

УДК: 619+616.314-008.8:636.7
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2026.1.210

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАЗУБНОГО КАМНЯ У СОБАК

Фролов В.В.¹ – д-р биол. наук, проф. каф. болезни животных и ветеринарно-санитарной экспертизы; **Егунова А.В.**¹ – канд. биол. наук, доц. каф. болезни животных и ветеринарно-санитарной экспертизы; **Иванцов В.А.**^{2*} – канд. биол. наук, доц. каф. анатомии и гистологии животных им. профессора А.Ф. Климова; **Фомина Ю.А.**³ – канд. хим. наук, доцент, зав. каф. общей, биоорганической и фармацевтической химии, начальник лаборатории по исследованию и контролю качества лекарственных средств; **Пузанов Д.А.**³ – химик эксперт лаборатории по исследованию и контролю качества лекарственных средств, мл. науч. сотр. лаборатории нанобиотехнологии института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН.

¹ ФГБОУ ВО Вавиловский университет

² ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина

³ ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России

* ivancov@mgavm.ru

Ключевые слова: ветеринарная стоматология, назубный камень, одонтогенные образования, химический состав минерализованных образований на зубах, собаки.

Keywords: veterinary dentistry, odontolith, odontogenic formations, chemical composition of mineralized formations on teeth, dogs.

Поступила: 20.01.2026

Принята к публикации: 05.03.2026

Опубликована онлайн: 01.04.2026



РЕФЕРАТ

В статье представлен химический состав нативного назубного камня у собак. Исследования выполнены на базе кафедры болезней животных и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Вавиловского университета, на базе лаборатории по исследованию и контролю качества лекарственных средств ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России и кафедре анатомии и гистологии животных имени профессора А.Ф. Климова ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина. Объектом для исследования служили собаки (n=300) Материалом для исследования являлся нативный назубный камень, который получали при проведения санации зубочелюстной системы у собак в ветеринарной клинике «Центральная на Московской» (г. Саратов). Применяли лабораторный метод, включающий в себя качественный и количественный химический анализ, который установил разнообразное количество минеральных аккумулятивных образований. Так, максимальных показателей достигал кальций - $384,67 \pm 6,51$ мг/г и углекислый газ - $154,84 \pm 2,56$ мг/г, а минимальных – фосфор - $1,15 \pm 0,02$ мг/г и фторид-ионы - $0,23 \pm 0,04$ мг/г. По нашему мнению, на минеральный состав назубного камня способно влиять множество факторов, такие как особенности кормления и содержания, время нахождения данного образования на поверхности зубов, степень его минерализации, возраст животного, порода и морфологический тип головы. Представленные нами данные могут служить экстраполяционными результатами, благодаря которым можно со-

здать более полную картину химического состава назубного камня у собак, что важно учитывать при санации ротовой полости.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Изучение биогенных взаимосвязей минеральных элементов с микрофлорой ротовой полости, являются одной из фундаментальных задач современной ветеринарной стоматологии [8, 10-15]. К объектам таких исследований относятся биоминералы, образование которых связано с жизнедеятельностью организма [1]. В настоящее время у человека насчитывают порядка 200 биоминералов, содержащихся в назубном камне [2, 3]. Однако таких данных по составу назубного камня у мелких домашних животных в доступной нам литературе не обнаружено [8, 10-15].

В доступных литературных источниках указано, что назубный камень это затвердевший и минерализованный назубный налет [1, 2, 6, 11-13], процесс минерализации которого возникает в результате осаждения неорганических веществ в назубном налете, которые поступают из ротовой жидкости [2, 7, 10, 13]. Многие авторы рассматривают назубный камень, как разновидность защитной антибактериальной реакции внутренней среды полости рта, так как процесс минерализации назубного налета способен создавать неблагоприятные условия для развития патогенной микрофлоры [3, 6, 13].

