УДК 619: 616-092: 616.62-003.7

Е.Ю. Складнева

МОРФОЛОГИЯ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОЧЕВЫХ КАМНЕЙ СОБАК И КОШЕК г. ЧЕРНОГОРСКА РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ*

E.Ju. Skladneva

MORPHOLOGY AND CHEMICAL COMPOSITION OF CYSTOUROLITHES OF DOGS AND CATS IN CHERNOGORSK CITY, THE REPUBLIC OF KHAKASSIA

Е.Ю. Складнева – д-р вет. наук, проф. каф. ветеринарной медицины Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан. E-mail: doktorr2006@yandex.ru

Skladneva E.Yu. – Dr. Vet. Sci., Prof., Chair of Veterinary Medicine, N.F. Katanov Khakass State University, Abakan. E-mail: doktorr2006@yandex.ru

С помощью микро- и макроморфологических методик были выявлены количество, вес, размер, цвет, форма и характер поверхности мочевых камней, извлеченных из мочевого пузыря и уретры домашних плотоядных г. Черногорска Республики Хакасия. Было установлено, что мочевые камни у домашних плотоядных отличаются друг от друга по цвету, характеру поверхности, размеру и форме. Мочевые камни самок домашних плотоядных отличаются большими количественными и размерными характеристиками, что связано с анатомическими особенностями уретры. Морфологически все мочевые камни домашних плотоядных г. Черногорска можно подразделить на сферолитовые, друзовидные, сглаженные и комбинированные. Достоверное определение химического состава мочевых камней у домашних плотоядных на основании их морфологических характеристик невозможно. С помощью методов инфракрасной спектрометрии и рентгеновской дифрактометрии были выявлены структурное состояние минералов и их количественное соотношение в уролитах, а также их фазовый состав. Было установлено, что мочевые камни у домашних плотоядных г. Черногорска Республики Хакасия преимущественно представлены струвитом, реже карбонат-гидроксилапатитом различной степени кристалличности. Химический состав и морфологические особенности мочевых камней у домашних плотоядных оказывают влияние на особенности клинических проявлений и должны учитываться при определении риска обтурации мочевыделительных путей и прогноза заболевания. Установление детализированного химического состава мочевых камней у животных имеет важное диагностическое и прогностическое значение, а также несомненно поможет в разработке эффективной терапии и профилактических мероприятий при мочекаменной болезни в регионах.

***Ключевые слова**: уролиты, собаки, кошки, морфологическая структура, химический состав, инфракрасная спектроскопия, рентгеновская дифрактометрия.*

By micro- and macromorphological techniques, the number, weight, size, color, shape, and nature of urinary stones surface extracted from the bladder and urethra of domestic carnivorous in the city of Chernogorsk (Khakas Republic) were defined. It was found that the cystouroliths of domestic carnivorous were different in color, nature of the surface, size and shape. Cystouroliths in females of domestic carnivorous differ in quantitative and dimensional indices, which is probably due to anatomical features. Based on the morphology, all urinary stones of domestic carnivorous in the city of Chernogorsk are divided into sphere shaped, druse shaped, smoothed shaped and combined shaped. Reliable determination of chemical composition of urinary stones in domestic carnivorous on the basis of their morphological characteristics is impossible. Using infrared spectrometry and X-ray diffractometry methods, structural state of minerals and their quantitative ratio in urinary stones and their phase composition were found. It was found out that uri-

**Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства образования и науки Республики Хакасия в рамках научного проекта № 17-44-190265.*

nary stones of domestic carnivorous in the city of Chernogorsk of the Republic of Khakassia were mainly represented by struvite, less often by carbonate-hydroxyapatite with different degrees of crystallinity. Chemical composition and morphological features of urinary stones of domestic carnivores influence the peculiarity of clinical manifestations and must be taken into account when determining the risk of obstruction of the urinary tract and the prognosis of the disease. The establishment of detailed chemical composition of urinary stones in animals has an important diagnostic and prognostic value; and also will surely help in the development of effective therapy and preventive measures for urolithiasis in the regions.

