

КРИСТАЛОУТВОРЕННЯ У ФАЦІЯХ РОТОВОЇ РІДИНИ ЦИКЛАМИ ЇХ ГІДРАТАЦІЇ ТА ДЕГІДРАТАЦІЇ

А.Г. Мисюра, Л.І. Ушій*, С.О. Мамілов

Інститут прикладних проблем фізики і біофізики НАН України, Київ, Україна

*Corresponding author: ushiy@ukr.net

Received 1 February 2018; Accepted 18 April 2018

Проблематика. Аналіз фотозображень кристалічних структур, утворених під час висушування біологічних рідин, зокрема ротової рідини, широко використовується як діагностичний метод оцінювання стану організму людини. Актуальною задачею є розробка автоматизованих методів числової морфометрії з використанням комп'ютерних програм для аналізу відмінностей форми, розмірів, текстури, кольору та кількості кристалічних структур для виключення суб'єктивного внеску та залежності аналізу від кваліфікації дослідника.

Мета. У роботі вивчаються процеси дегідратаційної структуризації ротової рідини і безпосередньо формування кристалічних структур в умовах застосування повторних циклів гідратації та дегідратації. Вивчається їх вплив на утворення кристалічної структури, якості її відтворення на цифрових фотозображеннях фації.

Методика реалізації. Зразки ротової рідини отримували у групи добровольців віком 19–23 роки, чоловіків і жінок. Зі зразків після їх попереднього перемішування і дегазації до однорідного стану відбирались дозовано краплі досліджуваної ротової рідини, які наносились мікродозатором на горизонтальне предметне скло. Проводились цикли часткової гідратації–дегідратації.

Результати. Розглянуто процеси повторного розчинення твердої фази висушеної краплі ротової рідини (фації), осмотичного, дифузійного, екстракційного переміщення кристалотвірних речовин та їх структуризації після розчинення краплею нової рідини і дегідратації висушуванням. Виявлено, що під впливом циклів гідратації–дегідратації кристалотвірні речовини ротової рідини продовжують зберігати свої кристалотвірні властивості у похідних фаціях. Отримані результати дослідження свідчать, що циклами часткової гідратації–дегідратації фації ротової рідини досягається фільтрація (очищення) частини фації, що розчиняється, від сторонніх домішок, підвищення чіткості зображення кристалічної структури.

Висновки. Показано, що кристалотвірні компоненти фації ротової рідини зберігають свої кристалотвірні властивості й здатність до перекристалізації після висихання, а також здатні відновлювати врівноважений стан під впливом гідратації розчинником. Гідратація розчинником частини площини твердої фації відновлює розчинення і екстрагування компонентів фації в поле краплі розчинника, а подальша дегідратація висушуванням формує оновлену кристалізаційну текстуру похідної фації. При цьому оптично активні домішки та завади фільтруються, а цифрові зображення кристалізованої структури похідної фації ротової рідини формуються очищеними і набувають значної чіткості. Пропонуються розроблені алгоритми, формальні процедури та засоби отримання електронного фотозображення кристалізованої текстури похідних фацій.

Ключові слова: фація краплі; ротова рідина; текстура кристалів; цикли гідратації–дегідратації; цифрова мікроскопія; фотометрія; аналіз фотозображення.

Вступ

Кристалізація біологічної рідини організму – слини та, відповідно, ротової рідини – генетично зумовлена їх властивістю, що забезпечується наявністю в них певних органічних та неорганічних компонентів, які підтримують рідини у певному рівноважному стані. Ротова рідина являє собою слабколужне рідинне середовище, що містить секрет слинних залоз – слину, ферменти (амілазу і мальтозу), неорга-

нічні солі, білки, зокрема муцини, та інші компоненти [1].

Вивчення процесів структурного і макромолекулярного кристалогенезу в такому складно організованому середовищі, яким є ротова рідина людини, – одна з актуальних задач біофізики, де науковому пошуку методів і розробленню засобів для числового аналізу характеристик, морфометрії та геометрії кристалічної структури цього доступного біологічного субстрату надається пріоритетне значення [2].

Аналіз відмінностей форми, розмірів, текстури, кольору і кількості кристалів, а також залежності від наявності в рідині різних метаболітів і біологічно активних речовин, інших характеристик сформованого твердого осаду, утвореного висушуванням біологічної рідини, що отримав назву фація, залишається складною аналітичною задачею [3].

