

УДК 574.64:595.324

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ С ПОМОЩЬЮ БИОТЕСТА

*Л. Ю. Огрель, Л. Н. Балятинская, Д. А. Подчасова, С. Н. Дудина*

Белгородская область находится в регионе с высокой антропогенной нагрузкой, связанной с хозяйственно-промышленной деятельностью человека. Тектоника движения подземных водоносных горизонтов в большинстве своем не исследована. В аналитических докладах ведущих специалистов и ученых области прозвучала обеспокоенность продолжающимся загрязнением природных водных объектов, нарушением режима их водосборных территорий и водоохраных зон, истощением водных ресурсов, неудовлетворительным состоянием некоторых водозаборов, качеством и дефицитом питьевой воды. Отмечено загрязнение подземных вод.

Белгородская область – одна из немногих административных территорий в России, население которой использует для питьевых нужд воду подземных источников. Наиболее существенное влияние на состояние подземных водоносных горизонтов оказывают предприятия горнорудной, химической промышленности, предприятия сахарной отрасли, а также животноводческие комплексы и птицефабрики. Загрязнение подземных вод возрастает в районах, где сточные воды промышленных предприятий сбрасываются на поля фильтрации, отстойники, шламонакопители, хвостохранилища, а сточные воды крупных животноводческих комплексов используются на сельскохозяйственных полях орошения. В области выявлено несколько очагов загрязнения подземных водоносных горизонтов, используемых для хозяйственно-бытовых нужд.

Система контроля загрязнений природных водных объектов, существующая в настоящее время, основана на определении аналитическими методами предельно допустимых концентраций отдельных веществ, а также санитарно-гигиенических показателей. Данная система не обеспечивает объективности при оценке экологического благополучия водных объектов, поскольку аналитическими методами определить все токсические соединения практически невозможно, нет соответствующих методик, да и определение большого числа отдельных показателей не решает вопрос опасности или безопасности для водных биоценозов загрязняющих веществ, поступающих в водный объект. Кроме того, очень сложно предусмотреть взаимодействия химических веществ в многокомпонентной смеси и образование вторичных соединений. Многие сточные воды промышленного и сельскохозяйственного происхождения имеют непостоянный состав, а продукты их распада могут быть значительно токсичнее анализируемых исходных химических веществ. Все эти причины обуславливают необходимость использования интегральных методов контроля природных вод, позволяющих определить опасность или безопасность данных источников для живых организмов.

Самым эффективным методом, на наш взгляд, является биотестирование. В ряде развитых стран биотестирование является обязательным элементом системы контроля водных объектов. Так, в отчетах

Агентства по охране окружающей среды (АОН) США сведения о токсичности вод сложного состава приводятся по результатам биотестирования, выполненного на многочисленных (десятки тысяч) тестах с использованием 145 тест-организмов.

Законодательством Германии предусмотрено биотестирование при оценке безопасного для тест-объектов разбавления сточных вод. Для этих целей используют тесты на острую токсичность.

Во Франции оценка водных объектов по токсикологическим показателям обязательна и заложена в «Системе контроля качества пресных вод». Для биотестирования применяются биотесты с использованием водорослей, дафний и рыб. Методы биотестирования для оценки токсичности вод применяют также в Англии, Австрии, Индии, Норвегии, Швеции, Швейцарии, Финляндии, Японии и др.

В нашей стране имеется опыт использования биотестирования в системе контроля вод на Байкальском ЦБК, ряде предприятий химического, йодо-бромного, витаминного и других производств. Огромная работа в этом направлении была проделана во ВНИИ по охране вод г. Харькова, но из-за отсутствия нормативно-правовых основ биотестирование не получило должного признания и распространения в России.

На сегодняшний день, в соответствии с п. 5.7 и Приложением № 1 Правил охраны поверхностных вод (1991 г.), биотестирование является обязательным элементом системы оценки и контроля качества воды. Методическое руководство РД 118-02-90 включает методики биотестирования с использованием в качестве тест-объектов ракообразных, водорослей и рыб и предназначено для проведения токсикологического контроля сточных и природных вод. Биотестирование следует проводить для определения токсичности воды на сбросе в водный объект, воды в контрольном и других створах водопользования с целью проверки соответствия качества воды нормативным требованиям: сточная вода не должна оказывать острого токсиче-

ского действия, а вода в контрольном и других створах водопользования – хронического токсического действия на тест-объекты.