Keywords*: uroliths, dogs, cats, morphological composition, chemical composition, infrared spectroscopy, x-ray diffraction.*

Введение. В настоящее время мочекаменная болезнь имеет широкое распространение, и, по сведениям многочисленных исследователей, является эндемичным заболеванием [1, 2]. В связи с вышеизложенным особую важность приобретают эпидемиологические исследования, проводимые в разных популяциях, страдающих уролитиазом в различных регионах в течение долгого времени, что позволяет установить и проанализировать определенные тенденции в распространенности данного заболевания [3].

По сведениям отечественных и зарубежных ученых, формирование уролитов разного химического состава у животных в разных регионах может быть обусловлено многими факторами, например климатом и особенностями содержания [4], минералогическим составом почв и источников питьевой воды, экологическим неблагополучием региона [5], климатом, возрастом, полом, наследственностью и особенностями метаболизма [6].

Цель исследований. Выявление морфологических особенностей и фазового состава, а также количественных соотношений минералов и их структурного состояния в мочевых камнях у собак и кошек г. Черногорска Республики Хакасия.

Объекты и методы исследований. Материалом исследования служили уролиты, извлеченные из мочевого пузыря и уретры в ходе оперативного вмешательства или вышедшие из организма самопроизвольно у собак (n=12) и кошек (n=16) г. Черногорска Республики Хакасия.

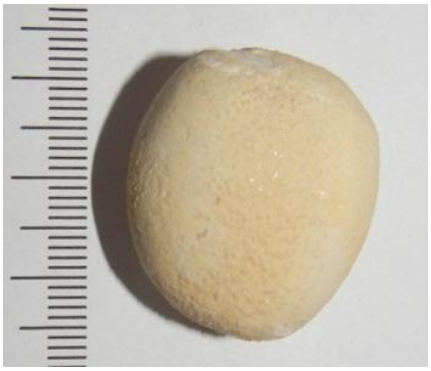
Каждый уролит исследовался комплексно. На первом этапе изучали внешние макроскопические признаки мочевых камней (цвет, форма, размер, вес). Затем определяли характер их поверхности с помощью бинокулярного микроскопа МБС-10.

Для выявления детализированного структурного состояния уролитов применялись рентгенографический анализ и инфракрасная спектрометрия в лаборатории геологии кайнозоя, палеоклиматологии и минералогических индикаторов климата Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (Новосибирск).

Все уролиты классифицировали по преобладающему минеральному компоненту, составляющему более 50 % минеральной основы камня [7].

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе исследований было установлено, что мочевые камни у собак и кошек г. Черногорска имеют различные форму, цвет, размеры, морфологический тип и количественные характеристики.

В большинстве случаев уролиты, извлеченные из мочевого пузыря самок как собак, так и кошек г. Черногорска обладали большими размерами, чем таковые у самцов. По всей видимости, это связано с беспрепятственной возможностью самопроизвольно выходить мелким уролитам самостоятельно, без возникновения выраженной обструкции нижних мочевых путей благодаря анатомически короткой и широкой уретре у женских особей. Самый крупный одиночный конкремент (размером 3,51×2,94× 2,81 см и весом 62,63 г) был обнаружен нами в мочевом пузыре у беспородной самки собаки в возрасте 9 лет (рис. 1).



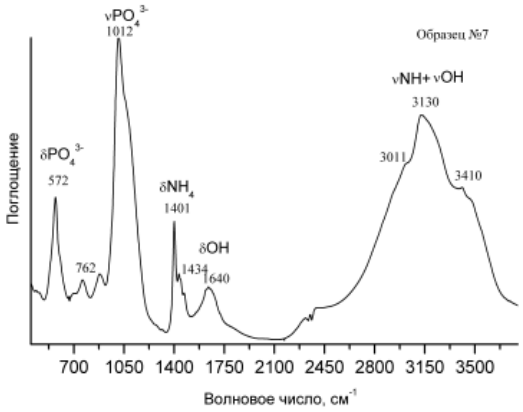


Рис. 1. Одиночный макроцистолит друзовидной морфологии из мочевого пузыря беспородной самки собаки, 9 лет. ИК-спектр представлен струвитом ($MgNH_4PO_4$ $6H_2O$), (основная фаза) с примесью аммониевой ($C_5H_7N_5O_3$) и натриевой ($C_5H_3NaO_3xH_2O$) мочевых кислот, а также гидроксилапатита (Ca_{10} $[(PO_4)(CO_3OH)]_6$ $(OH)_2$)

Самое многочисленное скопление уролитов было обнаружено нами у самки породы йоркширский терьер в возрасте 7 лет. Оно состояло из 317 цистоуролитов размером от 0,05×0,04×0,04 до 1,34×1,29×1,14 см общим весом 125 г (рис. 2).

