

Б.И. Алматов¹, Н.А. Нуралиев¹, С.Ю. Курбанова²

¹ НИИ санитарии, гигиены и профзаболеваний МЗ РУз,
ул. Олтинтепа, 325, Ташкент, 100056, Узбекистан

² Ташкентская медицинская академия,
ул. Фароби, 2, Ташкент, 100109, Узбекистан

ПОСЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОБНОГО СОСТАВА ВОДЫ НЕКОТОРЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ УЗБЕКИСТАНА

Изучена сезонная динамика высеваемости микроорганизмов из проб воды некоторых водохранилищ Узбекистана в сравнительном аспекте. Установлено, что в пробах воды Каттакурганского водохранилища показатель ОКБ (общие колиформные бактерии) в 1 дм³ в летнее время превышал норму в пробах воды из середины водоема в 2,2 раза, выше плотины – в 10,4 раза, из рекреационной зоны – в 18,8 раз. Весной показатель ОКБ был на 2-3 порядка меньше, чем в летнее время года, а ОМЧ (общее число сапрофитных микроорганизмов), наоборот – больше. Превышение норматива в 4,5-26,0 раз по этому параметру отмечали в водах Туямуянского гидроузла. Весной качество воды по ОКБ не отличается, а по ОМЧ достоверно лучше, чем летом. В Чарвакском водохранилище эти параметры находились на уровне верхних границ нормы. Качество воды Чарвакского водохранилища по микробиологическим показателям многократно превысило показатели Каттакурганского водохранилища и Туямуянского гидроузла.

К л ю ч е в ы е с л о в а: водохранилища, вода водоемов, микробный состав, патогенные и условно-патогенные микроорганизмы.

Водохранилища – особые географические природно-климатические объекты [1, 7], ставшие обязательной частью ландшафта территорий многих стран мира, которые, хотя и созданы человеком, испытывают сильное воздействие многих природных (в первую очередь, гидрометеорологических) факторов.

Известно, что изменения минерального и химического состава, жесткости воды меняют количественный и качественный состав микрофлоры воды. Патогенные микроорганизмы, передающиеся водным путем, приспособившись к этим условиям, меняют свои биологические свойства [3, 4]. Все это приводит к снижению процента высеваемости представителей нормальной микрофлоры (мезофильных аэробов и факультативных анаэробов) и патогенных микроорганизмов, находящихся в воде поверхностных водоемов [5, 6, 9].

Актуальность и социально-экономическая значимость исследований по данному направлению подтверждены Законами РУз «О Государственном санитарном надзоре» [1992], «Об охране природы» [1993], «Об охране здоровья граждан» [1997], «О воде и водопользовании» [2009], Постановлением Президента РУз ПП-555 от 8 января 2007 года «О мерах реализации проекта “Водоснабжение и санитария сельских населенных пунктов республики”», Постановлением Кабинета Министров РУз № 218 от 4 мая 2007 года «О Программе водоснабжения и рационального ис-

пользования водных ресурсов в Республике Узбекистан на период до 2015 года» и Распоряжением Кабинета Министров РУз № 05/1-70 от 21 мая 2010 года «Реализация мероприятий по разработке стратегии комплексного развития и модернизации систем водоснабжения и канализации Республики Узбекистан на 2010-2020 годы». Тема работы по своей направленности совпадает с Программой ВОЗ «Вода, санитария и здоровье» [2004].

В связи с этим, целью исследования было изучение и оценка посезонной динамики высеваемости микроорганизмов из проб воды некоторых водохранилищ Узбекистана в сравнительном аспекте.

Материалы и методы. Учитывая наличие в Узбекистане 3-х типов водохранилищ, для исследований выбрали, в виде опытных объектов, 3 водохранилища: русловое – Чарвакское; наливное – Каттакурганское; смешанное – Туямуюнский гидроузел, в состав которого входят водохранилища (чаши) Русловое, Капарас и Султон Санжар.

