

"Проблемы старения и долголетия", 2016, 25, № 1. — С. 40–49

УДК 572.02

Ю. В. Большак, С. В. Воронов*, В. Я. Каганов, Т. А. Солнцева**

Научно-инженерный центр "ЭККОМ", 01141 Киев

**ОАО "Ассоциация производителей геронтологически ценных продуктов",
01118 Киев*

***НМАПО им. П. Л. Шупика, 01116 Киев*

БЕЗРЕАГЕНТНАЯ АКТИВАЦИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА, ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ — ФАКТОР ОПТИМИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО СОСТОЯНИЯ КЛЕТОЧНЫХ СРЕД, УЛУЧШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ И ДОЛГОЛЕТИЯ

Рассмотрены вопросы влияния редокс-состояния внешней (внеклеточной) среды на структурно-энергетические и метаболические процессы внутри клетки. Показано, что причиной болезней современного человека могут быть техногенные изменения среды обитания, питьевой воды и продуктов питания. Обосновано положение о том, что для поддержания нормальной жизнедеятельности клеток необходим такой электронный статус (редокс-состояние) внеклеточной и внутриклеточной среды, который бы обеспечивал равновесие акцепторов и доноров электронов внутри клетки. Направленное изменение этого равновесия (в том числе дыханием безреагентно модифицированным и ионизированным воздухом, питьем безреагентно модифицированной воды и употреблением электронно насыщенной пищи) может быть использовано для регуляции и оптимизации различных функций клетки и ее физиологического состояния и, тем самым, для улучшения здоровья и замедления старения. Показано, что дефицит электронов в водном секторе организма может нарушать ритмику золь-гель переходов в клетках и, в итоге, вызывать дисинхронозы вначале в клетках, а затем заболевания и ускорение старения всего организма. Утверждается, что в современной гигиенической медицине наряду с факторами риска для здоровья, связанными с ростом загрязнения окружающей среды, питьевой воды и пищевых продуктов, сформировалось осознание нового фактора риска ухудшения здоровья — электронного дефицита в окру-

жающей среде, питьевой воде и продуктах питания, вызывает необходимость разработки технологических мероприятий по компенсации указанной ситуации.

Ключевые слова: безреагентная активация среды, состояние, окислительно-восстановительный потенциал, дефицит электронов в природной среде.

Длительное время считалось, что образование и накопление окислителей сопровождается их токсическим воздействием, связывают возникновение и развитие многих заболеваний: атеросклероз и ишемическая болезнь сердца, артрит, астма, гепатиты и цирроз печени, диабет. Однако на клетках также может происходить увеличение концентрации восстановителей и антиоксидантов. В настоящее время обнаружена регуляторная роль окислителей во внутриклеточной среде. При этом в различных экспериментальных условиях окислители могут индуцировать как токсический, так и регуляторный ответ в клетках. В то же время, имеет место и обратный ответ на воздействие как окислителей, так и восстановителей [6]. Эти факты свидетельствуют о том, что окислительно-восстановительный потенциал является регуляторным и повреждающим действием биологических процессов. Восстановители есть, по сути, неотъемлемым свойством жизнедеятельности, одной из основ которого являются физиологические и биологические процессы поддержания внутриклеточного окислительно-восстановительного баланса.

Для описания жизнедеятельности клетки удобно использовать термин "редокс-состояние", что характеризует сбалансированность окислительно-восстановительных клеточных процессов, включая восстановительных и восстановительных свойств внеклеточной жидкости. Это состояние является электронным гомеостазом, обеспечивающим оптимальный статус внутриклеточной среды.

Контроль электронного статуса внутриклеточной среды осуществляется потому, что перенос электронов в мембранах митохондрий играет ключевую роль как в механизме продуцирования энергии, так и при переносе электронов между компонентами жидкой среды. Это осуществляется клеточными белками для регулирования активности и взаимодействия белков и клетки в целом.

Понятно, что особый интерес для управления столь важным статусом (редокс-состоянием) внутриклеточной среды представляют безреагентно активированные воздух, вода и продукты питания. Эти три важнейших ресурса обеспечивают процессы жизнедеятельности в быстрых и средних ритмах их поступления в организм (секунды, десятки минут). Поэтому воздух, безреагентно модифицированный

жающей среде, питьевой воде и продуктах питания, что вызывает необходимость разработки технологических и гигиенических мероприятий по компенсации указанного дефицита.

