

FEATURES OF UROLITHS MORPHOLOGY OF DNIPRO CITY RESIDENTS

V. Ishkov^{1}, Ye. Kozii¹, O. Slyvna¹, S. Slyvnyi¹*

¹Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

**Corresponding author: ishwishw37@gmail.com*

Abstract. Due to the fact that concretions in general and uroliths in particular are biomineral formations, and minerals is the subject of mineralogy and crystallography, it is necessary, first of all, to consider some features of the morphology of minerals in relation to the formation of uroliths. Along with genetically determined mineral formations of living organisms, pathogenic biominerals, in particular, urinary and kidney stones - uroliths, which are a natural consequence of the development of urolithiasis, are also widespread.

The article presents the results of research on the morphology of uroliths of the inhabitants of the Dnipro city and proposes the typification of uroliths according to the peculiarities of their morphology.

Determination of the structure and mineral composition of uroliths is necessary for urologists for a reasonable appointment of therapeutic and preventive actions to the patient. The existing Ukrainian and world standards for the diagnosis and treatment of patients with urolithiasis provide for a mineralogical study of urolithiasis for each patient. At the same time, now in Ukraine the implementation of such studies is proactive and episodic, which leads to an increase in the number of diseases and their severity.

Key words: uroliths, mineral morphology, crystals, concretions, urolithiasis.

ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЇ УРОЛІТІВ МЕШКАНЦІВ МІСТА ДНІПРО

V. Ishkov^{1}, Ye. Kozii¹, O. Slyvna¹, S. Slyvnyi¹*

¹Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

**Відповідальний автор: ishwishw37@gmail.com*

Анотація. У зв'язку з тим, що конкременти в цілому і уроліти зокрема, є біомінеральними утвореннями, а мінерали - предмет вивчення мінералогії та кристалографії, то необхідно, перш за все, розглядати деякі особливості морфології мінералів стосовно питань формування уролітів. Разом з генетично зумовленими мінеральними утвореннями живих організмів, так само широко поширені і патогенні біомінерали, зокрема, сечові і ниркові камені – уроліти, які є закономірним наслідком розвитку сечокам'яної хвороби.

В статті наведено результати досліджень морфології уролітів мешканців міста Дніпро й запропонована типізація уролітів за особливостями їх морфології.

Визначення структури і мінерального складу уролітів необхідно лікарям урологам для обґрунтованого призначення лікувальних та профілактичних дій пацієнтові. Існуючі українські та світові стандарти діагностики і лікування хворих уролітіазом передбачають обов'язково мінералогічний дослідження уроліта для кожного хворого. У той же час зараз в Україні виконання подібних досліджень носить ініціативний і епізодичний характер, що призводить до зростання кількості захворювань і їх тяжкості.

Ключові слова: уроліти, морфологія мінералів, кристали, конкременти, сечокам'яна хвороба.

Вступ. Сечокам'яна хвороба є тим захворюванням, яке зустрічається повсюдно і часто, її поширеність оцінюється приблизно 10% на чисельність населення планети. В традиційній офіційній медицині - захворювання, пов'язане з утворенням уролітів в нирках і (або) інших органах сечовидільної системи. Щорічно частота сечокам'яної хвороби в промислово розвинених країнах зростає на 0,2%. Імовірність того, що людина європеоїдної раси захворіє на сечокам'яну хворобу до 70 років, дорівнює 1 / 6.

В Україні сечокам'яна хвороба реєструється у 0,7% дорослого населення, проте значні темпи щорічного приросту захворюваності (20%) вказують на несприятливий прогноз її розповсюдження.

Сечокам'яна хвороба зустрічається у всіх країнах світу. Але в різних країнах і регіонах, а також районах однієї території поширеність її різна, що залежить від екологічних і соціальних факторів. Частіше зустрічається формування каменів у верхніх шляхах сечостатевої системи. Уроліти можуть утворюватися в нирках та сечовому міхурі, мати розмір від дрібних різновидів у формі піску і до 15 см й важити кілька кілограмів.

Речовинно-структурні особливості мінеральних об'єктів (до яких відносяться уроліти) вивчають фахівці з геології, які досі, в силу різних причин, не приділяють достатньо уваги патогенним біомінералогічним утворенням, зокрема уролітам. Питання їх вивчення відносяться до категорії міждисциплінарних досліджень, вони знаходяться на стику двох наук - біомінералогії і урології.