Краткая характеристика водохранилищ:

Каттакурганское водохранилище (Каттакурганский район Самаркандской области) – долинное, ирригационное водохранилище наливного типа, эксплуатируется с 1941 года. Водохранилище расположено в левобережной части Зеравшанской долины в 6 км южнее города Каттакурган. Оно предназначено для сезонного регулирования стока реки Зеравшан. Под чашу использована естественная котловина в предгорьях Зерабулака, образовавшаяся на месте соединения древних логов Шурсая и Узундуксая. Наполнение производится через подводящий канал из притока Зарафшана – Карадарья. Протяженность береговой линии – более 200 км, максимальная длина – 15 км, максимальная ширина – 10 км, максимальная глубина – 25 м. Площадь зеркала – 80,5 км², объем водохранилища – более 662 млн. м³, мертвый объем – 24 млн. м³. Ирригационные цели достигаются аккумуляцией воды в зимне-весенний период и подачей ее из водохранилища в период вегетации растений. По внешнему водообмену является аккумулятивно-транзитным I типа [7, 12].

Туямуюнское водохранилище (Туямуюнский гидроузел), начало затопления 1984 год. Это водохранилище смешанное (русловое-наливное). Своим местоположением оно обязано теснине Туямуюн, находящейся на границе среднего и нижнего течения реки Амударья, в 450 км от Аральского моря. Полная емкость всех водохранилищ составляет 7,8 км³, полезная емкость – 5,28 км³. Водная поверхность – более 250 км², площадь водного зеркала – 780 км². Протяженность в длину – 80 км, подбор уровня воды у плотины – 13 м. По внешнему водообмену является водохранилищем сезонного регулирования стока. По морфологическому типу оно сложно-котловинно-долинное [7, 12].

Чарвакское водохранилище (Бостанлыкский район Ташкентской области, 85 км от города Ташкента) – русловое, долинное водохранилище, построенное в 1978 году, образованное при перегораживании реки Чирчик на выходе последней из Чарвакской котловины, затопившее долины двух основных притоков, составляющих реки Чирчик, Пскем и Чаткал. Водохранилище имеет полный объем 2,006 км³, полезный – 1,58 км³, площадь зеркала при нормально-подпертом уровне – 40,1 км². Плотина водохранилища замыкает Чарвакское ущелье в 5 км ниже места слияния рек Пскем и Чаткал. Площадь водоема при его полном затоплении – более 41 км²,

максимальная глубина у плотины – 150 м, объем воды – около 2 млрд. м³. Заполнение его водой происходит, в основном, весной за счет таяния снега, сработка – летом в период вегетации растений. По внешнему водообмену оно является аккумулятивно-транзитным I типа, т.е. сезонного регулирования стока [7, 12].

Методы исследований. Воду из водохранилищ отбирали стерильными батометрами с глубины до 20 см от поверхности воды в объеме 1 л. В случае необходимости отбора проб на разных глубинах, придонные пробы отбирали в 30-50 см от дна. В местах купания (Каттакурганское и Чарвакское водохранилище) отбирали поверхностный слой воды, не заглубляя горлышко емкости. В реках (Амударья) и водохранилищах (Каттакурганское, Туямуюнское и Чарвакское) отбор проб производили с использованием плавательных средств (катера). Доставку проб воды осуществляли при соблюдении указанных условий в методических рекомендациях Алиевой С.К. и соавторов [2]. Срок начала исследований от момента отбора не превышал 2,5-3,5 часов [13, 14].

Все микробиологические исследования проводили по рекомендациям Алиевой С.К. и соавторов [2] и Недачина А.Е. [8]. Определяли общее число сапрофитных микроорганизмов (ОМЧ), общие колиформные бактерии (ОКБ), термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), число ОКБ в 1 дм³ воды (по O'zDSt (ГОСТ) 950-2011 – коли индекс) патогенных (*Shigella spp.*, *Salmonella spp.*) и условно-патогенных микроорганизмов – УПМ (*Escherichia spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Enterococcus spp.*). Для проведения бактериологических исследований были использованы стандартизированные питательные среды фирмы «HiMedia» (Индия). Все исследования проведены в 2012-2014 годах, с каждой точки забора пробы брали трехкратно, всего проведено 9 серий исследований.

Статистическую обработку проводили методом вариационной статистики согласно критерию Фишера-Стьюдента, путем вычисления Р. Достоверными считались различия, удовлетворяющие условиям $P < 0,05$. Все вычисления проводились на персональном компьютере на базе процессоров «Pentium 4» с использованием пакета прикладных программ для медико-биологических исследований. При организации и проведении исследований использовали принципы доказательной медицины [11].