В ветеринарной стоматологии назубный камень у собак относят к приобретённым одонтогенным образованиям, который формируется в течение всей жизни животных [8, 10-15], и является одним из этапов патоморфогенеза всех адгезивно-кумулятивных конгломератов, возникающих с момента начала процесса минерализации назубного налета [7, 10, 15].

Из доступных литературных источников известно, что процесс патологического развития назубного камня у собак зависит от множества факторов [12, 13, 15]. В первую очередь выделяют породную предрасположенность собак к его формированию [6, 7]. Это карликовые и мелкие породы собак, у которых данная патоло-

гия может регистрироваться в 100 % случаев. Ряд авторов указывают на то, что распространение назубного камня, как и устойчивость к нему, среди карликовых и мелких пород имеет породную зависимость [11-13].

Большую роль отводят особенностям кормления и содержания домашних животных [5, 10-15]. Среди собак, получающих мягкие корма в рационе, с преобладанием каш или хлеба, все назубные образования ускоренно развиваются, а их процесс минерализации усиленно протекает [10]. У животных, не способных к полной механической обработке корма, отмечается на 30-40 % выше распространенность назубного камня.

Породный морфотип головы собак играет определенную роль в развитии многих одонтогенных образований. Так, по мнению Слесаренко Н.А., Иванцова В.А. (2024) у собак с мезоцефалическим типом головы назубный камень встречается значительно чаще, по сравнению с собаками имеющие долихо- или брахицефалический тип головы [8, 15].

Известно, что для формирования назубного камня у человека требуется наличие зубного налета и появление на нем центров кристаллизации. Около 90% массы зубного камня составляют различные минеральные вещества [1, 3, 6]. Среди них наиболее распространены кальций, магний и фосфаты. Около 50% всех кристаллических веществ зубного камня приходится на долю фосфата кальция [2, 7]. Его накопление приводит к образованию слабоминерализованного и плохо адгезивного назубного камня, который можно легко удалить с поверхности коронки зуба. В составе такого камня встречаются также соединения фтора в виде фторапатита и органические фторсодержащие образования. Из органических веществ в зубном камне присутствуют белки, свободные аминокислоты и углеводы [1, 3, 6].

Различают наддесневой и поддесневой назубный камень. Они отличаются по

локализации, химическому составу и по процессу образования. От количества минеральных веществ в назубном камне зависит его цвет. Значительное количество минеральных веществ придает такому камню темный цвет, малое количество – светлый. Чем больше минерализован камень, тем больше в нем магния, селена, свинца и т.д. [2, 10, 12, 14].

В литературе, посвященной медицинской стоматологии, химический состав назубного камня хорошо освещен [1-3, 6-8, 16], в то время как в стоматологии животных не получил должного описания [8, 10-15].

Исходя из вышеизложенного - цель настоящего исследования: представить химический состав нативного назубного камня у собак.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования выполнены на базе кафедры болезней животных и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Вавиловского университета, на базе лаборатории по исследованию и контролю качества лекарственных средств ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России и кафедре анатомии и гистологии животных имени профессора А.Ф. Климова ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина. Объектом для исследования являлись собаки (n=300) Материалом для исследования служил нативный назубный камень (рисунок 1), который был получен при проведении санации зубочелюстной системы у собак в ветеринарной клинике «Центральная на Московской» (г. Саратов). Применяли лабораторный метод, включающий в себя качественный и количественный химический анализ.

Образцы зубного подвергались заморозке при -18°C [16] и перед анализом измельчались в ступке до порошкообразного состояния.

Определение массовой доли влаги проводили с помощью инфракрасного термогравиметрического анализатора влажности SartoriusMA-35 (Германия) (рисунок 2), для этого порошок назубного

камня высушивали при 130°C в течение 15 минут.

Оценку содержания биоорганических веществ проводили по разности масс до и после озоления высушенных образцов назубного камня (грубое определение содержания CO_2), при 900°C в муфельной печи ПМ-12МЗ-1250Т-В (Электроприбор, Россия) [16].

