

Водная фракция смешанной слюны в поддержании гомеостаза полости рта

Т.А. Смирнова¹, Л.А. Кручинина², В.П. Дегтярёв²

¹ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента РФ, Москва,
²ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова»
Минздрава РФ, Москва

Water fraction of oral fluid in maintaining homeostasis of the oral cavity

T.A. Smirnova¹, L.A. Kruchinina², V.P. Degtyarev²

¹Central State Medical Academy of of Presidential Affairs, Moscow, Russia,
²Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

Аннотация

Цель исследования: изучить эффективность применения зубного порошка, содержащего микрокластеры кремнезема, с помощью клинических и лабораторных методов. **Материалы и методы.** Под наблюдением находились 50 лиц обоего пола в возрасте от 18 до 22 лет, которые были разделены на 2 группы: контрольную составили 20 человек с хорошими показателями гигиенических индексов; экспериментальную - 30 испытуемых с неудовлетворительной гигиеной полости рта. В слюне изучали pH, вязкость, кристаллизацию после применения зубного порошка с микрокластерами кремнезема. **Результаты исследования и выводы.** После 2 нед применения изучаемого гигиенического средства у пациентов восстанавливались параметры смешанной слюны, достоверно улучшались индексы гигиены полости рта по методу Пошадлея-Халея в 2,5 раза ($p \leq 0,05$), по методике Грина-Вермиллона уменьшилось в 1,9 раза ($p < 0,05$) и pH слюны, структурировалась ее вязкость, появлялся характерный рисунок в виде «веток папоротника», что свидетельствует о восстановлении коллоидных свойств слюны под действием зубного порошка с микрокластерами кремнезема.

Ключевые слова: мицелла слюны, гигиенические индексы, физико-химические свойства ротовой жидкости, кристаллообразование слюны.

Abstract

Objective: to study the dental powder mechanism clinical effect, which contains the active principle in the form of silica microclusters and has reducing properties on the liquid medium. **Materials and methods.** We observed 50 patients of both sexes aged 18 to 22 years, divided into 2 groups: the control group consisted of 20 people with good hygienic indices, experimental - 30 subjects with unsatisfactory hygiene of the oral cavity. We studied pH, viscosity, and crystallization in saliva after application of tooth powder with silica microclusters.

Results of the study and conclusions. After 2 weeks of application of the hygienic agent, the parameters of mixed saliva were restored. The indices of oral hygiene were improved 2.5 times ($p \leq 0.05$) by the method of Poshadley-Haley and decreased by 1.9 ($p < 0.05$) according to the Green-Vermilion method. Viscosity of saliva was structured, a characteristic pattern appeared in the form of "fern fronds", which indicates the restoration of the colloidal properties of saliva under the action of tooth powder with silica microclusters.

Key words: salivary micelles, hygienic indices, physicochemical properties of the oral fluid, crystallization of saliva.

Нормальное функционирование органов и тканей в значительной степени определяется характером окружающих их жидкостей. В связи с этим представляет интерес поиск способов и методов, которые помогут организму поддерживать характеристики внутренних биологических жидкостей и тем самым обеспечивать адекватное функционирование органов и систем в целом.

Слюна — биологическая жидкость с уникальным набором исследовательских возможностей. В полости рта находится не чистый секрет слюнных желез, а биологическая жидкость, получившая название ротовой жидкости или смешанной слюны. Последняя представляет собой суммарный секрет всех слюнных желез, остатков пищи, слущенного эпителия, микрофлоры, содержимого десневых карманов, десневой

жидкости, продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, локализованных в мягком зубном налете, продуктов распада мигрирующих в слюну лейкоцитов и т.д. [1].

Методы получения ротовой жидкости удобны, неинвазивны и не ограничены во времени.

