

ДЕЯКІ МОРФОСТРУКТУРНІ ТА МІНЕРАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ДРІБНИХ УРОЛІТІВ МЕШКАНЦІВ КРИВОГО РОГУ

Ішков В. В.¹, Козій Є. С.^{1*}, Баранник С. І.²

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

² Дніпровський державний медичний університет

* Автор-кореспондент, e-mail: koziy.es@gmail.com

У статті визначені основні морфоструктурні й мінеральні особливості уролітів мешканців Кривого Рогу. Встановлені явища полімінеральності для всіх досліджених зразків сечових конкрементів і відповідно еволюційних змін процесу їх онтогенезу.

Актуальність виконаних досліджень зумовлена тим, що сечокам'яна хвороба, яка приводить до виникнення патогенних біомінеральних утворень – сечових конкрементів, уролітів, є однією з найактуальніших проблем у сфері охорони здоров'я у зв'язку із зростанням її поширеності в середньому по різних країнах на 2,4% на рік. В даний час не існує єдиної достатньо розробленої теорії, що пояснює механізми утворення ниркового каміння. Також, не існує єдиних загально визначених мінералогічної, морфологічної та морфометричної класифікацій сечових конкрементів.

Ще В.Н. Вернадський (Вернадский, 1978) підкреслював, що організм людини є невід'ємною частиною земної кори. Через нього проходять протягом життєвого циклу всі хімічні елементи, що наявні в навколишньому середовищі. Одним з проявів цього процесу є здатність людського організму до мінералізації. У цьому плані велике значення має концепція А.П. Виноградова (Виноградов, 1938) про геохімічні фактори біологічної еволюції, насамперед про те, що склад організмів зберігає геохімічні ознаки свого походження.

У роботі А.А. Кораго (Кораго, 1992) було сформульовано основні особливості об'єктів дослідження біомінералогії. Згодом Н.П. Юшкін (Юшкин, 1997) запропонував виділити особливу область досліджень і назвати її медичною мінералогією. Він рекомендував віднести до цієї галузі досліджень і проблеми вивчення конструктивних та патологічних мінералів і мінералоутворюючих процесів в організмі людини. К. Лонсдейл (Lonsdale, 1968) вперше звернув увагу дослідників на достовірно встановлену регіональну мінливість в розподілі мінеральних типів сечових каменів. Цей висновок надалі було підтверджено у

ряді робіт присвячених встановленню мінерального складу та морфоструктурним особливостям уролітів мешканців різних регіонів України (Ішков, Козій, Труфанова, 2020; 2021; Ішков, Козій, 2021).

Отже, з'являється необхідність у детальних дослідженнях складу та будови сечових конкрементів, особливо в екологічно несприятливих регіонах, до яких насамперед належать гірничодобувні. Отримані результати можуть служити теоретичною основою для розуміння механізму утворення уролітів та відтак і розробки заходів спрямованих на профілактику та лікування цього захворювання.

Мета цієї роботи полягає у виявленні деяких морфоструктурних та мінеральних особливостей дрібних сечових конкрементів мешканців міста Кривого Рогу.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети в якості основних методів дослідження були використані порівняльний аналіз морфоструктурних спостережень п'яти типових дрібних (розміром від 2 до 7 мм) уролітів мешканців Кривого Рогу та результати їх мінералого-петрографічних і рентгенофазових досліджень. Морфоструктурні спостереження і мінералогічні дослідження на макро рівні проводилися за допомогою стереоскопічного бінокулярного мікроскопу МБС-9. Всі зразки були сфотографовані, обміряні та зважені. На цьому етапі виконувались також мінералогічні дослідження – вивчалось загальне забарвлення кожного конкременту, його форма, особливості морфології поверхні, твердість за шкалою Мооса, колір риси, макроструктура зразка та деякі інші мінералогічні особливості. Петрографічні дослідження шліфів уролітів виконані за допомогою оптичного поляризаційного мікроскопа ПОЛАМ Р-312 у простому і поляризаційному світ-

лі, що проходить. Ідентифікація окремих мінералів полягала у порівнянні відомих кристало-оптичних показників із встановленими у шліфах. При цьому досліджувались забарвлення, форми мінеральних індивідів, показники заломлення, двозаломлення, знака видовженості, кута загасання, плеохроїзму, осності та оптичного знака мінералів. Уламки, осколки, пил та інші частини конкрементів, які залишалися після виготовлення кожного із шліфів, акуратно збиралися окремо і надалі вручну стиралися у агатовій ступці до отримання пудри. Потім цей матеріал вже використовувався для проведення рентгенофазового аналізу. Рентгенофазовий аналіз виконувався на рентгенівському дифрактометрі ДРОН-2 у монохроматизованому Со-К α випромінюванні ($\lambda=1.7902\text{\AA}$). Ідентифікація мінералів (кристалічних фаз) проводилася шляхом порівняння міжплощинних відстаней ($d, \text{\AA}$) та відносних інтенсивностей ($I_{\text{отн}} - I/I_0$) експериментальної кривої з даними електронної картотеки PCPDFWIN. Визначення середніх вмістів окремих мінералів при мінералого-петрографічних дослідженнях проводилося шляхом їх підрахунку по двадцяти взаємно перпендикулярних лініях по всій площі шліфу та подальшого розрахунку середнього арифметичного значення з оцінкою його похибки.

Результати досліджень та їх обговорення. На сьогоднішній день важлива роль порушення метаболізму у виникненні сечокам'яної хвороби вважається науково доведеною. При цьому відбуваються зміни у складі та вмісту окремих компонентів складної колоїдної системи, якою є сеча. Отже змінюється баланс між окремими сполуками, які грають роль своєрідних промоторів чи інгібіторів процесу появи сечових конкрементів – уролітів. Таким чином, уроліти є патогенними біомінеральними утвореннями сечовидільної системи організмів тварин.

На жаль, значна тимчасова варіативність складу сечі навіть однієї людини призводить до того, що єдиною достовірною ознакою сечокам'яної хвороби є лише наявність уролітів в органах сечовидільної системи (нирці, сечоводі, сечовому міхурі, сечовипускальному каналі). На думку авторів, камені сечовивідних шляхів зазвичай починають формуватися в нирці і (або) сечовому міхурі та можуть збільшитися в сечоводі і (або) сечовому міхурі. Залежно від місцезнаходження каменя, його називають «каменем в нирках», «сечоводним каменем» або «каменем сечового міхура». Усі досліджені уроліти (рис. 1) мешканців Кривого Рогу були спочатку ідентифіковані методом томографії у нирках, з яких вони відійшли самостійно. Таким чином вони всі відносяться до

«ниркових каменів». На макрорівні вони відрізняються дуже різноманітною формою і будовою. Так перший уроліт має друзовидну форму (рис. 1, а), другий – ниркоподібну (рис. 1, б), третій – змішану, друзовиднониркоподібну (рис. 1, в), четвертий – зернисту (рис. 1, г), а п'ятий – змішану, друзовиднозернисту (рис. 1, д).

На зовнішній поверхні всіх зразків спостерігаються різні за площею ділянки розвитку мікрочастин дигідрату сечової кислоти (рис. 2).

