УДК 502/504 : 614.777:579-02:628.191

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В УЗБЕКИСТАНЕ

Поступила 24.06.2017 г.

© ***Усманов Ислам Аббасович, Ходжаева Гульнора Аскаровна, Мусаева Алкагуль Касымбековна***
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, г. Ташкент, Республика Узбекистан

THE QUESTION OF IMPROVING OF MONITORING OF WATER BODIES IN UZBEKISTAN

Received on June 24, 2017

© ***Usmanov Islam Abbasovich, KHodzhaeva Gulnora Askarovna, Musaeva Alkagul Kasymbekovna***
Scientific research Institute of irrigation and water problems, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Статья посвящена решению вопросов, связанных с совершенствованием мониторинга за источниками хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования населения. С этой целью были проведены эксперименты на моделях водоемов. Результаты экспериментальных исследований позволили научно обосновать допустимое содержание энтерококков (Str. Faecalis) в количестве 100 микробных тел в 1 литре воды водоемов хозяйственно-питьевого водопользования и стафилококков (St. Aureus) – 500 микробных тел в 1 литре в воде водоемов рекреационного назначения. Для обеспечения безопасного водопользования необходимо, наряду с проведением обязательных микробиологических анализов на наличие лактозоположительных кишечных палочек и E. Coli, следует также количественно определять в воде водоемов различных категорий наличие энтерококки (Str. Faecalis) и стафилококков (St. Aureus).

Ключевые слова: водопользование, население, мониторинг, качество воды, микробиологические показатели, модели водоемов, энтерококки, стафилококки, нормативы качества воды.

The article is devoted to addressing issues related to improving the monitoring of sources of household drinking and cultural-domestic water use of the population. With this purpose, experiments were carried out on models of reservoirs. The results of experimental studies has allowed to substantiate the permissible content of enterococcus (Str. Faecalis) in the amount of 100 microbial cells in 1 liter of water reservoirs of drinking water and staphylococci (St. Aureus) – 500 microbial bodies in 1 liter in water bodies recreational purpose. To ensure safe water is necessary, along with carrying out mandatory microbiological tests for ectoparasiticide E. coli, E. Coli, should also be quantified in water bodies of different categories, the presence of enterococcus (Str. Faecalis) and staphylococcus (St. Aureus).

Keywords: water use, population, monitoring, water quality, microbiological indicators, water reservoir models, enterococcus, staphylococcus, water quality standards.

Введение. Узбекистан относится к регионам, где проблемы обеспечения населения качественной питьевой водой и централизованным хозяйственно-питьевым водоснабжением требуют пристального внимания специалистов и их безотлагательного решения [3]. 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 республиканским

ГОСТ 951:2011 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» [2]. Качество питьевой 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.

Узбекистан относится к регионам с жарким климатом, испытывающим острую недостаточность в водных ресурсах. В республике централизованным водоснабжением обеспечено 90% городского и 28% сельского населения. Остальная часть сельского населения для питьевых нужд использует подземные и поверхностные водные объекты, которые почти круглый год используются также и для культурно-бытовых (рекреационных) целей.

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 [1, 4, 5].

Вышеизложенное свидетельствует о том, что действующий в настоящее время в Республике мониторинг за водными объектами хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения требует совершенствования, так как не гарантирует эпидемической безопасности.

Материалы и методы исследований. Цель исследований состоит в проведении комплекса экспериментов для научного обоснования нормативного уровня новых показателей в воде водоемов различного назначения.

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 гигиеническое 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, раздельный) 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 стандарта «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 ГОСТ 951:2011 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» Объем воды в модельных водоемах составлял не менее 3-х литров. Антибактериальное действие дезинфицирующих веществ изучали при температуре 23… 25 °С, 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/л. При этом учитывали, что при дезинфекции воды в городских водопроводах, концентрация остаточного хлора в воде должна быть на уровне 1,5 мг/л, а в сельских водопроводах часто проводят гиперхлорирование и в таких условиях концентрации хлора в воде значительно превышают его допустимый уровень. Действие фенола на отмирание микроорганизмов изучали в концентрациях 0,02; 0,1 и 0,5 мг/л. При этом учитывали, что ПДК фенола в воде водных объектов установлен на уровне 0,1 мг/л. Оценку результатов проводили путем сравнения скорости отмирания микроорганизмов в модельных водоемах по отношению к контролю.

