

ВЛАДИМИР ВАСИЛЬЕВИЧ ВАПИРОВ

доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

vapirov@petrsu.ru

ВЛАДИМИР МИХАЙЛОВИЧ ФЕОКТИСТОВ

кандидат химических наук, доцент кафедры общей химии Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

feoktistov@petrsu.ru

НАДЕЖДА ВЛАДИМИРОВНА ВАПИРОВА

старший преподаватель кафедры общей химии Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

nadin@petrsu.ru

АНИ АРЦРУНОВНА ВЕНСКОВИЧ

инженер по охране окружающей среды сектора охраны природы северного направления Центра охраны окружающей среды, Октябрьская железная дорога (Петрозаводск, Российская Федерация)

ajdanna@yandex.ru

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТОК ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ВОДНЫХ НАСТОЕВ КРЕМНЕЙ

(предварительные данные)

Измерены и проанализированы физико-химические характеристики водных настоев кремней: pH, окислительно-восстановительный потенциал, удельная электрическая проводимость и содержание кремния в растворе. pH растворов водных настоев кремней укладывается в диапазон значений этого параметра, установленных нормативными документами для вод питьевого назначения. Значения окислительно-восстановительных потенциалов водных настоев кремней положительны и составляют от > 300 до < 500 мВ, что не должно сказываться на изменении окислительно-восстановительных потенциалов внутренних сред организма, а целебные свойства этих настоев не могут быть связаны с параметром Eh. Содержание водорастворимых минеральных соединений и легкоусваиваемой ортокремниевой кислоты в кремнях очень незначительно, водные настои кремней не могут изменять осмотическое давление биологических жидкостей и рассматриваться как существенные источники кремния для организма человека.

Ключевые слова: народная медицина, кремень, кремневая вода

### ВВЕДЕНИЕ

Научная медицина основана на современных методах исследований и достижениях в области ряда фундаментальных наук. Вместе с тем предшествующая ей народная медицина является источником накопленного многовекового опыта по применению различных средств и методов лечения. Изучая опыт народной медицины и проверяя его, наука отбирает все то полезное, что может быть использовано в современных средствах и методах лечения. По мнению академика Б. В. Петровского, «современная научная медицина берет из тысячелетнего опыта народа все ценное и рациональное, что там накоплено, и отбрасывает все то, что может принести вред здоровью человека» [14]. Основная идея стратегии ВОЗ заключается в том, чтобы с позиций

современной доказательной медицины проверить арсенал методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации, накопившийся в течение веков в традиционной и народной медицине разных стран, и внедрить наиболее эффективные подходы, способы и приемы в современное здравоохранение<sup>1</sup>.

Рецепты народной медицины и в настоящее время остаются очень актуальными для многих категорий населения. Интересны исследования А. Д. Прозовой, опубликованные в статье «Роль народной медицины в сохранении здоровья современного человека на примере Ульяновского Поволжья» [20]. Для выяснения вопроса отношения к народной медицине автором было опрошено 500 жителей, проживающих исключительно в сельской местности. Интересно, что 40 % опро-

шенных лечатся своими средствами, используя рецепты народной медицины. При этом наибольшее число респондентов для лечения применяют травы (73,4 %), на втором месте оказываются продукты пчеловодства (63,9 %), на третьем месте – молочные продукты (49,3 %). 44,9 % опрошенных применяют средства минерального происхождения – воду естественных источников и родников, минеральные воды.

Одним из средств, используемых в народной медицине, является кремневая вода – продукт настаивания природного минерала кремень. Кремни являются одними из наиболее древних минералов, когда-либо использовавшихся человеком. Совокупность их своеобразных свойств послужила их очень длительному использованию древними и последующими цивилизациями для изготовления простейших орудий труда и охоты. В настоящее время кремни находят применение в производстве керамики, абразивных материалов, в футеровке мельниц и др.

Кремень – одна из многочисленных разновидностей кремнеземистых минералов, который представляет собой однородный или полосчатый, скрытокристаллический, очень плотный агрегат халцедона и кварца с различной долей примеси опала, а также гидроксидов железа, органического вещества и остатков кремнистых скелетов морских организмов [16]. Авторы [2], [25] считают, что формирование кремней происходило из биогенного кремнезема в результате его уплотнения и перекристаллизации, что косвенно свидетельствует о полигенности происхождения кремней.

Популярность кремневой воды как средства исцеления достаточно велика, на что, в частности, указывает тот факт, что по запросу «кремневая вода» поисковая система «Яндекс» предлагает информацию из около 28 миллионов сайтов. Не подвергая анализу имеющиеся интернет-источники, отметим, что наряду с ними присутствуют и некоторые печатные издания, в которых высказаны не более как собственные мнения о целебных свойствах кремневой воды. К ним можно отнести книгу А. Д. Малярчикова «Кремень и человечество, или Кремень вновь обретает славу» [15], с которой при желании можно ознакомиться и составить собственное впечатление.

Целью настоящего исследования является изучение некоторых физико-химических характеристик как предварительных показателей для оценки возможного использования в медицине кремневых вод в качестве жидких лекарственных форм.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования были взяты кремни Новгородской, Московской областей и Республики Крым. Кремень в Новгородской области был отобран в районе с. Ровное (правый

берег р. Мста, Боровичский район). Этот кремень неоднородного серого цвета обнаружен в выходах доломитизированных известняков, простирающихся непрерывной полосой до 1 км от южной окраины с. Ровное вверх по течению реки. Эти известняки относятся к понеретской и угловской свитам серпуховского яруса северо-западного крыла Московской синеклизы [23].