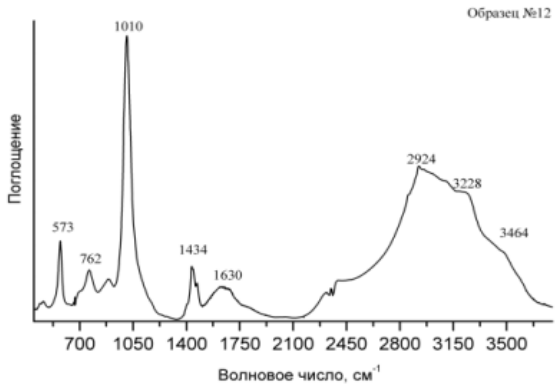


Рис. 2. Множественные цистоуролиты сглаженной морфологии из мочевого пузыря самки собаки породы йоркширский терьер, 7 лет. ИК-спектр уролитов представлен струвитом ($MgNH_4PO_4$ $6H_2O$) с небольшой примесью гидроксилапатита (Ca_{10} $[(PO_4)(CO_3OH)]_6$ $(OH)_2$)

Самцы собак и кошек имеют более продолжительную уретру, резко сужающуюся в половочленной части (особенно в области os penis). Поэтому даже мелкие конкременты зачастую являются причиной обструкции уретры с обусловленной этим фактом яркой симптоматикой и более ранним обращением владельцев животных за ветеринарной помощью. Так, самый мелкий уролит размером 0,02×0,03×0,03 см был извлечен нами из половочленной части уретры беспородного кота в возрасте 3 лет в процессе катетеризации. Самое крупное скопление уролитов мы извлекли из мочевого пузыря самца собаки породы ши-тцу в возрасте 8,5 лет. Оно состояло из 57 уролитов округлой формы размером от 0,03×0,04×0,05 до 1,12×1,10×1,09 см и общим весом 42,34 г (рис. 3).