Переважає більшість публікацій щодо кристалізації біологічних рідин містить аналіз процесів і механізмів дегідратаційної структуризації ротової рідини й утворення фації та її текстури [1–5]. Визначаються властивості розподілу швидкостей утворення кристалів, наявність дифузійного і конвекційного переносу речовин, що містяться в краплі рідини при її висушуванні, формування зображень різної складності та інші фізико-хімічні обґрунтування процесів кристалізації. Зазначається, що просторовий розподіл ідентичних молекул і надмолекулярних комплексів, які в цих умовах створюють концентричні хвилі, є результатом взаємодії органічних і неорганічних компонентів, а також різних значень осмотичних та іонних сил, температурних полів, перемішування, в'язкості, геометрії кристалізатора, перенасичення розчину та інших чинників. Визначається, що утворена текстура ліотропних біологічних рідин залежить від стану організму. Найменші порушення, які пов'язані з хворобами, ведуть до зміни хімічного складу біологічних рідин, а відповідно, і очікувано до певних змін текстури фації [1, 6].

Висновки переважної більшості публікацій ґрунтуються на аналізі фотозображень, отриманих засобами цифрової мікроскопії [7]. Разом із цим майже не приділяється уваги супутнім процесам і явищам, що теж впливають на якість і точність аналізу цифрових зображень кристалічної текстури фації та окремих кристалів, їх морфометрії і геометрії [8]. Маловивченими залишаються власні фізико-хімічні властивості фації та взаємодія поля сил при її утворенні, можливе використання аналізу фацій у медико-біологічних дослідженнях.

Порівняно з іншими біологічними рідинами, що мають ендогенне походження, властивості ротової рідини та її кристалотвірних компонентів є додатково залежними від впливу і доступу зовнішніх чинників (їжі, води, повітря тощо), що ускладнює дотримання належної чистоти й однорідності її зразків, а відповідно, і фотозображення. Наявність зовнішніх чинників створює певні завади для якісного відтво-

рення текстури фації на цифровому фотозображенні і його аналіз методами мікроскопії та числової морфометрії.

Наявні у ротовій рідині та фаціях залишки їжі, складники питної води різного складу, неактивні елементи деградації тканин, сторонні нерозчинні мікродомішки, продукти незавершеного метаболізму та інші компоненти різної оптичної густини спотворюють цілісну картину дендритоподібних кристалічних структур, які характеризують фізико-хімічні властивості ротової рідини.

У цій роботі поряд із вивченням процесів дегідратаційної структуризації ротової рідини висушуванням до утворення твердого стану – фації – наведено результати власного дослідження безпосередньо формування її властивостей в умовах застосування зворотно циклів гідратації–дегідратації у порядку, що застосовувався для первинної дегідратаційної структуризації краплі ротової рідини. Вивчались умови і наслідки такої дії та їх вплив на утворення кристалічної структури, відтворення її чіткості та якості на цифрових фотозображеннях фації [9].

Задачею дослідження є підвищення контрастності та якісне відтворення кристалічної структури фацій ротової рідини на фотозображенні фільтрацією розчиненої частини фації від сторонніх домішок циклами часткової гідратації–дегідратації.

Матеріали і методи

Зразки ротової рідини отримували в групі добровольців віком 19–23 роки, чоловіків і жінок, натще. Зі зразків після їх попереднього перемішування і дегазації до однорідного стану відбирались дозовано краплі досліджуваної ротової рідини об'ємом 0,02 мл для нанесення мікродозатором на знежирене предметне скло, розміщене горизонтально. Нанесена крапля утворювала дискподібну структуру діаметром 5–7 мм з товщиною (висотою) в середині близько 1 мм.

Дотримання умов повторюваності нанесення краплі на предметне скло, вертикального їх центрування досягалось завдяки застосуванню створеної установки (рис. 1), яка має пристрої регулювання горизонтальності розміщення предметних скельць і вільного вертикального падіння каплі на скельце з однакової висоти. Установка складається з корпусу 1, у якому