Полученный остаток после озоления применяли для дальнейшего определения фосфора, фтора, кальция и магния. Золу растворяли в соответствии с модифицированной нами методикой [16]: помещали в мерные колбы вместимостью 10 мл, добавляли 2 мл концентрированной соляной кислоты и выдерживали на ультразвуковой ванне 1,5 часа при 55°C . Полученный раствор в колбе доводили дистиллированной водой до метки, с последующим центрифугированием при 4000 оборотов в течении 10 минут (раствор А).

Определение общего содержания кальция и магния (в виде катионов кальция и магния) проводили титриметрическим методом [9]: 10 мл раствора А помещали в мерную колбу вместимостью 100 мл и доводили до метки дистиллированной водой (раствор Б). К 10 мл раствора Б добавляли 2 мл 1 М раствора NaOH до достижения $\text{pH}\approx 7,0$, добавляли 3 мл аммиачного буферного раствора ($\text{pH} 10,0$) и титровали 0,05 М раствором трилона Б до изменения окраски раствора с фиолетовой на голубую (индикатор - кислотный хром чёрный).

Для определения содержания кальция к 10 мл раствора Б прибавляли 10 мл 1 М раствора NaOH до $\text{pH}\approx 12,0$ и титровали 0,05 М раствором трилона Б до изменения окраски раствора с ярко-фиолетовой на розовую (индикатор – мурексид).

Определение фторид-ионов проводили методом прямой потенциометрии с помощью ионселективного электрода ЭЛИС-131F. Опорный потенциал создавался с применением хлорсеребряного электрода сравнения – Эср-10101-3,5 на лабораторном анализаторе АНИОН-4100 (Инфраспек-Аналит, Россия). 10 мл раствора А помещали в стакан вместимо-

стью 100 мл, добавляли 10% раствор NaOH до $pH \approx 5,0$, 10 мл буферного раствора БРОИС, и разбавляли до 60 мл дистиллированной водой [4].

Приготовление буферного раствора БРОИС: 51,00 г трёхводного ацетата, 29,25 г хлорида и 0,13 г цитрата натрия помещали в мерную колбу вместимостью 500 мл, добавляли 350 мл дистиллированной воды, 7,15 мл ледяной уксусной кислоты, перемешивали и доводили раствор до метки дистиллированной водой.

Определение содержания фторид-ионов проводили по градуировочной прямой, для построения которой использовали серию растворов с концентрацией фторид-ионов в диапазоне 10^{-2} – 10^{-5} моль/л, полученных путем последовательного разведения 0,1 М раствора фторида натрия с добавлением БРОИС (20% по объему).

Определение общего содержания фосфора (в виде ортофосфат-иона) проводили методом спектрофотометрии по общепринятым методикам [5]: 1 мл раствора А помещали в колбу вместимостью 50 мл, добавляли по каплям 30 % раствор NaOH (до $pH=7,0$), 4 мл дистиллированной воды, 2 мл 0,5 М раствора H_2SO_4 , 0,1 г персульфата аммония. Колбу присоединяли к обратному холодильнику и

нагревали на кипящей водяной бане в течение 30 минут. После охлаждения к полученному раствору добавляли 2 мл 1 М раствора NaOH, 0,5 мл смешанного молибденово-кислого реактива (растворы молибдата аммония, хлорида сурьмы, серной концентрированной, винной и сульфаминовой кислот). Выдерживали не менее трех минут, затем прибавляли 0,5 мл раствора аскорбиновой кислоты и перемешивали. В мерную колбу вместимостью 10 мл помещали 2,5 мл полученного раствора и доводили до метки дистиллированной водой, далее его спектрофотометрировали при 890 нм. Раствор сравнения – холостой образец без добавления испытуемого раствора.