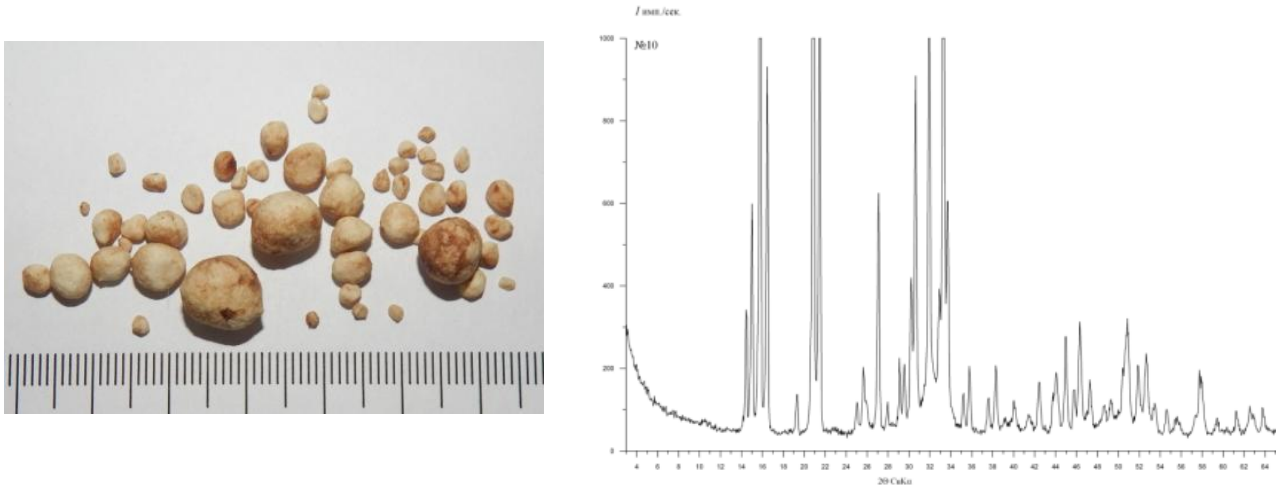


Рис. 3. Множественные уролиты сглаженной морфологии из мочевого пузыря самца собаки породы ши-тцу, 8,5 лет. Согласно рентгенофазовому анализу, основная фаза данных уролитов представлена струвитом ($MgNH_4PO_4$ $6H_2O$) низкой степени кристалличности, присутствуют следы карбонат-гидроксилапатита (Ca_{10} $[(PO_4)(CO_3OH)]_6$ $(OH)_2$)

Самое крупное множественное скопление уролитов у котов было обнаружено в мочевом пузыре у представителя британской короткошерстной породы в возрасте 6 лет. Оно состояло из четырех сформированных уролитов размером от 0,20×0,25×0,25 до 0,64×0,53×0,45 см в диаметре общим весом 4,87 г (рис. 4).

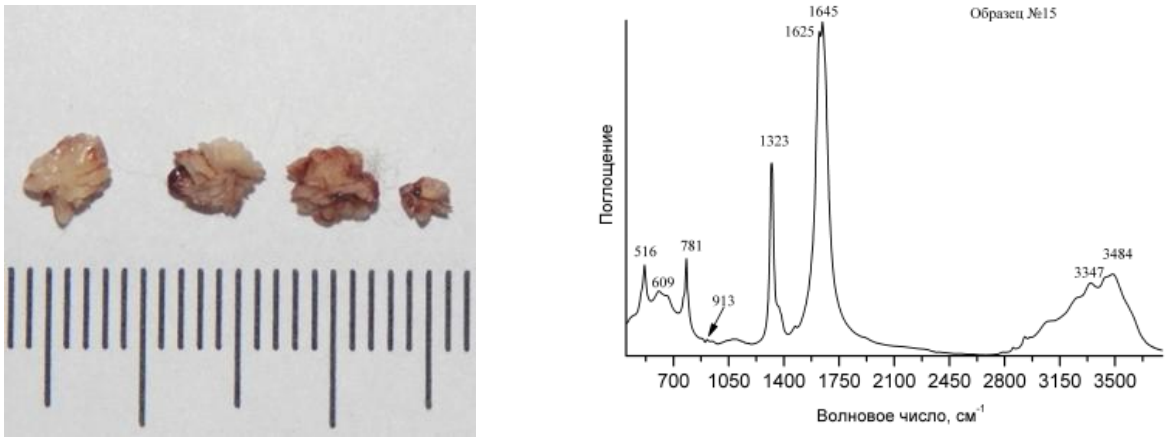
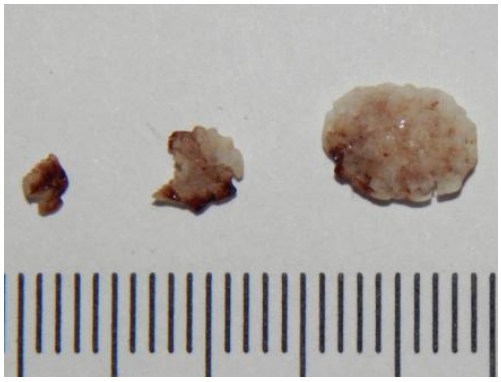


Рис. 4. Множественные уролиты друзовидной морфологии из мочевого пузыря кота британской короткошерстной породы, 6 лет. ИК-спектр мочевого камня представлен смесью оксалатов кальция: ведделлита (CaC_2O_4 $2H_2O$) и вевеллита (CaC_2O_4 H_2O) в соотношении 70 к 30 весовых %

Все выявленные нами уролиты имели разную морфологическую структуру, описываемую в соответствии с классификацией А.К. Полиенко и О.А. Севостьяновой [8]. Так, нами были обнаружены уролиты друзовидной морфологии, поверхность которых была представлена сростками микроскопических кристаллов (рис. 1, 4); сферолитовой – состоят из агрегатов тесно прилегающих друг к другу микросферолитов (рис. 5); комбинированной (друзовидно-сферолитовой) (рис. 6, 7) и сглаженной (рис. 2, 3). Конкременты коралловидной морфологии среди собак и кошек г. Черногорска нами выявлены не были.