В структурі всіх досліджених сечових конкрементів жителів Кривого Рогу є наявність так званого «ядра» («органічної кишені»), навколо якого розташована різної товщини оболонка або тіло уроліта. Незалежно від мінерального складу самого сечового каменя, «ядра» складаються із скупчення органічної речовини, (своєрідної «матриці»), що імпрегнована високодисперсними мінеральними утвореннями (рис. 3 а, б). При цьому доведено (Ішков, Козій, Труфанова, 2020; 2021; Ішков, Козій, 2021) що саме «органічне ядро» є першою твердою фазою, яка утворилася з сечі і з якої починається власне формування сечового конкременту.

Досі визнаною класифікацією хімічного складу уролітів є їх розподіл по аніонному радикалу відповідних кислот. Зазвичай, сечовий камінь відносять до певного типу по переважному хімічному компоненту (сполуці), кількість якої перевищує 50%. Мономінеральними в урології прийнято вважати камені в складі яких, одна з кристалічних фаз становить понад 95% (Зузук, 2005). Раніше було встановлено, що переважна більшість уролітів жителів Дніпропетровської області має змішаний, полімінеральний склад (Ішков, Козій, Труфанова, 2020; 2021; Ішков, Козій, 2021). На сьогодні в складі ниркових каменів в світі ідентифіковано 29 кристалічних сполук, з яких більшість є солями кальцію. Деякі з них зустрічаються в геологічних об'єктах, інші є специфічним продуктом життєдіяльності організму людини.

У складі ниркових каменів жителів Дніпропетровської області методами оптичної петрографії раніше були ідентифіковані оксолати: вевелліт, ведделліт; урати: уркіт, сечокислий дигідрат, амоній урат, натрій урат моногідрат; фосфати: струвит, гідроксилпатит, крушіт, вітлокіт, а так само ксантин, цистин, кварц, арагоніт, гіпс і гетит (Ішков, Козій, Труфанова, 2020). Треба відмітити, що мономінеральні утворення зустрічаються виключно мало (< 1%), що добре корелюється з даними по мешканцях міста Дніпро (Ішков, Козій, Труфанова, 2020; 2021; Ішков, Козій, 2021).

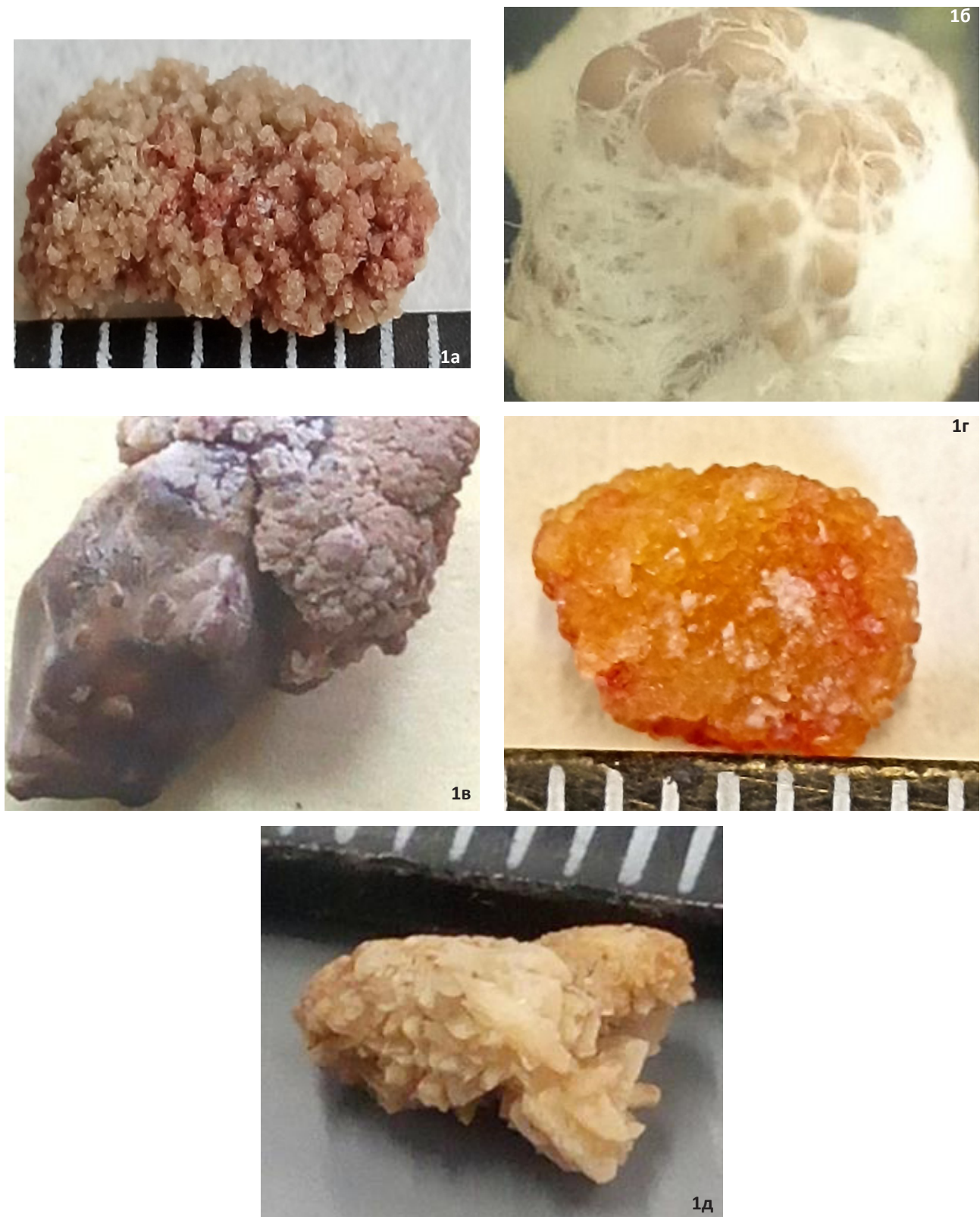


Рисунок 1. Зовнішній вигляд досліджених уролітів жителів Кривого Рогу.

Мікрофотографію першої ділянки периферійної області зрізу вздовж максимального подовження зразка № 1 наведено на рисунку 4. На перехресті ниток розташована центральна зона одного із сферолітів концентрично-зональної та радіально-про-

менистої будови. У правій частині він примикає до «органічного ядра» цього каменю. На рисунку добре видно межу між областю з переважно грудковатою структурою моногідрату оксалату кальцію (вевелітом) в центральній частині каменю та агрегатом

дигідрату оксалату кальцію (ведделітом) радіально-променистої будови на його периферії. Дуже цікавою для розуміння онтогенічних особливостей сечового конкременту № 1 є і друга ділянка його периферійної області, що наведено на рисунку 5. На цій мікрофотографії також видно розтин одного із сферолітів концентрично-зональної та радіально-променистої будови який розташовано безпосередньо біля «органічного ядра». Особливістю будови цього сфероліту є наявність у його центральній частині достатньо великого дуже мікроблочного кристала оксалату моногідрату кальцію – вевеліту (розташований на перехресті ниток). Його мікроблочність обумовлена великою кількістю включень органічної речовини та аморфного різновиду гідроксиапатиту – колофану.

Ритмічне чергування тонких прошарків складених переважно агрегатами оксалату дигідрату кальцію (ведделіту) і більш рідкісними агрегатами моногідрату оксалату кальцію (вевеліту) можна побачити у розрізі периферійної частини зразка уроліта № 2 (рис. 6). При цьому збагачення окремих мінеральних прошарків органічною речовиною підкреслює загальну концентрично-зональну структуру.