Мінерали біогенного походження є невід'ємними елементами будови багатьох живих організмів. Основна причина їх утворення - порушення обміну речовин, особливо зміна водно-сольового і хімічного складу крові. Вони виникають у результаті закономірної реакції біологічної системи організму на порушення основних фізико-хімічних параметрів його нормального функціонування. У підсумку в організмі створюються необхідні передумови для реалізації фазових переходів і кристалізаційних явищ, що призводять до появи їх продуктів - патогенних біомінералів.

Про актуальність і значення комплексного дослідження уролітів свідчить медична і мінералогічна література. Визначення мінерального складу каменю і його структури на сьогоднішній день є невід'ємним стандартом правильного обстеження пацієнта, що страждає на сечокам'яну хворобу, і рекомендовано провідними професійними асоціаціями урологів. Дослідження сечових каменів є обов'язковим і дає лікарю необхідну інформацію про тип порушення обміну речовин, причини каменеутворення і дозволяє віднести пацієнта до групи ризику. За допомогою результатів проведених досліджень вибирають оптимальну тактику лікування і розробляють індивідуальну профілактичну програму нагляду за пацієнтом з сечокам'яною хворобою для попередження у нього повторного епізоду захворювання або розчинення вже існуючих каменів. При множинних каменях або фрагментах сечових каменів дослідженню повинен підлягати не менше ніж один зразок матеріалу.

При виконанні досліджень основними методами були порівняльний аналіз морфологічних спостережень більш ніж 650 ниркових уролітів та їх петрографічні вивчення. Досліджувані зразки представляли собою уроліти видалені з нирок жителів міста Дніпра та Дніпропетровської області хірургічним методом.

Визначено, що форма уролітів мешканців Дніпропетровської області являє собою різні поверхні обертання, друзовидні, щітковидні і коралоподібні агрегати, а так само їх комбінації, у складі уролітів переважають полімінеральні утворення. Наукова новизна полягає у виділенні типів морфології уролітів та встановленні особливостей їх мінерального складу.

Історія проблеми. Сечокам'яна хвороба, відома з давніх часів. Про це свідчить інформація про знахідки уролітів в єгипетській мумії (4800 р. до н.е.), а також в похованнях в Індії (1728-1686 роки до н.е.). Ще Гіппократ в 430-347 рр. до н.е. відзначав наявність уролітів в сечових системах греків. В Олександрії (150 років до н.е.) була проведена хірургічна операція з видалення уроліта з сечового міхура. Пізніше сечокам'яна хвороба встановлювалася у римлян, в середні віки - у жителів Італії, Франції, Німеччині. Відомий філософ і лікар Авіценна писав про поширення сечокам'яної хвороби в арабських країнах і в Середній Азії.

Сечокам'яна хвороба є одним з поширених захворювань в урологічній практиці, яке викликане різними зовнішніми і внутрішніми факторами і має тенденцію до зростання, так як

прогрес людства неухильно веде до зміни соціальних умов життя, зміни характеру харчування, а зростання промисловості - до забруднення навколишнього середовища і збільшення несприятливих екологічних факторів. Поширеність сечокам'яної хвороби в Україні носить ендемічний характер, але в середньому варіює до 0,4% - 0,5% від загального числа урологічних хворих.

Причини і механізми уролітоформування в даний час вивчаються на високому науковому рівні з використанням електронної мікроскопії і складних біохімічних і структурних рентгенологічних досліджень [10].

Але до теперішнього часу питання етіології, патогенезу, діагностики та профілактики уролітіазу залишаються до кінця невивченими і багато в чому суперечними.

Наголошується на необхідності дослідження будови і складу органомінеральних агрегатів і розробки нових методів лікування і профілактики захворювань сечокам'яної хвороби у зв'язку з погіршенням екологічної обстановки у великих промислових регіонах, що сприяє зростанню захворювань, які пов'язані з патогенним мінералоутворенням в організмі людини. Тому останнім часом відзначається інтерес до вивчення складу патогенних біомінеральних агрегатів і умов їх формування.

Питання вивчення уролітів відносяться до категорії міждисциплінарних досліджень, вони знаходяться на стику двох наук - біомінералогії і урології.

Останні досягнення. Вельми значна за обсягом і глибиною проробки інформація про вивчення органо-мінеральних агрегатів в організмах і рослинах приведена в роботах А.А. Кораго [8], О.А. Головановою [1], Ф.В. Зузука [3] та інших дослідників.