Для получения разнообразной диагностической информации основное внимание клинических специалистов привлекают такие параметры смешанной слюны, которые могут служить критерием для оценки состояния здоровья полости рта. Наиболее часто используемыми параметрами смешанной слюны являются кислотно-основное равновесие (pH), вязкость, способность к кристаллообразованию [2]. К косвенным признакам состояния смешанной слюны относятся состав микрофлоры полости рта, спо-

способность слюны к участию в самоочищении полости рта, показателем чего являются гигиенические индексы [3].

В настоящее время сформировались представления о жидкокристаллической структуре слюны, что является одним из важных показателей гомеостаза полости рта [4]. Это обеспечивает поддержание прочности эмали зуба и ее органической оболочки пелликулы, которая участвует в избирательной проницаемости ионов в ткани зуба.

Кроме слюны, к жидкокристаллическим структурам, наиболее распространенным в живой природе, относятся все коллоидные системы [5] организма человека (кровь, лимфа и т.д.). Коллоид представляет собой агрегат достаточно малых, нерастворимых в воде частиц (от 10 до 2000 Å), находящихся во взвешенном состоянии (мицелл). Именно с наличием этих частиц связана высокая структурированность слюны. Мицелла смешанной слюны построена на основе фосфата кальция, который образует нерастворимое ядро. В адсорбционном и диффузном слоях ее находятся ионы Ca^{2+} . Белки, в частности муцин, связывают воду, которая составляет 90% всей массы слюнного секрета, способствуя распределению всего объема воды между мицеллами. В результате этого слюна структурируется, приобретая свойства жидкого кристалла, что обеспечивает ее вязкость [6].

Любые внешние воздействия, которые способны подкислять или подщелачивать коллоидную структуру [7], в частности, смешанную слюну [8], приводят к структурным изменениям в мицеллярном состоянии минерализующих компонентов смешанной слюны, что нарушает состояние гомеостаза во рту. Однако гели или коллоиды способны восстанавливать исходную структуру после ее временного разрушения [7]. Это отличает их от веществ с твердой кристаллической структурой. В литературе имеются данные о природных соединениях, например кремнеземе, уникальные свойства которых позволяют формировать коллоидные системы и образовывать устойчивые коллоидные частицы. Последние, притягивая воду, создают условия для ее структурирования [9]. В середине прошлого века ряд ученых [10, 11] наблюдали структурирование молекул воды вокруг различных ионов с образованием кристаллических структур, расположенных между биологическими соединениями или внедренных в них. Именно это явление мы наблюдаем при рассмотрении мицеллярных свойств ротовой жидкости.

Учитывая современные представления о значимости коллоидных биологических систем в обеспечении гомеостаза и возможность восстановления коллоидных систем после их кратковременного разрушения, представляет интерес поиск средств и способов нормализации коллоидного состояния рото-

вой жидкости и поддержания процессов ее нормального функционирования.

Наше внимание привлекло гигиеническое средство для ухода за зубами (зубной порошок - ЗП), в состав которого входят коллоидные микрокластеры кремнезема (МК). Эти частицы по характеру своей энергии отличаются от обычного кремнезема. Коллоидные и микрокластерные частицы обладают одинаковыми свойствами, но существуют четкие различия в размерах, распределении заряда электронов и способности к сольватации: обеспечению электростатического взаимодействия между частицами. Авторская технология [9] позволила получить устойчивые частицы, обладающие большой площадью поверхности на единицу объема и потенциалом, который формирует облако электронов, оно обеспечивает способность к связыванию других ионов и соединений. В водной среде МК обладают восстановительным (антиоксидантным) потенциалом на своей поверхности за счет содержащихся в коллоиде гидридных ионов водорода. Микрокластеры кремнезема, как действующее начало в зубном порошке (ЗП+МК), в сухом виде устойчивы. Но, в водной фракции, формируя специфическую водную среду, придают ей антиоксидантные свойства за счет гидридных ионов водорода. Водная среда структурируется, формируется дзета-потенциал. Физико-химические свойства воды улучшаются [11]: pH смещается в щелочную сторону, ОВП (окислительно-восстановительный потенциал) смещается до -200 мВ, что соответствует внутриклеточному показателю. Уменьшая показатель поверхностного натяжения воды до внутриклеточных значений, возрастает электропроводность жидкости, что говорит о появлении ее антиоксидантных свойств.