На рисунку 7 показано особливості будови у розрізі брунькоподібного наросту на поверхні зразка уроліта № 3. Вони переважно полягають у: 1) наявності кількох концентрично зональних сферолітоподібних агрегатів з «органічним ядром» у центральній частині; 2) підвищенні вмісту органічної речовини; 3) наявності тонкого прошарку дигідрату сечової кислоти на зовнішній межі зразка. Особливий інтерес викликає сферолітоподібний агрегат, розташований на перехресті ниток. Його центральна частина («ядро») складена аморфним різновидом фосфату – гідроксиапатиту (колофану) насиченого найдрібнішими включеннями «екзотичної органіки» червоного кольору. По периметру центральної частини спостерігається прошарок дигідрату сечової кислоти.

На рисунку 8 наведено три типи структур, що змінюються послідовно від периферії до центру зразка № 3: концентрично шарувата, радіально-промениста і грудкувата. Це свідчить про різку зміну швидкості формування конкременту, а отже і загального складу сечі. На цій ділянці також послідовно змінюється і мінеральний склад зразка. Зовнішній тонкий шар представлений дигідратом сечової кислоти, далі спостерігається дигідрат оксалату кальцію (ведделіту), який поступово змінюється моногідра-

том оксалату кальцію (вевеліту). При наближенні до центральної частини каменю починають зустрічатися окремі включення колофану неправильної форми.

Мікрофотографії однієї із ділянок центральної області зразка № 3 наведено на рисунку 9. Особливостями будови та складу «ядерної частини» центральної області цього каменю є наявність відносно великого агрегату гідроксифосфату кальцію, аморфного різновиду гідроксиапатиту (колофану) ізометричної форми. Він розташований на перехресті ниток окуляра.

Мікрофотографії першої ділянки периферійної області зрізу вздовж максимального подовження зразка уроліта № 4 наведено на рисунку 10. У полі зору спостерігається поєднання двох структурних різновидів моногідрату сечової кислоти у межах одного сферолітового агрегату. У нижній частині рисунку 4 (центральна область сфероліту) розташовані полігональні кристали моногідрату сечової кислоти з рідкісними включеннями колофану, а верхній частині мікрофотографії – стовпчасті кристали моногідрату сечової кислоти, що формують радіально-променисту структуру зовнішньої частини цього сфероліту.

Мікрофотографії другої ділянки периферійної області зрізу вздовж максимального подовження зразка наведено на рисунку 11. На перехресті ниток знаходиться спотворений, голчастий мікроблочний кристал моногідрату сечової кислоти (скелетний кристал) із включенням вевеліту у своїй центральній частині. У полі зору спостерігаються ще поодинокі кристали вевеліту та агрегати колофану.

Мікрофотографії третьої ділянки периферійної області зрізу зразка уроліта № 4 представлено на рисунку 12. У полі зору (рис. 12) спостерігається будова концентрично-зонального сфероліту переважно уратного складу у розрізі. На даному масштабному рівні чітко фіксується наявність 5 зон, що відповідають послідовним етапам мінералоутворення. Між собою зони розділені пошаровими скупченнями включень органічної речовини. Характерною особливістю будови першої зони (центральної або «ядра» сфероліту) є наявність полігональних кристалів моногідрату сечової кислоти та відносно великого, одиничного скупчення колофану. Друга зона складена радіально подовженими таблитчастими кристалами моногідрату сечової кислоти. Третя зона сформована найбільшими таблитчастими кристалами моногідрату сечової кислоти також розташова-

ними радіально. Аналіз подовження кристалів другої та третьої зони (по 34 вимірах) показує їх рівність у межах величини похибки. На відміну від інших зон, четверта зона поширена уривчасто і виявлена у вигляді декількох тонких лінз складених зернами колофану. П'ята зона складена поєднанням полігональних та радіально витягнутих таблитчастих зерен моногідрату сечової кислоти.

Слід зазначити наявність у складі 3 та 5 зон одиничних дрібних кристалів вевеліту та дигідрату сечової кислоти. При цьому що кристали вевеліту у складі третьої зони та кристали дигідрату сечової кислоти у складі п'ятої зони знаходяться у вигляді «кристалів – в'язнів». Тобто їх появлення було раніше, ніж формування кристалів моногідрату сечової кислоти.

Мікрофотографії першої ділянки периферійної області зрізу вздовж максимального подовження зразка уроліту № 5 наведено на рисунку 13. На перехресті ниток спостерігається прошарок з ниркоподібних концентрично зональних, тонкошарових агрегатів оксалатів кальцію (переважно дигідрат оксалату кальцію - ведделіт, в істотно меншій кількості зустрінутий моногідрат оксалату кальцію – вевеліт) з одиничними зернами дигідрату сечової кислоти. Мінеральна речовина представлена кристалами з добре вираженою мікроблочною будовою.

На рисунку 14 показано особливості будови та складу другої ділянки периферійної області п'ятого зразка сечового конкременту. У полі зору знаходиться ділянка контакту органічного прошарку складногофрованого уздовж граней зросту великих кристалів моногідрату оксалату кальцію - вевеліту (вершинна частина одного з них знаходиться на перехресті ниток). Треба зазначити, що всі кристали оксалатів дуже дефектні. Ця дефектність проявлена як у зональності зростання, так і в наявності численних, різномасштабних мікроблоків. Поверхні майже всіх мікроблоків декоровані найтоншими плівками органічної речовини («органічна сорочка»). Більш потужні плівки органіки розташовані вздовж зон зростання. Крім того, у самих кристалах спостерігаються як поодинокі окремі, так і поєднані між собою досить великі скупчення органічної речовини та колофану. Слід зазначити, що у складі досліджуваного уроліту крім «традиційної органічної речовини» чорного кольору в звичайному прохідному світлі, були зустрінуті окремі включення «екзотичної речовини» червоного кольору, які просторово асоціювали з агрегатами колофану.

Загалом органічна речовина, як і мінеральна є невід'ємною складовою частиною будови уролітів. У розглянутих сечових конкрементах органічна речовина розподілена дуже нерівномірно. Її основна частина зосереджена в окремих скупченнях неправильної форми, що найбільше поширені у центральній частині уролітів і утворюють так зване «органічне ядро», в той же час, дещо менша кількість органіки спостерігається у вигляді найтонших прошарків і високодисперсних плівкових включень між окремими кристалами і різномасштабними мікроблоками мінеральних зерен. Багатодесятирічний досвід авторів у дослідженні складу ниркового каміння дозволяє висловити думку, що можливо загальний вміст органічної речовини у цих біомінеральних утвореннях прямо корелює зі ступенем тяжкості захворювання.

Склад зразків ниркового каміння досліджувано за допомогою мінералого-петрографічних методів та рентгенофазового аналізу наведено у таблиці 1. Аналіз цієї інформації дозволяє зробити деякі основні висновки: 1) враховуючи що рентгенофазовий аналіз на відміну від петрографічних досліджень дає можливість встановлювати наявність тільки кристалічних фаз, то результати обох використаних методів щодо вмісту саме кристалічних фаз у складі уролітів можна вважати майже рівноточними; 2) всі досліджені сечові камені відносяться до полімінеральних утворень; 3) оксалати у вигляді вевеліту і ведделіту зустрінуті у всіх досліджених зразках, як і урати у вигляді сечової кислоти і дигідрату сечової кислоти. Фосфати у вигляді колофану було ідентифіковано у всіх зразках, крім № 2. Звертає увагу, що у зразку № 5 було встановлено обома методами наявність ще гідроксиапатиту та таких досить «екзотичних мінералів» для уролітіазу як гетит і арагоніт; 4) серед оксалатів домінує ведделіт, за винятком зразка уроліта № 2, де переважає вміст вевеліту. Серед уратів завжди спостерігається істотне переважання вмісту дигідрату сечової кислоти над сечовою кислотою; 5) вміст органічної речовини у досліджених сечових конкрементах коливається від 22,7% до 45% і послідовно збільшується в ряду:

зразок № 1 → зразок № 2 → зразок № 3 → зразок № 4 → зразок № 5.

