

Научная статья
УДК 619:616.995
doi: 10.48612/vch/p4xk-mu3a-bkrt

МОЧЕКАМЕННАЯ БОЛЕЗНЬ У КОШЕК: МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УРОЛИТОВ И ФАКТОРЫ РИСКА

Жаафар Мохамад Али¹⁾, Николай Александрович Пудовкин^{1,2)}, Петр Владимирович Смутнев²⁾

¹⁾Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева
414056, г. Астрахань, Российская Федерация

²⁾Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова
410012, г. Саратов, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению возрастных, гендерных и минералогических особенностей мочекаменной болезни у кошек, а также взаимосвязи состава уролитов с их локализацией и бактериальной контаминацией. Исследование представляет комплексный анализ 1368 случаев мочекаменной болезни у кошек, проведенный с целью установления эпидемиологических, минералогических и микробиологических характеристик уролитов. Результаты выявили доминирование струвитных (43,6 %) и оксалатно-кальциевых (39,2 %) конкрементов, в то время как ураты составили 17,2 % случаев. Установлена выраженная возрастная динамика: струвиты преобладали у молодых животных (до 7 лет), тогда как с возрастом значительно увеличивалась частота оксалатно-кальциевых уролитов. Выявлены гендерные различия – коты чаще страдали струвитным и оксалатным уролитиазом, тогда как уратные конкременты статистически значимо преобладали у кошек. Минералогический анализ показал гетерогенность состава: 43,2 % оксалатных уролитов содержали смесь моногидратной и дигидратной форм, а 53,0 % уратных конкрементов представляли смешанные формы. Установлена четкая зависимость локализации уролитов от их состава: струвиты преимущественно обнаруживались в нижних отделах мочевыводящих путей (97,8 %), тогда как оксалаты кальция и ураты значительно чаще ассоциировались с поражением почек и мочеточников. Микробиологический анализ показал, что только 8,4 % уролитов были ассоциированы с бактериальной инфекцией, причем струвитные конкременты статистически значимо чаще давали положительные результаты культурального исследования. Среди идентифицированных микроорганизмов доминировали *Staphylococcus spp.* (44,8 %), *Enterococcus spp.* и *Escherichia coli* (по 27,6 %). Полученные данные подчеркивают необходимость дифференцированного подхода к диагностике и лечению мочекаменной болезни у кошек с учетом выявленных закономерностей.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь, кошки, уролиты, струвиты, оксалаты кальция, ураты, возрастная динамика, гендерная предрасположенность, локализация уролитов, бактериальная контаминация, минералогический состав.

Для цитирования: Мохамад Али Ж., Пудовкин Н. А., Смутнев П. В. Мочекаменная болезнь у кошек: минералогическая характеристика уролитов и факторы риска // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. . 2026 №1(36). С. 66-71.

doi: 10.48612/vch/p4xk-mu3a-bkrt

Original article

UROLITHIASIS IN CATS: MINERALOGICAL CHARACTERISTICS OF UROLITHES AND RISK FACTORS

Jaafar M. Ali¹⁾, Nikolay A. Pudovkin^{1,2)}, Petr V. Smutnev²⁾

¹⁾Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev
414056, Astrakhan, Russian Federation

²⁾Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov
410012, Saratov, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of a study of age, gender, and mineralogical characteristics of urolithiasis in cats, as well as the relationship between the composition of uroliths, their localization, and bacterial contamination. The study is a comprehensive analysis of 1,368 cases of urolithiasis in cats, conducted to establish the epidemiological, mineralogical, and microbiological characteristics of uroliths. The results revealed the dominance of struvite (43.6 %) and calcium oxalate (39.2 %) stones, while urates accounted for 17.2 % of cases. Significant age-related dynamics were established: struvites predominated in young animals (up to 7 years old), while the frequency of calcium oxalate uroliths significantly increased with age. Gender differences were revealed: male cats more often suffered from struvite and oxalate urolithiasis, while urate stones statistically significantly predominated in female cats. Mineralogical analysis revealed heterogeneity in composition: 43.2 % of oxalate uroliths contained a mixture of monohydrate and dihydrate forms, while 53.0 % of urate stones represented mixed forms. A clear dependence of urolith localization on their composition was established: struvites were predominantly found in the lower urinary tract (97.8 %), while calcium oxalates and urates were significantly more often associated with kidney and ureteral lesions. Microbiological analysis showed