Кремень Московской области черного цвета, предположительно относится к меловым отложениям Московской синеклизы, был приобретен в аптеке (производитель ООО «Региональный центр литотерапии “Природный целитель”»).

Крымский кремень (образец № 1) черного цвета с многочисленными вкраплениями белого цвета, отобран из стены ранее действующего мелового карьера вблизи села Цветочное Белогорского района Республики Крым.

Крымский кремень (образец № 2) отобран на правом берегу р. Бодрак у села Трудолюбовка Бахчисарайского района Республики Крым.

В эксперименте использовали дробленые образцы кремней фракций с дисперсностью:  $0,5 < d < 20$  и  $0,5 < d < 5,0$  мм.

Определение содержания растворенного в воде кремния проводили спектрофотометрическим методом<sup>2</sup>. Электрическую проводимость измеряли на приборе фирмы «Наппа» НИ 8733. Восстановительный потенциал и pH растворов определяли с использованием pH-метра<sup>3</sup>. Водные настои кремней готовили следующим образом: образцы кремней дробили ручным способом, просеивали через сита, промывали дистиллированной водой от мелкой пылевидной фракции и помещали в пластиковые бутылки. К 1 л дистиллированной воды добавляли расчетную массу определенной фракции минерала. Пробы настивали при комнатной температуре, естественном освещении, перемешивали встряхиванием 2 раза в сутки. Через определенные промежутки времени отбирали пробы для определения физико-химических показателей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**pH водных настоев кремней.** Актуальность исследования pH любых растворов, употребляемых человеком, включая и pH жидких лекарственных форм, определяется тем, что концентрация водородных ионов имеет очень большое значение для живых организмов, так как определяет ферментативную активность и физико-химические свойства биологических молекул и надмолекулярных структур. Поддержание постоянного значения pH (кислотно-основного гомеостаза) является одной из важнейших физиологических задач, которую решает организм. Известно, что в обычных условиях в результате метаболических процессов в организме человека за сутки образуется 20–25 моль летучей угольной кислоты, которая удаляется через легкие, а также

ряд нелетучих кислот, включая и такие, как молочная, серная и соляная, общее суточное количество которых достигает 100 ммоль и удаление которых осуществляется с участием почек и печени. В меньшей степени в процессе метаболизма накапливаются щелочные продукты, способные увеличивать pH среды [1].

Нормальное значение pH для внутриклеточной среды равно 7,0, для внеклеточной жидкости – 7,4. Артериальная и венозная кровь в норме характеризуются значениями pH 7,4 и 7,35 соответственно. Кислотно-основный гомеостаз в организме обеспечивают несколько основных механизмов [1], [18]:

1. Химические буферные системы. Они представлены в основном бикарбонатным, фосфатным, белковым и гемоглобиновым буферами. Буферные системы начинают действовать сразу же при увеличении или снижении концентрации протонов и способны устраниить умеренные сдвиги кислотно-щелочного равновесия в течение 10–40 с.

2. Физиологические механизмы. Наиболее эффективными физиологическими механизмами регуляции кислотно-основного равновесия являются процессы, протекающие в легких, почках, печени и желудочно-кишечном тракте. Для достижения необходимых эффектов на уровне органных механизмов поддержания кислотно-основного равновесия требуется от нескольких минут до нескольких часов.

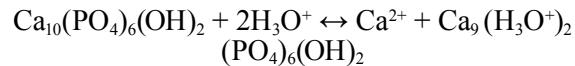
Важно, что даже очень незначительные отклонения от физиологических значений приводят к патологическому процессу, а крайние пределы колебаний pH крови, совместимые с жизнью, 7,0–7,8, что соответствует концентрации протонов от 16 до 100 нмоль/л. Состояние сдвига pH в кислую или щелочную сторону (ацидоз или алкалоз) может возникать при различных патологиях. Вместе с этим ацидоз и алкалоз могут наблюдаться и при экзогенном нарушении кислотно-основного равновесия. Экзогенные ацидоз и алкалоз могут возникать в результате попадания в организм соединений с кислотными или основными свойствами. Понятно, что при наличии в организме химических и физиологических механизмов поддержания кислотно-основного баланса эндогенные ацидоз и алкалоз могут возникнуть только при большом приеме кислых или щелочных агентов или их очень длительном поступлении в организм. В этом случае происходит истощение буферных систем, которые перестают справляться с поддержанием кислотно-основного гомеостаза.

Важно учитывать эндогенное воздействие кислых растворов и на зубную эмаль. Так, в работе [26] изучено влияние газированных и алкогольных напитков на зубы и выявлено, что снижение уровня pH используемого напитка ухудшает герметичность пломб.

К настоящему времени установлено, что в основе патогенеза начального возникновения кариеса лежит процесс деминерализации эмали зуба [6]. Процесс деминерализации протекает под действием кислот, которые продуцируются микроорганизмами, содержащимися в зубном налете. Помимо этого кислая среда продуктов питания и водных растворов, попадающих на зубы, также может оказывать влияние на деминерализацию. Несмотря на то что слюна обладает кислотно-основным буферным действием, достаточно кислые растворы и их продолжительное воздействие могут оказывать деминерализующий эффект. На границе раздела фаз «эмаль – слюна» устанавливается гетерогенное равновесие, одно из которых с участием гидроксиапатита описывается как:



Уменьшение pH среды способствует связыванию гидроксильных групп и смешению данного равновесия вправо. Представленное равновесие предусматривает выход в раствор как катионов кальция, так и фосфат-анионов, однако реальный процесс деминерализации является куда более сложным. Так, в [4] установлено, что в кислой среде деминерализация эмали *in vitro* протекает с преимущественным выходом катионов кальция по сравнению с анионами  $\text{PO}_4^{3-}$ . Этот процесс авторы описывают уравнением:



В случае протекания данного процесса нарушается соотношение Ca/P в эмали зуба. При достижении молярного соотношения Ca/P менее 1,3 происходит разрушение кристаллической решетки гидроксиапатита. Несмотря на то что соотношение Ca/P определяет резистентность эмали зуба к деминерализации, установлено, что при снижении pH ниже 5,5 скорость деминерализации значительно превышает скорость реминерализации [12]. Немаловажным является значение pH употребляемых жидкостей при наличии функциональных изменений со стороны желудочно-кишечного тракта. Все это свидетельствует в пользу того, что показатель pH является одним из важнейших в оценке контроля качества всех жидкостей, употребляемых человеком, включая и лекарственные препараты в жидких лекарственных формах. В этой связи нами проанализированы значения pH водных настоев кремней различных месторождений и некоторые результаты представлены в табл. 1.

Обращает на себя внимание, что во всех исследованных случаях происходит увеличение pH водного раствора, что свидетельствует о переходе из кристаллической фазы в раствор соединений основной природы. Подобная картина наблюдается и в случае использования кремней других месторождений. Отметим, что даже при очень длительном настаивании кремня pH вод-

**Таблица 1**  
Значения pH водных настоев кремней различных месторождений, полученных на дистиллированной воде, соотношение кремень:вода 1:10, фракция  $0,5 < d < 5,0$  мм

№	Место отбора кремня	Время экспозиции (сутки)	pH, раствор	pH, контроль
1	Новгородская область	1	6,77	6,06
		3	7,23	6,14
		9	7,82	6,2
2	Республика Крым, образец № 1	1	6,39	5,85
		3	6,79	6,03
		9	7,45	6,04
3	Республика Крым, образец № 2	1	6,45	5,8
		3	6,85	5,94
		9	7,08	6,01

ногого раствора изменяется незначительно. Так, например, при настаивании кремня Московской области в течение более 120 суток на водопроводной воде величина pH раствора достигает не более 8 (рис. 1).

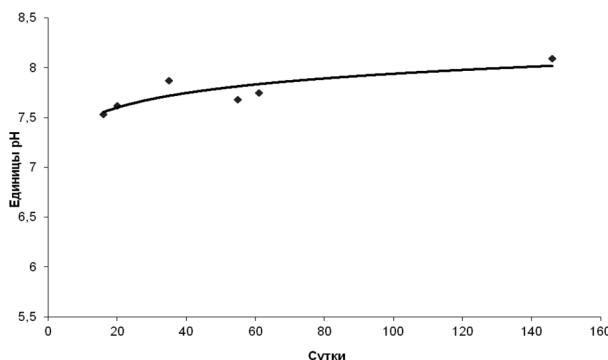


Рис. 1. Значения pH водного настоя кремня Московской области, полученного на водопроводной воде, фракция  $0,5 < d < 5,0$  мм, соотношение кремень:вода 1:50

Принимая во внимание, что основаниями по отношению к воде могут выступать анионы слабых кислот, увеличение pH может быть связано с переходом в раствор растворимых карбонатов, возможно присутствующих в исходных минералах. В целом можно отметить, что водные экстракти кремней соответствуют нормативным показателям pH для вод питьевого назначения.

**Окислительно-восстановительный потенциал водных настоев кремней.** Окислительно-восстановительный потенциал (Eh), в некоторых источниках – редокс-потенциал, имеет очень большое значение для живых организмов. Исключительное значение данный параметр имеет и для микроорганизмов, которые могут расти и развиваться только в условиях с определенным значением Eh. Важность указанного параметра определяется в первую очередь тем, что живые организмы по способу усвоения энергии принципиально отличаются от тепловой машины, которая в циклическом процессе для соверше-

ния полезной работы использует разность количества теплоты, переданной от нагревателя и отданной холодильнику. Источником энергии для живых организмов является энергия, заключенная в химических связях продуктов питания. Эта энергия выделяется в процессе окисления, а основной характеристикой, определяющей направление окислительно-восстановительного процесса, является разность окислительно-восстановительных потенциалов сопряженных пар. Общеизвестно, что принципиальной особенностью биологического окисления является его многоступенчатость, осуществляющаяся через ряд промежуточных ферментативных стадий. При этом электрон передается по цепи переносчиков в порядке возрастания восстановительного потенциала сопряженных пар. Если все компоненты дыхательной цепи связаны с митохондриями, а именно с их внутренними мембранными, то окислительно-восстановительный потенциал водного раствора, поступившего в организм, может оказывать влияние на процессы, протекающие как внутри, так и вне клеток. В растворе с высоким значением Eh будут протекать процессы окисления, а с низким значением – процессы восстановления. Биологические системы имеют ряд защит (редокс-буферные системы), обеспечивающих постоянство окислительно-восстановительного потенциала за счет поддержания концентраций окислителей и восстановителей [7]. Так, окислительно-восстановительный потенциал артериальной крови – 80 мВ, венозной – 120 мВ, а материнского молока – 70 мВ [3], [17]. Поскольку организм функционирует в среде, обладающей окислительными свойствами, то особенно актуальным является противодействие редокс-буферным системам поступающим извне окислителям. Поступающие в организм окислители могут взаимодействовать с различными субстратами, что приводит к тяжелым последствиям. Подавляющее большинство жидкостей, вводимых в организм, имеют положительное значение Eh от +150 до +400 мВ [17]. О влиянии окислительно-восстановительного потенциала принимаемой жидкости на состояние внутренней среды организма свидетельствует ряд публикаций [3], [17]. Например, введение в организм жидкости с отрицательным значением Eh (католит) в дозе 2 мл/кг снижает окислительно-восстановительный потенциал жидких сред организма [3]. В [11] приведены данные по изучению размеров очаговой деминерализации эмали у белых крыс при воздействии жидкостей с различным окислительно-восстановительным потенциалом. Жидкости с положительным и отрицательным значением ОВП не оказывают воздействие на слизистую оболочку и твердые ткани зубов, в то время как жидкость с положительным ОВП существенно снижает площадь зон экспериментального карiesa, а жидкость с отрицательным значением ОВП