б) у всіх досліджених сечових каменів вміст мінеральної складової «органічного ядра» (центральної частини уроліту, першого його утворення) значно менше концентрацій інших мінеральних фаз, які формують його периферійну частину.



Рисунок 2. Одна із ділянок розвитку мікрокристалів дигідрату сечової кислоти на поверхні зразків, збільшено в 200^х.

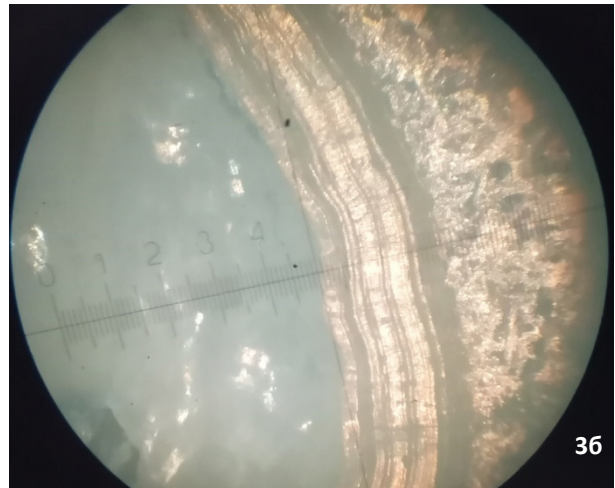
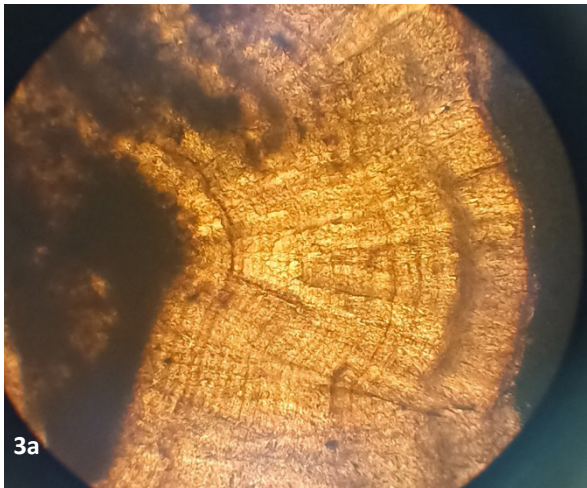


Рисунок 3. Центральні частини уролітів на ділянках переходу від «органічного ядра» (розташовані зліва) до тіла уроліта (розташовані справа). Шліф, світло прохідне, ніколи не схрещені, збільшено в 80^х; 3а – центральна частина зразка уроліта № 2, 3б – центральна частина зразка уроліта № 3.

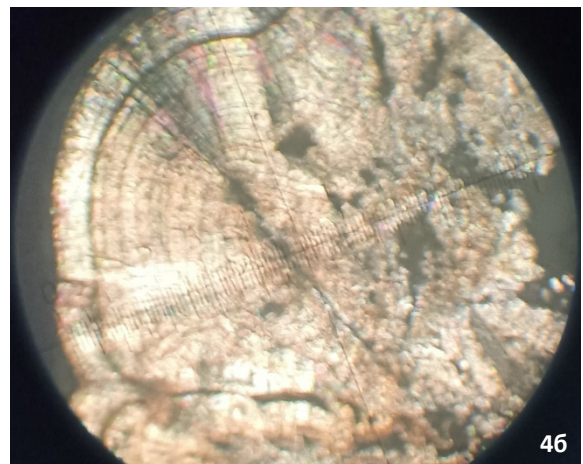
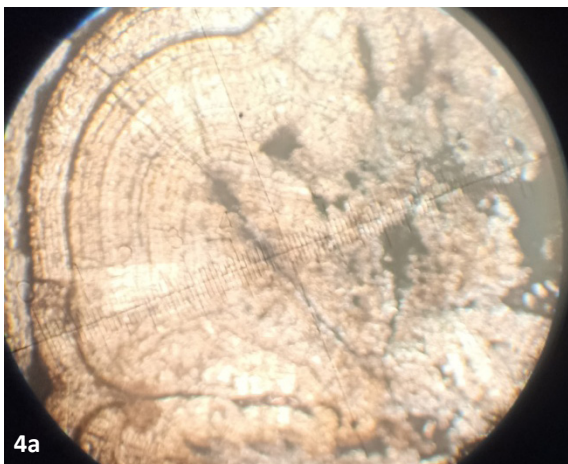


Рисунок 4. Мікрофотографія першої ділянки периферійної області зразка № 1, світло прохідне, 4а – ніколи не схрещені; 4б – ніколи схрещені, збільшено в 80^х.

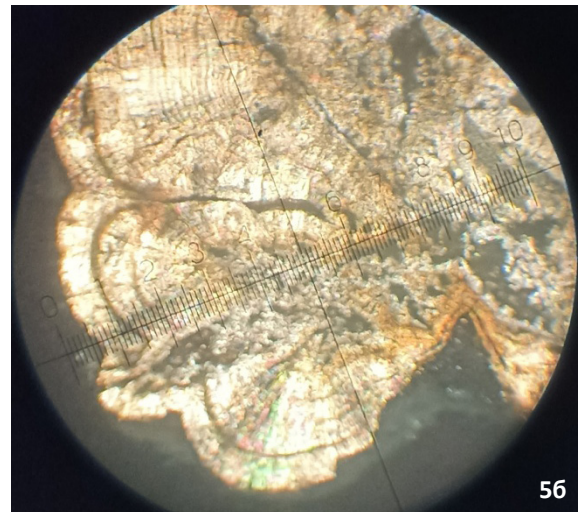
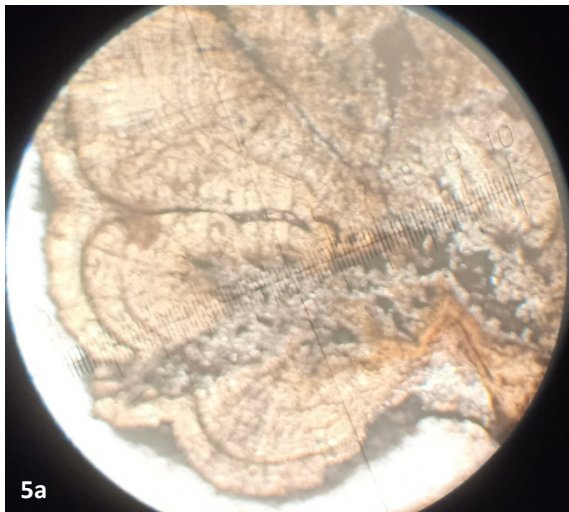


Рисунок 5. Мікрофотографія другої ділянки периферійної області зразка № 1, світло прохідне, 5a – ніколі не схрещені; 5б – ніколі схрещені, збільшено в 80^х.