that only 8.4 % of uroliths were associated with bacterial infection, with struvite stones statistically significantly more often yielding positive culture results. The predominant microorganisms identified were *Staphylococcus spp.* (44.8 %), *Enterococcus spp.*, and *Escherichia coli* (27.6 % each). The obtained data highlight the need for a differentiated approach to the diagnosis and treatment of urolithiasis in cats, taking into account the identified patterns.

Keywords: urolithiasis, cats, uroliths, struvites, calcium oxalates, urates, age dynamics, gender predisposition, urolith localization, bacterial contamination, mineralogical composition.

For citation: Mohamad Ali J., Pudovkin N. A., Smutnev P. V. Urolithiasis in cats: mineralogical characteristics of uroliths and risk factors // Vestnik Chuvash State Agrarian University. 2026 No. 1(36). Pp. 66-71.

doi: 10.48612/vch/p4xk-mu3a-bkrt

Введение.

Мочекаменная болезнь кошек (уролитиаз) – это отдельная нозологическая форма среди обменных заболеваний, приводящая к формированию в почечных канальцах, почечной лоханке и мочевом пузыре уrolитов – патологических конкрементов [1]. К ведущим факторам в образовании мочевых камней, в первую очередь, относят особенности питания. Кошки – это хищные животные и их рацион содержит большое количество белка животного происхождения, что приводит к образованию кислой среды мочи, которая является благоприятной средой для образования солей и уrolитов. Несбалансированность рациона по минеральному составу вызывает изменение кислотно-щелочного равновесия в организме, нарушает обмен азота, углеводов, электролитов и воды. Возрастает экскреция почками азота, кальция, фосфора, кремния, магния, натрия, калия, хлора и серы, а выделение воды при этом снижается, в результате чего концентрация солей в моче возрастает [1, 2]. Камни размером от 1 мм до нескольких сантиметров могут обнаруживаться в любом отделе мочевой системы, как правило, в чашечно-лоханочной системе почки, мигрируют в мочеточник и мочевой пузырь, во время мочеиспускания выводятся из организма. Точное определение типа неорганических соединений, формирующих уrolиты, имеет важное диагностическое значение для выяснения вопросов патогенеза камнеобразования, позволяет обосновать патогенетическое консервативное лечение уrolитиаза и провести эффективную профилактику рецидивного камнеобразования. Выявление минерального состава и структурных особенностей патогенной минерализации в организме дает дополнительные сведения об этиологии и патогенезе заболевания [7].

Целью работы явилось изучение возрастных, гендерных и минералогических особенностей мочекаменной болезни у кошек, а также взаимосвязи состава уrolитов с их локализацией и бактериальной контаминацией.

Материалы и методы.

Исследование проводилось в 2024 – 2025 гг. на базе Астраханского государственного университета имени В. Н. Гатищева и ветеринарной клиники «А-Вет» (г. Астрахань).

Для определения минерального состава уrolитов применяли комплексный аналитический подход. Каждый визуально дифференцируемый слой конкрементов подвергался последовательному анализу с использованием поляризационной световой микроскопии с масляной иммерсией и инфракрасной спектроскопии в соответствии с ранее описанной методикой. В спор-

ных случаях дополнительно применялись рентгеноструктурный анализ и высокоэффективная жидкостная хроматография.