Ключевые слова: безреагентная активация среды, редокс-состояние, окислительно-восстановительный потенциал, дефицит электронов в природной среде.

В течение длительного времени считалось, что образование и накопление в клетках свободных радикалов сопровождается их токсическим воздействием, с чем связаны возникновение и развитие многих заболеваний — таких, как атеросклероз и ишемическая болезнь сердца, артриты, бронхиальная астма, гепатиты и цирроз печени, диабет. Однако наряду с этим, в последние годы также может происходить увеличение концентрации восстановителей и антиоксидантов. В настоящее время обнаружена и исследована регуляторная роль окислителей во внутриклеточных процессах. В то же время в различных экспериментальных условиях одинаковые дозы окислителей могут индуцировать как токсический, так и защитный ответ в клетках. В то же время, имеет место однотипный ответ на воздействие как окислителей, так и восстановителей [6]. Эти факты свидетельствуют о том, что проявления регуляторного и повреждающего действия биологических окислителей и восстановителей есть, по сути, неотъемлемым свойством процесса жизнедеятельности, одной из основ которого являются физико-химические процессы поддержания внутриклеточного и тканевого окислительно-восстановительного баланса.

Для описания жизнедеятельности клетки удобно использовать термин "редокс-состояние", что характеризует сбалансированность окислительно-восстановительных клеточных процессов, включая влияние окислительных и восстановительных свойств внеклеточной жидкости на внутриклеточный электронный гомеостаз, обеспечивающий восстановительный статус внутриклеточной среды.

Контроль электронного статуса внутриклеточной жидкости важен потому, что перенос электронов в мембранах митохондрий играет ключевую роль как в механизме продуцирования энергии в клетке, так и в переносе электронов между компонентами жидкой фазы и внутриклеточными белками для регулирования активности внутриклеточных ферментов и клетки в целом.

Интересно, что особый интерес для управления столь важным электронным статусом (редокс-состоянием) внутриклеточной среды представляют безреагентно активированные воздух среды обитания, питьевая вода и продукты питания. Эти три важнейших ресурса жизни обеспечивают процессы жизнедеятельности в быстрых и средних временных масштабах их поступления в организм (секунды, десятки минут и часы) [5]. Поэтому воздух, безреагентно модифицированный (ионизированный), насыщенный аэроионами, обладает наивысшими кинетическими

параметрами корректировки электронного состояния внеклеточной среды. Активированная вода занимает промежуточное положение по этому параметру между воздухом и пищей. При этом, что особенно важно, поддержание электронного гомеостаза внутриклеточной среды возможно без нарушения ее ионного гомеостаза.

Для поддержания жизнедеятельности клеток необходим такой электронный статус (редокс-состояние) внеклеточной и внутриклеточной среды, который бы обеспечивал равновесие между донорами и акцепторами электронов (восстановителями и окислителями) внутри клетки [6]. Направленное изменение этого равновесия (в том числе путем дыхания безреагентно модифицированным воздухом и питьем безреагентно модифицированной воды) и употребление пищи, насыщенной свободными электронами, может быть использовано для регуляции различных функций клетки и ее физиологического состояния в целом [11]. Возможно, именно в этом кроется причина многочисленных проявлений лечебного действия анолита и католита, полученных в анодных и катодных камерах униполярного диафрагменного электролизера, и мы по-новому можем оценить всю условность их разделения на "живую" и "мертвую" воду.

Влияние редокс-состояния внеклеточной среды на внутриклеточные физиологические процессы связано с наличием активных центров на поверхности клеточных мембран, играющих важную роль в транспорте электронов и управлении конформационными состояниями белковых структур самих мембран и органелл клеток. На работу этих активных центров как части регуляторной системы клеточного метаболизма влияет как состояние поверхности мембраны, так и структурно-энергетические свойства ассоциированной воды в структуре гидратного слоя [9]. Считается, что квантовая конденсация электронов из внеклеточной водной среды на поверхности мембраны клетки запускает первичный механизм клеточного регулирования с активным участием чувствительной к возбуждению электромагнитным полем ассоциированной воды на поверхности мембран. Возникающий в результате квантовой конденсации электронов на поверхности мембран отрицательный электрический потенциал вызывает конформационные переходы белковых структур в липидном слое мембраны, что приводит к открытию каналов электронного и ионного транспорта, то есть непосредственно влияет на метаболические процессы в клетке. Поступление электронов внутрь клетки оказывает структурообразующее влияние на внутриклеточную среду, что приводит к значительному увеличению внутриклеточного давления жидкокристаллической внутриклеточной среды [2] и "выдавливанию" за пределы межфазной границы (в жидкую фазу наиболее подвижных ионов).