способствует снижению пораженности зубов при моделировании кариеса. Анализ биологических и фармакологических эффектов ионизированных жидкостей с различным окислительно-восстановительным потенциалом дан в обзоре [21]. Приведенные данные определяют актуальность мониторинга жидкостей, употребляемых человеком, включая жидкие лекарственные формы и потенциально разрабатываемые лекарства. Результаты значений величин Eh водных настоев кремней представлены в табл. 2. Известно, что на значение Eh оказывает большое влияние концентрация растворенного в воде и водном растворе кислорода. Поэтому имеющийся разброс значений в районе 100 мВ мы относим за счет содержания кислорода в пробах. В целом видно, что значение окислительно-восстановительного потенциала полученного водного раствора всегда положительно и находится от > 300 до < 500 мВ и укладывается в диапазон значений этого параметра для питьевых вод.

Таблица 2

Значения Eh водных настоев кремней, полученных на дистиллированной воде, соотношение кремень:вода 1:10, фракция 0,5 < d < 5,0 мм

№	Место отбора	Время экспозиции (сутки)	Eh, раствор	Eh, контроль
1	Новгородская область	1	358	463
		3	355	381
		9	334	374
2	Республика Крым, образец № 1	1	410	374
		3	411	419
		9	421	473
3	Республика Крым, образец № 2	1	451	578
		3	468	482
		9	447	453

На основании полученных результатов можно заключить, что использование водных настоев кремней не должно оказываться на изменении окислительно-восстановительных потенциалов внутренних сред организма и целебные свойства этих настоев не могут быть связаны с параметром Eh.

**Электрическая проводимость.** Известно, что общая минерализация воды оказывает весьма значимое влияние на организм человека. Вода с повышенной минерализацией влияет на секреторную деятельность желудка, ухудшает пищеварение и нарушает водно-солевой баланс [30]. Повышенная жесткость питьевой воды может привести к увеличению распространенности среди населения болезней сердечно-сосудистой системы, органов пищеварения, эндокринной системы и нарушению обмена веществ [5], [13], [19], [22], [27], [28].

Как известно, общая минерализация определяется содержанием в воде растворенных неорганических солей, которые в растворе находятся в ионизированном состоянии. Общее число частиц, присутствующих в растворах, определяет их

коллигативные свойства, среди которых одним из важнейших является осмотическое давление. Осмотическое давление определяет явление осмоса, которое играет ключевую роль в живой природе. Значение осмотического давления для крови человека постоянно и составляет 780 кПа, а нарушение данного показателя не требует комментариев для специалистов. Осмотическое давление рассматриваемых нами водных растворов в основном связано с общим электролитным составом раствора, оценку которого удобно проводить изучением показателя электрической проводимости. Понятно, что электрическая проводимость является интегральным показателем, который зависит как от количества ионов в растворе (активности), так и от их индивидуальных характеристик – подвижностей. Однако в данном случае нас интересовала динамика электролитного состава, которая симбатно изменяется с величиной электрической проводимости. К тому же по величине электрической проводимости можно качественно судить и о наличии водорастворимых солей в минерале и интенсивности их извлечения в водный раствор. Значения удельной электрической проводимости растворов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Значения удельной электрической проводимости ( $\alpha$ ) водных настоев кремней, полученных на дистиллированной воде, соотношение кремень:вода 1:10, фракция 0,5 < d < 5,0 мм

№	Месторождение минерала	Время экспозиции (сутки)	$\alpha$ (мкСм/см), раствор	$\alpha$ (мкСм/см), контроль
1	Новгородская область	1	27,7	2,0
		3	67,6	2,1
		9	104	2,0
2	Республика Крым, образец № 1	1	21,0	1,5
		3	48,4	1,5
		9	59,8	1,6
3	Республика Крым, образец № 2	1	4,6	1,8
		3	9,1	1,5
		9	17,3	1,6

Для сопоставления результатов, представленных в табл. 3, приведем некоторые литературные данные [24]. Для природных вод минерализация и удельная электрическая проводимость изменяются в широких пределах. Минерализация речной воды составляет от нескольких десятков до нескольких сотен мг/л, при этом их удельная электропроводность варьирует от 30 до 1500 мкСм/см. Минерализация подземных вод и соленых озер может достигать сотен г/л. Что касается атмосферных осадков, то величина их удельной электрической проводимости с минерализацией от 3 до 60 мг/л составляет от 10 до 120 мкСм/см. Показатель удельной электрической проводимости в РФ для питьевых вод не нормируется, в то время как в соответствующих документах ЕС этот показатель присутствует. Вместе с тем в РФ имеется ряд нормативных документов,

определяющих показатель электрической проводимости (табл. 4).