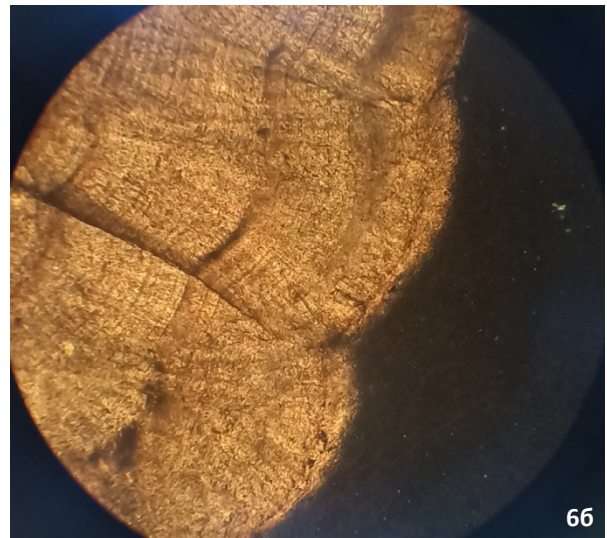


Рисунок 6. Мікрофотографія ділянки периферійної області зразка № 2, світло прохідне, 6a – ніколі не схрещені; 6б – ніколі схрещені, збільшено в 80^х.

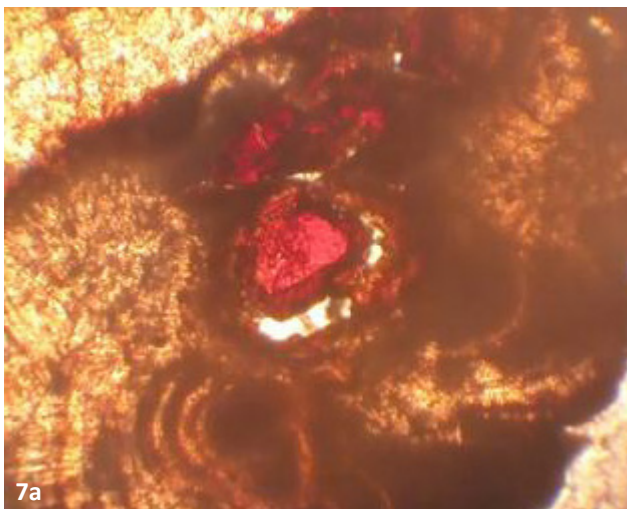


Рисунок 7. Мікрофотографія ділянки периферійної області зразка № 3, світло прохідне, 7a – ніколі не схрещені; 7б – ніколі схрещені, збільшено в 80^х.

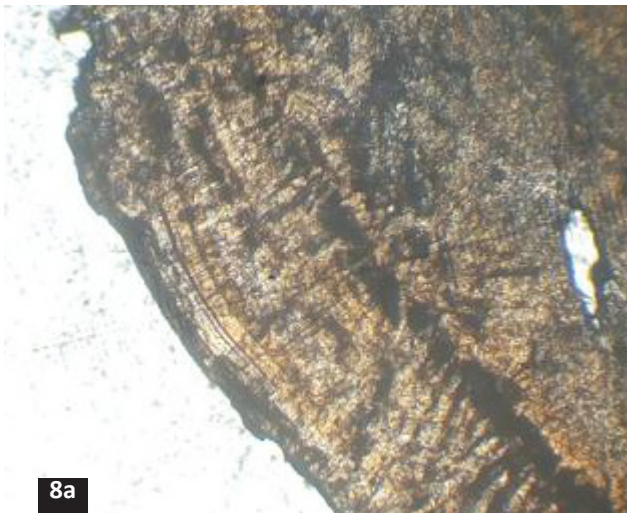


Рисунок 8. Мікрофотографія ділянки периферійної області зразка № 3, світло прохідне, 8а – ніколи не схрещені; 8б – ніколи схрещені, збільшено в 80[×].

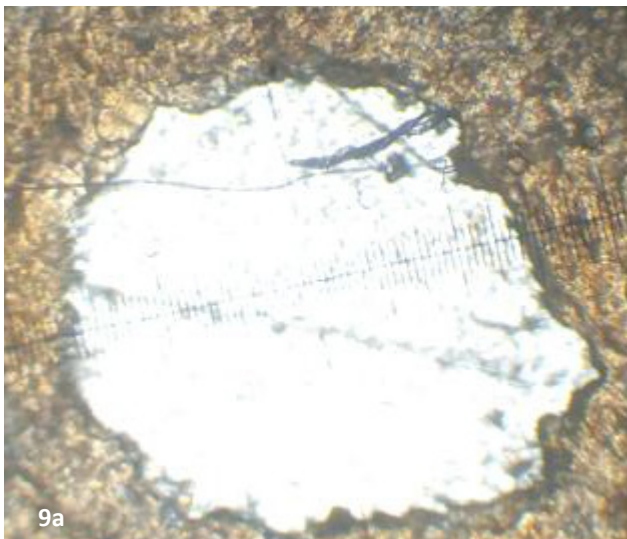


Рисунок 9. Мікрофотографія ділянки центральної області зразка № 3, світло прохідне, 9а – ніколи не схрещені; 9б – ніколи схрещені, збільшено в 80[×].

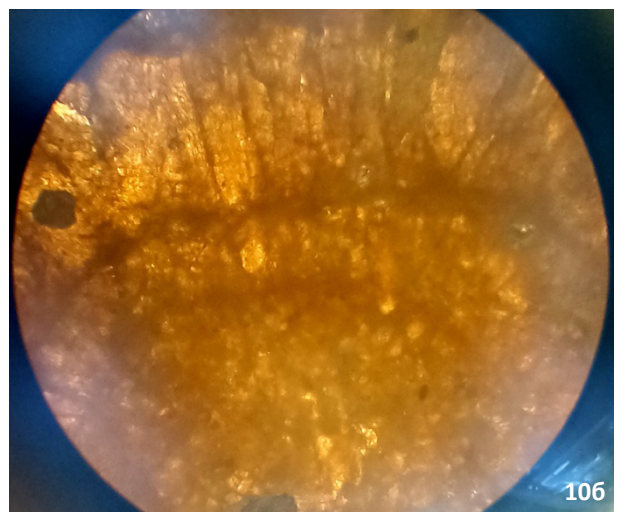
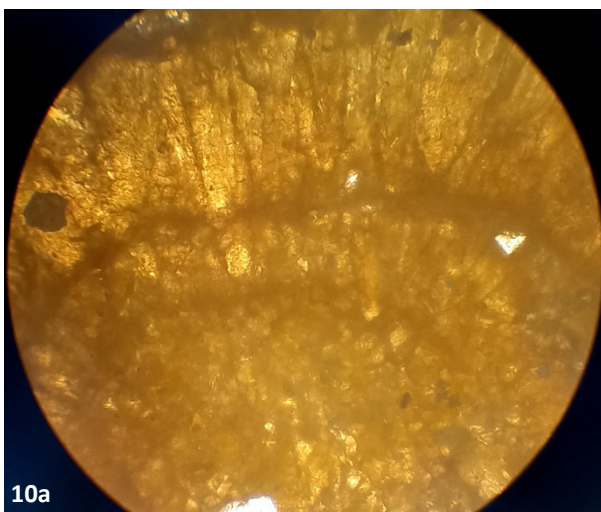


Рисунок 10. Мікрофотографія першої ділянки периферійної області зразка № 4, світло прохідне, 10а – ніколи не схрещені; 10б – ніколи схрещені, збільшено в 80[×].