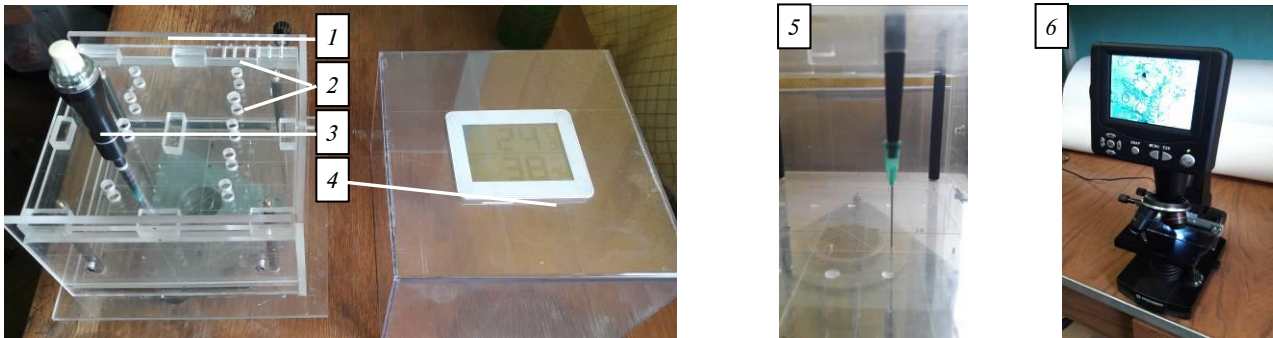


Рисунок 1: Установка для підготовки крапель ротової рідини для дегідратаційної структуризації їх висушуванням до твердого осаду й отримання цифрового зображення: 1 – корпус камери з пристроями для встановлення горизонтально планшети зі скельцями; 2 – отвори для вертикального центрування мікродозатора; 3 – мікродозатор; 4 – кришка зі встановленими в ній сенсорами контролю вологості й температури; 5 – нанесення вертикально краплі ротової рідини для висушування; 6 – оптично-цифровий мікроскоп

встановлено пристрої для горизонтального розміщення планшети з предметними скельцями в кількості 10 шт. В отвори 2 у верхній частині пристрою вертикально встановлюється мікродозатор П-1 3.

Після нанесення вертикально 10-ти зразків краплі рідини на скельця 5 камера установки накривається кришкою зі встановленими в ній сенсорами контролю вологості й температури 4. Надалі зразок піддавався дегідратаційній структуризації висушуванням ($t = 20\text{--}25\text{ }^\circ\text{C}$ і відносна вологість повітря 65–70 %) протягом 6–8 год до твердого стану (фації).

Цифрові фотографії утвореної на предметному склі фації ротової рідини отримували за допомогою usb-мікроскопа з 2-кратним збільшенням та реєстрацією зонної текстури фації краплі електронно-цифровим мікроскопом LCD MICRO 40×–1600× Bresser 6 із 4-кратним збільшенням.

Отримані фотозображення фації з 10-кратним збільшенням використовували для виявлення й аналізу зміни кристалізованої текстури фації, а також співвідношення оптичної щільності її компонентів окремо по зонах фації.

Фотозображення фації з 40-кратним збільшенням використовували для виявлення й аналізу зміни геометрії дендритної текстури кристалів фації, утворених їх розгалужень, кутів та інших характеристик морфометрії.

Отримано та піддано аналізу більше 1000 цифрових зображень похідних фації ротової рідини на різних стадіях структуризації й утворення текстури кристалів первинної фації та її похідних при застосуванні циклів гідратації–дегідратації, різних умов впливу сил осмотичного, дифузійного переміщення кристалотвір-

них речовин, їх структуризацію після розчинення фацій краплями нової рідини та їх дегідратації висушуванням.

Результати

Загальною подібністю зображень структури фацій краплі ротової рідини виявилось умовне тризонне утворення кристалічної структури з центральною, проміжною та периферичною (крайньою) зонами (рис. 2).

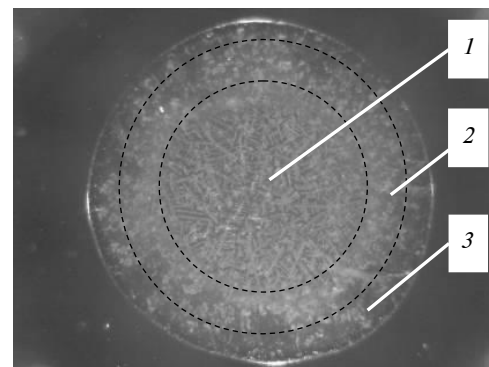


Рисунок 2: Цифрова фотографія фації ротової рідини, де видно характерне відцентроване зменшення оптичної щільності твердих кристалотвірних речовин з умовним поділом на зони: 1 – центральна зона; 2 – проміжна зона; 3 – крайня (периферична) зона. Збільшення 2×

Висихання краплі приводить до руху гідрофільних іонів у напрямку рідинної фази, а солей – до центра краплі (сольового центра) зі зниженням оптичної густини на зображенні фації від центра до периферії. Морфологія зонного поділу обумовлюється впливом хімічного складу слини та фізико-хімічної взаємодії іонних, осмотичних і сорбційних сил у краплі рідини при її висушуванні.

Кожна із зон має наповнення структурами різних форм і різної орієнтації в просторі, різної кількості та площини дендритів і кристалів.

