

Шкавро З.Н.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С КОРОНАВИРУСОМ

Проведен поиск методов предотвращения распространения вирусной инфекции. Дан краткий аналитический обзор применения водных растворов анодного серебра, в процессах обеззараживания и эффективности действия его на микробы, бактерии, вирусы. Выявлено, что данный физико-химический метод обработки использовался для инактивации нескольких штаммов гриппа и других вирусов. На основании сопоставления синергетического действия ионов серебра с другими химическими веществами на микроорганизмы, и интенсификации проникающего действия катиона серебра в клетку, другими физико-химическими методами, даны рекомендации по их апробации в методах борьбы с распространением коронавируса.

Ключевые слова: вирусы, грипп, коронавирус, гигиена, ионы серебра, микроорганизмы.

В настоящее время наиболее волнующей темой на планете является преодоление проблем, связанных с распространением коронавируса. Что касается лечения, здесь нужен не только поиск метода борьбы с новым видом вируса, но и клинические исследования. Вместе с тем появился и ряд других проблем, среди них поиск эффективных методов препятствия его распространению. Несмотря на карантин, врачи, продавцы, водители и т.д. должны работать. Скопление людей в транспорте и простые способы его дезинфекции раз в сутки, трудно назвать достаточными. Тем более мы не знаем, насколько применение хлорсодержащих средств надежно в борьбе с новым видом вируса при обработке транспортных средств. Проблема надежной дезинфекции весьма важна. Поиск средств личной гигиены, кроме мыла, спирта, перекиси водорода тоже необходим. А главное следует найти (в дополнение к маскам) барьерный способ, препятствующий проникновению вируса в организм.

Актуальность поиска дезинфицирующих средств, среди известных методов очевидна. Следует, опираясь на теоретические предпосылки, обосновать необходимость проверки на практике известных физико-химических методов по эффекту инактивации в отношении нового штамма вируса.

В основу этой работы положены данные по использованию растворов анодного серебра, представленные преимущественно в книге Л. Кульского [1], который возглавлял наш отдел в ИКХХВ НАН Украины им. А. Думанского.

Эта статья обзорного характера направлена на обоснование проверки применения электролитических растворов серебра в методах предотвращения распространения корона вируса. Например, возможности его применения для дезинфекции поверхностей твердых предметов, рук, полоскания горла. Распыления водного аэрозоля с ионами серебра в транспортных средствах, в процессе перевозки людей. Кроме того, известно, что использование воды с ионами серебра, допущено и эффективно для применения даже во внутрь, например, при лечении энтерита [1–3]. Препараты ионизированного серебра используют при лечении гриппа, заболеваниях легких, тонзиллита [4–7].

Известно, что анодно-растворимое серебро имеет высокое обеззараживающее действие по отношению к ряду вирусов. Кроме того, давно разработаны и существуют аппараты для приготовления электролитических водных растворов серебра. Они есть портативные и промышленные, выпускаемые под маркой ЛК. Это инициалы академика Леонида Кульского, под руководством которого они созданы (В. Слипченко, А. Маляревским, В. Тихоновым и др.) [1, 7]. Ионаторы ЛК, выпускались на базе Сумского завода, на Мелитопольском компрессорном заводе, Киевском экспериментальном заводе мед. приборов и на опытном производстве ИКХХВ НАН Украины.

Напомню, что обеззараживающий эффект серебра известен с древности. Так, упомина-

ние о приобретении целебных свойств водой, контактирующей с металлическим серебром, есть у Геродота (V в. до н. э.). Значительно позже пришло понимание связи серебряных сосудов для воды с обеззараживающим эффектом. И только в период появления научно исследовательских институтов, в ряде стран, стали изучать влияние ионов серебра на микробов, бактерии и вирусы. Проводятся исследования по обеззараживанию воды ионами серебра в ведущих странах, США, Англии, Франции, Японии и др.

Давно установлен ряд бактерицидного действия (по убывающей силе) — серебро, медь, золото. Голубович объясняет более высокий эффект при использовании серебра по сравнению с другими ионами металлов тем, что его скорость адсорбции поверхностью и проникновения в клетку выше. В основе механизма токсического действия серебра лежит нарушение функций цитоплазматической мембраны клетки. Протопласты клеток разрушаются при более низких концентрациях серебра, чем сама клетка бактерии. Серебро снижает активность ферментов, а они в бактериальной клетке локализованы в цитоплазматической мембране [1].