Рисунок 1 – Образцы нативного назубного камня собак

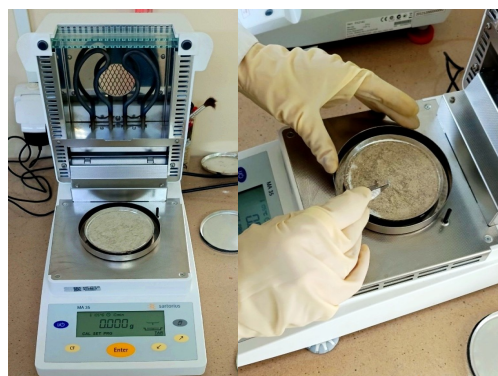


Рисунок 2 – Термогравиметрический анализатор влажности Sartorius MA-35.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Наши результаты химических исследований назубного камня у собак представлены в таблице 1.

Как показывают литературные данные у человека [1-3, 6-8, 16] в назубном камне содержится до 10% воды, 13–25 % органических и 72–82 % неорганических веществ. Перечисленные компоненты постоянно находятся в растворенном состоянии в ротовой жидкости и на поверхности всех органов ротовой полости. Однако, они имеют высокую степень вариабельности, т.к. зависят от локализации на зубах, возраста человека, особенностей питания и т.д. Не исключено, что и у со-

бак имеется схожая картина по химическому составу назубного камня.

Назубный камень у собак имеет постоянный контакт со слюнной жидкостью, что ведет к увеличению влажности. Как показали наши исследования, во взятых пробах назубного камня у различных пород собак, массовая доля влаги составляла $78,15 \pm 2,05$ мг/г.

Известно, что углекислый газ образуется в организме как продукт многих метаболических реакций, а также при дыхании, расщеплении жиров и белков. Назубный налет является местом сосредоточения огромного количества чужеродной микрофлоры. По мере минерализации назубного налета и превращение его в камень, количество микрофлоры снижается, а все продукты их жизнедеятельности аккумулируются в его составе [1-3, 6-8, 16]. По этой причине наличие углекислого газа всегда будет иметь место в нем. Как показали наши исследования уровень углекислого газа в пробах назубного камня собак составлял $154,84 \pm 2,56$ мг/г.

В источниках медицинской литературы указывается о высоком содержании кальция и различных его солей в приобретенных минерализованных образованиях на зубах у человека. Связано это с тем, что сам кальций в больших количествах имеется в ротовой жидкости, пище и крови. Он с легкостью проникает в назубный камень из различных источников, где хорошо аккумулируется. По этой причине содержание кальция составляет 50 и более % от всех минеральных отложений в назубном камне у человека [1-3, 6-8, 16]. По результатам наших исследований, содержания кальция в полученных образцах назубного камня собак составило

$384,67 \pm 6,51$ мг/г, что составляло 38,9%. По нашему мнению, в процентном выражении показатель кальция в изучаемом одонтогенном отложении был ниже по сравнению с таковым показателем у человека.

Известно, что уровень содержания минеральных веществ в назубном камне зависит от степени его минерализации. Так, у человека уровень фосфора в значительно минерализованном назубном камне может составлять до 1/3 от всего химического состава данного образования [1-3, 6-8, 16]. Опираясь на наши полученные данные по химическому составу назубного камня, можно утверждать о его весьма низком содержанию, показатель которого был на уровне $1,15 \pm 0,02$ мг/г, что сильно уступает кальцию.

Помимо уровня кальция и фосфатов в назубном камне мы определяли его и у магния. Из медицинских литературных источников известно, что уровень магния в назубном камне человека имеет зависимость от степени его минерализации, чем более минерализован назубный камень, тем меньше в нем определяется магний [1-3, 6-8, 16]. Содержание магния в полученных нами образцах был на уровне $59,57 \pm 2,62$ мг/г.

Содержание фторид-ионов во всех приобретенных образованиях на зубах у человека имеет значительные колебания. По мнению ряда авторов, это зависит от того что часть фтора связана с другими минеральными веществами, и лишь небольшое его количество находится в ионной форме [1-3, 6-8, 16]. Как показали наши исследования, у собак уровень фторид-ионов в пробах назубного камня составлял $0,23 \pm 0,04$ мг/г.