Количественная оценка минерального состава проводилась путем расчета среднего арифметического по результатам микроскопического исследования 5–10 препаратов с каждого слоя уrolита. Содержание отдельных минеральных компонентов варьировало в диапазоне от 1 % до 100 %. Для обеспечения стандартизации протокола описания в условиях неоднородной слоистой структуры конкрементов было принято методическое решение учитывать все минералы, присутствующие в уrolите в любой пропорции. В связи с этим общее количество идентифицированных минеральных компонентов превышает число исследованных уrolитов.

В рамках исследования оксалаты кальция рассматривались в трех вариантах: моногидрат, дигидрат или их смесь, а ураты включали все соли мочевой кислоты. Локализация конкрементов классифицировалась следующим образом: к верхним мочевым путям относили почки и мочеточники, к нижним – мочевой пузырь и уретру. Конкременты, выделенные естественным путем, анализировались отдельной категорией. Следует отметить, что при множественной локализации уrolитов у одного животного общее количество локализаций превышает количество конкрементов.

Бактериологическое исследование выполнялось по стандартизированному протоколу, включающему: четырехкратное промывание стерильным физиологическим раствором; механическое вскрытие конкремента стерильным инструментом; забор материала из центральной части уrolита; приготовление суспензии с последующим культивированием на аэробные бактерии.



Рис. 1. Распределение типов уrolитов у кошек (n = 1368)

Fig. 1. Distribution of urolith types in cats (n = 1368)

Анализ 1368 случаев мочекаменной болезни у кошек выявил следующее распределение типов уrolитов: струвиты диагностированы в 596 случаях (43,6 %), ок-

салаты кальция (СаОх) – в 536 случаях (39,2 %), ураты – в 236 случаях (17,2 %). Таким образом, струвитные и оксалатные конкременты являются преобладающими формами уролитов в исследуемой популяции.

Детальный анализ оксалатных уролитов показал неоднородность их кристаллографического состава. Более половины случаев (52,9 %) были представлены исключительно моногидратной формой оксалата кальция (вевелит), тогда как дигидратная форма (ведделит) встречалась в чистом виде значительно реже (3,9 %). Наиболее распространенной оказалась смешанная форма, содержащая обе кристаллографические модификации, которая была диагностирована в 43,2 % случаев оксалатных уролитов.

Исследование уратных конкрементов выявило, что почти половина из них (47,0 %) состояла исключительно из уратов. Среди смешанных уратных уролитов (53,0 %) наиболее частыми минеральными компо-

нентами оказались струвиты (42,4 %) и оксалаты кальция (12,0 %). Реже встречались апатит (6,4 %), соединения кремния (5,6 %) и минерализованные гематомы (4,8 %). Прочие минеральные включения были обнаружены в 28,8 % случаев смешанных уратных конкрементов.

Гендерный анализ распределения типов уролитов показал существенные различия. Среди оксалатных конкрементов преобладали образцы от животных мужского пола (56,4 % против 43,7 % у самок). Аналогичная тенденция наблюдалась для струвитных уролитов, где доля самцов составила 62,8 % против 37,2 % у самок. Напротив, уратные конкременты статистически значимо чаще диагностировались у кошек женского пола (66,1 % против 33,9 % у самцов), что указывает на выраженную половую предрасположенность для данного типа уролитов.