Опыты с использованием гальванических пар для получения ионов металлов в воде были проведены Тилем и Вульфом ими установлено, что с повышением концентрации ионов серебра бактерицидный эффект возрастает [1]. Адсорбционная теория, позволяет объяснить обеззараживание воды ионами серебра [1, 8-10]. Процесс адсорбции обусловлен взаимодействием отрицательно заряженной поверхности микроорганизмов с положительно заряженными ионами металла (Ag^+).

Еще в 1921 г. Вернике изучал жизнеспособность бактерий в водной среде в присутствии ионов серебра. Он исследовал протекание физико-химических процессов в протоплазме бактерий при контакте с серебром. Согласно его теории, в присутствии ионов серебра происходит окисление протоплазмы кислородом, растворенным в воде. Серебро в этом процессе является катализатором, усиливает дегидрирование компонентов протоплазмы [1].

Современная теория действия серебра на микробные клетки рассматривает двухэтапный процесс. У каждого этапа в основе протекания процесса свой механизм. Первый этап — адсорбция катиона серебра и второй — его активный транспорт в клетку. Экспериментально (в ИКХХВ НАН Украины им. А. Думанского) установлено, что поглощение серебра клетками микроорганизмов протекает по такому двухэтапному принципу не зависимо от их видового состава [1]. Катионы серебра, сорбируются на оболочке микробной клетки. И на этом этапе клетка остается еще жизнеспособной, но, нарушается ее деление. После проникновения ионов серебра в цитоплазматическую мембрану, они блокируют ферменты, и наступает гибель микроорганизма.

Что касается бактерий и микробов, то они менее устойчивы к серебру по сравнению с вирусами. Автором [7] с сотрудниками (О. Савлук, О. Мороз, Н. Музычук и др.), установлено, что при искусственном заражении природной воды коли бактериями в количестве 50 000 в 1 мл, концентрация ионов серебра в воде $0,05 \text{ мг/дм}^3$ (регламентированная СанПин 2.1.4. 1074-01) обеспечивала полное обеззараживание при экспозиции 2–3ч. И вода была пригодна для питья.

В работах В. Брызгунова, показано, что анодное серебро обладает более высоким антимикробным действием, по сравнению с такими препаратами как пенициллин, биомидин и другие антибиотики. Оно оказывает губительное действие на штаммы бактерий устойчивые по отношению к антибиотикам [1].

Ионы серебра не только обеспечивают обеззараживание воды, но и ее консервацию. Бактерицидное свойство серебра сохраняется длительное время. Так, «вода, обработанная электролитическими растворами серебра, содержащая $0,2\text{--}0,5 \text{ мг/дм}^3$, катионов Ag^+ пригодна для питья по бактериологическим и физико-химическим показателям в течении 5–6 месяцев и больше (при хранении в емкостях из соответствующих материалов)» [7]. После такой обработки концентрацию серебра снижают до требуемых стандартов — $0,05 \text{ мг/дм}^3$. Данный способ обработки воды, с целью обеззараживания и консервации, используют на кораблях дальнего плавания, и в космонавтике.

Серебро оказалось эффективным средством в отношении деструкции патогенных микроорганизмов — сальмонелл, возбудителей дизентерии, холеры. При концентрации электролитического серебра $0,1\text{--}0,2 \text{ мг/дм}^3$ и экспозиции 40–50 мин. обеспечивается гибель этих микро-

организмов. В опытах на животных, экспериментально установлено отсутствие негативного влияния указанных концентраций серебра на иммунитет, протеиновую формулу крови, функциональное состояние печени, селезенки.

Следует отметить, что люди длительное время употребляющие серебро имеют признак аргирии. Кожа их становится серебристого цвета, но при этом они не подвержены инфекционным заболеваниям даже если оказались в очаге инфекции [1].

Влияние действия серебра на вирусы в Киеве проводились в Институте общей и коммунальной гигиены им. А. Марзеева, исследователем Л. Григорьевой. При использовании электролитического серебра для инактивации вирусов требуемые его концентрации в воде выше, чем при наличии бактерий. Так в эксперименте со штаммами вирусов Коксаки А21 и Коксаки В1-В6, при дозе серебра 0,5–5,0 мг/дм³ концентрация вирусов в воде от исходной составляла 46–18 %, эффект инактивации 54–82%. При увеличении дозы серебра до 10 мг/дм³ обеспечивалась полная инактивация вируса Косаки В1 по истечению 40 мин контакта, а Косаки В4 — 70 мин. Эффект инактивации других штаммов составлял 95–99,8 %. При увеличении концентрации электролитического серебра в воде до 20 мг/дм³, уже после 10 минут контакта с вирусами их гибель достигала 19–94 %. Полная инактивация вируса Косаки В4 наступала через 20 мин, а остальных штаммов через 30 мин [7].