Застосовуючи 4-, 10-, 40-кратне оптичне збільшення мікроскопа, реєстрували кристалізовані текстури фації ротової рідини в кожній зоні з характерними ознаками. На рис. 3 показано відмінності кристалоутворення в різних зонах фації. Найбільш активний ріст кристалів спостерігався у центральній зоні фації, де утворювалися різні за формою та розміщенням структури (1), у т.ч. схожі на листки папороті. Прийнято вважати [1–4], що ділянки фацій із текстурою кристалів, подібною листкам папороті, виникають у зоні вільного росту кристалів, і що характерно, найчастіше така текстура притаманна фаціям краплі ротової рідини у здорової людини.

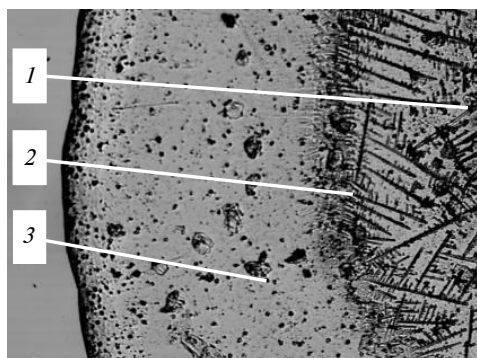


Рисунок 3: Зображення наповнювачів різних зон фації ротової рідини: 1 – центральна зона; 2 – проміжна зона; 3 – крайня (периферична) зона. Збільшення 4×

На зображенні, отриманому при 4-кратному збільшенні мікроскопа (рис. 4а), видно мозаїку розміщення кристалів у фації, а також взаємне розміщення окремих кристалічних утворень, співвідношення довжин та ширин гілок кристалів, кутів їх згину. При 10-кратному збільшенні (рис. 4б) можна визначити кількість і характер розгалужень основного стовбура, кути розгалужень. При 40-кратному збільшенні мік-

роскопа можна бачити форми верхівок відростків мікрочастин та інших елементів (рис. 4в) [7, 8].

Разом із цим на всіх збільшеннях мікроскопа було помічено, що візерунок кристалів часто в різних ділянках містить темні оптично щільні зерна чорного кольору некристалічної природи. Відомо [10], що завади створюють наявні в ротовій рідині та фаціях оптично щільні, неактивні, нерозчинні і некристалотвірні речовини зовнішнього походження. Це неактивні елементи деградації тканин, сторонні нерозчинні мікродомішки, залишки їжі та інші компоненти, залишки яких завжди містяться у краплі ротової рідини. Фізичним очищенням порожнини рота полосканням водою досягалося зменшення концентрації завад, але повністю позбутися їх впливу на зображення кристалів не вдавалося (див. рис. 4).

Своїм вмістом у фації та подібністю за оптичною щільністю до кристалів такі утворення спотворюють реальні геометричні розміри кристалічної текстури фації і, як наслідок, вносять похибку у висновок про частку оптично щільних кристалів на мікроскопічному зображенні. Відповідно, вони є завадою для отримання чітких фотозображень і точності їх аналізу. Насамперед це стосувалось похибок при великому збільшенні мікроскопа, коли треба отримувати фактичні розміри і співвідношення компонентів кристалічної структури, оцінювати текстуру й окремі її зони методами морфометрії та комп'ютерного аналізу.

Для вивчення чинників і властивостей очищення утвореної фації від неактивних нерозчинних домішок застосували розчинення первинної фації певної маси додатково доданою краплею розчинника (води).

Твердий субстрат первинно утвореної фації покривався новою краплею розчинника (дистильованої води), як показано на рис. 5, спостерігалась повна гідратація фації, після чого здійснювалась дегідратація висушуванням.

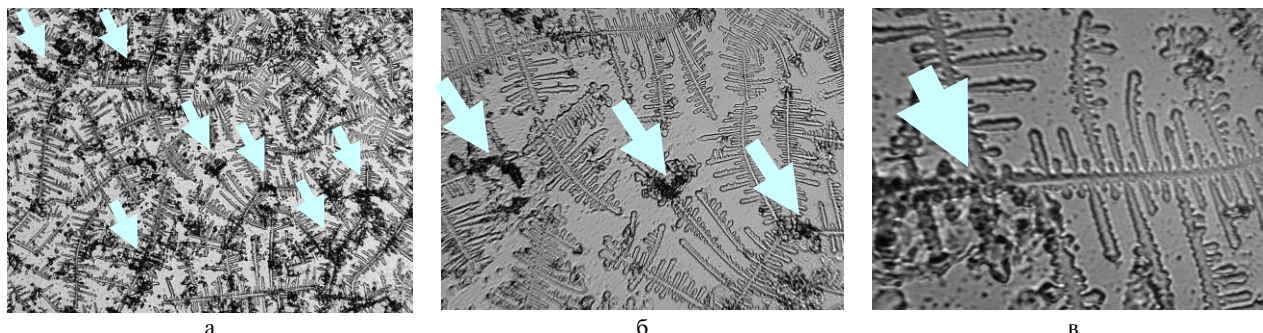


Рисунок 4: Зображення кристалічних утворень у зоні кристалізації фації ротової рідини. Збільшення: (а) 4×; (б) 10×; (в) 40× (стрілками вказано на забруднювальні компоненти)