У літературі зазначалося [9], що біомінералогія, як наука розвивається досить повільно. Це пояснюється тим, що об'єкти вивчення біомінералогії є досить складні органо-мінеральні утворення. Крім того, довгий час вивченням подібних утворень займалися дослідники (біологи, медики та ін.), що не володіють спеціалізованими знаннями в області мінералогії, кристалографії, хімії.

В Україні перші мінералого-петрографічні дослідження уролітів проводилися в середині 70-х років минулого століття на кафедрі мінералогії та петрографії Дніпропетровського гірничого інституту, а в 1979 році опублікована перша стаття на цю тему [2].

У 1976 році А.А. Кораго [7] сформулював основні особливості об'єктів дослідження біомінералогії. Згодом Н.П. Юшкін [11] запропонував виділити особливу область досліджень і назвати її медичною мінералогією. Було рекомендовано віднести до цієї галузі досліджень проблеми вивчення конструктивних та патологічних мінералів і мінералоутворюючих процесів в організмі людини.

Раніше були досліджені особливості онтогенії уролітів жителів Дніпропетровської області і Придніпров'я [4-6, 12].

Об'єктом дослідження були уроліти вилучені у хворих жителів м. Дніпра в результаті хірургічних операцій.

Метою даної роботи є дослідження особливостей морфології уролітів.

Методика роботи. Результати визначення складу уроліта повинні бути обов'язковим компонентом алгоритму діагностики та лікування пацієнтів з сечокам'яною хворобою, незважаючи на трудомісткість дослідження [8]. Прикладом може служити вирішення питання про вибір терапії при поєднанні інфекції сечовивідного тракту і сечокам'яної хвороби. У цьому випадку без аналізу уроліта неможливо встановити первинність інфекції по відношенню до літогенезу. У разі, якщо основою уроліта є струвіт, причиною каменеутворення будуть уреазопродуцируючі мікроорганізми; якщо ж уроліт складається з інших з'єднань, інфекцію слід розглядати як ускладнення сечокам'яної хвороби.

Вивчення складу уролітів необхідно як для діагностики, так і для призначення адекватної схеми консервативного і оперативного лікування сечокам'яної хвороби, особливо у випадках спадкового і рецидивного каменеутворення. Існуючі світові стандарти діагностики і лікування хворих уролітіазом передбачають обов'язкове дослідження уроліта для кожного хворого з сечокам'яною хворобою.

Наука мінералогія в даний час має в своєму розпорядженні багато методів, що дозволяють всебічно досліджувати як мінеральний індивід, так і окремі агрегати. Незважаючи на труднощі, що зустрічаються, ця обставина допомагає розшифровувати і складні органомінеральні агрегати.

Методичною основою досліджень був збір, дослідження, аналіз і узагальнення мінералого-петрографічних даних, що характеризують склад більш 650 ниркових уролітів мешканців Дніпра і Дніпропетровської області. Так як уроліти є досить специфічними об'єктами дослідження, представленими, як правило, одиничними зразками, отриманими від конкретної людини, і мають незначні розміри і масу, до них повинні бути застосовані методи вивчення, які б забезпечували мінімальне порушення цілісності досліджуваних зразків.

Існують два основні підходи до розробки методів вивчення складу і структури уролітів: для дослідницьких цілей необхідно можливо повне дослідження фазового, якісного і кількісного складу зразка, в той час як методика для використання в клінічній практиці повинна давати надійне віднесення зразка до будь-якої з основних категорій (сечокислі, оксалатні, фосфатні, цистинові та інші), достатню для призначення лікування, а також дозволяти відрізнити уроліти, що зустрічаються при рідкісних патологіях, і артефакти. Даним вимогам задовольняє комбінація оптичної мікроскопії та якісного аналізу, причому оптимальним бачиться використання поляризаційної мікроскопії, застосованої також для дослідження осаду сечі.

На першому етапі було виконано аналітичний огляд за напрямом дослідження. Існуючі світові стандарти діагностики і лікування хворих уролітіазом передбачають обов'язкове дослідження складу уроліту для кожного хворого з сечокам'яною хворобою. Використання комплексу візуальних спостережень і класичної поляризаційної мікроскопії дозволяє надійно виявляти особливості мінерального складу сечових каменів та умови їх формування.