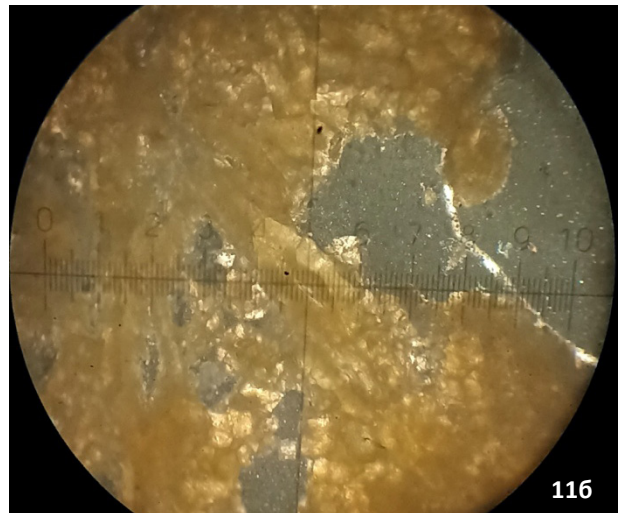
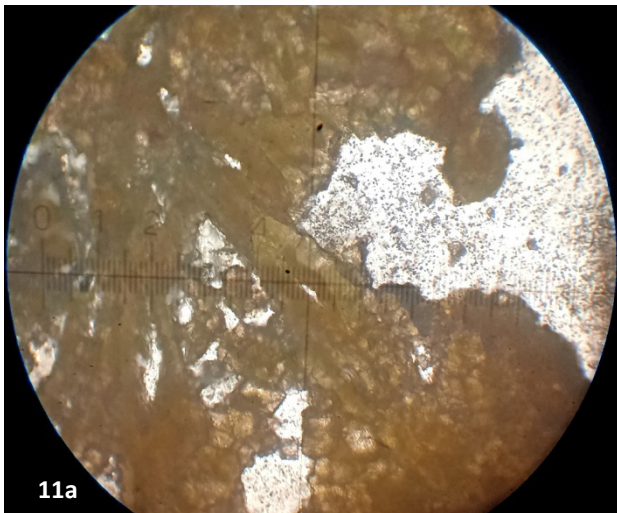


Рисунок 11. Мікрофотографія другої ділянки периферійної області зразка № 4, світло прохідне, 11а – ніколи не схрещені; 11 б – ніколи схрещені, збільшено в 80^х.

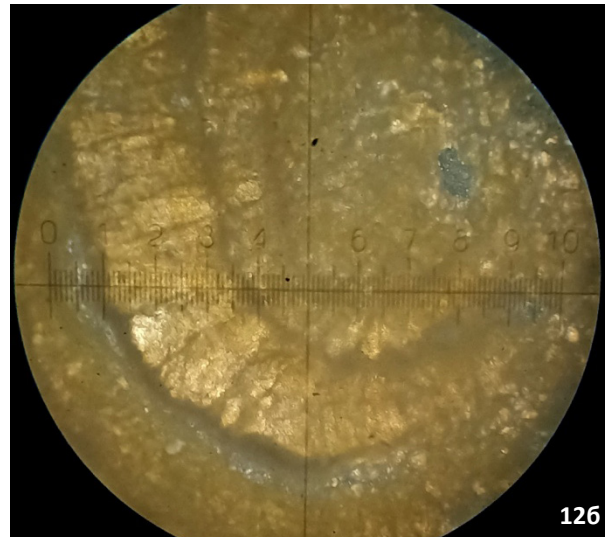
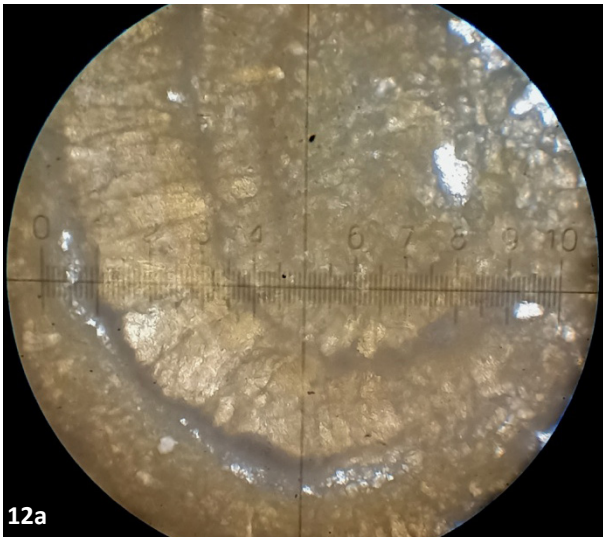


Рисунок 12. Мікрофотографія третьої ділянки периферійної області зразка № 4, світло прохідне, 12а – ніколи не схрещені; 12б – ніколи схрещені, збільшено в 80^х.

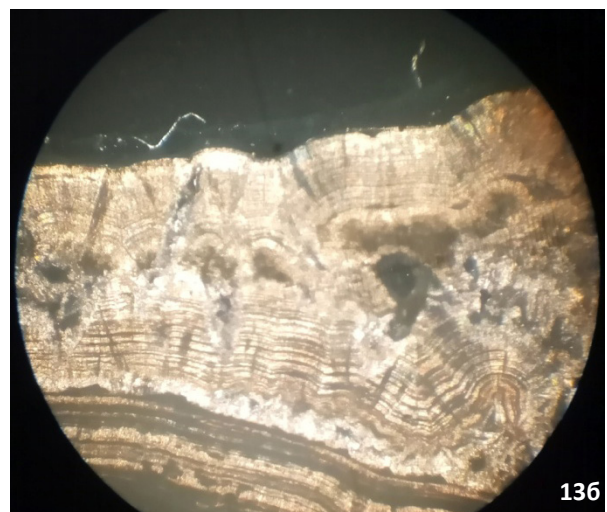
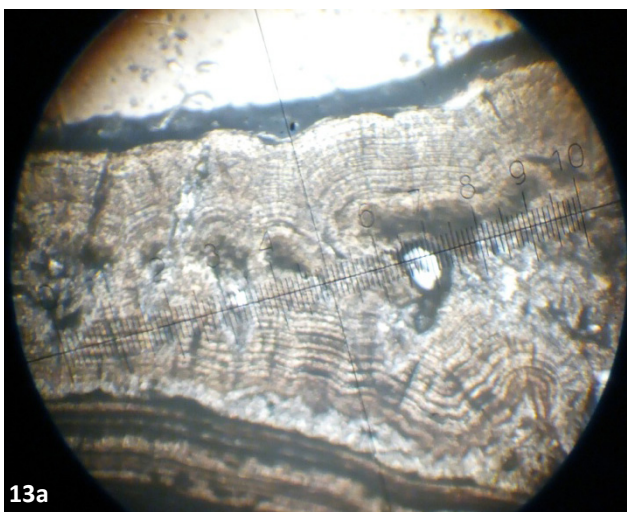


Рисунок 13. Мікрофотографія першої ділянки периферійної області зразка № 5, світло прохідне, 13а – ніколи не схрещені; 13б – ніколи схрещені, збільшено в 80^х.