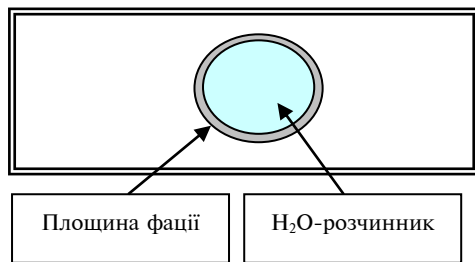


Рисунок 5: Схема нанесення центральної краплі водного розчинника на фацию ротової рідини для її гідратації та подальшого зневоднення висушуванням

Цикл завершувався отриманням твердої фази фациї – похідної первинної фациї ротової рідини, з оновленою текстурою кристалотворення та її мікроскопічного зображення. Тобто додаванням об'єму розчинника досягалося зменшення значення початкової концентрації кристалотвірних речовин у розчині та створювались умови для кристалотворення подальшою дегідратацією новоутвореного розчину висушуванням з утворенням похідної первинної фациї в порядку, що застосовувався для отримання первинної фациї ротової рідини.

Аналіз зображень фациї після повторної гідратації–дегідратації показав, що після циклу гідратації первинної фациї з подальшою дегідратацією похідна фация зберігає кристалотвірні властивості і здатність до перекристалізації. Збільшення (додавання) кількості водного розчинника впливає на перерозподіл концентрації компонентів фациї, гідратаційних, іонних і осмотичних сил переходу її компонентів до нового фізико-хімічного стану, дегідратаційної структуризації та кристалогенезу. Проте названими діями не досягається очищення новоутвореної фациї від сторонніх нерозчинних речовин-домішок, які своєю оптичною щільністю формують похибку геометрії та текстури кристалотворення в похідних фациях.

Для отримання очищеного зображення було застосовано інший підхід. Крапля розчинника (води) наносилась на фацию так, щоб вона покривала площину фациї частково, а інша її частина покривала чисте предметне скло, тобто створювались умови обмеженого доступу розчинника до поверхні фациї і її часткової гідратації та дії сил екстракції (рис. 6).

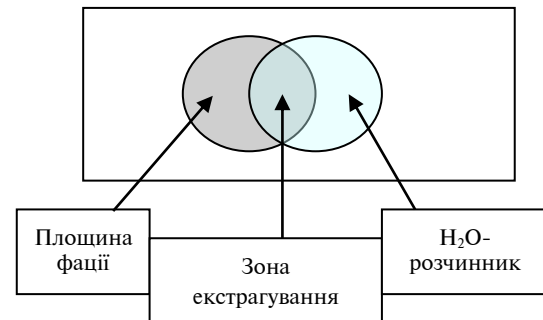


Рисунок 6: Схема нанесення краплі водного розчинника з частковим покриттям фациї ротової рідини для її гідратації та подальшого зневоднення висушуванням

При частковій гідратації сухої фациї краплею розчинника виникало явище екстракції кристалотвірних компонентів із тіла твердої фациї в краплю розчинника, які після проведеного висушування краплі відтворювали візерунки кристалічної структури, причому без наявності забруднювальних домішок, що наповнювали первинну фацию.

На рис. 7а подано фотозображення кристалічної структури фациї первинного утворення, де стрілками показано вкраплення залишків їжі, злущених епітеліальних клітини порожнини рота та інших сторонніх неактивних речовин, які спотворюють оптичну картину при оцінках параметрів кристалів і які можуть вносити похибку при автоматизованій обробці зображень.

На рис. 7б подано фотозображення фациї, утвореної із застосуванням методу часткової гідратації твердої фациї краплею рідини, екстрагування до неї кристалотвірних речовин із твердої фациї та подальшого циклу дегідратації з утворенням картини кристалогенезу. Відмінність контрастності кристалічних утворень видно при порівнянні фотографій зони кристалізації фациї одного і того ж об'єкта.