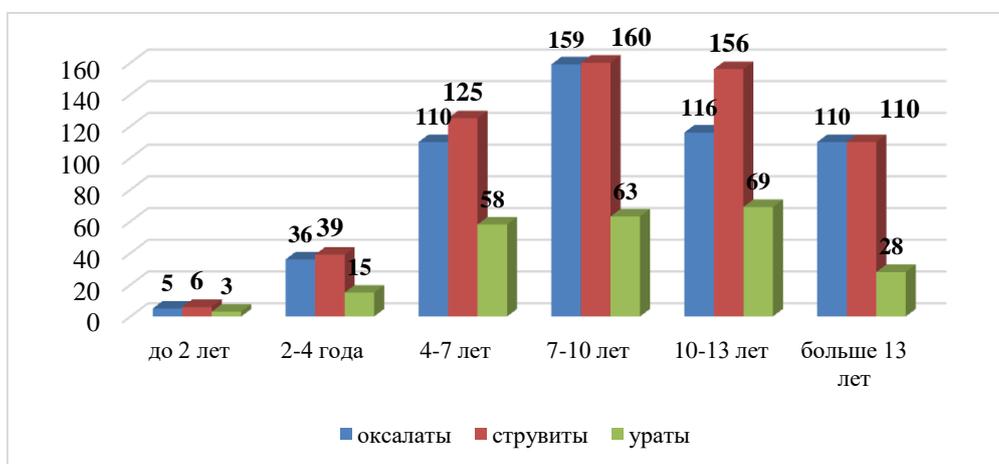


Рис. 2. Распределение случаев мочекаменной болезни у кошек в зависимости от типа уролита и возрастной группы ($n = 1368$)

Fig. 2. Distribution of urolithiasis cases in cats by urolith type and age group ($n = 1368$)

Общий анализ популяции показал, что струвиты составляют 43,6 % (596 случаев) всех диагностированных конкрементов, оксалаты кальция – 39,2 % (536 случаев), а ураты – 17,2 % (236 случаев). Таким образом, струвиты и оксалаты являются доминирующими типами уролитов в общей популяции кошек.

Возрастная динамика распределения типов конкрементов демонстрирует выраженные закономерности. В группе кошек до 2 лет струвиты составляют 43 % случаев, оксалаты – 36 %, ураты – 21 %. Аналогичное соотношение сохраняется в возрастных группах 2–4 года (43 %, 40 %, 17 % соответственно) и 4–7 лет (43 %, 38 %, 20 %). В возрастной группе 7–10 лет наблюдается выравнивание частоты встречаемости струвитов и оксалатов (по 42 %), при этом ураты составляют 16% случаев. В группе 10–13 лет вновь отмечается преобладание струвитов (46 %) над оксалатами (34 %) и уратами (20 %). В самой старшей возрастной группе (старше 13 лет) частота оксалатов и струвитов сравнивается (по 44 %), а доля уратов снижается до 11 %.

Полученные данные согласуются с современными представлениями о патогенезе различных типов моче-

вых камней у кошек [4]. Преобладание струвитных конкрементов у молодых животных (до 7 лет) может быть связано с более высокой частотой инфекций мочевыводящих путей в этой возрастной группе, а также с особенностями диетического питания, способствующими поддержанию щелочного pH мочи [5].

Возрастное увеличение доли оксалатов кальция, становящихся конкурентоспособными со струвитами у животных старше 7 лет, объясняется несколькими факторами. Во-первых, с возрастом увеличивается распространенность хронической болезни почек (ХБП), которая сопровождается нарушением кальциевого обмена и повышенной экскрецией кальция с мочой. Во-вторых, метаболические изменения у стареющих животных предрасполагает к формированию кислой среды мочи, что является благоприятным условием для кристаллизации оксалатов кальция.

Относительно стабильная, но значительно меньшая по сравнению с другими типами конкрементов, частота уратов в большинстве возрастных групп (17–21 %) свидетельствует о том, что их образование в меньшей степени зависит от возрастных метаболических изменений и в большей степени связано с инди-

видуальными особенностями, такими как породная шунтов.
предрасположенность или наличие портосистемных

Таблица 1. Локализация уrolитов в мочевыводящих путях у кошек в зависимости от их минерального состава
Table 1. Localization of uroliths in the urinary tract of cats depending on their mineral composition

Тип уrolита	Верхние мочевые пути (%)	Нижние мочевые пути (%)	Другое (%)
Оксалат кальция	51/536 (9,5 %)	462/536 (86,2 %)	23/536 (4,3 %)
Струвит	6/596 (1 %)	583/596 (97,8 %)	7/596 (1,2 %)
Ураты	4/236 (1,7 %)	229/236 (97,0 %)	3/236 (1,3 %)
Апатит	2/15 (13,3 %)	10/15 (66,7 %)	3/15 (20,0 %)
Кремний	1/13 (7,7 %)	7/13 (53,8 %)	5/13 (38,5 %)
Высохшая затвердевшая кровь	1/11 (9,1 %)	8/11 (72,7 %)	2/11 (18,2 %)

Анализ локализации уrolитов в мочевыводящих путях кошек выявил четкие закономерности, ассоциированные с минералогическим составом конкрементов. Полученные данные демонстрируют статистически значимую неоднородность в распределении различных типов уrolитов между верхними (почки, мочеточники) и нижними (мочевой пузырь, уретра) отделами мочевыводящей системы.