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

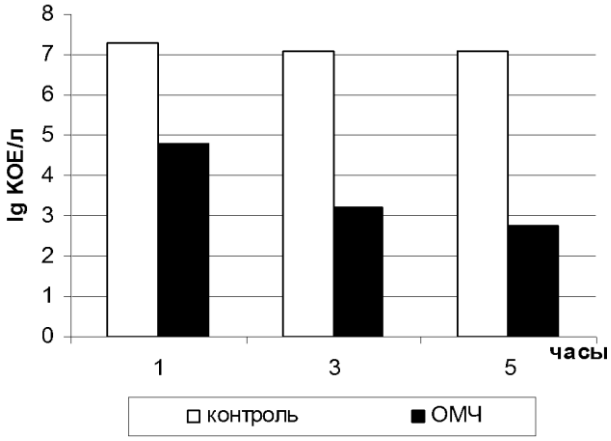

Рис. 1. **Динамика отмирания в воде общего микробного числа при воздействии хлора 3 мг/л**

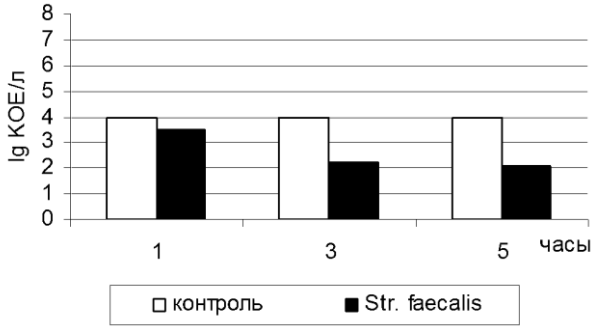

Рис. 2. **Динамика отмирания в воде энтерококков при воздействии хлора 3 мг/л**

Полученные результаты подтверждены в следующей серии экспериментов, в которых изучено антибактериальное действие фенола. Фенол в концентрации 0,1 мг/л (на уровне ПДК) оказывал высокий бактерицидный эффект. Число ЛКП к концу эксперимента снизилось в 2,8 раза; *E. Coli* – 3 раза; энтерококков – 1,69 раза и стафилококков – 1,76 раза. 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-микрорганизмов наиболее устойчивым к бактерицидному действию химических веществ является *Str. Faecalis*. Индикаторная значимость изученного микроорганизма по сравнению с ЛКП и *E. Coli*, является более выраженной. 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. Как известно, критерием эпидемической безопасности воды является отсутствие изменений в состоянии здоровья населения, обусловленных возбудителями кишечных инфекций, распространяющихся водным путем. 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 объемах воды для каждого вида водопользования. Этот принцип должен быть использован при обосновании и разработке регламентов микробного загрязнения воды. В документах водно-санитарного законодательства должны быть определены микробиологические показатели и их допустимые уровни, при которых вода считается безопасной в эпидемическом отношении.

Нормативы индикаторных микроорганизмов определяют на основании количественных связей между уровнем микробного загрязнения воды и заболеваемостью населения кишечными инфекциями, распространяющимися водным путем, а также на основании соотношений между индикаторными и патогенными микроорганизмами в воде.

Определение уровней микробного загрязнения по индикаторным микроорганизмам позволяет дать оценку потенциальной угрозе водного пути передачи возбудителей кишечных инфекционных заболеваний. Эффективность регламентации микробного загрязнения определяется, в значительной мере, степенью репрезентативности показателей и их допустимых уровней, что вызывает необходимость разработки методических подходов к научному обоснованию показателей эпидемической безопасности воды. Экспериментальные исследования выполнены на моделях водоемов.

В качестве нормируемых показателей использовали индикаторные микроорганизмы: энтерококки (*Str. Faecalis*) и стафилококки (*St. Aureus*). Методология регламентирования энтерококков и стафилококков в воде водоемов 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 водоемов. 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 водоемов создавали исходя из результатов натурных исследований по количественному распространению индикаторных и патогенных микроорганизмов в воде поверхностных водоемов. 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...25 °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 ГОСТ 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 водоемов 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 ее 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 ее 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.

Сальмонеллы, и особенно шигеллы, являются наименее устойчивыми и отмирают соответственно уже на 20 и 10 сутки эксперимента 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.

Выводы

1. Установлено, что индикаторами возбудителей сальмонелл и шигелл могут быть не только лактозоположительные кишечные палочки и *E. Coli* но и энтерококки, которые к тому же являются более устойчивыми к воздействию физических, химических и биологических факторов.

2. Индикаторным показателем качества воды водоемов рекреационного водопользования населения являются стафилококки.

3. Научно обоснован регламент допустимого содержания энтерококков (*Str. Faecalis*) в воде водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования на уровне 100 микробных тел (м. т.) в 1 литре воды.

4. Норматив стафилококков (*St. Aureus*) в воде рекреационного назначения установлен на уровне 500 м. т. в 1 литре воды.

5.Таким образом, для оценки качества воды водных объектов по санитарно-бактериологическим показателям, наряду с проведением обязательных микробиологических анализов на наличие ЛКП и *E. Coli*, рекомендуем также определение, в воде водоемов, энтерококков (*Str. Faecalis*) и стафилококков (*St. Aureus*).

Библиографический список

1. Алешня В.В., Журавлев П.В., Яловина С.В. Особенности индикаторного значения бактериологических показателей при оценке качества воды в отношении эпидемической безопасности в условиях зарегулированного водоема // Вода: Экология и технология: материалы 5 междун. конгресса. – М., 2002. – С. 705 .

2. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора: ГОСТ РУз 951:2011. – Ташкент, 2011. – 10 с.