Рассмотренные вопросы влияния редокс-состояния внеклеточной (внешней) среды на структурно-энергетические и метаболические процессы внутри клетки показывают, что причины современных болезней человека следует искать не только в нарушении внутриклеточного метаболизма и в изменении нормального состояния ДНК, но и в изм

нии редокс-состояния окружающей среды, питьевой воды и продуктов питания. Преимущества безреагентной электронной активации воздуха (ионизации) и питьевой воды представляются достаточно убедительными. Все биохимические процессы в клетке происходят в водной среде с участием воды. Вода в непосредственной близости от биомембраны клетки резко отличается по свойствам от воды в объеме внутриклеточной среды. Еще Дж. Поллак [7] в эксперименте с подкрашенной водой увидел в микроскопе, что на границе раздела твердое тело/вода в слое толщиной около 100 мкм окраска пограничной воды исчезает. Подобным образом из льда при замерзании воды "выдавливаются" содержащиеся в ней ионы и молекулы примесей. Дальнейшие исследования подтвердили льдоподобную структуру пограничной воды, свойства которой кардинальным образом изменяются при удалении от поверхности и твердого тела в направлении объемной воды. Гомогенный характер структурной упорядоченности воды непосредственно у поверхности твердого тела постепенно переходит к гетерофазной упорядоченной структуре. В целом, структуру внутриклеточной воды определяют как жидкокристаллическую. При этом носители заряда — электроны и ионы — оказывают огромное влияние на структурно-энергетическое состояние внутриклеточной среды. Крайними альтернативными структурно-энергетическими состояниями в клетке являются золи и гели, эквивалент жидкого и твердого состояния внутриклеточной среды. Процесс жизнедеятельности клетки сопровождается золь-гель переходами в определенных ритмах в зависимости от физиологии процесса. Например, сократительной функции мышечной ткани соответствует гелеобразное состояние внутриклеточной среды, а расслабленной функции мышц соответствует жидкая коллоидная структура (золь-состояние) внутриклеточной среды.

Попадание внутрь клетки молекул некоторых органических веществ, равно как ионов цитотоксичных металлов, может вызывать такие изменения в структуре пограничной воды и, как следствие, коллоидной структуры внутриклеточной жидкости в целом, что эти изменения могут приводить к нарушениям функционирования клеток и даже тканей, органов и всего организма. Яркий пример — перестройка структуры внутриклеточной среды под действием молекул анестезирующих веществ. Гидрофильность структурных элементов таких молекул столь велика, что в формировании их гидратных структур вовлекается настолько большое количество молекул воды, что оставшейся доле свободной воды становится недостаточно для прохождения нервных импульсов в нейронах. По мере вывода этих молекул из организма характер структуры жидкокристаллической внутриклеточной среды возвращается к исходной и проводимость нервных клеток восстанавливается. Данный пример иллюстрирует также опасность антропогенных загрязнений, содержащихся в воде, воздухе и пище и обладающих негативными структурогенными свойствами по отношению к нативной структуре пограничной воды в клетках. Уместно напомнить о положительных структурогенных свойствах безреагентно модифицирован-

ной (активированной) питьевой воды [4]. Отметим также, что пограничную воду считают особым четвертым фазовым состоянием воды в живых системах. Указанные выше фазовые золь-гель переходы связаны с наличием пограничной воды и происходят в тех участках клетки, где контакт биомолекул с водой приводит к формированию пограничной структурированной воды. Характер золь-гель переходов зависит от химического состава и конформаций макромолекул, концентраций АТФ и калия, а также других ионов, которые могут связываться в гель как калий или, наоборот, как натрий, удаляться из клетки при переходе золь в гель. Другим особо важным свойством пограничной воды является возбужденное состояние в ней электронов, благодаря чему облегчен их перенос в среде. Это придает пограничной воде восстановительные свойства при наличии соответствующего акцептора электронов.