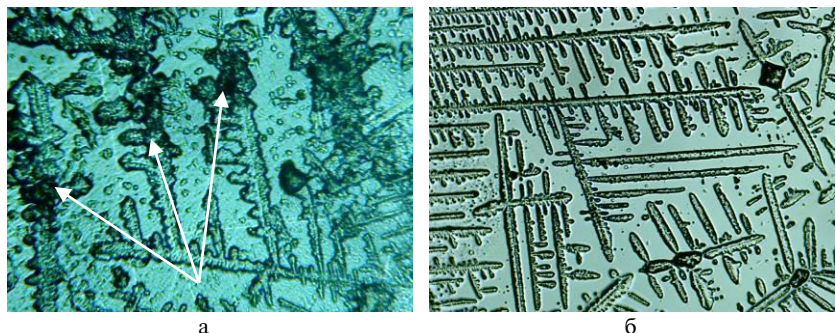


Рисунок 7: Фотозображення дендритних кристалотворень ротової рідини: (а) з наявністю забруднювальних речовин (темні плями чорного кольору показано стрілками); (б) фотозображення тієї ж кристалічної текстури висушеної суміші з ротової рідини, отриманої методом часткової гідратації з подальшою дегідратацією. Збільшення 10x

Обговорення

Отримані результати дослідження свідчать, що циклами часткової гідратації–дегідратації фацій ротової рідини досягається фільтрація (очищення) розчиненої частини фації від неактивних сторонніх домішок, підвищення чіткості зображення кристалічної структури, чого не вдавалося досягти раніше. Як наслідок екстрагування на рис. 8 – межа контакту двох середовищ. Важливу функцію очищення краплі від неактивних домішок ротової рідини відіграють процеси, що виникають на межі контакту частини площини твердої фації з краплею розчинника.

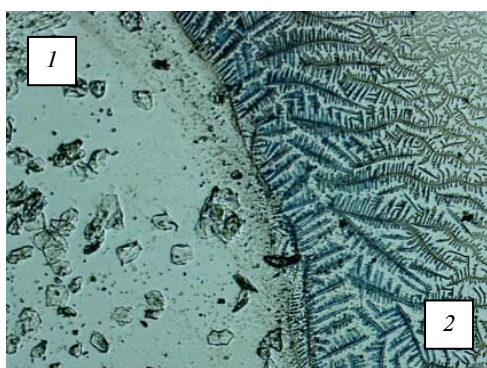


Рисунок 8: Фотозображення кристалічної текстури висушеної суміші з ротової рідини і дистильованої води: 1 – поле фації, частково змоченої краплею, 2 – поле краплі розчинника з екстрагованими через межу контакту компонентами. Збільшення 10×

На межі контакту нерухомого твердого шару фації ротової рідини, при змочуванні його частиною краплі розчинника, створюються умови для процесу екстракції кристалотвірних речовин із фації, де їх концентрація висока, в поле краплі розчинника, що в загальному випадку включає: проникнення водного розчинника екстрагента в пори твердого матеріалу фації ротової рідини, розчинення компонента кристалотвірних речовин та їх перенесення в простір краплі силами екстракції. Завдяки цьому відбувається їх вилучення зі зволоженої суміші фації ротової рідини завдяки дифузії та екстракції. Нейтральні нерозчинні домішки не проявляють достатньої іонної сили, залишаються в полі фації. Тим самим досягається фільтрація, очищення фацій ротової рідини від сторонніх нерозчинних мікродомішок, чого не вдавалося досягти попередніми методами. Як наслідок, значно підвищується точність аналізу кристалічних агрегатів при 10- та 40-кратному оптичному збільшенні й вимірюванні таких параметрів: довжина та ширина основного

стовбура; ступінь кривизни основного стовбура; кількість і характер розгалужень основного стовбура: галуження 1-, 2-го порядку, кут галужень; форма верхівок відростків мікрочастин (списоподібна, округла) тощо (рис. 9).

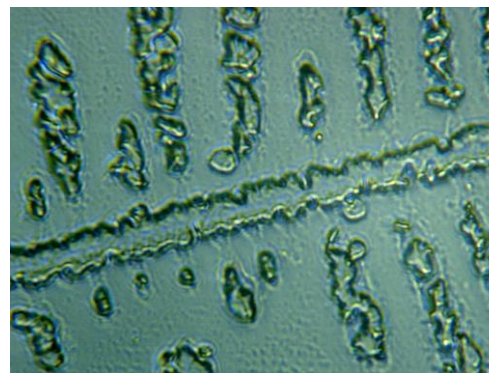
Одержана пропонованим способом чіткість зображення кристалічної текстури підвищує точність комп'ютерної обробки мікроскопічних фотозображень та оцінку кристалічних агрегатів, утворених білково-сольовими компонентами ротової рідини.



