth in dogs with hair cycle arrest (alopecia X). *Veterinary Dermatology*. 2007;18(1):63–66. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2007.00559.x>
53. Rhodes K. H. *Dermatologia de Pequenos Animais. Consulta em 5 Minutos*. Cap. 61. Rio de Janeiro: Revinter, 2005. p. 387–393.
54. Frank L.A., Watson J.B. Treatment of alopecia X with medroxyprogesterone acetate. *Veterinary Dermatology*. 2013;24(6):624–627. <https://doi.org/10.1111/vde.12073>
55. Lucas X. Clinical use of deslorelin (GnRH agonist) in companion animals: a review. *Reproduction in domestic animals*. 2014;49(suppl 4):64–71. <https://doi.org/10.1111/rda.12388>
56. Albanese F., Malerba E., Abramo F., Miragliotta V., Fracassi F. Deslorelin for the treatment of hair cycle arrest in intact male dogs. *Veterinary Dermatology*. 2014;25(6):519–522. <https://doi.org/10.1111/vde.12148>
57. Stoll S., Dietlin C., Nett-Mettler Cl. S. Microneedling as a successful treatment for alopecia X in two Pomeranian siblings. *Veterinary Dermatology*. 2015;26(5):387–390. <https://doi.org/10.1111/vde.12236>
58. Liebl H., Kloth L.C. Skin cell proliferation stimulated by microneedles. *The journal of the American College of Clinical Wound Specialists*. 2012;4(1):2–6. <https://doi.org/10.1016/j.jccw.2012.11.001>
59. Kim Y.S., Jeong K.H., Kim J.E., Woo Y.J., Kim B.J., Kang H. Repeated microneedle stimulation induces enhanced hair growth in a murine model. *Annals of Dermatology*. 2016;28(5):586–592.
60. Shah K.B., Shah A.N., Solanki R.B., Raval R.C. A comparative study of microneedling with platelet-rich plasma plus topical minoxidil (5%) and topical minoxidil (5%) alone in androgenetic alopecia. *International Journal of Trichology*. 2017;9(1):14–18. https://doi.org/10.4103/ijt.ijt_75_16
61. Mao G., Zhang G., Fan W. Platelet-Rich Plasma for Treating Androgenic Alopecia: A Systematic Review. *Aesthetic Plastic Surgery*. 2019;43(5):1326–1336. <https://doi.org/10.1007/s00266-019-01391-9>
62. Saceda-Corralo D., Domínguez-Santas M., Vañó-Galván S., Grimalt R. What's New in Therapy for Male Androgenetic Alopecia? *American Journal of Clinical Dermatology*. 2023;24(1):15–24. <https://doi.org/10.1007/s40257-022-00730-y>
63. Roohaninasa M., Goodarzi A., Ghassemi M., Sadeghzadeh-Bazargan A., Behrangi E., Najar Nobari N. Systematic review of platelet-rich plasma in treating alopecia: Focusing on efficacy, safety, and therapeutic durability. *Dermatologic Therapy*. 2021;34(2):e14768. <https://doi.org/10.1111/dth.14768>
64. Шалыгина О. А. Причины возникновения алопеции у собак с двойным типом шерсти. В: *Сборник статей III Международной научно-практической конференции «Развитие Современных технологий: теоретические и практические аспекты»*. Петрозаводск: «Новая Наука»; 2023. С. 192–196.
65. Gross T.L., Ihrke P.J., Walder E.J., Affolter V.K. *Skin disease of the dog and cat. Clinical and histopathologic diagnosis*. 2nd Edition. Oxford: Blackwell Science; 2005. 944 p.
66. Rosser E.J. Castration Responsive Dermatitis in the Dog. In: *Advances in Veterinary Dermatology Vol. 1*. Von Tschanner C. and Halliwell R.E.W. (eds.). London: Bailliere Tindall; 1990. Cap. 1, P.34–42.
67. Zhang Y.V., Cheong J., Ciapurin N., McDermitt D.J., Tumber T. Distinct self-renewal and differentiation phases in the niche of infrequently dividing hair follicle stem cells. *Cell Stem Cell*. 2009;5(3):267–278. <https://doi.org/10.1016/j.stem.2009.06.004>
68. Della Salda L., Bongiovanni L., Massimini M., Romanucci M., Vercelli A., Colosimo A., et al. p63 immunorexpression in hair follicles of normal and alopecia X-affected skin of Pomeranian dogs. *Vet Dermatol*. 2023;(00):1–9. <https://doi.org/10.1111/vde.13195>
69. Tater K.C., Gwaltney-Brant S., Wismer T. Topical Minoxidil Exposures and Toxicoses in Dogs and Cats: 211 Cases (2001–2019). *Journal of the American Animal Hospital Association*. 2021;57(5):225–231. <https://doi.org/10.5326/jaaha-ms-7154>
70. Mesfin G.M., Robinson F.G., Higgins M.J., Zhong W.Z., DuCharme D.W. The pharmacologic basis of the cardiovascular toxicity of minoxidil in the dog. *Toxicologic Pathology*. 1995;23(4):498–506. <https://doi.org/10.1177/019262339502300406>