**Таблица 4**  
Нормирование удельной электрической проводимости воды ( $\alpha$ )

№	Объект	$\alpha$ (мкСм/см)	Нормативный документ
1	Вода дистиллированная	не более 5	ГОСТ 6709-96
2	Вода для гемодиализа	не более 5	ГОСТ Р 52556-2006
3	Вода очищенная	$\leq 4,3$	ФС2.2.0020.15
4	Вода для инъекций	$\leq 1,1$	ФС2.2.0019.15
5	Вода, предназначенная для употребления людьми	не более 2500 (20 °C)	98/83/EC

Анализируя полученные экспериментальные данные, отметим, что с увеличением времени экспозиции в водный раствор кремней извлекаются вещества ионогенной природы, определяющие увеличение удельной электрической проводимости раствора. Содержание этих веществ в кремнях различных месторождений разное. Так, наибольшее количество извлекаемых солей в течение первых суток экспозиции наблюдается для образцов кремней Новгородской области и Республики Крым (образец № 1). Что же касается кремня Республики Крым (образец № 2), то величина электрической проводимости раствора на первые сутки экспозиции отличается от других кремней почти в 5 раз.

Процесс извлечения в водный раствор является длительным. Как следует из рис. 2, зависимость удельной электрической проводимости во времени представлена кривой, которая стремится к некоторому пределу. Однако даже после настаивания в течение более 120 суток кривая еще не выходит на плато.

Несмотря на то что извлечение солей из минералов протекает во времени, концентрация ионов

в водных настоях остается очень незначительной. Даже после 120 суток экспозиции электрическая проводимость настоя соответствует нижним границам электрической проводимости речных вод, что согласуется с минерализацией раствора порядка нескольких десятков мг/л. Эта величина более чем в 10 раз меньше предусмотренной нормативными документами для питьевой воды. Таким образом, содержание водорастворимых минеральных соединений в кремнях очень незначительно, а водные настои кремней не могут изменять осмотическое давление биологических жидкостей.

**Содержание кремния в растворе.** Несмотря на то что кремний является биогенным элементом, его биологическая роль до настоящего времени полностью не установлена. В литературе имеются данные, касающиеся действия на живые организмы как недостатка, так и избытка кремния [28]. Принимая во внимание то, что основой минерала кремень является диоксид кремния, при настаивании кремня естественно ожидать извлечение кремния в водный раствор. В этой связи одним из первостепенных является вопрос о влиянии растворенного кремния на организм человека, для обсуждения которого нами привлечены литературные данные по влиянию кремния, поступающего с питьевой водой.

В [9], [10] изучено действие метасиликата натрия в концентрации 10 мг/л в пересчете на кремний, поступающего с питьевой водой на главный орган иммунитета – тимус. Установлено, что морфологическая структура тимуса претерпевает такие же изменения, как для активации клеточно-го иммунитета. Диссертационное исследование [8] направлено на поиск морфологического субстрата адаптационных реакций на поступление водорастворимых соединений кремния со стороны центральных и периферических лимфоидных органов. Автор изучила морфофункциональное состояние тимуса, селезенки и пейкеровых бляшек лабораторных крыс при длительном поступлении в организм кремния с питьевой водой. Концентрация кремния в эксперименте составила 10 мг/л. Обобщив полученные экспериментальные данные, автор отмечает следующие особенности реакции лимфоидных органов лабораторных крыс на поступление в организм водорастворимых соединений кремния:

1. Чем ближе расположен лимфоидный орган к месту проникновения кремния, тем больше в нем наблюдается изменений.

2. Реакции иммунокомpetентных клеток на поступление кремния с питьевой водой зависят как от их происхождения, так и от принадлежности к различным морфофункциональным зонам лимфоидных органов.

3. Гистамин является одним из клеточных звеньев в реакции адаптации лимфоидных органов

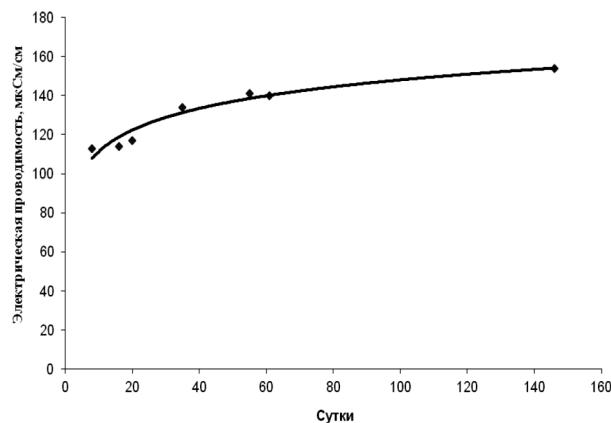


Рис. 2. Изменение удельной электрической проводимости водного настоя кремня Московской области на водопроводной воде, фракция  $0,5 < d < 5,0$  мм, соотношение кремень:вода 1:50

Таблица 5

Содержание мономерно-димерной формы кремниевой кислоты в пересчете на кремний в водных настоях кремней, полученных на дистиллированной воде

№	Образец кремния	Дистиллированная вода, соотношение 1:2			Вода Петрозаводской губы Онежского озера, соотношение 1:10		
		время экспозиции, сутки	контроль	раствор	время экспозиции, сутки	контроль	раствор
1	Московская обл.	1	< 0,05	0,71	3	0,5	0,6
		3	< 0,05	1,99	9	0,5	0,68
					30	0,5	1,07
2	Новгородская обл.	1	< 0,05	1,09	3	0,5	0,83
		3	< 0,05	2,87	9	0,5	1,1
					30	0,5	1,76

к поступлению водорастворимых соединений кремния.