Цель исследования: изучить эффективность применения зубного порошка, содержащего микрокластеры кремнезема, с помощью клинических и лабораторных методов.

Материалы и методы

В работе использовано чистящее средство в виде зубного порошка с микрокластерами кремнезема. Его состав: calcium carbonate, sodium bicarbonate, magnesium carbonate, xylitol, микрокластеры кремнезема (potassium carbonate, magnesium ascorbate, potassium citrate, silica, purified-ionized water, calcium hydroxide, mannitol, magnesium sulfate, citric acid, sunflower seed oil), potassium phosphate, peppermint oil, silica, aloemannan (aloe vera gel powder), quillaja, sodium alginate, menthol, glycine, potassium benzoate.

Продукция соответствует «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» [12].

Оценку эффективности порошка «ЗП+МК»

проводили путем клинико-диагностических и лабораторных исследований. При этом под наблюдением находились 50 испытуемых, в основном студентов МГМСУ и других вузов Москвы обоего пола в возрасте от 18 до 22 лет. Испытуемые были разделены на 2 группы. В контрольную вошли 20 человек с «хорошими» показателями гигиенических индексов по общепринятой оценке [3], в экспериментальную - 30 испытуемых с гигиеническими индексами «удовлетворительный» и «плохой». До начала исследования уход за зубами все испытуемые осуществляли в привычном для себя режиме, используя зубные пасты по своему усмотрению, содержащие sodium lauryl sulfate. Исследование изучаемых параметров смешанной слюны в контрольной и экспериментальной группах проводили до применения препарата, а также через 2 и 4 нед от начала его использования. Количество порошка составляло примерно 1/6 часть чайной ложки без верха. Порошок наносили на влажную поверхность зубов, слегка втирая его в пришеечную область и прилежащий край десны.

Клинико-диагностические исследования заключались в: 1) оценке гигиенических индексов полости рта (ГИ) по Грину-Вермильону (ГИГ-В) и эффективности гигиенических процедур по методике Пошадлея-Халея (ГИП-Х); 2) определении pH смешанной слюны с использованием лакмусового тестера; 3) определении вязкости смешанной слюны (ВСС) с помощью гемовискозиметра по методике Рединовой – Поздеева [13]. Нестимулированную слюну для определения вязкости в количестве 2-3 мл брали утром натощак до использования пациен-

том гигиенических средств и жевания жевательной резинки, курения, полоскания рта, питья, чистки зубов [4].

Статистическую обработку проводили с помощью сравнения средних величин путем расчета стандартного отклонения и определения достоверности изучаемых параметров и методом непараметрических критериев знаков [14].

В лабораторных исследованиях изучалась способность смешанной слюны к кристаллообразованию. Ротовую жидкость испытуемых в количестве 0,1 мл помещали на предметное стекло, которое хранили в строго горизонтальном положении в закрытом биксе до полного высыхания слюны. Затем с помощью оптического микроскопа при 25- и 200-кратном увеличении изучали рисунки высушенной слюны.

Результаты и обсуждение

В контрольной группе изучаемые параметры смешанной слюны испытуемых практически не изменялись, а эффективность гигиены по ИГП-Х (см. таблицу) из «удовлетворительной» стала «хорошей».

Таблица

Параметры смешанной слюны в контрольной группе

| | ИГП-Х* | ИГГ-В | ВСС | pH |
|-------------|-----------|-------------|----------|---------|
| Фон | 0,8±0,1 | 0,55 ± 0,14 | 3,85±0,8 | 6,8±0,5 |
| Через 2 нед | 0,55±0,13 | 0,6±0,08 | 3,3±0,6 | 7,0±0,5 |

* $p \leq 0,05$.