References

1. Tolkachev VA, Kolomiitsev SM, Ehverstova EA, Kucheruk DL. Nosological Profile of Diseases Skin in Dogs. *Vestnik Kurskoi Gosudarstvennoi Sel'skokhozyaistvennoi Akademii*. 2017;(9):25–29. (In Russ.)
2. Belomestnov KA. Nekotorye Fizioterapevticheskie Metody, Primenyaemye dlya Kupirovaniya Simptomov Alopetsii u Sobak. *Molodoi Uchenyi*. 2020;6(296):104–106. (In Russ.)
3. Dmitrieva TO, Potapova AY. Dissemination of Alopecia X in Pomeranian. *Genetika i Razvedenie Zhivotnykh*. 2014;(3):52–56. (In Russ.)

4. Frank L. A. Growth Hormone-Responsive Alopecia in Dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2005;226(9):1494–1497.
5. Mecklenburg L. An Overview on Congenital Alopecia in Domestic Animals. *Vet Dermatol*. 2006;17(6):393–410. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2006.00544.x>
6. Mausberg EM, Drögemüller C, Leeb T, Dolf G, Rüfenacht S, Welle M. Evaluation of the CTSL2 Gene as a Candidate Gene for Alopecia X in Pomeranians and Keeshonden. *Animal Biotechnology*. 2007;18(4):291–296. <https://doi.org/10.1080/10495390701547461>
7. Mausberg EM, Drögemüller C, Rüfenacht S, Welle M, Roosje P, Suter M, et al. Vererbte Alopezie X beim Zwergspitz [Inherited alopecia X in Pomeranians]. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift*. 2007;114(4):129–134. <http://doi.org/10.2377/0341-6593-114-129>
8. Brunner MAT, Jagannathan V, Waluk DP, Roosje P, Linek M, Panakova L, et al. Novel Insights into the Pathways Regulating the Canine Hair Cycle and Their Deregulation in Alopecia X. *PLoS One*. 2017;12(10):e0186469. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186469>
9. Abreu DRG. *Manifestações Cutâneas Associadas a Endocrinopatias em Cães*. Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, Ciências Veterinárias. Vila Real; 2012. 84 f.
10. Lemetayer J, Blois S. Update on the Use of Trilostane in Dogs. *The Canadian Veterinary Journal*. 2018;59(4):397–407.
11. Müntener T, Doherr MG, Guscetti F, Suter MM, Welle MM. The Canine Hair Cycle — a Guide for the Assessment of Morphological and Immunohistochemical Criteria. *Veterinary Dermatology*. 2011;22(5):383–395. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2011.00963.x>
12. Müntener T, Schuepbach-Regula G, Frank L, Rüfenacht S, Welle MM. Canine Noninflammatory Alopecia: a Comprehensive Evaluation of Common and Distinguishing Histological Characteristics. *Veterinary Dermatology*. 2012;23(3):206–e44. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2012.01049.x>
13. Frank LA, Hnilica KA, Oliver JW. Adrenal Steroid Hormone Concentrations in Dogs with Hair Cycle Arrest (Alopecia X) Before and During Treatment With Melatonin and Mitotane. *Veterinary Dermatology*. 2004;15(5):278–284. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2004.00372.x>
14. Ferrer L. *Non-Endocrine Symmetric Alopecia in Dogs: Clinical Management*. Florida. Internet Publisher: International Veterinary Information Service, Ithaca NY Disponível
15. Nuttal T, Harvey RG, McKeever PJ. Dermatoses Endócrinas. In: *A colour Handbook of Skin Diseases of the Dog and cat, second edition*. London: Manson publishing limited; 2009. P. 320.
16. Gerke A. N. Alopecia X. Part 2. *VetPharma*. 2015;6(28):38–47. (In Russ.)
17. Medleau LE, Hnilica KA. Alopecia X. In: *LINDA, MEDLEAU, e KEITH, A. HNILICA. Dermatologia de Pequenos Animais*. Cap 9. 1 ed. São Paulo: Roca; 2003. P. 176–177.
18. Medleau LE Hnilica KA. Alopecias Hereditárias, Congênitas e Adquiridas. In: *Dermatologia de Pequenos Animais: Atlas colorido e Guia Terapêutico*. Cap 9. 2 ed. São Paulo: Roca; 2009. 245 p.
19. Milner Y, Sudnik J, Filippi M, Kizoulis M, Kashgarian M, Stenn K. Exogen, Shedding Phase of the Hair Growth Cycle: Characterization of a Mouse Model. *Journal of Investigative Dermatology*. 2002;119(3):639–644. <http://doi.org/10.1046/j.1523-1747.2002.01842.x>
20. Miller WH, Griffin CE, Campbell KL. *Muller and Kirk's Small Animal Dermatology*. 7th Edition. Saunders; 2012. 948 p.
21. Mecklenburg L. An Overview on Congenital Alopecia in Domestic Animals. *Veterinary Dermatology*. 2006;17(6):393–410. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2006.00544.x>
22. Higgins CA, Westgate GE, Jahoda CA. From Telogen to Exogen: Mechanisms Underlying Formation and Subsequent Loss of the Hair Club Fiber. *Journal of Investigative Dermatology*. 2009;129(9):2100–2108. <http://doi.org/10.1038/jid.2009.66>
23. Welle MM. Canine Noninflammatory Alopecia: an Approach to Its Classification and a Diagnostic Aid. *Veterinary Pathology*. 2023;3009858231170295. <https://doi.org/10.1177/03009858231170295>
24. Credille KM, Slater MR, Moriello KA, Nachreiner RF, Tucker KA, Dunstan RW. The Effects of Thyroid Hormones on the Skin of Beagle Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2001;15(6):539–546 [https://doi.org/10.1892/0891-6640\(2001\)015%3C0539:teotho%3E2.3.co;2](https://doi.org/10.1892/0891-6640(2001)015%3C0539:teotho%3E2.3.co;2)
25. English RS Jr, Ruiz S, DoAmaral P. Microneedling and Its Use in Hair Loss Disorders: A Systematic Review. *Dermatology and Therapy*. 2022;12(1):41–60. <https://doi.org/10.1007/s13555-021-00653-2>
26. Schmeitzel LP, Lothrop Jr. CD. Hormonal Abnormalities in Pomeranians with Normal Coat and in Pomeranians with Growth Hormone-Responsive Dermatitis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1990;197(10):1333–1341.
27. Patel A, Forsythe P. Alopecia. In: *Dermatologia Em Pequenos Animais (Clínica veterinária na prática)*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. P. 144–149.
28. Breathnach R. Unusual Endocrine Dermatoses in the Dog and Cat. In: *Proceedings of the 33rd World Small Animal Veterinary Congress*. Dublin, 2008.
29. Cerundolo R, Lloyd DH, Persechino A, Evans H, Cauvin A. Treatment of Canine Alopecia X with Trilostane. *Veterinary Dermatology*. 2004;15(5):285–93. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2004.00403.x>
30. Cerundolo R, Warren S. The Use of Deslorelin to Promote Hair Regrowth in Dogs with Alopecia X. *Veterinary Dermatology*. 2013;24:377–397.
31. Rubio GJ, Ugalde O, López LO, Rodríguez GR, King GB. La Melatonina: um Coadjuvante Potencial em el Tratamiento de lãs Demências. *Salud Mental*. 2008;31:221–228. URL: <https://www.scielo.org.mx/pdf/sm/v31n3/v31n3a8.pdf> (accessed: 09.09.2023)
32. Santana EG. *Alopecia “X” em Cão Macho da Raça Chow Chow – Relato De Caso Clínico*. Goiânia: Universidade Castelo Branco; 2011.