Автор предполагает, что водорастворимые силикаты действуют на иммунную систему подобно таким твердым частицам, как кварц, асбест или наночастицы кремния, при этом во вторичных лимфоидных органах индуцируется созревание дендритных клеток при участии гистамина, что проявляется в увеличении их количества и размеров.

Принимая во внимание эффекты длительного воздействия кремния, поступающего с водой, на организм человека, нами было изучено содержание водорастворимых (мономерно-димерных) форм кремниевой кислоты, которые взаимодействуют с молибдатом аммония, согласно спектрофотометрическому методу определения<sup>4</sup>.

Определяя только эти формы среди всех возможных, мы руководствовались тем, что именно ортокремниевая кислота является основным

легкодоступным источником кремния для организма человека, в то время как всасываемость полимерных форм растворенного кремния незначительна. Данные по содержанию мономерно-димерной формы кремниевой кислоты в настоях кремней приведены в табл. 5.

Обращает внимание тот факт, что даже после длительного настаивания кремня из Новгородской области при массовом соотношении кремень:вода 1:10 на воде Онежского озера, концентрация кремния в растворе не превышала 1,76 мг/л. Принимая во внимание, что методическими рекомендациями МР 2.3.1.2432-08 «Рациональное питание. Нормы потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» установлен рекомендованный уровень потребления кремния в 30 мг/с, водные настои кремней не могут рассматриваться как существенные источники кремния для организма человека.

#### ПРИМЕЧАНИЯ

<sup>1</sup> WHO Traditional Medicine Strategy 2002–2005. Geneva: WHO, 2002. 80 р.

<sup>2</sup> Руководящий документ РД 52.24.433.2005. Методика выполнения измерений фотометрическим методом кремния в виде желтой формы кремнемолибденовой гетерополикислоты. Ростов н/Д, 2005.

<sup>3</sup> Руководящий документ РД 52.24.495-2005. Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод: Методика проведения измерений электрохимическим методом. Ростов н/Д, 2005.

<sup>4</sup> Руководящий документ РД 52.24.433.2005. Методика выполнения измерений фотометрическим методом кремния в виде желтой формы кремнемолибденовой гетерополикислоты. Ростов н/Д, 2005.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агаджанян Н. А., Тель Л. З., Циркин В. И., Чесноков С. А. Физиология человека. СПб.: СОТИС, 1998. 527 с.
- Айлер Р. Химия кремнезема. М.: Мир, 1982. 1127 с.
- Безденюк А. Д., Селявин С. С., Трофимова Т. Г. Изменение окислительно-восстановительного потенциала жидких сред организма // Здоровье и образование в XXI веке. 2012. Т. 14. С. 205–206.
- Боровский Е. В., Леонтьев В. К. Биология полости рта. М.: Медицина, 1994. 304 с.
- Борзунова Е. А. Оценка влияния качества питьевой воды на здоровье населения // Гигиена и санитария. 2007. № 3. С. 32–34.
- Бутвиловский А. В. Химические основы деминерализации и реминерализации эмали зубов // Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2011. Т. 10. № 1. С. 138–144.
- Глубокое фторирование / А. Кнаппвост // Стоматология для всех. 2001. № 3. С. 38–42.
- Гордова В. С. Структурно-функциональное состояние лимфоидных органов лабораторных крыс при длительном поступлении соединения кремния с питьевой водой: Дис. ... канд. мед. наук. Чебоксары, 2014. 164 с.
- Дьячкова И. М., Сергеева В. Е., Сапожников С. П. Исследование популяции тучных клеток тимуса при длительном воздействии соединений кремния и кальция // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им И. Я. Яковleva. 2010. № 4 (68). С. 50–55.
- Дьячкова И. М. Структурно-функциональное состояние тимуса лабораторных крыс, употребляющих питьевую воду с добавлением соединений кальция и кремния: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Чебоксары, 2011. 19 с.