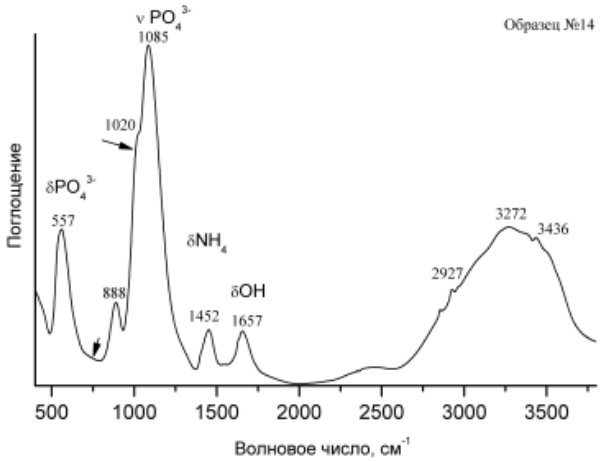


Рис. 5. Множественные цистоуролиты сферолитовой морфологии из мочевого пузыря сибирской кошки, 4 года. ИК-спектр представлен смесью аморфного карбонат-гидроксилапатита (Ca_{10} $[(PO_4)(CO_3OH)]_6$ $(OH)_2$) с малыми примесями мочевых кислот с разными катионами – Na^{+1}. NH_4^{+1}, возможно, K^{+1}

В ходе исследования было установлено, уролиты собак и кошек г. Черногорска имели разнообразную химическую структуру, зачастую не совпадающую с характерными для данных объектов морфологическими признаками, поэтому достоверное определение химического состава уролитов на основании лишь визуального их исследования мы считаем невозможным. Для назначения эффективной терапевтической и метафилактической схем каждый конкремент, извлеченный из органов мочевыделения у животных, должен быть подвергнут тщательному комплексному обследованию, включающему определение его химической структуры.

При анализе химической структуры мочевых камней у собак и кошек г. Черногорска выявили, что большинство из них были представлены струвитом и карбонат-гидроксилапатитом разной степени кристалличности (табл.). Причем на некоторых ренгенограммах апатит не проявляется, но по данным инфракрасной спектроскопии его присутствие обнаруживалось, что, вероятно, связано с его рентгеноаморфностью.

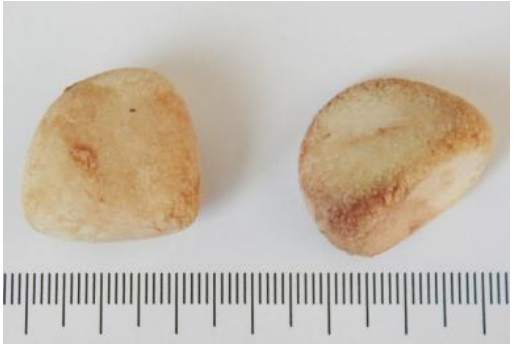
Среди фосфатов наиболее часто, как у собак, так и у кошек, в качестве основного химического компонента выявляли струвит ($MgNH_4PO_4$ $6H_2O$), реже карбонат-гидроксилапатит (Ca_{10} $[(PO_4)(CO_3OH)]_6$ $(OH)_2$), а также их комбинации (рис. 6).

В составе оксалатных уролитов выявляли ведделлит (CaC_2O_4 $2H_2O$) – дигидрат оксалата кальция – и вевеллит (CaC_2O_4 H_2O) – моногидрат оксалата кальция (рис. 7).

Химический состав уратных уролитов был представлен аммониевой ($C_5H_7N_5O_3$) и натриевой ($C_5H_3NaO_3xH_2O$) мочевыми кислотами.