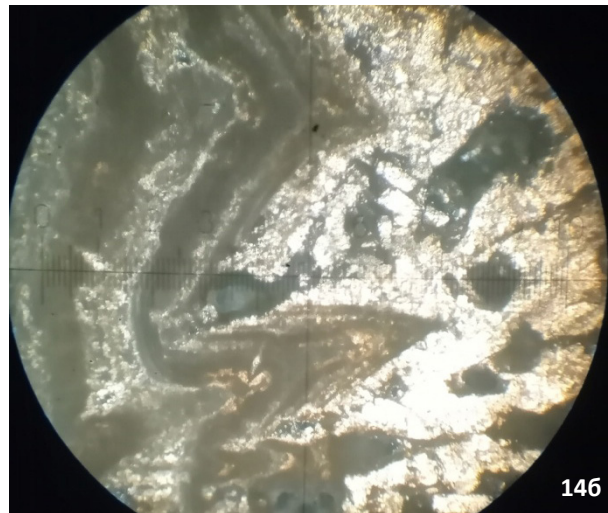


Рисунок 14. Мікрофотографія другої ділянки периферійної області зразка № 5, світло прохідне, 14а – ніколи не схрещені; 14б – ніколи схрещені, збільшено в 80^х.

Виконані дослідження дозволяють сформулювати наступні основні **висновки**: 1. Всі досліджені сечові конкременти є полімінеральними утвореннями. Загалом в їх складі встановлено 8 мінеральних фаз: вевеліт, ведделіт, сечова кислота, дигідрат сечової кислоти, колофан, гідроксиапатит, гетит та арагоніт. 2. Всі кристали мінеральної складової уролітів на різних масштабних рівнях у тій чи іншій мірі виявляють мікроблочну будову. 3. Незалежно від особливостей морфології досліджених зразків характерною особливістю їхньої внутрішньої будови є наявність «органічного ядра» та сферолітових структур. 4. Першою мінеральною фазою, що виділилася в процесі уролітіау і яка спостерігається в «органічному ядрі» в чотирьох зразках є аморфний різновид гідроксиапатиту - коллофан. У зразку уроліту № 2 першою мінеральною фазою є вевеліт, у цьому єдиному зразку спостерігається його кількісне переважання над ведделітом. 5. В складі сечових каменів в усіх випадках спостерігається переважання вмісту дигідрату сечової кислоти над сечовою кислотою. 6. Загальний розподіл органічної речовини в об'ємі уролітів є дуже нерівномірний. Основна її частина зосереджена в так званому «органічному ядрі», дещо менша кількість органіки локалізована у вигляді прошарків різної потужності, окремих агрегатів різної форми, високодисперсних плівкових включень між окремими кристалами («органічна сорочка») і різномасштабними мікроблоками мінеральних зерен. 7. Максимальна кількість мінеральних видів встановлена у зразку з максимальною кількістю органічної речовини.

Основне наукове значення отриманих результатів полягає у встановленні явища полімінеральності

для всіх досліджених зразків сечових конкрементів і відповідно еволюційних змін процесу їх онтогенезу, визначенні основних морфоструктурних та мінеральних особливостей дрібних уролітів мешканців міста Кривий Ріг.

Практичне значення отриманих результатів полягає у реконструкції загальної послідовності мінералоутворення та встановленні мінерального складу кожного із досліджених сечових каменів, що в свою чергу надає можливість лікарям – урологам визначити конкретні причини та надавати індивідуальну допомогу хворим на сечокам'яну хворобу із застосуванням всього комплексу мінералого-петрографічних досліджень.

На думку авторів, перспективи подальшого вивчення уролітів мешканців міста Кривий Ріг спрямованого на вирішення важливого державного соціального завдання - попередження і ефективного лікування сечокам'яної хвороби, полягають у подальшому дослідженні як дрібних, так і великих сечових конкрементів для встановлення конкретних особливостей зв'язка їх онтогенезу із медикобіологічними показниками хворих для адекватного вибору способів і методів профілактики та лікування цього захворювання.

Література

Ішков В.В., Козій Є.С., Труфанова М.О. 2020. Особливості онтогенезу уролітів жителів Дніпропетровської області. Мінералогічний журнал. № 42 (4). С. 50-59.

Ішков В.В., Козій Є.С., Труфанова М.О. 2021. Деякі особливості онтогенезу уролітів мешканців міста Запоріжжя. Від мінералогії і геонозії до геохімії,

Склад досліджених сечових конкрементів

Досліджені зразки	Метод дослідження	Вміст мінералів та органічної речовини (%)								
		Вевеліт	Ведделіт	Сечова кислота	Дигідрат сечової кислоти	Колофан	Органічна речовина	Гідроксиапатит	Гетит	Арагоніт
Уроліт № 1	МП	27,1±3,1	37,5±3,4	П.з.	7,2±0,5	5,5±0,3	22,7±2,2	-	-	-
	РФА	36	54	≤ 1	10	-	-	-	-	-
Уроліт № 2	МП	39,1±3,9	26,5±3,1	П.з.	7,4±0,3	-	26,6±2,4	-	-	-
	РФА	52	36	≤ 1	12	-	-	-	-	-
Уроліт № 3	МП	24,0±2,9	34,4±3,2	П.з.	2,4±0,2	6,5±0,4	32,7±3,1	-	-	-
	РФА	39	57	≤ 1	4	-	-	-	-	-
Уроліт № 4	МП	П.з.	3,4±0,4	1,5±0,1	58,1±4,7	3,2±0,3	33,8±3,6	-	-	-
	РФА	≤ 2	7	≤ 2	88	-	-	-	-	-
Уроліт № 5	МП	12,2±1,9	27,5±3,2	П.з.	12,7±0,6	4,2±0,3	45,4±3,5	П.з.	П.з.	П.з.
	РФА	25	49	≤ 1	25	-	-	≤ 1	≤ 1	≤ 1

Примітка: МП – мінералого-петрографічний; РФА – рентгенофазовий аналіз; П.з. – поодинокі зерна.

петрології, геології та геофізики: фундаментальні і прикладні тренди XXI століття (MinGeoIntegration XXI). Збірник праць Всеукраїнської конференції. Київ. Київський національний університет ім. Тараса Шевченка. С. 223-227.

Вернадский В.И. 1978. Живое вещество. Москва. Наука. С. 1-358.

Виноградов А.П. 1938. Геохимия и биохимия (по работам биогеохимической лаборатории АН СССР). Успехи химии. Том 7. С. 645-686.

Зузук Ф.В. 2005. Мінералогія уролітів: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук. Львівський національний університет імені І. Франка. С. 1-52.

Ішков В.В., Козій Є.С. 2021. Патогенні органо-мінеральні утворення нирок жителів техногенно-навантажених регіонів (на прикладі м. Павлоград). Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів. Тези VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. Житомир. Житомирська політехніка. С. 43-46.

Кораго А.А. 1992. Введення в биомінералогію. Санкт Петербург. Недра. С. 1-280.

Лонсдейл К., Сьютор Д. 2022. Кристаллографічні дослідження ниркових і жовчних каменів. Кристаллографія. 16 (6). С. 1210-1219.

Юшкин Н.П. 1997. Теория и методы минералогии. Ленинград. Недра. С. 1-290.

Hessea A., Brandle E., Wilbert D., et al. 2021. Prevalence and incidence of urolithiasis in Germany an epidemiologic update. X Euporean symposiumon urolithiasis. Istambul. Pp. 1-174.

Lonsdale K. 1968. Human Stones. Science. Volume 159. Pp. 1199-1207.

References

Hessea A., Brandle E., Wilbert D. et al. 2021. Prevalence and incidence of urolithiasis in Germany an epidemiologic update. X Euporean symposiumon urolithi-

asis. Istambul. Pp. 1-174.