Таблица 1 – Химический состав назубного камня у собак

Определяемые параметры	Результат мг/г (на 1 г зубного камня)
Массовая доля влаги	$78,15 \pm 2,05$
Углекислый газ (CO ₂)	$154,84 \pm 2,56$
Кальций (Ca ²⁺)	$384,67 \pm 6,51$
Фосфор (F ²⁺)	$1,15 \pm 0,02$
Магний (Mg ²⁺)	$59,57 \pm 2,62$
Фторид-ионы	$0,23 \pm 0,04$

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

В имеющихся пробах назубного камня собак содержится разнообразное количество минеральных аккумулятивных образований. Из всех изученных показателей максимальных значений достигали: кальций - $384,67 \pm 6,51$ мг/г и углекислый газ - $154,84 \pm 2,56$ мг/г, а минимальных – фосфор - $1,15 \pm 0,02$ мг/г и фторид-ионы - $0,23 \pm 0,04$ мг/г. Мы считаем, что на минеральный состав назубного камня способно влиять множество факторов, такие как особенности кормления и содержания, время нахождения данного образования на поверхности зубов, степень минерализации, возраст животного, порода и морфологический тип головы. Представленные нами данные могут служить экстраполяционными результатами, благодаря которым можно создать более полную картину химического состава назубного камня у собак, что важно учитывать при санации ротовой полости.

CHEMICAL COMPOSITION OF ODONTOLITH IN DOGS

Frolov V.V.¹ – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Animal Disease and Veterinary Sanitary Expertise; **Egunova A.V.**¹ – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Disease and Veterinary Sanitary Expertise; **Ivantsov V.A.**^{2*} – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Anatomy and Histology of Animals named after Prof. A.F. Klimov; **Fomina Yu.A.**³ – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of General, Bioorganic and Pharmaceutical Chemistry, Head of the Laboratory for Research and Quality Control of Medicines; **Puzanov D.A.**³ – Chemist, Expert of the Laboratory for Research and Quality Control of Medicines, Junior Researcher of the Laboratory of Nanobiotechnology of the Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms of the Russian Academy of Sciences.

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering by N.I. Vav-

ilov

²Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K. I. Skryabin

³Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky

* ivancov@mgavm.ru

ABSTRACT

The article presents the chemical composition of native dental calculus in dogs. The study was carried out on the basis of the Department of Animal Diseases and Veterinary and Sanitary Examination of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Vavilov University and Quality Control of Medicines of the Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky of the Ministry of Health of the Russian Federation and the Department of Anatomy and Histology of Animals named after Prof. A.F. Klimov, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K.I. Skryabin. The object of the study was dogs (n=300). The material for the study was a native dental stone, which was obtained during the rehabilitation of the maxillary system in dogs at the Tsentralnaya na Moskovskaya veterinary clinic (Saratov). A laboratory method was used, which includes qualitative and quantitative chemical analysis, which established a diverse number of mineral accumulative formations. Thus, the maximum values were reached by calcium - 384.67 ± 6.51 mg/g and carbon dioxide - 154.84 ± 2.56 mg/g, and the minimum values were phosphorus - 1.15 ± 0.02 mg/g and fluoride ions - 0.23 ± 0.04 mg/g. In our opinion, the mineral composition of the dental calculus can be influenced by many factors, such as the characteristics of feeding and maintenance, the time of residence of this formation on the surface of the teeth, the degree of its mineralization, the age of the animal, the breed and morphological type of the head. The data presented by us can serve as extrapolation results, thanks to which it is possible to create a more complete picture of the chemical composition of dental calculus in

