

Гигиеническое нормирование микробных показателей в воде водоёмов в условиях Узбекистана

Усманов И. А.¹, Хасанова М. И.², Файзиева М. Ф.³

¹Усманов Ислам Аббасович / Usmanov Islam Abbasovich – доктор медицинских наук, старший научный сотрудник;

²Хасанова Мамура Икрамовна / Hasanova Mamura Ikratovna – кандидат медицинских наук, доцент;

³Файзиева Мухаббат Файзиевна / Faizieva Muxabbat Faizievna – кандидат медицинских наук, доцент, кафедра общественного здоровья, организации и управления здравоохранением, Ташкентский педиатрический медицинский институт, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: статья посвящена гигиеническому нормированию санитарно-показательных микроорганизмов в воде источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в республике Узбекистан. Норматив энтерококков (*Str. Faecalis*) в воде водоемов хозяйственно-питьевого водопользования рекомендован на уровне 100 микробных тел в 1 dm^3 воды, норматив стафилококков (*St. Aureus*) – на уровне 500 микробных тел в 1 dm^3 .

Ключевые слова: гигиеническое нормирование, питьевое водопользование, рекреационное водопользование, микробиологические показатели качества воды, стафилококки и энтерококки в воде водоёмов.

Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) в качестве основных бактериологических показателей, характеризующих качество питьевой воды, рекомендует определение в воде общих колиформных бактерий и *E. Coli*. В ряде стран СНГ до настоящего времени, основным показателем, нормируемым в воде питьевого назначения, является определение глюкозоположительных колиформных бактерий и *E. Coli*, которые рассматриваются как показатели свежего фекального загрязнения воды.

Качество воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в Узбекистане регламентируется стандартом O'zDST 951:2011 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» [1]. Качество воды по микробиологическим показателям нормируется по установленной величине косвенных показателей и включает определение индекса бактерий группы кишечных палочек (БГКП) и общего микробного числа (ОМЧ) в воде.

Все возрастающее значение рекреационного водопользования, особенно в регионах с жарким климатом, ставит проблему предупреждения не только кишечных инфекций, но и заболеваний верхних дыхательных путей и кожных покровов. Известно, что у людей после контакта с загрязненной водой возникали аденовирусные заболевания, конъюнктивиты, стафилококковые инфекции. Это обуславливает необходимость регламентирования в воде водных объектов рекреационного водопользования, возбудителей инфекций верхних дыхательных путей и кожных покровов. В качестве санитарно-показательных микроорганизмов можно рекомендовать представителей кокковой микрофлоры (стафилококки), постоянно обитающих на кожных покровах и верхних отделах дыхательных путей [2, 3,4].

Вышеизложенное свидетельствует о том, что существующий мониторинг качества воды водных объектов не эффективен, не отвечает международным требованиям и не гарантирует эпидемической безопасности водоемов, используемых для хозяйственно-питьевых нужд и рекреации.

Цель исследований состояла в проведении комплекса экспериментов для обоснования нормативов содержания изучаемых микробиологических показателей качества воды водных объектов. Для этого были проведены эксперименты, включающие оценку индикаторной значимости санитарно-показательных микроорганизмов: *E. Coli*, лактозоположительных кишечных палочек (ЛКП), энтерококков (*Str. Faecalis*), стафилококков (*St. Aureus*) и их нормирование в воде водоемов хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования.

Установлено, что независимо от степени бактериального загрязнения воды, ее происхождения, концентрации модельных штаммов, продолжительности и вида инокуляции (совместный, отдельный) скорость отмирания штаммов примерно одинаковая.

Выживаемость лактозоположительных кишечных палочек (ЛКП) и *E. Coli*, не превышает выживаемости в воде энтерококков и стафилококков. Динамика отмирания в воде модельных водоемов общепринятых санитарно-бактериологических показателей ЛКП и *E. Coli* и вновь изученных энтерококков и стафилококков, примерно одинаковая и имеет тенденцию незначительного снижения к концу эксперимента.

Устойчивость индикаторных микроорганизмов к воздействию дезинфицирующих средств изучали в условиях моделей водоемов при воздействии на них хлора и фенола. Как известно, питьевая вода дезинфицируется различными соединениями хлора в зависимости от исходного качества воды и доводится до требований республиканского стандарта 950:2011 «Вода питьевая».

Фенол (или карболовая кислота) - гидроксильное производное ароматического углеводорода бензола. Обладает характерным запахом, антисептическими свойствами и широко распространенный органический загрязнитель поверхностных водоемов республики. Помимо этого, хлор и фенол обладают наиболее выраженным антибактериальным действием на микроорганизмы среди химических соединений. Вышеизложенное, обусловило необходимость изучения бактерицидного действия на жизнедеятельность индикаторных микроорганизмов в эксперименте именно этих широко используемых дезинфицирующих средств.