Всі зразки представляли собою уроліти видалені з нирок жителів міста Дніпра і Дніпропетровської області хірургічним методом. З метою подальших макро- і мікро досліджень були відібрані зразки уролітів, з яких була сформована вихідна база. Для вивчення і аналізу речового складу уролітів були використані більше 650 зразків. З метою подальшого вивчення методами оптичної мікроскопії з матеріалу отриманих зразків були виготовлені шліфи (тонкі зрізи каменю товщиною 0,02 мм). Шліфи є основним препаратом для вивчення мінерального складу уролітів, характеру розподілу мінеральних зерен в агрегаті, характеру міжзернових границь, особливостей розподілу газових і газиво-рідких включень в індивідах. Також були зроблені цифрові фотографії уролітів, інформативних щодо вивчення морфології із занесенням інформації у створену базу даних.

На другому етапі вивчалися зовнішні макроскопічні ознаки уроліту (колір, форма, розмір) і аналізувалася морфологія поверхні, визначалася вага та механічна міцність (монолітність, рихлість, тріщинуватість, твердість, щільність). Дослідження уролітів було комплексним і включало вивчення форми, кольору, характеру поверхні, мінерального складу.

Вивчалася морфологія агрегатів і індивідів під бінокулярним мікроскопом з виявленням дефектів (недосконалостей в структурі кристалів), мінерального складу, характеру взаємовідносин між мінеральними індивідами, відсутності або наявності закономірних зрощень кристалів. При вивченні недосконалостей морфології і дефектів індивідів головна увага зверталася на нерівність граней однієї простої форми, їх кількісне відхилення, скульптуру граней однієї простої форми, поверхні зіткнення кристалів і інші дефекти (сліди

розчинення, деформації). Виконувалися замальовки окремих кристалів і їх зростків, найцікавіші ділянки уроліту фотографувалися.

Були використані класичні кристаломорфологічні та поляризаційно-оптичні методи. Морфологія і мінеральний склад уролітів вивчалась за допомогою стереоскопічного бінокулярного мікроскопа МБС-10.

На третьому етапі, використовуючи поляризаційно-оптичний метод, проводилась деталізація мінерального складу уроліта і оцінювались взаємозв'язки між окремими зернами мінералів. Для цього готувались шліфи (тонкі зрізи каменю товщиною 0,02 мм), які досліджувались на оптичному поляризаційному мікроскопі МІН-8 класичними петрографічними методами. В процесі дослідження уточнювався мінеральний склад, визначався характер взаємин мінералів один з одним, вивчалась структура агрегату, зазначалась наявність слідів розчинення. Досліджувалися недосконалості в структурі індивідів (кристалів): секторальність, зональність, мозаїчність, двійники, пори, різноманітні включення, деформації та інші дефекти (структурні, неоднорідність складу і будови без чітких меж).

При виявленні складного складу речовини дослідження доповнювали результати рентгенівського фазового аналізу, що дозволяє на основі дифракції провести якісний і кількісний аналіз полікристалічних матеріалів з визначенням їх складових.

Для аналізу використовувалися параметри проб уролітів, видалених у жителів Дніпра і Дніпропетровської області. Обробка аналітичних даних проводилася з використанням програмного комплексу STATISTICA 11.0, який призначений для проведення статистичного аналізу і має широкий набір функцій. При статистичній обробці даних визначалися: межі значень параметрів, математичне очікування (середнє значення), стандарт і варіація.

Результати досліджень. Форма уролітів є різні поверхні обертання, друзовидні, щітковидні і коралоподібні агрегати, а так само їх комбінації. Основні типи зовнішнього вигляду досліджених уролітів наведені на рисунку 1 і 2. Дуже часто поверхня зразків мала каверни різної форми і величини і була покрита численними або одиничними кристалами. Розмір зразків змінювався від 0,3 до 2,5 см., колір від білого до чорного, але переважають різні відтінки жовтого і рожевого кольору.