Результаты и их обсуждение. Полученные результаты исследований микробиологических показателей проб воды Каттакурганского водохранилища показали, что общее количество ОКБ в 1 дм³ воды в летнее время было наименьшим в пробах воды ниже плотины – 500 КОЕ/100 мл. Это соответствует нормальным значениям для водоемов I категории водопользования, но в 2 раза ниже нормы для водоемов II категории водопользования [10]. В других пробах, полученных из разных мест водохранилищ, ОКБ был больше в 2-9 раз, чем показатели ниже плотины (500 КОЕ/100 мл) – соответственно 1100 КОЕ/100 мл (середина водоема), 5200 КОЕ/100 мл (выше плотины) и 9400 КОЕ/100 мл (рекреационная зона). Весной этот показатель был на 2-3 порядка меньше, чем в летнее время года во всех точках взятия проб ($P < 0,001$).

Во всех пробах воды, взятых из разных мест в летнее время года, ОМЧ было выше нормы – не более 100 КОЕ/100 мл [10]. Особенно ярко это выражалось в пробах воды из рекреационной зоны (250 КОЕ/100 мл).

В весенний период эти показатели еще ухудшились – от 1,5 до 5,2 раза и были выше параметров летнего времени ($P < 0,05$).

Исследования по изучению микробиологических показателей были проведены и с пробами воды из Туямуюнского гидроузла. Результаты показывают, что наибольшие параметры ОКБ в летнее время были определены в пробах воды ниже плотины водохранилища Русловое и в отводящем русле (река Амударья) – соответственно по 13000 КОЕ/100 мл. Наименьшее количество было обнаружено в пробах воды из водохранилища Султон Санжар (500 КОЕ/100 мл), это количество соответствует нормативным значениям [10].

Параметры воды из водохранилищ Капарас и Русловое (выше плотины) в летнее время также были выше нормы, но достоверно ниже, чем показатели ниже плотины и отводящего русла ($P < 0,01$). Показатели ОМЧ во всех пробах воды, независимо от места взятия, были более 300 КОЕ/100 мл, что превышало нормативные значения [10]. Во всех пробах воды описываемого водохранилища, независимо от места забора проб, патогенные микроорганизмы не были высеяны. Несколько иная картина наблюдалась при изучении весенних показателей: если по количеству ОКБ достоверных изменений нет, то ОМЧ резко снижены ($P < 0,001$), а в пробах воды обнаружены патогенные микроорганизмы.

В пробах воды Султон Санжар этот параметр не превышал нормы. Данный факт объясняется тем, что вода в водохранилище Султон Санжар поступает из водохранилища Русловое через водохранилище Капарас, где вода отстаивается и в Султон Санжар поступает осветленная вода. По-видимому, микроорганизмы, вместе с химическими веществами и взвешенными частицами из глины и песка, оседают на дно водохранилища Капарас. Кроме того, в этих водохранилищах (Капарас и Султон Санжар) практически отсутствует движение воды и это исключает поднятие взвешенных частиц со дна водохранилища на поверхность. Весной качество воды по параметру ОКБ не отличается от нормы, а по показателю ОМЧ – достоверно лучше, но обнаружение патогенных энтеробактерий (*Shigella spp.*, *Salmonella spp.*) настораживает.

По микробиологическим показателям качество проб воды Туямуюнского гидроузла достоверно хуже, чем эти же показатели Каттакурганского водохранилища – и по параметру ОКБ, и по ОМЧ.

Микробиологические исследования были проведены и с пробами воды Чарвакского водохранилища. Полученные результаты показывают, что в пробах воды из середины водоема и выше плотины результаты летних проб были ниже верхних границ нормы для водоемов II категории [10].