В экспериментальной группе уже через 2 нед у всех 30 человек обнаружили значительное снижение

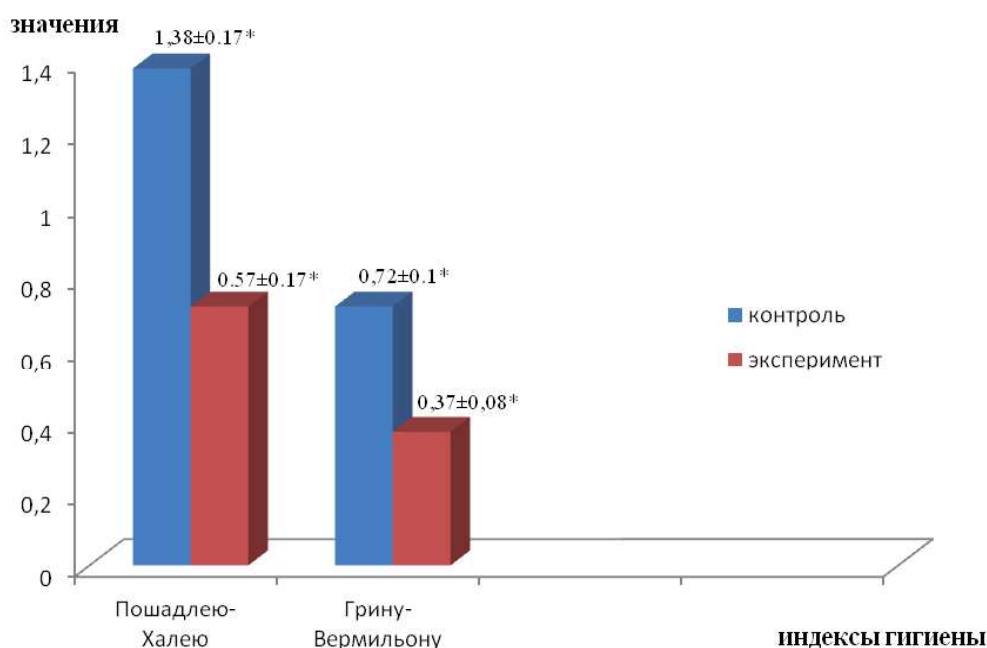


Рис. 1. Средние значения индексов гигиены до и после 2-недельного применения «ЗП+МК» по Пошадлею-Халею (1) и по Грину-Вермильону (2).

Примечание: * $p \leq 0,05$.

величины показателей индексов гигиены на фоне применения «ЗП+МК» (рис. 1).

Среднее значение индекса гигиены по методу Пошадлея-Халея уменьшилось в 2,5 раза и составило $1,38 \pm 0,17$ до применения «ЗП+МК» и $0,57 \pm 0,16$ после 2-недельного применения исследуемого порошка ($p < 0,05$). Значения индексной оценки из «удовлетворительной» перешли в «хорошую». Среднее значение индекса гигиены по методике Грина–Вермильона уменьшилось в 1,9 раза — от $0,72 \pm 0,1$ до $0,37 \pm 0,08$ ($p < 0,05$), что также означает по общепринятой интерпретации переход от «удовлетворительного» до «хорошего» [3]. Индивидуальные значения pH смешанной слюны до применения чистящего средства «ЗП+МК» находились в диапазоне от 5,8 до 7,5. Среднее значение составило $6,63 \pm 0,15$ до исследования и $6,88 \pm 0,10$ после ($p \leq 0,05$). Использование препарата не оказывало влияния на показатели pH смешанной слюны, если ее изначальные величины составляли 7,0 и выше.

При исследовании вязкости смешанной слюны у пациентов, использующих «ЗП+МК», мы отметили разнонаправленность полученных результатов. Часть показателей вязкости увеличивалась, а часть — уменьшалась. Однако тщательный анализ такой разнонаправленности полученных данных показал, что параметры вязкости увеличивались у всех пациентов с изначально низкими ее значениями, приближаясь

к средним нормальным показателям вязкости нестимулированной слюны. Высокие параметры вязкости уменьшались у всех пациентов с изначально высокими значениями, приближаясь к коридору нормы, что является достоверным в соответствии с непараметрическим критерием знаков ($p \leq 0,001$). Эти результаты позволяют сделать вывод о тенденции к нормализации вязкости нестимулированной слюны при применении «ЗП+МК».