dogs, which is important to take into account when rehabilitating the oral cavity.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Биохимия полости рта: Учебное пособие/ О.В. Островский, В.А. Храмов, Т.А. Попова; под ред. проф. О. В. Островского. – Волгоград: Изд-во ВолГМУ, 2010. – 184 с.
2. Брещенко Е.Е. Биохимия полости рта, ротовой и десневой жидкостей: учебно-методическое пособие / Е.Е. Брещенко, И.М. Быков // – Краснодар, 2018. – 63 с.
3. Голованова О.А. Минеральный и элементный состав зубного камня жителей Омского региона/ О.А. Голованова, Л.В. Бельская, Р.В. Казанцева// Вестник СПбГУ. – 2006. – №1. – С. 90–93.
4. Количественный химический анализ почв. Методика измерений массовой доли водорастворимых форм фторидов в пробах почв методом потенциометрии ФР.1.31.2017.27474. – 2017. – 19 с.
5. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций ортофосфатов, полифосфатов и фосфора общего в питьевых, природных и сточных водах фотометрическим методом, ПНД Ф 14.1:2.4.248-07. – 2007. – 18 с.
6. Микаелян Н.П. Биохимия твердых тканей полости рта в норме и при патологии. Учебное пособие предназначено для самостоятельной работы студентов по специальности «Стоматология» / Н.П. Микаелян, О.С. Комаров// ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И.Пирогова Минздрава России. – М.: Издательство – 2019. – 71 с.
7. Пальчик Н.А. Сравнительный кристаллохимический анализ некоторых биогенных минералов и их природных аналогов / Н.А. Пальчик и др.// Сыктывкар. – Минералогия и жизнь. – 2000. – № 3. – С. 112–114.
8. Слесаренко Н.А. Клиническая анатомия зубного органа собаки, учебное пособие / Н.А. Слесаренко, В.А. Иванцов// 2-ое издание, дополненное. М: ООО «Академия Принт». – 2024 – 122 с.
9. Суханкина Н.В. Аналитическая химия. Количественный химический анализ:

практикум / Н.В. Суханкина, А.Л. Козлова-Козыревская // Минск БГПУ. – 2017. – 96 с.

10. Фролов В.В. Снижение сжатия челюстей у собак как один из факторов образования одонтогенных отложений/ В.В. Фролов // Актуальные проблемы ветеринарии в современных условиях. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию ГНУ краснодарского НИВИ 2006г. – Краснодар: Изд-во Символика, 2006. – С. 318–319.
 11. Фролов В.В. Мониторинг возрастных особенностей развития оральных заболеваний у собак в Саратове/ В.В. Фролов // Ветеринарная медицина домашних животных: Сб. ст. Вып. 3. Казань, 2006. – С. 130–131.
 12. Фролов В.В. Породная предрасположенность собак к одонтогенным образованиям/ В.В. Фролов // Вестник СГАУ им. Н.И. Вавилова. – 2007. – № 1 (2). – С. 81–83.
 13. Фролов В.В. Морфологические изменения тканей зубочелюстного аппарата собак при хронических одонтогенных болезнях/ В.В. Фролов // Ветеринарная медицина. Современные проблемы и перспективы развития. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. Саратов: «Научная книга». – 2008. – С. 424–427.
 14. Фролов В.В. Минерализующая функция ротовой жидкости у собак /В.В. Фролов, А.В. Егунова// Российский ветеринарный журнал – 2019. – № 4. – С. 9–12.
 15. Фролов В.В. Клинико-морфологическая характеристика зубного органа собак при одонтогенных образованиях / В.В. Фролов, А.В. Егунова, В.А. Иванцов // Международный вестник ветеринарии. - 2025. - № 3. - С. 331-339.
 16. Little M.F. Dental Calculus Composition. Supragingival Calculus: Ash, Calcium, Phosphorus, Sodium, and Density / M.F. Little, C.A. Casciani, J. Rowley // Journal of Dental Research. – 1963 - 42(1). – P. 78–86.
- #### REFERENCES
1. Biochemistry of the Oral Cavity: A Text-