а



б



в

Рисунок 9: Зображення кристалічних утворень, отриманих циклами часткової гідратації–дегідратації, у зоні кристалізації зразка фації ротової рідини. Збільшення: (а) 4×; (б) 10×; (в) 40×

Висновки

Кристалотвірні компоненти фації ротової рідини зберігають свої кристалотвірні властивості та здатність до перекристалізації після висихання і можуть відновлювати рівноважний стан під впливом гідратації розчинником.

Гідратація розчинником повної площини твердої фації ротової рідини відновлює розчинення компонентів фації, а подальша дегідратація висушуванням формує оновлену кристалізаційну текстуру похідної фації. При цьому оптично активні домішки і завади залишаються на цифрових зображеннях.

Гідратація розчинником частини площини твердої фації ротової рідини відновлює розчинення й екстрагування компонентів фації в поле краплі розчинника, їх структурування, а подальша дегідратація висушуванням формує

оновлену кристалізаційну текстуру похідної фації. При цьому оптично активні домішки і завади фільтруються, а цифрові зображення кристалізованої структури похідної фації ротової рідини формуються очищеними і набувають значної чіткості.

Використання очищених фотозображень кристалів ротової рідини є важливим елементом для розроблюваних методів числової морфометрії, призначених для оцінки стану людини, зокрема захворювань ротової порожнини і зубів, та зменшення похибки оцінки специфіки форми, розмірів, текстури тощо як поодиноких кристалічних структур, так і їх комплексів автоматизованими комп'ютерними програмами.

У подальшому автори планують створити програму для автоматизованої обробки зображення фацій та дослідити вплив води різного фізико-хімічного складу на ротову рідину людини.

References

- [1] Zaporozhchenko IV. Fractal biological fluids. Actual Problems of the Modern Medicine. 2015;15(4):309-14.
- [2] Shpulina OA, Alieva IM. Oral fluid microcrystallization and prospects of its investigation in preventive dentistry. Ukrainskyi Morfolohichnyi Almanakh. 2012;10(3):177-82.
- [3] Garmash OV, Ryabokon YeM, Garmash YeK. Approaches for using of the crystal optic method in the study of biological fluids. Clinical Pharmacy. 2014;18(4):34-7.
- [4] Tarasevich YuYu. Mechanisms and models of the dehydration self-organization in biological fluids. Physics-Uspekhi. 2004;47(7):717-28. DOI: 10.1070/PU2004v047n07ABEH001758
- [5] Markevich VE, Kirilenko EA, Petrashenko VA, Zablotskaya TU, Bilokon TA. Methods of wedge dehydration of biological fluids. Morphologia. 2014;8(1):113-7.
- [6] Yakhno TA, Yakhno VG, Sanin AG, Sanina OA, Pelyushenko AS. Protein and salt: Spatiotemporal dynamics of events in a drying drop. Technical Physics. Rus J Appl Phys. 2004;49(8):1055-63.
- [7] Denisov AB. Algorithm for evaluation of crystal figures obtained after drying of mixed saliva. Bull Exp Biol Med. 2004 Jul;138(1):30-3. DOI: 10.1007/BF02694466
- [8] Spinei A, Picos AM, Romanciuc I, Berar A, Mihailescu AM. The study of oral liquid microcrystallization in children with gastro-esophageal reflux disease. Clujul Medical. 2014;87(4):269-76. DOI: 10.15386/cjmed-387
- [9] Fedorov VO, Ushiy LI, Mamilov SO, Misyra AG. Method analysis crystal form oral fluid. XV Int Young Scientists' Conf Appl Phys. 2015 June. p. 76-7.
- [10] Korol MD. Propedeutics of orthopedic stomatology. Vinnytsya: Nova Knyha; 2009. 200 p.

.....
 А.Г. Мисюра, Л.И. Уший, С.А. Мамилов

КРИСТАЛЛООБРАЗОВАНИЕ В ФАЦИЯХ РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ ЦИКЛАМИ ИХ ГИДРАТАЦИИ И ДЕГИДРАТАЦИИ

Проблематика. Анализ фотоизображений кристаллических структур, образованных при высушивании биологических жидкостей, в частности ротовой жидкости, широко используется как диагностический метод оценки состояния организма человека. Актуальной задачей является разработка автоматизированных методов численной морфометрии с помощью компьютерных программ для анализа различий формы, размеров, текстуры, цвета и количества кристаллических структур для исключения субъективного вложения и зависимости анализа от квалификации исследователя.

Цель. В работе изучаются процессы дегидратационной структуризации ротовой жидкости и непосредственно формирования кристаллических структур в условиях применения повторных циклов гидратации и дегидратации. Изучается их влияние на образование кристаллической структуры, качество ее воспроизведения на цифровых фотоизображениях фации.