Для коллоидного состояния смешанной слюны свойственны не только определенные показатели pH и вязкости, но и характерный рисунок в виде «веток папоротника» [15], которые определяются в высушенных образцах ротовой жидкости.

При изучении под микроскопом высушенной смешанной слюны испытуемых выявлялись различные типы рисунков. При этом у обследованных пациентов обнаружена взаимосвязь вида рисунка и величины вязкости смешанной слюны. У испытуемых в контрольных образцах с измененными pH и вязкостью характерный рисунок либо отсутствовал, либо был выражен фрагментарно (рис. 2). Через 4 нед применения «ЗП+МК» мы наблюдали появление «веток папоротника» у пациентов наряду с восстановлением у них pH и вязкости смешанной слюны.

На фото А практически отсутствует характерный рисунок высушенной слюны. Наблюдаются отдельные мелкие кристаллические образования. На фото

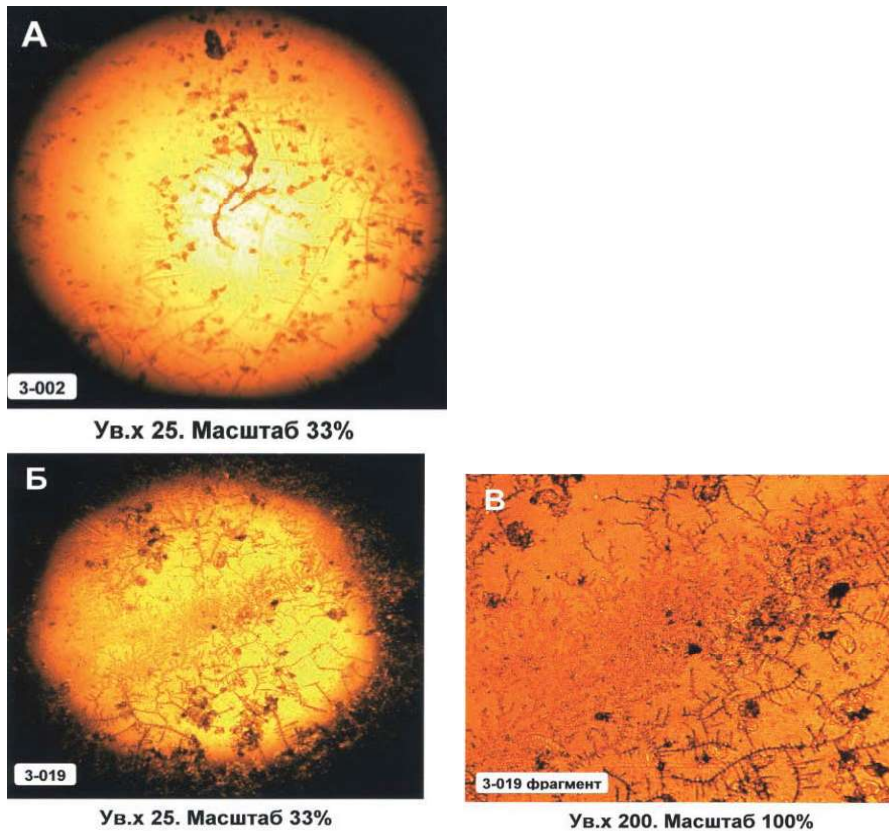


Рис. 2. Появление «веток папоротника» в высушенной слюне Пациента Н. после 4 нед применения зубного порошка с микрокластерами кремнезема.

Б отчетливо различается рисунок в виде «веток папоротника». Увеличенную картину рисунка можно наблюдать на фото В (см. рис. 2).