Таким образом, свободные электроны в пограничной воде, воспринимая внешнюю энергию возбуждения и затем, участвуя в восстановительных процессах, способны становиться источником свободной энергии для выполнения определенной биологической работы [4]. В этом проявляется роль эндогенной воды как посредника между воздействиями внешней среды и функциональным состоянием организма [1]. И, наоборот, как считает Л. С. Загускин [4], потребление питьевой воды с дефицитом свободных электронов (положительные значения окислительно-восстановительного потенциала) может нарушать ритмы золь-гель переходов в клетке и, в итоге, вызывать дисинхронозы вначале клеток, а затем заболевания и ускорение старения всего организма. Длительные и систематические нарушения ритмов золь-гель переходов в клетках может вызывать поступление с питьевой водой, воздухом и пищей загрязнений. Поэтому качество воды, воздуха и пищи имеет большое значение для сохранения здоровья человека и замедления старения организма.

В современной гигиенической медицине наряду с фактором риска для здоровья, связанного с ростом загрязнения окружающей среды, сформировалось осознание нового фактора риска ухудшения здоровья — дефицит свободных электронов в окружающей среде (среде обитания) и питьевой воде [10]. Нормальную жизнедеятельность человека обеспечивает ряд жизненно важных (витальных) факторов: качественные воздух, вода и пища, естественный свет, тепло, естественная радиация и гравитация, нутриенты (питательные вещества), нормальная микрофлора кишечника и другие. Показателем доброкачественности питьевой воды и пищи является отсутствие в них вредных для здоровья веществ и наличие в них в оптимальных количествах физиологически важных нутриентов, витаминов и других биологически активных веществ, необходимых для поддержания хороших показателей здоровья. Одновременно почти все эти витальные компоненты воды и пищи не должны превышать установленных предельно допустимых концентраций. Показательно, что разделение на вредные и полезные вещества весьма условно: очень токсичные вещества в микроколичествах часто оказываются жизненно важными микроэлементами, а избыток веществ, причисляемых к источникам жизни и здоровья, может оказаться губитель-

ным. Многие десятилетия контролировались ПДК (предельно-допустимые концентрации) многих микроэлементов лишь в пищевых продуктах, пока не пришло осознание вреда для здоровья дефицита их поступления в организм и с питьевой водой. В ненарушенной природной среде человек тысячелетиями получал от нее все необходимое для жизни, хотя и был беззащитен перед стихией и болезнями. Развивая технологические методы противостояния стихиям и болезням, а также неуклонно улучшая условия труда и комфорт проживания, человек нарушал и нарушает природную окружающую среду. Устраняя традиционные риски для здоровья, он незаметно для себя создает новые риски, порой способные конкурировать с первичными рисками. Сегодня среда обитания людей в мегаполисах, где созданы условия для комфортного проживания, характеризуется ощутимым дефицитом отрицательно заряженных аэроионов, а питьевая вода — серьезным дефицитом гидратированных электронов. Промышленно переработанные продукты питания (такие, как свежие овощи и фрукты) теряют свои нативные антиоксидантные (электронодонорные) свойства.

С позиций современной медицинской науки, электронный статус (редокс-состояние) окружающей среды и, как следствие, внеклеточной и внутриклеточной среды, общепризнан важным экологическим и гигиеническим фактором влияния на показатели здоровья человека. Наличие достоверных данных о рисках для здоровья, связанных с пребыванием человека в рабочих и бытовых помещениях, где работа производственного оборудования и бытовых приборов уменьшает или устраняет гигиенически необходимое количество легких отрицательных аэроионов, требует разработки и внедрения современных гигиенических нормативов, призванных предотвращать и устранять риски для здоровья людей, связанные с дефицитом электронов в их среде обитания. То же самое касается контроля редокс-состояния питьевой воды, а также необходимости обеспечения объективной и полноценной гигиенической оценки методов и приборов по получению питьевой воды с оптимальными показателями ее электронной насыщенности. Открытым остается вопрос о возможности контроля электронного состояния продуктов питания в процессе их промышленной переработки. Наконец, накопленные достоверные данные научных исследований открывают возможность разработки методик использования, дозировки и рекомендаций по лечебно-профилактическому применению безреагентно модифицированной (активированной) питьевой воды, устройства для получения которой свободно доступны на рынке. Большие перспективы открывает применение в промышленной технологии производства пищевой продукции активированной воды [12].