33. Piucco JB. *Alopecia X Responsiva à Castração – Revisão de Literatura e Relato de Caso. Tese de Especialização Latu Sensu em Dermatologia de Pequenos Animais*. Florianópolis-SC: Universidade Castelo Branco; 2012.
34. Leone F, Cerundolo R, Vercelli A, Lloyd DH. The Use of Trilostane for the Treatment of Alopecia X in Alaskan Malamutes. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 2005;41(5):336–342.
35. Neiger R, Ramsey I, O'Connor J, Hurley KJ, Mooney CT. Trilostane Treatment of 78 Dogs with Pituitary-Dependent Hyperadrenocorticism. *The Veterinary Record*. 2002;150(26):799–804. <https://doi.org/10.1136/vr.150.26.799>
36. Ruckstuhl NS, Nett CS, Reusch CE. Results of Clinical Examinations, Laboratory Tests, and Ultrasonography in Dogs with Pituitary-Dependent Hyperadrenocorticism Treated with Trilostane. *American Journal of Veterinary Research*. 2002;63(4):506–512. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2002.63.506>
37. Guaguère E, Bensignor E. Alopecias. In: *Terapêutica dermatológica do cão, prefácio de Stephen D. White*. São Paulo: Roca, 2005. P. 273–275.
38. Gupta AK, Talukder M, Venkataraman M, Bamimore MA. Minoxidil: a Comprehensive Review. *The Journal of Dermatological Treatment*. 2022;33(4):1896–1906. <https://doi.org/10.1080/09546634.2021.1945527>
39. Campese VM. Minoxidil: A Review of Its Pharmacological Properties and Therapeutic Use. *Drugs*. 1981;22(4):257–278. <https://doi.org/10.2165/00003495-198122040-00001>
40. Zins GR. The History of the Development of Minoxidil. *Clinics in Dermatology*. 1988;6(4):132–147. [https://doi.org/10.1016/0738-081x\(88\)90078-8](https://doi.org/10.1016/0738-081x(88)90078-8)
41. Olsen EA, Buller TA, Weiner S, Delong ER. Natural History of Androgenetic Alopecia. *Clinical and Experimental Dermatology*. 1990;15(1):34–36. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2230.1990.tb02015.x>
42. Beach RA. Case Series of Oral Minoxidil for Androgenetic and Traction Alopecia: Tolerability & The Five C's Of Oral Therapy. *Dermatologic Therapy*. 2018;31(6):e12707. <https://doi.org/10.1111/dth.12707>
43. Ramos PM, Sinclair RD, Kasprzak M, Miot HA. Minoxidil 1 Mg Oral Versus Minoxidil 5% Topical Solution for the Treatment of Female-Pattern Hair Loss: a Randomized Clinical Trial. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2020;82(1):252–253. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2019.08.060>
44. Jia L, Xiong J, Guo R, Li Y, Jiang H. A Comprehensive Review of Microneedling as a Potential Treatment Option for Androgenetic Alopecia. *Aesthetic Plastic Surgery*. 2022;46(6):2979–2994. <https://doi.org/10.1007/s00266-022-03042-y>
45. Vañó-Galván S, Pirmez R, Hermosa-Gelbard A, Moreno-Arrones ÓM, Saceda-Corralo D, Rodrigues-Barata R, et al. Safety of Low-Dose Oral Minoxidil for Hair Loss: A Multicenter Study of 1404 Patients. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2021;84(6):1644–1651. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2021.02.054>
46. Avram MR, Cole JP, Gandelman M, Haber R, Knudsen R, Leavitt MT, et al. The Potential Role of Minoxidil in the Hair Transplantation Setting. *Dermatologic Surgery*. 2002;28(10):894–900. <http://doi.org/10.1046/j.1524-4725.2002.02068.x>