Методика реализации. Образцы ротовой жидкости получали у группы добровольцев в возрасте 19–23 лет, мужчин и женщин. С образцов после их предварительного перемешивания и дегазации до однородного состояния отбирались дозированно капли исследуемой ротовой жидкости и наносились микродозатором на горизонтальное предметное стекло. Проводились циклы частичной гидратации–дегидратации.

Результаты. Рассмотрены процессы повторного растворения твердой фазы высушенной капли ротовой жидкости (фации), осмотического, диффузного, экстракционного перемещения кристаллообразовавшихся веществ и их структуризации после растворения капель новой жидкости и дегидратации высушиванием. Выявлено, что под влиянием циклов гидратации–дегидратации кристаллизованные вещества ротовой жидкости продолжают сохранять свои свойства кристаллообразования в производных фациях. Полученные результаты исследования свидетельствуют, что циклами частичной гидратации–дегидратации фаций ротовой жидкости достигаются фильтрация (очистка) части фации, которая растворяется, от посторонних примесей, повышение четкости изображения кристаллической структуры.

Выводы. Показано, что компоненты кристаллообразования фации ротовой жидкости сохраняют свои кристаллические свойства и способность к перекристаллизации после высыхания и способны восстанавливать уравновешенное состояние под влиянием гидратации растворителем. Гидратация растворителем части плоскости твердой фации восстанавливает растворение и экстрагирование компонентов фации в поле капли растворителя, а последующая дегидратация высушиванием формирует обновленную кристаллизационную текстуру производной фации. При этом оптически активные добавки и помехи фильтруются, а цифровые изображения кристаллизованной структуры производной фации ротовой жидкости формируются очищенными и приобретают значительную четкость. Предлагаются разработанные алгоритмы, формальные процедуры и средства получения электронного фотоизображения кристаллизованной текстуры производных фаций.

Ключевые слова: фация капли; ротовая жидкость; текстура кристаллов; циклы гидратации–дегидратации; цифровая микроскопия; фотометрия; анализ фотоизображения.

.....
A.G. Misyura, L.I. Ushiy, S.A. Mamilov

CRYSTAL FORMATION IN THE FACIES OF ORAL FLUID THEIR CYCLES OF HYDRATION AND DEGRADATION

Background. Analysis of photographs of crystalline structures formed during drying of biological fluids and in particular oral liquid, is widely used as a diagnostic method for assessing the state of the human body. The urgent task is the development of automated methods of numerical morphometry with the help of computer programs for analyzing the differences in the shape, size, texture, color and number of crystalline structures to exclude subjective contributions and dependence of analysis on the qualifications of the researcher.

Objective. Study of processes of dehydration structurization of oral liquid and direct formation of crystalline structures in conditions of application of repeated cycles of hydration and dehydration. They studied their influence on the formation of the crystalline structure, on the quality of its reproduction on digital photos of the facies.

Methods. Oral liquor samples were given to groups of volunteers aged 19–23, men and women. From the samples after their preliminary mixing and degassing to a homogeneous state, drops of the examined oral liquid were dosed and microdasytors were applied to the horizontal objective glass. There were cycles of partial hydration–dehydration.

Results. The processes of repeated dissolution of the solid phase of the dried drop of the oral liquid (facies), the conditions of osmotic, diffusion, extraction displacement of crystalline substances and their structuring after dissolution of a drop of a new liquid and dehydration by drying are considered. It was found that under the influence of cycles of hydration-dehydration, crystalline substances of the oral liquid continue to preserve their crystalline properties in the derivative facies. The obtained results of the study indicate that the cycles of partial hydration - dehydration of the facials of the oral liquid – are achieved by filtration (purification) of the release of a part of the dissolved facies from foreign impurities, and the clarity of the image of the crystalline structure.

Conclusions. It has been shown that the crystal-forming components of the facial fluid of the mouth retain their crystalline properties and the ability to recrystallize after drying and are capable of restoring a balanced state under the influence of solvent hydration. Hydration by a solvent of a particle of a solid facial plane restores the dissolution and extraction of the facial components in the drop field of the solvent, and the subsequent dehydration by drying forms the updated crystallization texture of the derivative of the facies; while the optically active impurities and interferences are filtered, and digital images of the crystallized structure of the derivative of the facial fluid of the mouth are formed by purified and gaining a high degree of clarity. The offered algorithms, formal procedures and means of obtaining an electronic image of crystallized textures of derivative facies are offered.

Keywords: drop facia; mouth liquid; crystal texture; hydration cycles; dehydration; digital microscopy; photometry; photo analysis.