Струвитные уrolиты проявляют выраженную тропность к нижним мочевыводящим путям. Подавляющее большинство струвитных конкрементов (97,8 %) были локализованы в мочевом пузыре и уретре, в то время как на верхние отделы приходилось лишь 1,0 % случаев. Данное распределение согласуется с общепринятым представлением о струвитах как о конкрементах, преимущественно формирующихся в мочевом пузыре, часто на фоне инфекции мочевых путей или специфического диетического рациона [3, 6].

Оксалатно-кальциевые уrolиты, оставаясь преимущественно конкрементами нижних мочевыводящих путей (86,2 %), демонстрируют статистически значимо более высокую частоту локализации в почках и мочеточниках (9,5 %) по сравнению со струвитами. Это указывает на существенно больший риск нефролитиаза при оксалатном типе уrolитиаза. Повышенная частота почечной локализации может быть связана с метаболической природой оксалатных камней, формирующихся в условиях перенасыщения мочи кальцием и оксалатами, что в равной степени актуально для канальцевой системы почек и мочевого пузыря.

Уратные конкременты в исследованной выборке, несмотря на ее небольшой объем ($n = 15$), показали наиболее высокую относительную частоту поражения верхних отделов (13,3 %) среди основных типов уrolитов. Это позволяет предположить, что ураты, возможно, обладают повышенным нефротоксическим потенциалом или формируются в результате специфических метаболических нарушений, первично затрагивающих почечную паренхиму.

Среди второстепенных компонентов уrolитов апатит отличался наибольшей долей случаев с нестандартной или сочетанной локализацией (38,5 %), что, вероятно, отражает его роль в качестве частого компонента смешанных конкрементов. Конкременты на основе высохшей затвердевшей крови были практически исключительно связаны с нижними мочевыводящими путями (97,0 %), что патогенетически объ-

ясняется их образованием в результате кровоизлияний в просвет мочевого пузыря.

Из общего числа исследованных образцов конкрементов положительный результат аэробного бактериологического исследования был получен в 8,4 % случаев (29 из 345 протестированных уrolитов). Доминирующими микроорганизмами, выделенными при культивировании, стали представители рода *Staphylococcus* (44,8 % всех положительных культур), за которыми следовали *Enterococcus spp.* и *Escherichia coli* (по 27,6 % каждый).

Статистический анализ продемонстрировал достоверную связь между минералогическим составом конкрементов и результатами бактериологического исследования. Уrolиты струвитного состава статистически значимо чаще ассоциировались с положительными результатами культурального исследования по сравнению с конкрементами иного минералогического состава.

Детальный анализ микрофлоры, ассоциированной со струвитными уrolитами ($n = 13$), выявил, что более половины случаев (53,8 %) были обусловлены бактериями рода *Staphylococcus*. Кроме того, была обнаружена уреазопродуцирующая микрофлора, играющая ключевую роль в патогенезе струвитного уrolитиаза: *Corynebacterium urealyticum* (15,4 % случаев) и *Proteus spp.* (7,7 % случаев). Выявление данных микроорганизмов подтверждает их значимость в процессе струвитообразования за счет алкализации мочи в результате ферментативной активности.

Заключение.