47. Tosti A, Bardazzi F, De Padova M, Caponeri G, Melino M, Veronesi S. Contact Dermatitis to Minoxidil. *Contact Dermatitis*. 1985;13(4):275–276. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1985.tb02568.x>
48. Friedman ES, Friedman PM, Cohen DE, Washenik K. Allergic Contact Dermatitis to Topical Minoxidil Solution: Etiology and Treatment. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2002;46(2):309–312.
49. Dawber RPR, Rundegren J. Hypertrichosis in Females Applying Minoxidil Topical Solution and in Normal Controls. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. 2003;17(3):271–275.
50. Smirnova OO, Ruppel' VV. Alopetsiya X: Lechit' ili ne Lechit'? *Veterinarnyi Peterburg*. 2022;(5). URL: <https://spbvet.info/zhurnaly/5-2022/alopetsiya-kh-lechit-ili-ne-lechit/> (accessed: 09.09.2023) (In Russ.).
51. Linek MF. What Makes the Hair Grow Back? In: *27th Annual congress of ESVD-ECVD*. Salzburg, Austria; 2015. P. 76–84.
52. Frank LA. Oestrogen Receptor Antagonist and Hair Regrowth in Dogs with Hair Cycle Arrest (Alopecia X). *Veterinary Dermatology*. 2007;18(1):63–66. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2007.00559.x>
53. Rhodes KH. *Dermatologia de Pequenos Animais. Consulta em 5 Minutos*. Cap. 61. Rio de Janeiro: Revinter, 2005. p. 387–393.
54. Frank LA, Watson JB. Treatment of Alopecia X with Medroxyprogesterone Acetate. *Veterinary Dermatology*. 2013;24(6):624–627. <https://doi.org/10.1111/vde.12073>
55. Lucas X. Clinical Use of Deslorelin (GnRH Agonist) in Companion Animals: a Review. *Reproduction in Domestic Animals*. 2014;49(suppl.4):64–71. <https://doi.org/10.1111/rda.12388>
56. Albanese F, Malerba E, Abramo F, Miragliotta V, Fracassi F. Deslorelin for the Treatment of Hair Cycle Arrest in Intact Male Dogs. *Veterinary Dermatology*. 2014;25(6):519–522. <https://doi.org/10.1111/vde.12148>
57. Stoll S, Dietlin C, Nett-Mettler CIS. Microneedling as a Successful Treatment for Alopecia X in Two Pomeranian Siblings. *Veterinary Dermatology*. 2015;26(5):387–390. <https://doi.org/10.1111/vde.12236>
58. Liebl H, Kloth LC. Skin Cell Proliferation Stimulated by Microneedles. *The journal of the American College of Clinical Wound Specialists*. 2012;4(1):2–6. <https://doi.org/10.1016/j.jccw.2012.11.001>
59. Kim YS, Jeong KH, Kim JE, Woo YJ, Kim BJ, Kang H. Repeated Microneedle Stimulation Induces Enhanced Hair Growth in a Murine Model. *Annals of Dermatology*. 2016;28(5):586–592.
60. Shah KB, Shah AN, Solanki RB, Raval RC. A Comparative Study of Microneedling with Platelet-Rich Plasma Plus Topical Minoxidil (5%) and Topical Minoxidil (5%) Alone in Androgenetic Alopecia. *International Journal of Trichology*. 2017;9(1):14–18. https://doi.org/10.4103/ijtr.ijtr_75_16
61. Mao G, Zhang G, Fan W. Platelet-Rich Plasma for Treating Androgenic Alopecia: A Systematic Review. *Aesthetic Plastic Surgery*. 2019;43(5):1326–1336. <https://doi.org/10.1007/s00266-019-01391-9>
62. Saceda-Corralo D, Domínguez-Santas M, Vañó-Galván S, Grimalt R. What's New in Therapy for Male Androgenetic Alopecia? *American Journal of Clinical Dermatology*. 2023;24(1):15–24. <https://doi.org/10.1007/s40257-022-00730-y>