Рис. 1. Зовнішній вигляд уролітів

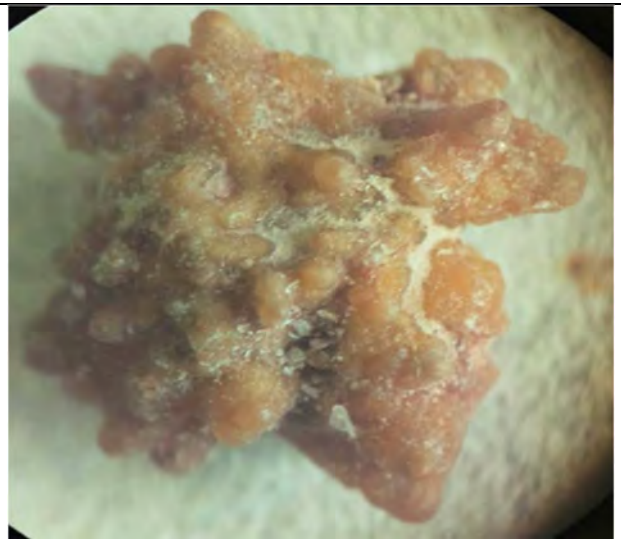
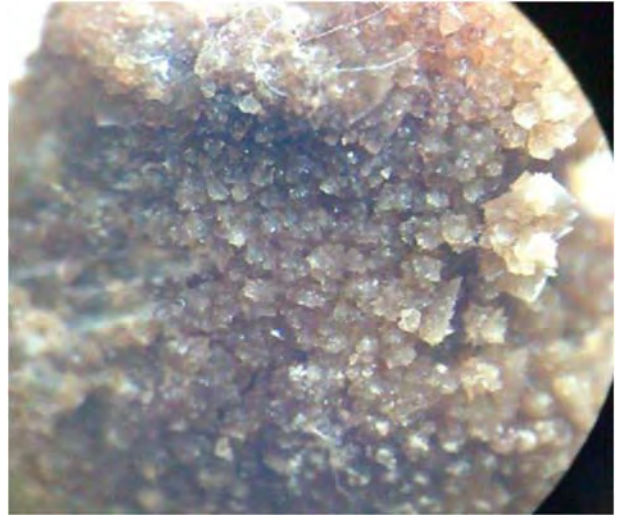


Рис. 2. Зовнішній вигляд уролітів

За особливостями морфології виділено п'ять типів уролітів. Уроліти першого типу мають друзовидну поверхню, представлену численними дрібними кристалами. У шліфах проявляється спрямованість росту кристалів від центру уроліта до периферії. Найдрібніші кристали нерідко нарастають на ребрах і вершинах великих кристалів, даючи початок дендритоутворенню; рідше спостерігається проростання кристалів з утворенням двійників. Деякі кристали, розташовані в проміжках між великими кристалами, несуть на собі сліди розчинення (округлі вершини, згладжені ребра).

Остаточне формування таких агрегатів відбувається в умовах перебування їх в порожнині нирки у вільному, не прикріпленому стані, коли мінералоутворюючий розчин періодично впливає на різні ділянки уроліта.

Уроліти другого типу характеризуються «ниркоподібною» поверхнею. Розмір окремих «нирок» може бути різним, від декількох мікрометрів до декількох міліметрів в діаметрі.

Третій тип уролітів характеризується поєднанням ознак морфології уролітів перших двох типів, і така морфологія поверхні названа нами комбінованою.

Особливу групу цього типу представляють агрегати з більш складною морфологією. До них віднесені утворення, що виникають внаслідок послідовного або одночасного формування полікристалічної і полісферолітової форм поверхні. Наприклад, кристали вевелліта нерідко є центрами зростання сферолітів. Так відзначаються повністю сформовані сфероліти, над поверхнею яких видно виступаючі вершини кристалів вевелліта.

Поверхня уролітів четвертого типу інтенсивно порізнана, «бухтоподібна».

Уроліти п'ятого типу належать до коралоподібних, вони мають нерівну поверхню, складену дрібнозернистою масою різних мінералів. Їх форма не піддається віднесенню до певних типів геометричних тіл, часто це циліндричної форми агрегати з відхиленнями довгої осі від прямого напрямку з численними відгалуженнями.

Виконані дослідження дозволяють сформулювати такі основні висновки: зовнішній вигляд уролітів дуже різноманітний, їх форма являє собою різні поверхні обертання, друзовидні, щітковидні і коралоподібні агрегати, а так само їх комбінації. За особливостями морфології виділено 5 типів форм уролітів.

References

1. Голованова, О.А., Россеєва, Е.В., Франк-Каменецкая, О.В. (2006). Аминокислотный состав камней мочевой системы человека. *Вестник СПбГУ*, 4(2). 123-127.

Golovanova, O.A., Rosseeva, E.V., Frank-Kamenetskaya, O.V. (2006). Aminokislotnyiy sostav kamney mochevoy sistemyi cheloveka. Vestnik SPbGU, 4(2). 123-127.