Особенности усугубления неблагоприятных условий для проживания населения в технополисах связаны не только с возрастающей нагрузкой на окружающую среду со стороны электрооборудования, рассеивающего электромагнитную энергию. Недооцененным остается большой вред от сокращения площадей с открытыми увлажняемыми грунтами и, соответственно, с уменьшением количества зеленых насаж-

го погра-
4 воды в
связаны
етки, где
аничной
т от хи-
ий АТФ
ель как
коде зо-
вляется
гчен их
ельные

прини-
витель-
ии для
ляется
ешней
т, как
и сво-
нови-
слетке
ния и
нару-
тение
воды,
чело-

иска
еды,
я —
я) и
чи-
цух,
тра-
ора
ды
з и
ых
об-
е-
ны
а-
с-
а-
4-
5-

ным. Многие десятилетия контролировались ПДК (предельно-допустимые концентрации) многих микроэлементов лишь в пищевых продуктах, пока не пришло осознание вреда для здоровья дефицита их поступления в организм и с питьевой водой. В ненарушенной природной среде человек тысячелетиями получал от нее все необходимое для жизни, хотя и был беззащитен перед стихией и болезнями. Развивая технологические методы противостояния стихиям и болезням, а также неуклонно улучшая условия труда и комфорт проживания, человек нарушал и нарушает природную окружающую среду. Устраняя традиционные риски для здоровья, он незаметно для себя создает новые риски, порой способные конкурировать с первичными рисками. Сегодня среда обитания людей в мегаполисах, где созданы условия для комфортного проживания, характеризуется ощутимым дефицитом отрицательно заряженных аэроионов, а питьевая вода — серьезным дефицитом гидратированных электронов. Промышленно переработанные продукты питания (такие, как свежие овощи и фрукты) теряют свои нативные антиоксидантные (электронодонорные) свойства.

С позиций современной медицинской науки, электронный статус (редокс-состояние) окружающей среды и, как следствие, внеклеточной и внутриклеточной среды, общепризнан важным экологическим и гигиеническим фактором влияния на показатели здоровья человека. Наличие достоверных данных о рисках для здоровья, связанных с пребыванием человека в рабочих и бытовых помещениях, где работа производственного оборудования и бытовых приборов уменьшает или устраняет гигиенически необходимое количество легких отрицательных аэроионов, требует разработки и внедрения современных гигиенических нормативов, призванных предотвращать и устранять риски для здоровья людей, связанные с дефицитом электронов в их среде обитания. То же самое касается контроля редокс-состояния питьевой воды, а также необходимости обеспечения объективной и полноценной гигиенической оценки методов и приборов по получению питьевой воды с оптимальными показателями ее электронной насыщенности. Открытым остается вопрос о возможности контроля электронного состояния продуктов питания в процессе их промышленной переработки. Наконец, накопленные достоверные данные научных исследований открывают возможность разработки методик использования, дозировки и рекомендаций по лечебно-профилактическому применению безреагентно модифицированной (активированной) питьевой воды, устройства для получения которой свободно доступны на рынке. Большие перспективы открывает применение в промышленной технологии производства пищевой продукции активированной воды [12].

Особенности усугубления неблагоприятных условий для проживания населения в технополисах связаны не только с возрастающей нагрузкой на окружающую среду со стороны электрооборудования, рассеивающего электромагнитную энергию. Недооцененным остается большой вред от сокращения площадей с открытыми увлажняемыми грунтами и, соответственно, с уменьшением количества зеленых насаж-

дений. На примере Москвы Ю. А. Рахманин приводит удручающие данные о росте смертности под воздействием эколого-климатических факторов [8]. За последние 10 лет этот показатель возрос с 14–18 до 40%! В период климатических температурных аномалий этот грозный показатель может возрастать в 2 и более раз! При этом наблюдается дефицит электронов на первичных рецепторах мембран эритроцитов, который характерен для патогенеза заболеваний системы кровообращения. В такие экстремальные термальные климатические периоды возрастает смертность от заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, нервной системы, почек, эпилепсии, диабета, несчастных случаев, суицидов [8].

Дефицит поступления электронов из окружающей среды вызывает нарушение адаптационных возможностей организма, связанных с функциональными нарушениями ферментов-переносчиков электронов крови. Если человек хронически испытывает дефицит электронов из-за длительного пребывания в среде с неудовлетворительным редокс-состоянием, то общий электрообмен в клетках и клеточных средах может нарушаться, что приводит к изменению электрокинетического фактора устойчивости кровяных частиц и других эндогенных коллоидов, и связанных с этими изменениями метаболических процессов. Электронное состояние (статус) клеточных сред влияет также на регуляторные системы клеток, тканей и органов, что приводит к нарушению защитных свойств организма.