Показатели коли-индекса проб воды ниже плотины (800 КОЕ/100 мл) были в пределах нормы для водоемов I категории водопользования – 1000 КОЕ/100 мл [10], однако в рекреационной зоне были выше (1200 КОЕ/100 мл) нормальных величин. Показатели ОМЧ во всех пробах воды Чарвакского водохранилища, независимо от места взятия, были в пределах указанных нормативных величин. Только параметры ОМЧ рекреационной зоны и ниже плотины были выше уровня верхних границ нормы, а в других пробах воды ОМЧ было в 3,3 и 5,0 раз ниже верхних границ нормы. На всех пробах воды, независимо от места забора проб, патогенные микроорганизмы не обнаружены.

Пробы воды, взятые весной, особо не отличались от проб, отобранных в летний период; показатели ОКБ и ОМЧ были достоверно ниже не только нормы, но и показателей летнего времени ($P < 0,001$).

При сравнении микробиологических показателей Чарвакского водохранилища с другими описанными выше водными объектами выявлено, что все показатели многократно снижены и находятся в пределах указанного норматива. По-видимому, это является основным отличием воды Чарвакского водохранилища от воды Каттакурганского водохранилища, и, особенно, воды Туямуюнского гидроузла. Это можно объяснить тем, что Чарвакское водохранилище заполняется горными реками с низкой температурой воды, а также отсутствием выраженных мелководий и небольшим количеством планктона.

Следующим этапом наших исследований было изучение высеваемости патогенных и условно-патогенных (УПМ) из проб воды сравниваемых водохранилищ.

Микробиологические исследования были посвящены идентификации и дифференциации *Shigella spp.*, *Salmonella spp.*, *Escherichia spp.*, *Staphylococcus spp.* и *Enterococcus spp.* Возбудители бактериальных кишечных инфекций – *Shigella spp.*, *Salmonella spp.* и *Escherichia spp.* – были изучены в целях обоснования качества воды в водохранилищах.

В летнее время, независимо от места взятия проб воды Каттакурганского водохранилища, идентифицировать *Shigella spp.*, *Salmonella spp.*, *Escherichia spp.*, *Staphylococcus spp.* и *Enterococcus spp.* не удалось. По-видимому, это связано с тем, что время взятия проб воды совпало с наполнением водохранилища, где движение воды было значительным. Кроме того, строго соблюдались зоны санитарной охраны водохранилища и выполнялись предписанные противоэпидемические мероприятия. Однако весной наблюдалась иная картина – в центральной части водоема, рекреационной зоне и выше плотины были обнаружены *Shigella spp.*, *Salmonella spp.* и *Enterococcus spp.*

Аналогичные исследования проводились и с пробами воды из Туямуюнского гидроузла. Полученные результаты показывают, что в летнее время *Shigella spp.*, *Salmonella spp.*, *Escherichia spp.*, *Staphylococcus spp.* и *Enterococcus spp.* в пробах воды из водохранилищ Капарас, Султон Санжар и выше плотины водохранилища Русловое дифференцировать не удалось. *Escherichia spp.*, *Staphylococcus spp.* и *Enterococcus spp.* высеяны из проб воды ниже плотины водохранилища Русловое и отводящего русла (река Амударья). Показатели весенних проб существенно не отличались от летних, за исключением *Enterococcus spp.*, которые высеяны из всех проб. Определенных закономерностей, связанных с местом взятия проб или сезоном года, не выявлено.

Микробиологические исследования по изучению высеваемости микроорганизмов из проб воды Чарвакского водохранилища дали следующие результаты: были идентифицированы *Escherichia spp.* и *Enterococcus spp.* в пробах воды из рекреационной зоны. *Shigella spp.* и *Salmonella spp.* в данном водохранилище идентифицировать не удалось. Исследования, проведенные в весеннее время, положительных бактериологических результатов не дали.

Установлено, что *Enterococcus spp.* и *Staphylococcus spp.* высевались только на берегах (на расстоянии 1 м от берега) водохранилищ, где име-

лись рекреационные зоны или пасся скот ($P < 0,05$). Начиная с расстояния 5 м и далее, а также на глубине 20 см и более, патогенные микроорганизмы и УПМ, в том числе *Enterococcus spp.* и *Staphylococcus spp.*, не высевались во всех изученных водохранилищах.

По-видимому, *Enterococcus spp.* и *Staphylococcus spp.* можно использовать как санитарно-показательные микроорганизмы (СПМ) воды водохранилищ, и их обнаружение даже в незначительных количествах можно рассматривать как фактор микробной загрязненности и фактор риска для рекреационных зон водохранилищ.