Результаты наших исследований согласуются с данными других авторов о том, что изменение формы рисунка кристаллов в виде веток папоротника сопровождается восстановлением физико-химических свойств ротовой жидкости [16].

По-видимому, наблюдаемое отклонение от нормы показателей вязкости, рН и отсутствие нормального рисунка высушенной слюны у части наших пациентов до применения изучаемого препарата являлись признаком изменения мицеллярных свойств смешанной слюны. Важным условием стабилизации коллоидной системы является ее дзета-потенциал, ионный и белковый состав наружного слоя мицеллы, который удерживает воду. Все те факторы, которые будут повышать дзета-потенциал и увеличивать гидратацию мицеллы, будут повышать и ее устойчивость. Таким веществом, по-видимому, и является «ЗП+МК», содержащий микрокластеры кремнезема. Любые внешние воздействия на коллоидный раствор, приводящие к уменьшению дзета-потенциала и уменьшению гидратации, будут способствовать процессу разрушения коллоидной системы, т.е. ее коагуляции. Именно этим объясняется чувствительность дзета-потенциала ко всяким, даже самым малым изменениям концентрации электролитов в жидкой фазе. Так, нарушать внутреннюю коллоидную организацию слюны могут, очевидно, многочисленные продукты обмена, являющиеся электролитами. При экскреции их со слюной они могут изменять как ее коллоидное состояние, так и физико-химические свойства, тем самым нарушая гомеостаз в полости рта и способствуя появлению заболеваний.

Факторами, которые способствуют денатурации белков смешанной слюны, могут являться: ультразвук, ультрафиолет, различные химические вещества (фенолы, формалин, альдегиды, пикриновая, метафосфорная кислота, соли тяжелых металлов, таких как железо, медь, свинец, ртуть и др.). Денатурирующее действие на белки могут оказывать, например, некоторые компоненты зубных паст, содержащие в своем составе, в частности, sodium lauryl sulfate, который способен коагулировать белки и тем самым нарушать жидкокристаллическую структуру смешанной слюны.

Изучаемый зубной порошок, в состав которого входят микрокластеры кремнезема, при взаимодействии с жидкой фракцией слюны помогает восстанавливать и удерживать ее мицеллярное состояние, тем самым поддерживая гомеостаз в полости рта.

Проведенные исследования демонстрируют новый подход к возможности восстановления и сохранения здоровья зубов естественным путем через нор-

мализацию свойств водной фракции смешанной слюны.

Выводы

1. Применение зубного порошка с микрокластерами кремнезема воздействует на водную фазу слюны, восстанавливая ее гомеостатические показатели.

2. Выявлена тенденция к восстановлению до нормальных значений показателей вязкости ротовой жидкости и рН под воздействием «ЗП+МК».

3. У всех пациентов улучшился уровень гигиены полости рта от «удовлетворительного» к «хорошему» по показателям индексов гигиены и снизилась скорость образования зубных отложений.

4. Рисунок высушенной смешанной слюны приобретает вид «веток папоротника», что свидетельствует о восстановлении ее коллоидных свойств.

Литература

1. Вавилова Т.П. Биохимия тканей и жидкостей полости рта. Учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2018. 208 с. [Vavilova T. P. Biochemistry of tissues and fluids of the oral cavity. Textbook. M.: GEOTAR-Media; 2018. 208p. In Russian].

2. Леонтьев В.К., Пахомов Г.Н. Профилактика стоматологических заболеваний. М., 2006. 416 с. [Leont'ev V. K., Pakhomov G. N. Prevention of dental diseases. M.: 2006. 416 p. In Russian].

3. Кузьмина Э.М. Гигиенист стоматологический. М.: МГМСУ, 2012. 417 с. [Kuzmina E.M. Dental Hygienist. M.: Moscow state University of medicine; 2012. 417p. In Russian].

4. Денисов А.Б. Слюнные железы. Слюна. М.: РАМН, 2003. 136 с. [Denisov A. B. Salivary glands. Saliva. M.: Russian Academy of medical Sciences, 2003. 136p. In Russian].