63. Roohaninasa M, Goodarzi A, Ghassemi M, Sadeghzadeh-Bazargan A, Behrangi E, Najar Nobari N. Systematic review of platelet-rich plasma in treating alopecia: Focusing on efficacy, safety, and therapeutic durability. *Dermatologic Therapy*. 2021;34(2):e14768. <https://doi.org/10.1111/dth.14768>
64. Shalygina OA. Causes of Alopecia in Dogs with a Double Coat Type. In: *Proceedings of the III d International Science and Practical Conference “Development of Modern Technology: Theoretical and Practical Aspects”*. Petrozavodsk: Novaya Nauka Publ.; 2023. P. 192–196. (In Russ.).
65. Gross TL, Ihrke PJ, Walder EJ, Affolter VK. *Skin disease of the dog and cat. Clinical and histopathologic diagnosis*. 2nd Edition. Oxford: Blackwell Science; 2005. 944 p.
66. Rosser EJ. Castration Responsive Dermatitis in the Dog. In: *Advances in Veterinary Dermatology Vol. 1*. Von Tschanner C and Halliwell REW (eds.). London: Bailliere Tindall; 1990. Cap. 1, P.34–42.
67. Zhang YV, Cheong J, Ciapurin N, McDermit DJ, Tumber T. Distinct Self-Renewal and Differentiation Phases in the Niche of Infrequently Dividing Hair Follicle Stem Cells. *Cell Stem Cell*. 2009;5(3):267–278. <https://doi.org/10.1016/j.stem.2009.06.004>
68. Della Salda L, Bongiovanni L, Massimini M, Romanucci M, Vercelli A, Colosimo A, et al. p 63 Immunoexpression in Hair Follicles of Normal and Alopecia X-Affected Skin of Pomeranian Dogs. *Vet Dermatol*. 2023;(00):1–9. <https://doi.org/10.1111/vde.13195>
69. Tater KC, Gwaltney-Brant S, Wismer T. Topical Minoxidil Exposures and Toxicoses in Dogs and Cats: 211 Cases (2001–2019). *Journal of the American Animal Hospital Association*. 2021;57(5):225–231. <https://doi.org/10.5326/jaaha-ms-7154>
70. Mesfin GM, Robinson FG, Higgins MJ, Zhong W.Z, DuCharme DW. The Pharmacologic Basis of the Cardiovascular Toxicity of Minoxidil in the Dog. *Toxicologic Pathology*. 1995;23(4):498–506. <https://doi.org/10.1177/019262339502300406>