Ishkov V.V., Koziy E.S., Trufanova M.O. 2021. Some features of the ontogeny of uroliths in the city of Zaporizhzhia. From mineralogy and geognosy to geochemistry, petrology, geology and geophysics: fundamental and applied trends of the XXI century (MinGeoIntegration XXI). Proceedings of the All-Ukrainian Conference. Kyiv. Taras Shevchenko National University of Kyiv. С. 223-227.

Ishkov V.V., Koziy E.S., Trufanova M.O. 2020. Features of the ontogeny of uroliths in the Dnipro region. Mineralogical Journal. № 42 (4). Pp. 50-59 (in Ukrainian).

Ishkov V.V., Koziy E.S. 2021. Pathogenic organ-mineral formations of the kidneys of residents of technogenically loaded regions (on the example of Pavlohrad). Prospects for the development of mining and rational use of natural resources. Abstracts of the VIII All-Ukrainian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists. Zhytomyr. Zhytomyr Polytechnic. Pp. 43-46 (in Ukrainian).

Korago A.A. 1992. Introduction to biomineralogy. St. Petersburg. Nedra. Pp. 1-280 (in Russian).

Lonsdale K. Human Stones. Science. 1968. Volume 159. Pp. 1199-1207.

Lonsdale K., Southor D. 2022. Crystallographic studies of renal and biliary stones. Crystallography. 16 (6). Pp. 1210-1219 (in Ukrainian).

Vernadsky V.I. 1978. Living substance. Moscow. Nauka. Pp. 1-358 (in Russian).

Vinogradov A.P. 1938. Geochemistry and biochemistry (on the works of the biogeochemical laboratory of the USSR Academy of Sciences). Uspekhi chemii. Volume. 7. Pp. 645-686 (in Russian).

Yushkin N.P. 1997. Theory and methods of mineralogy. Leningrad. Nedra. С. 1-290 (in Russian).

Zuzuk F.V. 2005. Mineralogy of uroliths: thesis for the degree of Doctor of Geological Sciences. Ivan Franko National University of Lviv. Pp. 1-52 (in Ukrainian).

ІШКОВ В.В., КОЗИЙ Є.С., БАРАННИК С.І. Деякі морфоструктурні та мінеральні особливості дрібних уролітів мешканців Кривого Рогу.

Резюме. Сечокам'яна хвороба, яка приводить до виникнення патогенних біомінеральних утворень – сечових конкрементів, уролітів, є однією з найактуальніших проблем у сфері охорони здоров'я у зв'язку із зростанням її поширеності в середньому по різних країнах на 2,4% на рік. В даний час не існує єдиної достатньо розробленої теорії, що пояснює механізми утворення ниркового каміння. Також, не існує єдиних загально визнаних мінералогічної, морфологічної та морфометричної класифікацій сечових конкрементів. Отже, з'являється необхідність у детальних дослідженнях складу та будови сечових конкрементів, особливо в екологічно несприятливих регіонах, до яких насамперед належать гірничодобувні.

Мета цієї роботи полягає у виявленні деяких морфоструктурних та мінеральних особливостей дрібних сечових конкрементів мешканців міста Кривого Рогу. Для досягнення поставленої мети в якості основних

методів дослідження були використані порівняльний аналіз морфоструктурних спостережень п'яти типових дрібних (розміром від 2 до 7 мм) уролітів мешканців Кривого Рогу та результати їх мінералого-петрографічних і рентгенофазових досліджень.

Виконані дослідження дозволяють сформулювати наступні основні висновки: 1) Всі досліджені сечові конкременти є полімінеральними утвореннями. Загалом в їх складі встановлено 8 мінеральних фаз: вевеліт, ведделіт, сечова кислота, дигідрат сечової кислоти, колофан, гідроксиапатит, гетит та арагоніт. 2) Всі кристали мінеральної складової уролітів на різних масштабних рівнях у тій чи іншій мірі виявляють мікроблочну будову. 3) Незалежно від особливостей морфології досліджених зразків характерною особливістю їхньої внутрішньої будови є наявність «органічного ядра» та сферолітових структур. 4) Першою мінеральною фазою, що виділилася в процесі уролітіази і яка спостерігається в «органічному ядрі» в чотирьох зразках є аморфний різновид гідроксиапатиту - коллофан. У зразку уроліту № 2 першою мінеральною фазою є вевеліт, у цьому єдиному зразку спостерігається його кількісне переважання над ведделітом. 5) В складі сечових каменів в усіх випадках спостерігається переважання вмісту дигідрату сечової кислоти над сечовою кислотою. 6) Загальний розподіл органічної речовини в об'ємі уролітів є дуже нерівномірний. Основна її частина зосереджена в так званому «органічному ядрі», дещо менша кількість органіки локалізована у вигляді прошарків різної потужності, окремих агрегатів різної форми, високодисперсних плівкових включень між окремими кристалами («органічна сорочка») і різномасштабними мікроблоками мінеральних зерен. 7) Максимальна кількість мінеральних видів встановлена у зразку з максимальною кількістю органічної речовини.

Ключові слова: Україна, Кривий Ріг, сечокам'яна хвороба, морфоструктурні та мінеральні особливості, сечові конкременти.

ISHKOV V.V., KOZIY E.S., BARANNIK S.I. **Some morphostructural and mineral features of small uroliths from Kryvyi Rih.**

Resume. Urolithiasis, which leads to pathogenic biomineral formations such as urinary calculi and uroliths, is one of the most pressing healthcare issues due to its increasing prevalence by 2.4 % per year on average in different countries. At present, there is no single well-developed theory explaining the mechanisms of kidney stone formation. Also, there are no commonly accepted mineralogical, morphological and morphometric classifications of urinary calculi. Thus, there is a need for detailed studies of the composition and structure of urinary calculi, especially in environmentally unfavourable regions, which primarily include mining areas.

The aim of this study is to identify some morphological, structural and mineral features of small urinary calculi in Kryvyi Rih residents. To achieve this goal, the main research methods used were a comparative analysis of morphostructural observations of five typical small (2-7 mm in size) uroliths from Kryvyi Rih residents and the results of their mineralogical, petrographic and X-ray diffraction studies.

The following main conclusions can be drawn from the studies: 1) All studied urinary calculi are polymineral formations. In total, they contain 8 mineral phases: vevelite, veddelite, uric acid, uric acid dihydrate, colophane, hydroxyapatite, goethite and aragonite. 2) All crystals of the mineral component of uroliths at different scale levels show a microblock structure to a greater or lesser extent. 3) Regardless of the morphology of the studied samples, a characteristic feature of their internal structure is the presence of an "organic core" and spherulitic structures. 4) The first mineral phase, which was released in the process of urolithiasis and is observed in the "organic core" in four samples, is an amorphous type of hydroxyapatite - collophane. In urolith sample No. 2, the first mineral phase is vevelite, and in this single sample, it is quantitatively predominant over veddelite. 5) In the composition of urinary stones, in all cases, the content of uric acid dihydrate prevails over uric acid. 6) The overall distribution of organic matter in the volume of uroliths is very uneven. The bulk of it is concentrated in the so-called "organic core", with a somewhat smaller amount of organic matter localised in the form of layers of varying thickness, individual aggregates of various shapes, highly dispersed film inclusions between individual crystals ("organic jacket") and microblocks of mineral grains of various sizes. 7) The maximum number of mineral species was found in the sample with the maximum amount of organic matter.

Key words: Ukraine, Kryvyi Rih, urolithiasis, morphological and mineral features, urinary calculi.

Надійшла до редакції 24.05.2022 р.