Частота встречаемости уролитов разного химического состава у собак и кошек г. Черногорска Республики Хакасия

Тип уролитов	Относительная частота встречаемости, %	
	Собаки (n=12)	Кошки (n=16)
Фосфаты	66,67	56,25
Оксалаты	16,67	25,00
Ураты	8,33	6,25
Сложные	8,33	12,5



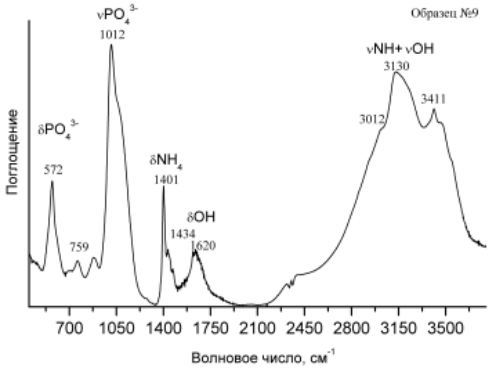
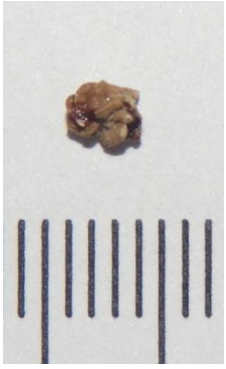


Рис. 6. Множественные уролиты комбинированной морфологии из мочевого пузыря самки собаки породы пекинес, 6,5 лет. ИК-спектр представлен смесью струвита ($MgNH_4PO_4\ 6H_2O$) с карбонат-гидроксилапатитом ($Ca_{10}\ [(PO_4)(CO_3OH)]_6\ (OH)_2$)



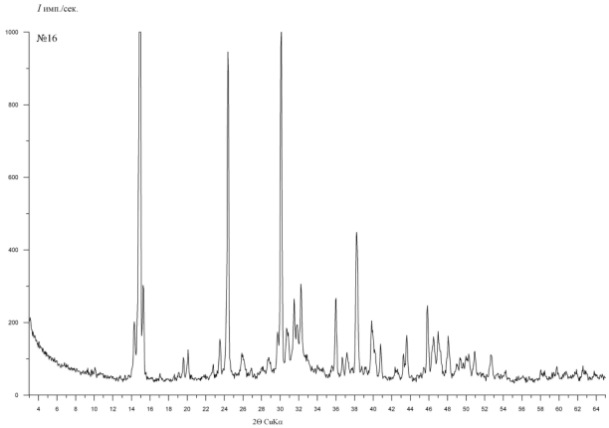


Рис. 7. Одиночный уролит комбинированной морфологии из уретры самца собаки породы чихуахуа, 14 лет. Согласно рентгенофазовому анализу, представлен смесью вевеллита ($CaC_2O_4\ H_2O$) и карбонат-гидроксилапатита ($Ca_{10}\ [(PO_4)(CO_3OH)]_6\ (OH)_2$)

Выводы

1. Уролиты собак и кошек г. Черногорска имеют различные форму, цвет, размеры, морфологический тип и количественные характеристики.

2. Цистоуролиты самок собак и кошек имеют большие линейные, объемные и количественные характеристики по сравнению с таковыми у самцов, что, вероятно, обусловлено анатомическими особенностями уретры и более ранним началом проявления клинических признаков у последних.

3. По строению мочевые камни у собак и кошек г. Черногорска делятся на конкременты друзовидной, сферолитовой, комбинированной (друзовидно-сферолитовой) и сглаженной морфологии.

4. Химическая структура цистоуролитов у собак и кошек г. Черногорска в большинстве случаев представлена фосфатами разной степени кристалличности. Реже встречаются оксалатные уролиты и значительно реже – ураты и конкременты смешанной структуры.

5. Химическая структура уролитов зачастую не совпадает с их морфологическими характеристиками, в связи с чем для назначения эффективной терапевтической и метафилактической схем каждый конкремент, извлеченный из органов мочевыделения у животных, должен быть подвергнут тщательному комплексному обследованию, включающему определение его химической структуры.