По высеваемости *Shigella spp.*, *Salmonella spp.*, *Escherichia spp.*, *Staphylococcus spp.* и *Enterococcus spp.* из проб воды водохранилищ определенных закономерностей, связанных с местом отбора проб и сезонностью, не обнаружено.

Результаты микробиологических исследований Каттакурганского водохранилища показали, что показатель ОКБ в 1 дм³ в летнее время превышал норму в пробах воды из центральной части водоема в 2,2 раза, выше плотины – в 10,4 раза, из рекреационной зоны – в 18,8 раз. Весной показатель ОКБ был на 2-3 порядка меньше, чем в летнее время года, а ОМЧ, наоборот – больше.

Превышение норматива в 4,5-26,0 раз по этому параметру отмечали в водах Туямуюнского гидроузла; только в пробах воды Султон Санжар этот показатель не превышал нормы. Весной качество воды по ОКБ не отличалось от нормы, а по ОМЧ было достоверно лучшим, чем летом.

В Чарвакском водохранилище эти параметры находились на уровне верхних границ нормы. Качество воды Чарвакского водохранилища по микробиологическим показателям многократно превысило показатели Каттакурганского водохранилища и Туямуюнского гидроузла.

Из проб воды Туямуюнского гидроузла и Каттакурганского водохранилища были высеяны *Escherichia spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, а также *Shigella spp.* и *Salmonella spp.* Определенных закономерностей, связанных с местом взятия проб или сезоном года, не выявлено. Из проб воды Чарвакского водохранилища *Escherichia spp.* и *Enterococcus spp.* высеяны только в рекреационной зоне.

Установлено, что *Enterococcus spp.* и *Staphylococcus spp.* можно использовать как санитарно-показательные микроорганизмы воды водохранилищ, их обнаружение даже в незначительных количествах можно рассматривать как фактор микробной загрязненности и фактор риска для рекреационных зон водохранилищ.

Проведенные исследования позволяют снизить затраты на предварительные исследования по определению прогностических показателей микробной загрязненности запланированных для строительства водохранилищ Узбекистана и усилить санитарный контроль над действующими водохранилищами, использовать на практике критерии уровня микробной загрязненности воды, обеспечить должное качество питьевой воды водоводов из водохранилищ.

Б.І. Алматов¹, Н.А. Нуралієв¹, С.Ю. Курбанова²

¹НДІ санітарії, гігієни і профзахворювань МЗ РУз,
вул. Олтинтепа, 325, Ташкент, 100056, Узбекистан

²Ташкентська медична академія,
вул. Фаробі, 2, Ташкент, 100109, Узбекистан

ПОСЕЗОННА ДИНАМІКА ЗМІН МІКРОБНОГО СКЛАДУ ВОДИ ДЕЯКИХ ВОДОСХОВИЩ УЗБЕКИСТАНУ

Р е з ю м е

Вивчена посезонна динаміка висіву мікроорганізмів із проб води деяких водосховищ Узбекистану в порівняльному аспекті. Встановлено, що в пробах води Каттакурганського водосховища показник ОКБ в 1 дм³ у літній період перевищував норму в пробах води із середини водойми у 2,2 рази, вище греблі – у 10,4 рази, із рекреаційної зони – у 18,8 разів. Навесні показник ОКБ був на 2–3 порядки меншим, ніж у літній період року, а ОМЧ, навпаки – більшим. Перевищення нормативу у 4,5–26,0 раз за даним параметром відзначали у водах Туямуюнського гідровузла. Навесні якість води по ОКБ не відрізняється, а по ОМЧ достовірно краще, ніж влітку. У Чарвакському водосховищі ці параметри знаходились на рівні верхніх границь норми. Якість води Чарвакського водосховища по мікробіологічним показникам значно перевищувала показники Каттакурганського водосховища і Туямуюнського гідровузла.

К л ю ч о в і с л о в а: водосховище, вода водойм, мікробний склад, патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми.