Таким образом, следует экспериментально устанавливать дозу электролитического серебра необходимую для полной инактивации того или иного вируса. Затем, следует снизить концентрацию ионов серебра в воде до нормы допустимой СанПин 2.1.4. 1074-01 — 0,05 мг/дм³.

Обычно контроль по санитарно-показательным микроорганизмам (титр) проводится по наличию кишечной палочки в воде. Но, есть мнение (Калина Г.), что следует ввести и показатель по энтерококку, поскольку его устойчивость к инактивирующим веществам значительно выше. Так, по устойчивости к хлору они превосходят штаммы вируса полиомиелита, энтеровируса. По данным Липпелта 1 мг/дм³ серебра и контакте 30 минут с вирусами ГРИППА (штамм А₁ и В) обеспечивается полная инактивация [1, 4].

Особо следует остановиться на дезинфектантах, при использовании которых обоюдно, проявляется синергетический эффект. Так, в процессе получения аноднорастворенного серебра, в водном растворе всегда присутствуют ионы гипохлорита и **перекисные** соединения, образующиеся на аноде. При совместном их воздействии дезинфицирующий эффект усиливается [1]. И так перекисные соединения усиливают действие ионов серебра. Это важно, поскольку в период карантина и отсутствия дезинфицирующих средств в аптеках, нам рекомендуют изготовить их в домашних условиях. В состав обязательно входит перекись водорода. Поэтому синергетическое действие перекиси с ионами серебра в этой связи весьма важно рассмотреть. Много лет ранее, исследованиями в г. Киеве в ИКХХВ НАНУ установлен интенсифицирующий эффект бактерицидного действия ионов серебра с одновременным применением перекиси водорода. Синергетическое действие наблюдается и при использовании активного хлора, ультрафиолета, ультразвука. Даже при низких концентрациях серебра, обработка ультразвуком 3 минуты, обеспечивает проникновение его катионов в клетку [1].

Добавлением в питьевую воду перекиси водорода 3 мг/дм³ и наличии в ней анодного серебра 0,05 мг/дм³ при экспозиции 20 мин достигается надежный обеззараживающий эффект. После такой обработки наблюдается пролонгирующее действие. В воду после такой обработки вносили *Escherichia coli*, и они тоже погибали [1].

Применение анодного серебра и ультрафиолета влияет на скорость процесса обеззараживания, интенсифицируя его.

Поскольку в нынешних условиях, необходимо обеспечить и дезинфекцию сточных вод от локальных туалетов, например, в больницах, где одновременно находится большое количество людей, зараженных коронавирусом, то весьма важен известный опыт инактивации природной воды, полученный в исследованиях с энтеровирусом. Так, процесс обработки растворами анодного серебра интенсифицировали электрическим полем низкого напряжения [1]. Данный метод, возможно, окажется эффективным и при обработке сточных вод, содержащих новый штамм вируса.

Из анализа, спектра эффективного применения водных растворов анодного серебра для

обеззараживания, следует, что в нынешней ситуации, сложившейся в период пандемии, обусловленной коронавирусом, целесообразно проводить проверку его использования, как для обработки твердых поверхностей, так и в личной гигиене.

Пока будут проведены исследования по степени эффективности ионов серебра в отношении инактивации коронавируса. И будут установлены зависимости ее от концентрации и экспозиции, то априори можно предположить, что снижение хотя бы активности вируса будет достигнуто. Поэтому в настоящее время целесообразно пробовать применять электролитические растворы серебра в борьбе с распространением нового штамма вируса. Мы пока не знаем, сможет ли катион серебра обеспечить полную деструкцию нового вида вируса, но хотя бы остановит его деление и это уже немало важно. Ведь найти способ торможения скорости роста клеток весьма желательно.

Так, в настоящее время, в г. Киеве обрабатывают транспортные средства хлорсодержащими веществами. Но, появились сведения, что используют и метод обработки водой с ионами серебра. Отсюда следует, что КМДА имеет в наличии такие аппараты как ионаторы серебра. Отсюда, растворы анодного серебра можно использовать с двойной пользой.