2. Доморацкий, Н.А., Агафонов, Н.В., Куцевол, Л.И. (1979). Минеральный состав мочевых конкрементов. *VIII Научно практическая конференция урологов Днепропетровской области*, 57 – 68.

Domoratskiy, N.A., Agafonov, N.V., Kutsevol, L.I. (1979). Mineralnyiy sostav mochevyih konkrementov. VIII Nauchno prakticheskaya konferentsiya urologov Dnepropetrovskoy oblasti. 57 – 68.

3. Зузок, Ф.В. (2001). Внутреннее строение почечных камней, состоящих из аморфного органического вещества, содержащего фосфаты. *Уральский геологический журнал*, 2(20). 117-124.

Zuzuk, F.V. (2001). Vnutrennee stroenie pochechnyih kamney, sostoyaschih iz amorfnoho organicheskogo veschestva, soderzhashego fosfatyi. Uralskiy geologicheskii zhurnal, 2(20). 117-124.

4. Ішков, В.В., Козій, Є.С., Труфанова, М.О. (2020). Деякі особливості онтогенії уролітів жителів Дніпропетровської області. Міжнародна науково-практична конференція «Технології і процеси в гірництві та будівництві». 64-69.

Ishkov, V.V., Kozly, E.S., Trufanova, M.O. (2020). Deyaki osoblivosti ontogeniyi urolitiv zhiteliv Dnipropetrovskoyi oblasti. Mizhnarodna naukovo-praktichna konferentsiya «Tehnologiyi i protsesi v glrnitstvi ta budlvnitstvi». 64-69.

5. Ішков, В.В., Козій, Є.С., Труфанова, М.О. (2020). Особливості онтогенезу уrolітів жителів Дніпропетровської області. Мінералогічний журнал, 42(4). 50-59.
<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.04.050>

Ishkov, V.V., Kozly, E.S., Trufanova, M.O. (2020). Osoblivosti ontogenezu urolitiv zhiteliv Dnipropetrovskoyi oblasti. MIneralogIchniy zhurnal, 42(4). 50-59.

6. Козар, М.А., Ішков, В.В., Козій, Є.С. (2021). Мінеральний склад уrolітів мешканців Придніпров'я. Геологічна наука в незалежній Україні: Збірник тез наукової конференції Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, 52-55.

Kozar, M.A., Ishkov, V.V., Kozly, E.S. (2021). MIneralniy sklad urolitiv meshkantsiv PridnIprov'ya. GeologIchna nauka v nezalezhnIy UkraYini: ZbIrnik tez naukovoYi konferentsIyi Institutu geohImIyi, mIneralogIyi ta rudoutvorenniya Im. M.P. Semenenska NAN UkraYini, 52-55.

7. Кораго, А.А. (1976). Жемчуг Северо-Запада СССР. Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, 3. 282-294.

Korago, A.A. (1976). Zhemchug Severo-Zapada SSSR. Zap. Vsesoyuz. mineral. ob-va, 3. 282-294.

8. Кораго, А.А. (1992). Введение в биоминералогію. СПб: Недра, 280.

Korago A.A. (1992). Vvedenie v biomineralogiyu. SPb: Nedra, 280.

9. Мак-Коннелл, Д. (1977). Биоминералогія фосфатів і фізіологічна мінералізація. Фосфор в отружающей среде. М.: Мир, 462-481.

Mak-Konnell, D. (1977). Biomineralogiya fosfatov i fiziologicheskaya mineralizatsiya. Fosfor v okruzhayuschey srede. M.: Mir, 462-481.

10. Ракин, В.И., Каткова, В.И. (1993). Кристаллізація отноводного оксалата кальція (вевелліта) в гелевой среде. Мінералогія і життя: Матеріали к Межгосударственному мінералогіческому семинару, 54-55.

Rakin, V.I., Katkova, V.I. (1993). Kristallizatsiya odnovodnogo oksalata kaltsiya (vevellita) v gelevoy srede. Mineralogiya i zhizn: Materialyi k Mezghosudarstvennomu mineralogicheskому seminaru, 54-55.

11. Юшкин, Н.П. (1977). Теорія і методи мінералогії. Л.: Недра, 290.

Yushkin, N.P. (1977). Teoriya i metody mineralogii. L.: Nedra, 290.

12. Kozii Ye. (2020). About morphology of urinary stones of the inhabitants of Dnipropetrovsk region. Proceedings of the "Widening Our Horizons": International Forum. 131-133.