11. Енин А. М., Резников К. М., Сущенко А. В., Бездюнюк А. Д. Применение жидкостей с различным окислительно-восстановительным потенциалом при патологии твердых тканей зубов // Научные ведомости БелГУ. Сер.: Медицина. Фармакология. 2014. № 11 (182). Вып. 26/1. С. 213–215.
12. Капустин А. Миры и достоверные факты о роли фтора в профилактике кариеса. Глубокое фторирование // Стоматология для всех. 2001. № 3. С. 38–42.
13. Ковалчик В. К., Маслов Д. В. Гигиенические проблемы химического состава питьевой воды систем водоснабжения Приморского края // Оригинальные исследования. 2006. № 3. С. 60–63.
14. Здоровье человека и прогресс медицины // Литературная газета. 1974. 1 мая. С. 12.
15. Малирович А. Д. Кремень и человечество, или Кремень вновь обретает славу. М.: АНК ИТМО им. А. В. Лыкова, 1998. 352 с.
16. Минералы и горные породы СССР / Т. Б. Здорик, В. В. Матиас, И. Н. Тимофеев, Л. Г. Фельдман; Под ред. А. И. Гинзбурга. М.: Мысль, 1970. 439 с.
17. Мухина Д. Ю., Колесничеко П. Д. Влияние ионизированной воды на параметры изолированного сердца крысы в модели ишемии – реперфузии // Здоровье и образование в XXI веке. 2016. Т. 18. № 1. С. 312–315.
18. Патофизиология / Под ред. П. Ф. Литвицкого. Изд. 4-е. М.: Геотар-Медиа, 2009. 469 с.
19. Прибылова В. Н., Решетов И. К. Состояние здоровья населения и его связь с качеством питьевой воды // Водные ресурсы. Проблемы рационально використання, охорони та відродження. 2010. № 16. С. 76–78.
20. Прозова А. Д. Роль народной медицины в сохранении здоровья современного человека на примере Ульяновского Поволжья // Вестник Чувашского университета. 2007. № 3. С. 53–59.
21. Резников К. М., Колесничеко П. Д., Коваленко И. В. Биологические и фармакологические эффекты ионизированных жидкостей с различным окислительно-восстановительным потенциалом // Европейский союз ученых. 2016. № 30-1. С. 62–68.
22. Рылова Н. В. Влияние минерального состава питьевой воды на здоровье детей // Гигиена и санитария. 2005. № 1. С. 45–46.
23. Савицкий Ю. В., Коссова О. Л., Евдокимова И. О., Весель Я. А. Опорный разрез нижнего карбона р. Мсты: Путеводитель экскурсии 21–24 сентября 2012 г. III Всероссийского совещания «Верхний палеозой России: региональная стратификация, палеонтология, геобиособытия». СПб., 2012. 55 с.
24. Справочник для профессионалов / Авт.-сост. Е. А. Хохрякова, Я. Е. Резник; Под ред. Е. С. Беликова. М.: Издат. Дом «Аква-Терм», 2007. 238 с.
25. Фролов В. Т. Литология. Кн. 1. М.: Изд-во МГУ, 1992. 336 с.
26. Фирсова И. В., Македонова Ю. А., Камалетдинова Р. С., Кобелев Е. В. Влияние газированных и алкогольных напитков на зубы // Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке». 2014. Т. 16. № 2. С. 12–14.
27. Янук Е. В., Крашенникова Г. И. Гигиеническая характеристика минерального состава воды подземных источников на территории Новосибирской области // Сетевое издание «Медицина и образование в Сибири». 2014. № 3. С. 1–8.
28. Грищенко С. В. Екологічні детермінанти хвороб системи кровообігу серед населення кокризисного регіону // Проблеми екології та охорони здоров'я. 2010. № 5. С. 110–115.

Vapiro V. V., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

Feoktistov V. M., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

Vapirova N. V., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

Venskovich A. A., Russian Railways (Petrozavodsk, Russian Federation)

## PHYSICAL AND CHEMICAL JUSTIFICATION OF THE POSSIBILITY TO DEVELOP MEDICINE ON THE BASIS OF FLINTS' WATER INFUSIONS (PRELIMINARY DATA)

Physical and chemical characteristics of water infusions of flints are measured and analyzed: pH, the oxidation-reduction potential, the specific electric conductivity, and the content of silicon in the solution. The pH in solutions of water infusions of flints stays within the range of the values of this parameter approved by the normative documents for waters of drinking purposes. The values of oxidation-reduction potentials of water infusions of flints are positive and make from > 300 to < 500 mV, which shouldn't cause any change in the oxidation-reduction potentials of the internal environment of an organism, and curative properties of these infusions can't be connected with the Eh parameter. The content of water-soluble mineral connections and of the easily acquired orthosilicon acid in flints is very insignificant; water infusions of flints can't change the osmotic pressure of biological liquids and be considered as essential sources of silicon for a human body.

Key words: traditional medicine, flint, silicon water

## REFERENCES

1. Agadzhanyan N. A., Tel' L. Z., Thirkin V. I., Chesnokov S. A. *Fiziologiya cheloveka* [Human physiology]. St. Petersburg, SOTIS Publ., 1998. 527 p.
2. Ayler R. *Khimiya kremnezema* [Silicon dioxide chemistry]. Moscow, Mir Publ., 1982. 1127 p.
3. Bezdenyuk A. D., Selyavin S. S., Trofimova T. G. Change of oxidation-reduction potential of liquid environments of an organism [Izmenenie okislitel'no-vosstanovitel'nogo potentsiala zhidkikh sred organizma]. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*. 2012. Vol. 14. P. 205–206.
4. Borovskiy E. V. *Biologiya polosti rta* [Oral cavity biology]. Moscow, Meditsina Publ., 1994. 304 p.
5. Borzunova E. A. Assessment of influence of quality of drinking water on the health of the population [Otsenka vliyanija kachestva pit'evoy vody na zdrorov'e naseleniya]. *Gigiena i sanitariya*. 2007. № 3. P. 32–34.
6. Butvilkoviy A. V. Chemical bases of demineralization and remineralization of enamel of teeth [Khimicheskie osnovy demineralizatsii i remineralizatsii emali Zubov]. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2011. Vol. 10. № 1. P. 138–144.
7. Deep fluorination [Glubokoe ftorirovanie] / A. Knappvost. *Stomatologiya dlya vsekh*. 2001. № 3. P. 38–42.