Мочекаменная болезнь у кошек представляет собой гетерогенную патологию с четко выраженными закономерностями. Структура уrolитиаза характеризуется доминированием струвитных (43,6 %) и оксалатно-кальциевых (39,2 %) конкрементов, тогда как ураты составляют меньшую долю случаев (17,2 %). Выявлена выраженная возрастная динамика в распределении типов уrolитов. Струвиты преобладают у молодых животных (до 7 лет), в то время как с возрастом значительно увеличивается частота оксалатно-кальциевых конкрементов, что, вероятно, связано с развитием метаболических нарушений и хронической болезни почек.

Анализ гендерного распределения выявил значимые различия: коты чаще страдают струвитным и оксалатным уrolитиазом, тогда как уратные конкременты статистически значимо преобладают у кошек. Установлены специфические паттерны локализации

различных типов уролитов: струвиты преимущественно обнаруживаются в нижних отделах мочевыводящих путей (97,8 %), в то время как оксалаты кальция и ураты значимо чаще ассоциированы с поражением почек и мочеточников.

Микробиологический анализ демонстрирует, что только 8,4 % исследованных уролитов ассоциированы с бактериальной инфекцией. При этом струвитные конкременты статистически значимо чаще связаны с положительными результатами бактериологического исследования. Среди идентифицированных микроорганизмов доминируют *Staphylococcus spp.* (44,8 %), *Enterococcus spp.* и *Escherichia coli* (по 27,6 % каж-

дый). Важное значение имеет выявление уреазопродуцирующих бактерий (*Corynebacterium urealyticum*, *Proteus spp.*) в составе струвитных конкрементов, что подтверждает их роль в патогенезе данного типа уролитиаза.

Кристаллографический анализ оксалатно-кальциевых уролитов выявил их гетерогенность: в 43,2 % случаев наблюдается смешанный состав с одновременным присутствием моногидратной и дигидратной форм. Уратные конкременты в 53,0 % случаев представлены смешанными формами, наиболее часто в сочетании со струвитами и оксалатами кальция.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисова, Е. А. Кристаллы в моче у кошек / Е. А. Борисова // В мире научных открытий : материалы VIII Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 14–15 марта 2024 года. – Ульяновск : Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2024. – С. 4431-4434
2. Волостнова, А. А. Влияние содержания хлористого натрия в рационах кошек и собак на возникновение мочекаменной болезни / А. А. Волостнова, С. А. Скоробогатко // Colloquium-Journal. – 2021. – № 21-1(108). – С. 4-6.
3. Зуев, Н. П. Теоретические основы этиологии и факторов риска мочекаменной болезни и защитные механизмы в мочевыводящих путях кошек / Н. П. Зуев, Н. С. Тучков, А. Е. Богомаз // Вестник Вятского ГАТУ. – 2023. – № 1(15).
4. Кирсанова, Т. Д. Результаты терапии мочекаменной болезни кошек / Т. Д. Кирсанова, А. Д. Чабрикова // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3(48). – С. 38-47.
5. Клейменова, К. А. Мочекаменная болезнь кошек / К. А. Клейменова // Научный журнал молодых ученых. – 2021. – № 4(25). – С. 33-37.
6. Общая характеристика уролитиаза струвитного типа у котов / М. А. Богданова, С. Н. Хохлова, А. А. Копьева, Е. М. Зотова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 6(98). – С. 224-229.
7. Складнева, Е. Ю. Химический состав уролитов собак и кошек г. Абакана Республики Хакасия / Е. Ю. Складнева, В. Ю. Чумаков, И. В. Штагер // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 1-2(67). – С. 16-20. – DOI 10.23670/IRJ.2018.67.008.