Литература

1. *Хьюстон Д.М.* (*Houston D.M.*). Распространение мочекаменной болезни кошек // Veterinary Focus. – 2007. – № 17. – 1/2. – С. 4–10.
2. *Низовский А.И., Анчаров А.И., Потапов С.С.* [и др.]. Анализ фазового состава почечных камней человека in vivo с помощью синхротронного излучения. Нереализованные возможности // Минералогия техногенеза. – 2015. – № 16. – С. 121–138.
3. *Голованов С.А., Сивков А.В., Дрожжева В.В.* [и др.]. Метаболические факторы риска и формирование мочевых камней. Исследование I: влияние кальцийурии и урикурии // Экспериментальная и клиническая урология. – 2017. – № 1. – С. 52–57.
4. *Stevenson A.E*. The incidence of urolithiasis in cats and dog and the influence of diet in the formation and prevention of recurrence // PhD thesis, institute of Urology and Nephrology. University College. – London, 2001.
5. *Чеглинцев А.Ю., Удачин В.Н., Потапов С.С.* Микроэлементы в этиологии мочекаменной болезни // Минералогия техногенеза. – 2001. – Т.2. – С. 130–139.
6. *Голованов С.А., Сивков А.В., Дрожжева В.В.* [и др.]. Метаболические факторы риска и формирование мочевых камней. Исследование II: влияние фосфатурии и магнийурии // Экспериментальная и клиническая урология. – 2017. – № 2. – С. 40–46.
7. *Rendina D., De Filippo G., De Pascale F*. [et al.]. The changing profile of patients with calcium nephrolithiasis and the ascendancy of overweight and obesity: a comparison of two patient series observed 25 years apart // Nephrol. Dial. Transplant. – 2013. – 28 (Suppl 4). – P. 46–51.
8. *Полиенко А.К., Севостьянова О.А.* Морфология и структура уролитов (мочевых камней) // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №1 (32). – Ч. 1. – С. 88–91.

Literatura

1. *H'juston D.M.* (*Houston D.M.*). Rasprostranenie mochekamennoj bolezni koshek // Veterinary Focus. – 2007. – № 17. – 1/2. – S. 4–10.
2. *Nizovskij A.I., Ancharov A.I., Potapov S.S.* [i dr.]. Analiz fazovogo sostava pochechnyh kamnej cheloveka in vivo s pomoshh'ju sinhrotronnogo izluchenija. Nerealizovannye vozmozhnosti // Mineralogija tehnogeneza. – 2015. – № 16. – S. 121–138.
3. *Golovanov S.A., Sivkov A.V., Drozhzheva V.V.* [i dr.]. Metabolicheskie faktory riska i formirovanie mochevyh kamnej. Issledovanie I: vlijanie kal'cijurii i urikurii // Jeksperimental'naja i klinicheskaja urologija. – 2017. – № 1. – S. 52–57.
4. *Stevenson A.E*. The incidence of urolithiasis in cats and dog and the influence of diet in the formation and prevention of recurrence // PhD thesis, institute of Urology and Nephrology. University College. – London, 2001.
5. *Cheglincev A.Ju., Udachin V.N., Potapov S.S*. Mikrojelementy v jetiologii mochekamennoj bolezni // Mineralogija tehnogeneza. – 2001. – T.2. – S. 130–139.
6. *Golovanov S.A., Sivkov A.V., Drozhzheva V.V*. [i dr.]. Metabolicheskie faktory riska i formirovanie mochevyh kamnej. Issledovanie II: vlijanie fosfaturii i magnijurii // Jeksperimental'naja i klinicheskaja urologija. – 2017. – № 2. – S. 40–46.
7. *Rendina D., De Filippo G., De Pascale F*. [et al.]. The changing profile of patients with calcium nephrolithiasis and the ascendancy of overweight and obesity: a comparison of two patient series observed 25 years apart // Nephrol. Dial. Transplant. – 2013. – 28 (Suppl 4). – P. 46–51.
8. *Polienko A.K., Sevost'janova O.A.* Morfologija i struktura urolitov (mochevyh kamnej) // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2015. – №1 (32). – Ch. 1. – S. 88–91.