B.I. Almatov¹, N.A. Nuraliev¹, S.U. Kurbanova²

¹ *Scientific-Research Institute of Sanitary, Hygiene and Occupational Diseases,
325 Oltin-tepa St., Tashkent, 100056, Uzbekistan*

² *Tashkent Medical Academy,
2 Farobi St., Tashkent, 100109, Uzbekistan*

SEASONAL DYNAMICS OF MICROBIAL COMPOSITION VARIATION FROM WATERS OF SOME RESERVOIRS OF UZBEKISTAN

S u m m a r y

It was studied seasonal dynamics of inoculation of microorganisms from water samples of some reservoirs of Uzbekistan in a comparative perspective. It was found that in samples of water of Kattakurgan reservoir TC in 1 dm³ in summer in the water samples from the middle of the reservoir is 2.2 times higher than normal, above the dam – 10.4 times, from the recreational area – 18.8 times. In the spring, TC was 2–3 times smaller than in the summer, but TBC, on the contrary, more. Exceeding in this parameter 4.5–26.0 times is mentioned in the water of Tuyamuyun reservoir. In the spring, quality of the water by TC not differ, by TBC is significantly better than in the summer. These parameters of water of Charvak reservoir are at the upper limit of normal. The quality of the water of Charvak reservoir repeatedly exceeded microbiological parameters of Kattakurgan reservoir and Tuyamuyun reservoir.

К е у w o r d s: reservoirs, water of reservoirs, microbial composition, pathogenic and conditionally pathogenic microorganisms.

1. *Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шаранов В.А.* Водохранилища. – Москва, «Мысль», 1987. – 313 с.
2. *Алиева С.К., Исхакова Х.И., Пахомова В.А., Минералова Л.В.* Методы санитарно-микробиологического анализа воды открытых водоемов (рек, озер, прудов, плавательных бассейнов, сточных вод и прочей воды) на санитарно-показательную и патогенную флору // Методические указания МЗ РУз № 012-3/0152. – Ташкент, 2009. – 43 с.
3. *Анганова Е.В.* Биологические свойства условно-патогенных бактерий водных экосистем // Гигиена и санитария. – Москва, 2010. – № 5. – С. 67–68.
4. *Бозорова Г.Д., Нуралиев Н.А., Матназарова Г.С.* Особенности высеваемости энтеробактерий из проб воды водоемов в различных регионах Узбекистана // Український медичний альманах. – Україна, 2012. – Т. 15. – № 4. – С. 39–41.
5. *Журавлев П.В., Алешня В.В.* Мониторинг бактериального загрязнения водоемов Ростовской области // Гигиена и санитария. – Москва, 2010. – № 5. – С. 33–36.
6. *Загайнова А.В., Талаева Ю.Г.* Оценка эпидемической опасности патогенных и условно-патогенных бактерий, выделенных из воды различного вида водопользования // Гигиена и санитария. – Москва, 2010. – № 5. – С. 68–73.
7. *Ильинский И.И., Шоумаров С.Б., Миришина О.П.* Актуальные санитарно-гигиенические проблемы проектирования, строительства, эксплуатации и охраны водохранилищ Узбекистана // Учебно-методическое пособие. – Ташкент, 2012. – 160 с.
8. *Недачин А.Е.* Методы санитарно-микробиологического анализа питьевой воды: Методические указания. – Москва, Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 36 с.
9. *Савилов Е.Д., Анганова Е.В.* Микробиологический мониторинг водных экосистем // Гигиена и санитария. – Москва, 2010. – № 5. – С. 56–58.
10. СанПиН МЗ РУз № 0172-04. «Гигиенические требования к охране поверхностных вод на территории Республики Узбекистан».
11. *Пономарева Л.А., Маматкулов Б.М.* Использование принципов доказательной медицины при организации и проведении гигиенических исследований // Методические рекомендации. – Ташкент, 2004. – 19 с.
12. *Шоумаров С.Б., Матякубова З.А., Тупичина М.Г.* Особенности использования водохранилищ в условиях хозяйственно-питьевого обеспечения населения в условиях маловодья: обзор // Инфекция, иммунитет и фармакология. – Ташкент, 2013. – № 4. – С. 69–73.
13. O`zDSt (ГОСТ) 950-2011. «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».
14. O`zDSt (ГОСТ) 951-2011. «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора».

Отримано 31.07.2015