REFERENCES

1. Borisova, E. A. Kristally v moche u koshek / E. A. Borisova // V mire nauchnykh otkrytii : Materialy VIII Mezhdunarodnoi studencheskoi nauchnoi konferentsii, Ulyanovsk, 14–15 marta 2024 goda. – Ulyanovsk: Ulyanovskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet im. P.A. Stolypina, 2024. – S. 4431-4434.
2. Volostnova, A. A. Vliyanie soderzhaniya khloristogo natriya v ratsionakh koshek i sobak na vzniknovenie mochekamennoi bolezni / A. A. Volostnova, S. A. Skorobogat'ko // Colloquium-Journal. – 2021. – № 21-1(108). – S. 4-6.
3. Zuev, N. P. Teoreticheskie osnovy ehtiologii i faktorov riska mochekamennoi bolezni i zashchitnye mekhanizmy v mochevyvodyashchikh putyakh koshek / N. P. Zuev, N. S. Tuchkov, A. E. Bogomaz // Vestnik Vyatskogo GATU. – 2023. – № 1(15).
4. Kirsanova, T. D. Rezul'taty terapii mochekamennoi bolezni koshek / T. D. Kirsanova, A. D. Chabrikova // Izvestiya Velikolukskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. – 2024. – № 3(48). – S. 38-47.
5. Kleimenova, K. A. Mochekamennaya bolezni' koshek / K. A. Kleimenova // Nauchnyi zhurnal molodykh uchennykh. – 2021. – № 4(25). – S. 33-37.
6. Obshchaya kharakteristika urolitiazia struvitnogo tipa u kotov / M. A. Bogdanova, S. N. Khokhlova, A. A. Kop'eva, E. M. Zotova // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 6(98). – S. 224-229.
7. Skladneva, E. YU. Khimicheskii sostav urolitov sobak i koshek g. Abakana Respubliki Khakasiya / E. YU. Skladneva, V. YU. Chumakov, I. V. Shtager // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. – 2018. – № 1-2(67). – S. 16-20. – DOI 10.23670/IRJ.2018.67.00.

Информация об авторах

1. **Жаафар Мохамед Али**, аспирант кафедры «Ветеринарная медицина», Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, д. 20а, Россия; e-mail: mhmadjaafar63@gmail.com.

2. **Пудовкин Николай Александрович**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Морфология, патология животных и биология», Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, 410012, г. Саратов, пр-т им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, Россия; профессор кафедры «Ветеринарная медицина», Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, д. 20а, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-0665-1130>, e-mail: niko-pudovkin@yandex.ru.

3. **Смутнев Петр Владимирович**, кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры «Микробиология и биотехнология», Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, 410012, г. Саратов, пр-т им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-8393-9336>, e-mail: smutnev-asd@yandex.ru.

Information about the authors

1. **Jaafar Mohamad Ali**, postgraduate student of the Department of Veterinary Medicine, Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev, 414056, Astrakhan, Tatishchev Street, 20a, Russia; e-mail: mhmadjaafar63@gmail.com.

2. **Pudovkin Nikolay Aleksandrovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Morphology, Animal Pathology and Biology, 410012, Saratov, Pyotr Stolypin Ave., 4, Bldg. 3, Russia; Professor, Department of Veterinary Medicine, Astrakhan State University named after V. N. Tatishchev, 414056, Astrakhan, Tatishchev Street, 20a, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-0665-1130>, e-mail: niko-pudovkin@yandex.ru.

3. **Smutnev Petr Vladimirovich**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Microbiology and Biotechnology, 410012, Saratov, Pyotr Stolypin Ave., 4, Bldg. 3, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-8393-9336>, e-mail: smutnev-asd@yandex.ru.

Вклад авторов

Мохамад Али Ж. – определение цели исследования, организация и проведение исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Пудовкин Н. А. – определение цели исследования, научное руководство исследованием, анализ результатов исследования, написание статьи.

Смутнев П. В. – анализ результатов исследования, написание статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Mohamad Ali Zh. – defining the study objective, organizing and conducting the study, analyzing the study results, writing the article.

Pudovkin N. A. – defining the study objective, providing scientific supervision, analyzing the study results, writing the article.

Smutnev P. V. – analyzing the study results, writing the article.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 01.12.2025. Одобрена после рецензирования 20.01.2026. Дата опубликования 31.03.2026.

The article was received by the editorial office on 01.12.2025. Approved after review on 20.01.2026. Date of publication: 31.03.2026.