В качестве сапрофитных микроорганизмов использовали естественную микрофлору речной воды, взятой в опыт. При этом физико-химический состав речной воды соответствовал требованиям стандарта 951:2011 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора». Объем воды в модельных водоемах составлял не менее 3dm³ (литров). Антибактериальное действие дезинфицирующих веществ изучали при температуре 23-25⁰С, что соответствует температуре воды в летне-осенний период года. Расчет концентрации микроорганизмов производили путем определения плотности суспензии суточных агаровых культур в изотоническом растворе по стандарту мутности с последующим разведением в стерильной водопроводной воде до необходимой концентрации. Суспензию каждого штамма готовили отдельно. За исходное число микроорганизмов в модельных водоемах принимали фактическое, определяемое путем посева воды сразу же после внесения тест-культур

Антибактериальное действие хлора изучали в концентрациях 0,5; 1,5; и 3,0 мг/dm³. При этом учитывали, что при дезинфекции воды в городских водопроводах, концентрация остаточного хлора в воде должна быть на уровне 1,5 мг/dm³, а в сельских водопроводах часто проводят гиперхлорирование и в таких условиях, концентрации хлора в воде намного превышают его допустимый уровень. Действие фенола на отмирание микроорганизмов изучали в концентрациях 0,02; 0,1 и 0,5 мг/dm³. При этом учитывали, что ПДК фенола в воде водных объектов установлен на уровне 0,1 мг/dm³. Оценку результатов проводили путем сравнения скорости отмирания микроорганизмов в модельных водоемах по отношению к контролю.

Исследованиями установлено, что хлор в концентрации 3 мг/dm³ оказывает высокий бактерицидный эффект. К первым суткам наблюдения число ЛКП снизилось в 4 раз, *E. Coli* – в 2,72 раз, энтерококков – в 2,35 раз и стафилококков – в 2,31 раз. Динамика отмирания микроорганизмов при воздействии хлора в концентрации 1,5 мг/dm³ была аналогичной, но менее выраженной. Ещё менее выраженная динамика отмирания микроорганизмов на моделях водоёмов отмечена при воздействии хлора в концентрации 0,5 мг/dm³. Установлено, что наиболее устойчивыми являются энтерококки (*Str. Faecalis*) и стафилококки (*St. Aureus*). Наименее устойчивыми являются ЛКП.

Полученные результаты подтверждены в следующей серии экспериментов, в которых изучено антибактериальное действие фенола. Фенол в концентрации 0,1 мг/dm³ (на уровне ПДК) оказывал заметный бактерицидный эффект. Число ЛКП к концу эксперимента снизилось в 2,8 раз; *E. Coli* – 3 раз; энтерококков – 1,69 раз и стафилококков – 1,76 раз. В этой серии экспериментов также установлено, что менее устойчивыми микроорганизмами к воздействию фенола являются ЛКП.

Выполненные экспериментальные исследования дают основание считать, что изученные индикаторные микроорганизмы обладают различной устойчивостью к действию дезинфицирующих химических веществ, используемых в водопроводной практике. Отмечается прямая взаимосвязь отмирания микроорганизмов в воде в зависимости от времени и концентрации химических дезинфицирующих воду веществ. Среди изученных тест-микроорганизмов наиболее устойчивыми к бактерицидному действию химических веществ является *Str. Faecalis*, индикаторное значение которого по сравнению с ЛКП и *E. Coli*, более выражено. Наименее устойчивыми микроорганизмами по отношению к хлору и фенолу, независимо от времени экспозиции и концентрации химических веществ, являются лактозоположительные кишечные палочки.

В следующей серии экспериментов проводили нормирование микробного загрязнения воды хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования. Основной принцип нормирования микробного загрязнения воды на настоящем этапе развития водной эпидемиологии и методов санитарно-бактериологических исследований – отсутствие возбудителей кишечных инфекций бактериальной этиологии в определенных объёмах воды для каждого вида водопользования. Определение уровней микробного загрязнения по индикаторным микроорганизмам позволяет дать оценку потенциальной угрозе водного пути передачи возбудителей кишечных инфекционных заболеваний. Экспериментальные исследования выполнены на моделях водоёмов согласно «Методических рекомендаций по нормированию микробного загрязнения водных объектов», разработанных НИИ стандартизации, метрологии и сертификации совместно с НИИ ирригации и водных проблем, утвержденных Минздравом Республики Узбекистан.