5. Курмаева А.И. Структурообразование в дисперсных системах и растворах полимеров. Казань: КХТИ, 1976. 43 с. [Kurmaeva A.I. structure Formation in disperse systems and polymer solutions. Kazan.: Kazan state technological University, 1976. 43p. In Russian].

6. Леонтьев В.К., Шиленко Ю.В. Социальная стоматология на современном этапе. Стоматология. 1999; 1: 5-11. [Leont'ev V. K., Shilenko Yu. V. Social dentistry at the present stage. Dentistry. 1999; 1: 5-11. In Russian].

7. Ельцов С. В., Водолазкая Н. А. Физическая и коллоидная химия: учебное пособие. Харьков, 2005. 239 с. [El'tsov, S. V., Vodolazkaya N. A. Physical and colloid chemistry: textbook. Kharkov, 2005. 239 p. In Russian].

8. Анисимова И.В. и др. Структурные свойства смешанной слюны у лиц с разными уровнями резистентности зубов к кариесу. Стоматология. 2005; 4: 8-10 [Anisimova I.V. et al. Structural properties of mixed saliva in persons with different levels of tooth resistance to tooth decay. Dentistry. 2005; 4: 8-10. In Russian].

9. Парди-Ллойд К., Фланаган П. Технология микрокластерных минералов. Биоэлектроника микрогидрина. М.: Корал Клаб, 2002. 52 с. [Pardi-Lloyd K., Flanagan P. technology of

micro-cluster minerals. *The bioelectronics Microhydrin*. М.: Coral Club, 2002. 52 p. In Russian].

10. Szent-Gyorgyi A. *Biology and pathology of water. Perspectives in Biology and Medicine*. 1971 ; 239-249.

11. Klotz I.M. *Protein hydration and behavior. Many aspect of protein behavior can be interpreted in terms of frozen water of hydration. Science*. 1958;109: 815-821.

12. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) Решение Комиссии Таможенного союза 28.05.2010 № 299. Глава II, раздел 4. [Uniform sanitary and epidemiological and hygienic requirements for goods subject to sanitary and epidemiological surveillance (control) decision of the Commission of the Customs Union 28.05.2010 № 299. Chapter II, section 4. In Russian].

13. Рединова Т.Л., Поздеев А.Р. *Клинические методы исследования слюны при кариесе зубов: Метод. рекоменд. Ижевск.: 1994 [Redinova T.L., Pozdeev A.R. Clinical methods of research of saliva in dental caries: Method. recommended. Izhevsk.: 1994. In Russian].*

14. Рублева Г.В. *Математическая статистика: статистические критерии проверки гипотез. Учебно-методическое пособие для студентов очной формы обучения технических и инженерных специальностей. Тюмень. Издательство*

Тюменского государственного университета. 2014. 50 с. [Rubleva G.V. *Mathematical statistics: statistical criteria for testing hypotheses. Teaching aid for full-time students of technical and engineering specialties. Tyumen. Publishing house of the Tyumen state University. 2014. 50 p. In Russian].*

15. Барер Г. М., Денисов А. Б., Стурова Т. М. *Вариабельность кристаллических агрегатов ротовой жидкости в норме. Российский стоматологический журнал. 2003;1: 33-35 [Barer G.M., Denisov A.B., T.M. Sturova Variability crystalline aggregates of oral fluid was normal. Russian dental journal. 2003; 1: 33-35. In Russian].*

16. Антропова И.П., Габинский Я.Л. *Кристаллизация биожидкости в закрытой ячейке на примере слюны. Клиническая лабораторная диагностика. 1997; 8: 36-38 [Antropova I.P., Gabinsky Ya. L. Crystallization of BioRID in a closed cell by the example of saliva. Clinical laboratory diagnostics. 1997; 8: 36-38. In Russian].*

Для корреспонденции/Corresponding author
Кручинина Людмила Аркадьевна /Kruchinina Lyudmila
newstominfo@yandex.ru