Об авторах:

Кочеткова Анастасия Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-8111-1111), lastik61@yandex.ru

Фомина Анна Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-8111-1111), a_bogun@mail.ru

Гоц Дарья Николаевна, основатель и владелец груминг сети ООО «Грум», Академии груминга с лицензией МОРФ, автор учебника «Энциклопедия груминга», инициатор исследования «Алопеция X», admin@2020205.ru

Татьяна Николаевна Дерезина, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-8111-1111), derezinasovet@mail.ru

Заявленный вклад соавторов:

Кочеткова А.Ю. — формирование основной концепции, цель и задачи исследования, отбор и анализ публикаций в указанных базах данных, подготовка фрагмента текста о применяемых в лечении алопеции X препаратах.

Фомина А.С. — цель и задачи исследования, отбор и анализ публикаций в указанных базах данных, подготовка фрагмента текста о физиологических механизмах возникновения алопеции X.

Гоц Д.Н. — формирование основной концепции, цель и задачи исследования.

Дерезина Т.Н. — доработка текста, корректировка выводов и заключения.

Поступила в редакцию 11.08.2023

Поступила после рецензирования 10.09.2023

Принята к публикации 18.09.2023

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Anastasia Yu. Kochetkova, Cand.Sci (Biology), Associate Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-8111-1111), lastik61@yandex.ru

Anna S. Fomina, Cand.Sci (Biology), Associate Professor of the Biology and General Pathology, Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-8111-1111), a_bogun@mail.ru

Daria N. Gots, founder and owner of the grooming network “Groom” LLC and the Grooming Academy, licensed by the RF Ministry of Education, author of the textbook “Grooming Encyclopaedia”, initiator of the research on alopecia X, admin@2020205.ru

Tatyana N. Derezina, Dr.Sci (Veterinary Medicine), Professor, Head of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ORCID](#), derezinasovet@mail.ru

Claimed contributorship:

AYu Kochetkova: formulating the basic concept, aim and objectives of the research, selection and analysis of publications in the specified databases, preparing the fragment of the text referring to the medical drugs used for alopecia X treatment.

AS Fomina: the aim and objectives of the research, selection and analysis of publications in the specified databases, preparing the fragment of the text referring to the physiological mechanisms of alopecia X.

DN Gots: formulating the main concept, aim and objectives of the research.

TN Derezina: refining the text, correcting the conclusions

Received 11.08.2023

Revised 10.09.2023

Accepted 18.09.2023

Conflict of interest statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.