В качестве нормируемых показателей использовали индикаторные микроорганизмы: энтерококки (*Str. Faecalis*) и стафилококки (*St. Aureus*). Методология регламентирования энтерококков и

стафилококков в воде водоёмов предусматривала проведение двух серий экспериментов. В первой серии опытов наблюдали за жизнедеятельностью и отмиранием микроорганизмов в течении 30 суток (1, 5, 10, 20, 30) в условиях моделей водоёмов. В качестве тест-микроорганизмов изучали: ЛКП, E. Coli, Str.Faecalis, S.Typhi, Sh.Flexneri. Во второй серии экспериментов тест-микроорганизмами служили: ЛКП, E. Coli, St. Aureus, S. Typhi, Sh.Flexneri. Концентрации микроорганизмов в воде модельных водоёмов создавали исходя из результатов натурных исследований по количественному распространению индикаторных и патогенных микроорганизмов в воде поверхностных водоёмов. С этой целью в эксперименте были испытаны максимальные (река Заравшан), минимальные (река Чирчик) и средние (река Ахангаран) концентрации санитарно-показательных микроорганизмов и патогенных энтеробактерий при их совместном присутствии при температуре 23-25⁰ С.

В качестве разводящей воды использовали речную воду выше сброса промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод. Качество воды, при этом, соответствовало требованиям СанПиН 0172-04 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод на территории Республики Узбекистан» и O'zDST 951:2011. Динамику отмирания микроорганизмов рассчитывали по отношению к контролю. Концентрации микроорганизмов выражались в логарифмах (lg) клеткообразующих единиц (КОЕ) в 1 литре воды.

Результаты экспериментальных исследований показали, что в I серии опытов на моделях водоёмов установлена выраженная динамика отмирания изучаемых штаммов микроорганизмов, которая зависит от инфицирующей концентрации возбудителей и продолжительности эксперимента. К 30 суткам количество лактозоположительных кишечных палочек снижаются до десятков при исходной концентрации (1 сутки опыта) в воде lg КОЕ 7,6. Уменьшение исходной концентрации ЛКП в воде на 1-2 порядка приводит к её снижению на 20 сутки в пределах lg КОЕ 1,8-2,3. А на 30 сутки отмечен отрицательный рост микроорганизмов на питательных средах.

Более устойчивыми, в сравнении с ЛКП, являются E. coli. Так если на 1 сутки эксперимента её величины составляли lg КОЕ 6,1, то концу опыта - lg КОЕ 1,7. При уменьшении инфицирующей концентрации на порядок величина lg КОЕ к 30 суткам составляла 0,8.

Еще более устойчивыми к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, являются энтерококки. К концу эксперимента отмечали наличие их в воде в пределах lg КОЕ 0,7-2,2.

Салмонеллы, и особенно шигеллы, являются наименее устойчивыми и отмирают уже на 20 и 10 сутки эксперимента соответственно в зависимости от величины исходной концентрации в воде.

Аналогичные результаты получены во второй серии экспериментов. В этих исследованиях установлено, что стафилококки являются менее устойчивыми по сравнению с E.coli, но более жизнеспособными, чем лактозоположительные кишечные палочки. К 30 суткам наблюдения величины стафилококков в воде составляли несколько десятков в 1 л. На основании выполненных экспериментальных исследований установлено, что индикаторами возбудителей сальмонелл и шигелл могут быть не только лактозоположительные палочки и E.coli но и энтерококки, которые к тому же являются более устойчивыми к воздействию физических, химических и биологических факторов. Индикаторным показателем качества воды водоёмов рекреационного водопользования населения являются стафилококки. Норматив энтерококков (Str. Faecalis) в воде водоемов хозяйственно-питьевого водопользования рекомендуем на уровне 100 микробных тел в 1 литре воды, норматив стафилококков (St. Aureus) – на уровне 500 микробных тел в 1 литре воды. Их наличие в воде в концентрациях, превышающих допустимые уровни, свидетельствует о необходимости запрета дальнейшего использования водоёма для хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования или специальной обработки воды.

Литература

1. O'zDST 951:2011. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. - Ташкент, 2011. – 12 с.
2. Алёшня В.В., Журавлев П.В., Яловина С.В. // Особенности индикаторного значения бактериологических показателей при оценке качества воды в отношении эпидемической безопасности в условиях зарегулированного водоёма. 5 Международный Конгресс «Вода: Экология и технология». - М. – 2002. – С.705 .
3. Калашиков И.А., Куличенко О.А. // Водоснабжение из поверхностных водоёмов – потенциальная угроза здоровью водопользователей. 7 Международный Конгресс «Вода: Экология и технология». - М. – 2006. – С.916-917.
4. Файзиева Д.Х., Усманов И.А., Бекжанова Е.Е., Мусаева А.К. // Изучение выживаемости энтерококков и стафилококков в воде в условиях эксперимента. - Бюллетень ассоциации врачей Узбекистана. – Ташкент. – 2007. - №3. – С.84-85.