Хронический электронный дефицит в среде обитания, питьевой воде и пище приводит к нарушению электрон-акцепторных функций, что провоцирует возникновение и развитие заболеваний сердечно-сосудистой системы, психосоматической сферы и нарушение клеточного метаболизма с вытекающими последствиями [8]. Как и в случае техногенного загрязнения, окружающая среда в определенных пределах обладает способностью самовосстановления, и человек постоянно совершенствует экологические технологии для поддержания этого процесса. В равной степени это относится и к проблеме сохранения и восстановления природной электронной насыщенности среды обитания человека, питьевой воды и пищи.

К сожалению, новые риски для здоровья, связанные с дефицитом электронов в среде обитания человека, еще недостаточно осознаны как гигиенистами, так и технологами, не говоря уже об уровне массового осознания этой опасности. Пока человечество проигрывает битву за химическую чистоту окружающей среды, проблема электронного состояния среды обитания и продуктов питания, включая питьевую воду, воспринимается как не вполне понятная и не особо актуальная. Однако проблема электронного дефицита сама по себе не решится, а негативные последствия этого нового неосознанного явления будут нарастать. Противодействие этому возможно с использованием имеющегося исто-

В свое время были развернуты масштабные исследования по разработке ПДК для тысяч веществ, поступающих в природную среду в результате хозяйственной деятельности человека. Однако изучение порога риска от поступления в организм токсичных веществ не решает проблемы суммарной техногенной нагрузки, не говоря уже о проявлениях синергизма при совместном воздействии нескольких ксенобиотиков. В настоящее время исследование факторов, разрушающих вокруг нас электронный фон, носят эпизодический характер, хотя получаемые результаты наглядно подчеркивают необходимость расширения и систематизации исследований.

В этой связи особо уместно обратиться к научным интересам группы ученых Харькова [3], которые очень глубоко и обстоятельно с самых передовых позиций современной медицины, биофизики и биохимии рассматривают актуальные проблемы взаимодействия электро-магнитных полей с организмом человека с учетом их влияния на гомеостаз и механизмы биоэффективного электромагнитного воздействия в свете его использования в медицине.

В заключение отметим, что к правилам гигиены в 21 веке к чистоте воздуха, питьевой воды, доброкачественности пищи, профилактике стресса и гиподинамии добавляется еще один существенный фактор — профилактика дефицита электронов во всем, что в общем определяет нашу жизнедеятельность.

Список использованной литературы

1. Антонченко В. Я., Давыдов А. С., Ильин В. В. Основы физики воды. — Киев: Наук. думка, 1991. — 670 с.
2. Вода — космическое явление / под. ред. Ю. А. Рахманина, В. К. Кондратова. — М.: РАЕН, 2002. — 423 с.
3. Григоров Ю. Б., Пустовойт М. А., Гниденко Ю. П. и др. Медицинские аспекты биоэнергоинформационных влияний на организм человека // Международный мед. журн. — 2005. — № 3. — С. 115–127.
4. Загускин С. Л. Энергетическая и параметрическая регуляция и взаимосвязь биоритмов // I Всесоюз. биофиз. съезд. — Т. 2, № 1210. — 1982. — С. 144.
5. Загускин С. Л., Гринченюс С. Н., Бродский В. Я. Взаимосвязь окологосударственных ритмов: Кибернетическая модель // Известия АН СССР. Сер. Биология. — 1971. — № 6. — С. 965–969.
6. Мартинкович Г. Г., Черенкович С. Н. Окислительно-восстановительные процессы в клетках. — Мн.: БГУ, 2008. — 159 с.
7. Поллак Дж. Клетки, гели и двигатели жизни. Новый унифицированный взгляд на клеточные функции. — Екатеринбург, 2009. — 386 с.
8. Рахманин Ю. А., Стехин А. А., Яковлева Г. В. Дефицит электронов в окружающей среде как фактор для здоровья человека // Всерос. научно-практ. конф. "Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения Российской Федерации". — М.: Изд-во МГУ, 2012. — С. 28–31.
9. Рахманин Ю. А., Стехин А. А., Яковлева Г. В. Структурно-энергетические изменения воды и ее биологическая активность // Гигиена и санитария. — 2007. — № 5. — С. 34–36.