3. Ильинский И.И. Современные проблемы гигиены воды и водоснабжения населения в специфических условиях Узбекистана. – Ташкент, 2007. – 114 с.

4. Калашников И.А., Куличенко О.А. Водоснабжение из поверхностных водоемов – потенциальная угроза здоровью водопользователей // Вода: Экология и технология: материалы 7 междун. конгресса. – М., 2006. – С. 916–917.

5. 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. – 2007. – № 3. – С. 84–85.

6. Усманов И.А. Совершенствование экологического мониторинга за водоемами бассейна среднего течения реки Сырдарьи // Экология и строительство. – 2017. – № 1. – С. 10–14.

Сведения об авторах

Усманов Ислам Аббасович, доктор медицинских наук, старший научный сотрудник; заведующий лаборатории

гидроэкологии и охраны водных ресурсов; Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем; Республика Узбекистан, 100187, г.Ташкент, Мирзо-Улугбекский район, массив Карасу-4, д.11; тел. +99871 265-93-41; e-mail: islamabbasovich@gmail.com.

Ходжаева Гульнора Аскаровна, младший научный сотрудник; лаборатория гидроэкологии и охраны водных ресурсов; Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем; Республика Узбекистан, 100187, г.Ташкент, Мирзо-Улугбекский район, массив Карасу-4, д.11; тел. +998-90-9565990; e-mail: Ahgulnora@mail.ru.

Мусаева Алкагуль Касымбековна, младший научный сотрудник; лаборатория гидроэкологии и охраны водных ресурсов; Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем; Республика Узбекистан, 100187, г.Ташкент, Мирзо-Улугбекский район, массив Карасу-4, д.11; тел. +998-90-9014506; e-mail: Ahgulnora@mail.ru.

References

1. Aleshnja V.V., Zhuravlev P.V., Jalovina S.V. Osobennosti indikatornogo znachenija bakteriologicheskih pokazatelej pri ocenke kachestva vody v otnoshenii jepidemicheskoj bezopasnosti v uslovijah zaregulirovannogo vodoema // Voda: Jekologija i tehnologija: materialy 5 mezhdun. kongressa. – M., 2002. – S. 705 .

2. Istochniki centralizovannogo hozjajstvenno-pit'evogo vodosnabzhenija. Gigienicheskie, tehnicheskie trebovanija i pravila vybora: GOST RUz 951:2011. – Tashkent, 2011. – 10 s.

3. Il'inskij I.I. Sovremennye problemy gigieny vody i vodosnabzhenija naselenija v specificheskih uslovijah Uzbekistana. – Tashkent, 2007. – 114 s.

4. Kalashnikov I.A., Kulichenko O.A. Vodosnabzhenie iz poverhnostnyh vodoemov – potencial'naja ugroza zdorov'ju vodopol'zovatelej // Voda: Jekologija i tehnologija: materialy 7 mezhdun. kongressa. – M., 2006. – S. 916–917.

5. Fajzieva D.H., Usmanov I.A., Bekzhanova E.E., Musaeva A.K. Izuchenie vyzhivaemosti jenterokokkov i stafilokokkov v vode v uslovijah jeksperimenta // Bjulleten' associacii vrachej Uzbekistana. – 2007. – № 3. – S. 84–85.

6. Usmanov I.A. The improvement of ecological monitoring for water bodies of the middle course of Syrdarya river // Ekologiya i stroitelstvo. – 2017. – № 1. – P. 10–14.

Information about the authors

Usmanov Islam Abbasovich, doctor of medical sciences, senior researcher; head of the laboratory of Hydroecology and protection of water resources; Scientific research Institute of irrigation and water problems; the Republic of Uzbekistan, 100187, Tashkent, Mirzo-Ulugbekskij rajon, massiv Karasu-4, d.11; phone: +99871 265-93-41; e-mail: islamabbasovich@gmail.com.

KHodzhaeva Gulnora Askarovna, junior researcher researcher; the laboratory of Hydroecology and protection of water resources; Scientific research Institute of irrigation and water problems; the Republic of Uzbekistan, 100187, Tashkent, Mirzo-Ulugbekskij rajon, massiv Karasu-4, d.11; phone: +998-90-9565990; e-mail: islamabbasovich@gmail.com.

Musaeva Alkagul Kasymbekovna, junior researcher researcher; the laboratory of Hydroecology and protection of water resources; Scientific research Institute of irrigation and water problems; the Republic of Uzbekistan, 100187, Tashkent, Mirzo-Ulugbekskij rajon, massiv Karasu-4, d.11; phone: +998-90-9565990; e-mail: islamabbasovich@gmail.com.

Для цитирования: Усманов И.А., Ходжаева Г.А., Мусаева А.К. К вопросу совершенствования мониторинга водных объектов в Узбекистане // Экология и строительство. – 2017. – № 3. – С. 4–9.

For citations: Usmanov I.A., KHodzhaeva G.A., Musaeva A.K. The question of improving of monitoring of water bodies in Uzbekistan // Ekologiya i stroitelstvo. – 2017. – № 3. – P. 4–9.