Целесообразно проводить и одновременно проверить эффективность:

1. Проводить обработку салона водным раствором серебра при наличии пассажиров. (Объяснив, что никакого вреда не будет, только польза для них). Ионы серебра, попавшие на маски людей, усилят барьерные свойства маски. Те, кто без маски, подышав этим аэрозолем, уменьшат риск попадания вируса в организм. Серебро, оставшееся на твердых предметах, инактивирует вирус или хотя бы окажет угнетающее действие.
2. Целесообразно приготовить водный раствор анодного серебра в концентрации 0,05 мг/дм³ и, например, по 0,5 дм³ раздать, водителям, медсестрам, а лучше **всему населению** для полоскания горла, такую концентрацию можно применять и во внутрь. Для усиления эффекта, каждый может добавить 3 капли 3% перекиси водорода.
3. Раздать более концентрированный водный раствор анодного серебра, лучше с перекисью для дезинфекции рук, ручек и пр. После того, как помыли мылом, лицо руки, дополнительно надо обработать этим раствором. Перед выходом на улицу, обработать губы, область носа и под глазами. Не лишне ввести, обработку водным раствором серебра и перекиси предметов в больнице, магазинах.
4. Раствором из пункта 3, следует обработать центральную часть маски, изготовленной в домашних условиях или купленной за 20 гр. Потому, что такие маски, вирусы практически не задерживают, они против крупной капли чихнувшего человека. И в этом случае контакт с катионом серебра будет действовать на вирус угнетающе или разрушит его.
5. Для лечения больных **нужны клинические исследования**. Но, поскольку ряд вирусов инактивируют данным способом, в том числе и вирусов гриппа, а раствор серебра применяют даже во внутрь, то целесообразно пробовать не откладывая, начиная с добровольцев. И возможно применение водных растворов серебра обеспечит хотя бы облегчение протекания процесса заболевания. Приостановит скорость его размножения.
6. В случае если возникнет необходимость обеззараживания природной воды, содержащей новый вирус целесообразно проверить совместное применение анодного серебра и ультрафиолетовых лучей. А также использовать фильтры с посеребренным песком.
7. Для сточных вод, где проникающая способность ультрафиолета будет максимально низкой, а значит неэффективной, более приемлемо сочетание применения анодного серебра и электрического поля низкого напряжения. А еще более эффективным, можно предположить, будет использование ионов серебра совместно с ультразвуком.

Л и т е р а т у р а :

1. *Кульский Л. А.* Серебряная вода
2. *Григорьева Л.* — Энттеровирусы во внешней среде. — М.: Медицина, 1968.
3. *Diod.ru/pages/med_georgij*
4. *Миронко Ю. П.* Лечение гриппа ионизированным раствором металлического серебра // Химиопрофилактика и химиотерапия гриппа. Материалы 1го Всес. Симп. Химиотерапии гриппа. — Л., 1972. — С. 116-118.
5. *Вдовиченко Е. Я., Егорова Н. А., Политова А. Г. и др.* Аэрозоли серебряной воды в лечении воспалительных заболеваний легких // Актуальные вопросы физиотерапии и курортологии — Пермь, 1974. — С. 29-31.
6. *Гушинская Н. Ф., Буссель Л. Г., Миразизов К. Д., Буссел. А. Г.* Лечение больных острым и хроническим тонзиллитом препаратами ионизированного серебра. // Диагностика и лечение ЛОР — органов. — Алма-Ата, 1976. — С. 61-63.
7. *Кульский Л. А.* Теоретические основы и технология кондиционирования воды. — К: Наукова думка, 1983, — 526 с.
8. *Leitner N.* // Biochem, — 1930, — N 221. — S 42-64.
9. *Zimmermann W., Zobrist F.* Schrift. Hydrol -1958, 20, — N 2. — S. 218-254.
10. *Jakob F. Monod J.* // Quant. Biol. — 1961. — N 26, p. 1192.

Статья поступила в редакцию 09.04.2020 г.

Shkavro Z.N.

Physico-chemical methods to overcome the problems associated with coronavirus

The search for methods to prevent the spread of viral infection was carried out. A brief analytical review of the use of aqueous solutions of anode silver in the processes of disinfection and the effectiveness of its action on microbes, bacteria, viruses is given. It was revealed that this physicochemical treatment method was used to inactivate several strains of influenza and other viruses. Based on the comparison of the synergistic action of silver ions with other chemical substances on microorganisms, and the intensification of the penetrating action of the silver cation into the cell, by other physicochemical methods, recommendations are given for their approbation in methods of combating the spread of coronavirus.

Key words: viruses, influenza, coronavirus, hygiene, silver ions, microorganisms.