- book / O. V. Ostrovsky, V. A. Khramov, T. A. Popova; edited by prof. O. V. Ostrovsky. - Volgograd: VolGMU Publishing House, 2010. - 184 p.
2. Breshchenko E. E. Biochemistry of the Oral Cavity, Oral and Gingival Fluids: A Textbook / E. E. Breshchenko, I. M. Bykov // - Krasnodar, 2018. - 63 p.
3. Golovanova O. A. Mineral and Elemental Composition of Dental Calculus in Residents of the Omsk Region / O. A. Golovanova, L. V. Belskaya, R. V. Kazantseva // Bulletin of St. Petersburg State University. - 2006. - No. 1. - P. 90-93.
4. Quantitative chemical analysis of soils. Methodology for measuring the mass fraction of water-soluble fluoride forms in soil samples using the potentiometry method, FR.1.31.2017.27474. - 2017. - 19 p.
5. Quantitative chemical analysis of waters. Methodology for measuring the mass concentrations of orthophosphates, polyphosphates, and total phosphorus in drinking, natural, and wastewater using the photometric method, PND F 14.1:2:4.248-07. - 2007. - 18 p.
6. Mikaelyan, N.P. Biochemistry of hard tissues of the oral cavity in health and disease. The textbook is intended for independent work of students majoring in Dentistry / N.P. Mikaelyan, O.S. Komarov // FSBEI HE Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. - M.: Izdatelstvo - 2019. - 71 p.
7. Palchik N.A. Comparative crystallochemical analysis of some biogenic minerals and their natural analogues / N.A. Palchik et al. // Syktyvkar. - Mineralogy and Life. - 2000. - No. 3. - Pp. 112-114.
8. Slesarenko N.A. Clinical anatomy of the dental organ of the dog, a study guide / N.A. Slesarenko, V.A. Ivantsov // 2nd edition, supplemented. M: OOO "Akademiya Print". - 2024 - 122 p.
9. Sukhankina N.V. Analytical chemistry. Quantitative chemical analysis: workshop / N.V. Sukhankina, A.L. Kozlova-Kozyrevskaya // Minsk BSPU. - 2017. - 96 p.
10. Frolov V.V. Decreased jaw compression in dogs as one of the factors in the formation of odontogenic deposits / V.V. Frolov // Actual problems of veterinary medicine in modern conditions. Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 60th anniversary of the State Scientific Institution Krasnodar Research Institute of Veterinary Medicine, 2006. - Krasnodar: Symbolika Publishing House, 2006. - Pp. 318-319.
11. Frolov V.V. Monitoring age-related features of the development of oral diseases in dogs in Saratov / V.V. Frolov // Veterinary medicine of domestic animals: Coll. articles. Issue 3. Kazan, 2006. - Pp. 130-131.
12. Frolov V.V. Breed predisposition of dogs to odontogenic formations / V.V. Frolov // Bulletin of the Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. - 2007. - No. 1 (2). - P. 81-83.
13. Frolov V.V. Morphological changes in the tissues of the dental apparatus of dogs with chronic odontogenic diseases / V.V. Frolov // Veterinary medicine. Modern problems and development prospects. Proceedings of the VIII All-Russian scientific and practical conference. Saratov: "Scientific book". - 2008. - P. 424-427.
14. Frolov V.V. Mineralizing function of oral fluid in dogs / V.V. Frolov, A.V. Egunova // Russian Veterinary Journal - 2019. - No. 4. - P. 9-12.
15. Frolov V.V. Clinical and morphological characteristics of the dental organ of dogs with odontogenic formations / V.V. Frolov, A.V. Egunova, V.A. Ivantsov // International Bulletin of Veterinary Medicine. - 2025. - No. 3. - P. 331-339.
16. Little M.F. Dental Calculus Composition. Supragingival Calculus: Ash, Calcium, Phosphorus, Sodium, and Density / M.F. Little, C.A. Casciani, J. Rowley // Journal of Dental Research. - 1963 - 42(1). - P. 78-86.