8. Gordova V. S. *Strukturno-funktional'noe sostoyanie limfoidnykh organov laboratornykh krys pri dlitel'nom postuplenii soedineniya kremniya s pit'evoy vodoy: Dis. ... kand. med. nauk* [Structurally functional condition of lymphoid bodies of laboratory rats at long receipt of compound of silicon with drinking water]. Kan. Sci. Medic.]. Cheboksary, 2014. 164 p.
9. D'yachkova I. M., Sargeeva V. E., Soghnikov S. P. Research of population of corpulent cages of timus under the long impact of compounds of silicon and calcium [Issledovanie populyatsii tuchnykh kletok timusa pri dlitel'nom vozdeystvii soedineniy kremniya i kal'tsiya]. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I. Ya. Yakovleva*. 2010. № 4 (68). P. 50–55.
10. D'yachkova I. M. *Strukturno-funktional'noe sostoyanie timusa laboratornykh krys, upotrebyayushchikh pit'evuyu vodu s dobavleniem soedineniy kal'tsiya i kremniya: Dis. ...kand. boil. nauk* [Structurally functional condition of timus of laboratory rats using drinking water with addition of compounds of calcium and silicon: Abstract of the thesis of the Kand. Sci. Biol.]. Cheboksary, 2011. 19 p.
11. Enin A. M., Reznikov K. M., Sushchenko A. V., Bezduyunuk A. D. The use of liquids with various oxidation-reduction potential under pathology of solid tissues of teeth [Primenenie zhidkostey s razlichnym okislitel'no-vosstanovitel'nym potentsialom pri patologii tverdykh tkanei Zubov]. *Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya: Meditsina. Farmakologiya*. 2014. № 11 (182). Issue 26/1. P. 213–215.
12. Knapovost A. Myths and established facts on the role of fluorine in prophylaxis of caries. Deep fluorination [Mify i dostovernye fakty o roli flora v profilaktike kariesa. Glubokoe ftorirovanie]. *Stomatologiya dlya vsekh*. 2001. № 3. P. 38–42.
13. Kovatchuk V. K., Maslov D. V. Hygienic problems of the chemical composition of drinking water of the systems of Primorsky Krai water supply [Gigienicheskie problemy khimicheskogo sostava pit'evoy vody sistem vodosnabzheniya Primorskogo kraya]. *Original'nye issledovaniya*. 2006. № 3. P. 60–63.
14. Human health and medical progress [Zdorov'e cheloveka i progress meditsiny]. *Literатурная газета*. 1974. 1 May. P. 12.
15. Malyarchikov A. D. *Kremen' i chelovechestvo, ili Kremen' vnov' obretaet slavu* [Flint and mankind or flint finds glory again]. Moscow, ANK ITMO im. A. V. Lykova Publ., 1998. 352 p.
16. *Mineraly i gornye porody SSSR* [Minerals and rocks of the USSR] / T. B. Zdorik, V. V. Matias, I. N. Timofeev, L. G. Fel'dman; Ed. by A. I. Ginzburga. Moscow, Mysl' Publ., 1970. 439 p.
17. Muhibina D. Yu., Kolesnichenko P. D. The influence of ionized water on parameters of the isolated heart of a rat in ischemia model – a reperfuziya [Vliyanie ionizirovannoy vody na parametry izolirovannogo serdtsa krysy v modeli ishemii – reperfuzii]. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*. 2016. Vol. 18. № 1. P. 312–315.
18. *Patofiziologiya* [Patophysiology]. Ed. by P. F. Litvitskogo. Moscow, Geotar-Media Publ., 2009. 469 p.
19. Pribylova V. N., Reshetov I. K. The state of health of the population and its communication with quality of drinking water [Sostoyanie zdorov'ya naseleniya i ego svyaz' s kachestvom pit'evoy vody]. *Водні ресурси. Проблеми раціонально використання, охорони та відтворення*. 2010. № 16. P. 76–78.
20. Prozova A. D. The role of traditional medicine in preservation of health of the modern person on the example of the Ulyanovsk Volga region [Rol' narodnoy meditsiny v sokhranenii zdorov'ya sovremennoho cheloveka na primere Ul'yanovskogo Povolzh'ya]. *Vestnik Chuvashskogo universiteta*. 2007. № 3. P. 53–59.
21. Reznikov K. M., Kolesnichenko P. D., Kovalev I. V. Biological and pharmacological effects of ionized liquids with various oxidation-reduction potential [Biologicheskie i farmakologicheskie effekty ionizirovannykh zhidkostey s razlichnym okislitel'no-vosstanovitel'nym potentsialom]. *Europeyskiy soyuz uchenykh*. 2016. № 30-1. P. 62–68.
22. Rylova N. V. The influence of mineral composition of drinking water on the health of children [Vliyanie mineral'nogo sostava pit'evoy vody na zdorov'e detey]. *Gigiena i sanitariya*. 2005. № 1. P. 45–46.
23. Savitskiy Yu. V. *Oporny razrez nizhnego karbona r. Msty* [Basic section of the lower carbon fabrics of the Msta River]. St. Petersburg, 2012. 55 p.
24. *Spravochnik dlya professionalov* [The reference book for professionals]. Ed. by E. S. Belikova. Moscow, Akva-Term Publ., 2007. 238 p.
25. Frolov V. T. *Litologiya. Kn. 1* [Lithology]. Moscow, MGU Publ., 1992. 336 p.
26. Firsova I. V., Makdonova Yu. A., Kamaldinova R. S., Kobeliev E. V. Influence of the aerated and alcoholic beverages on teeth [Vliyanie gazirovannykh i alkogol'nykh napitkov na zuby]. *Zhurnal nauchnykh statey "Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke"*. 2014. Vol. 16. № 2. P. 12–14.
27. Yanchuk E. V., Krasheina G. I. The hygienic characteristic of mineral composition of water of underground sources in the territory of the Novosibirsk region [Gigienicheskaya kharakteristika mineral'nogo sostava vody podzemnykh istochnikov na territorii Novosibirskoy oblasti]. *Setevoe izdanie "Meditina i obrazovanie v Sibiri"*. 2014. № 3. P. 1–8.
28. Грищенко С. В. Екологічні детермінанти хвороб системи кровообігу серед населення кокризисного регіону // Проблеми екології та охорони здоров'я. 2010. № 5. С. 110–115.

Поступила в редакцию 15.05.2017