Наличие острого токсического действия сточной воды на сбросе в водный объект определяют при кратковременном биотестировании на ракообразных (дафниях или цериодафниях). Наличие хронического токсического действия природной воды в контрольном и других створах водного объекта определяют при длительном биотестировании на ракообразных (дафниях или цериодафниях).

Метод биотестирования с использованием рачка *Daphnia magna* рекомендован в качестве первоочередного для выявления потенциально опасных источников загрязнения водных объектов токсическими веществами.

Область применения биотестов не ограничивается потребностями оперативного контроля экстремальных ситуаций. Необходимо применять методы, позволяющие определять хроническое токсическое действие воды. Наиболее эффективным для этих целей является классический биотест, основанный на регистрации выживаемости и плодовитости дафний, которые чувствительны к широкому кругу токсических веществ различных классов химических соединений.

На основании результатов биотестирования рекомендуется проводить необходимые водоохранные мероприятия. Основным результатом применения биотестирования является обеспечение экологического благополучия водных объектов, сохранения эстетической ценности природных ландшафтов. Социальный эффект этого результата выражается в обеспечении самоочищающей способности водных объектов, сохранении здоровья населения. Экономический эффект выражается в сокращении затрат водопользователей, предотвращении материального ущерба, наносимого загрязнениями.

Род *Daphnia* (класс Crustacea, отряд Cladocera) насчитывает более 50 видов и распространен повсеместно. В пресновод-

ных водоемах России широко распространены следующие виды дафний: *Daphnia magna* Straus, *Daphnia pulex* (De Geer), *Daphnia longispina* O.F Muller, *Daphnia cucullata* Sars. Рачки рода *Daphnia magna* Straus имеют более крупные размеры, и их использование наиболее удобно. Кормом служат зеленые протококковые водоросли (хлорелла, сценедесмус), пекарские или кормовые дрожжи.

В настоящее время в Белгородской области проводится работа по биотестированию с помощью *Daphnia magna* Straus природных источников питьевой воды (родников), подлежащих расчистке и обустройству. Работу выполняют студенты и сотрудники Белгородской государственной технологической академии строительных материалов и Белгородского государственного университета. Финансирование работы и отбор проб воды осуществляет комитет экологии и природных ресурсов Белгородской области. Получены первые результаты.

Основными оценочными показателями служили: выживаемость, плодовитость, качество потомства, рост в ряду поколений, общая численность популяции дафний. Математическую обработку данных хронического биотестирования проводили методом вариационной статистики, для чего была создана специальная программа для ЭВМ в системе EXCEL.

Методом биотестирования с помощью дафний были исследованы родники, расположенные на территории Белгородской области: в с. Гостицево Яковлевского района, в дачных поселках («Комсомолец» Белгородского района, Вислое), «Пичурская криница» (Борисовка), «Здоровье» (Волоконовка), «Холодный ключ» (Ровеньки), «Криница» и родник мелового склона реки Ураево (Вейделевка), «Святой источник» в Монастырском лесу (Ячнево).

В качестве контрольной в биотесте использована водопроводная вода артезианского происхождения, подготовленная в соответствии с требованиями РД 118-02-90.

Было установлено, что не из каждого родника можно пить воду, не опасаясь за свое здоровье. В пробе воды, взятой из родника «Пичурская криница» установлено наличие хронической токсичности по выживаемости дафний и отсутствие токсичности по другому показателю – плодовитости. В конечном итоге величина плодовитости (т.е. общее количество родившейся жизнеспособной молодежи от одной самки) определяет сохранность вида и играет решающую роль при оценке токсичности воды. Следовательно, делать вывод о наличии хронической токсичности в данном источнике нет оснований. Следует принять во внимание тот факт, что отбор проб проводился в паводковый период, когда риск загрязнений водоносных слоев наиболее вероятен. Для окончательного заключения о наличии или отсутствии хронической токсичности воды в данном роднике потребуются дополнительные исследования в благоприятный для тестирования период.

Результаты биотестирования проб воды родника «Криница» показали, что выживаемость исходных самок в этой воде значительно ниже, чем в контрольной, и достигает «0» значения на 43 сут. после начала эксперимента. Это может свидетельствовать о серьезных токсических свойствах данной воды. Выводы подтверждаются и другим оценочным показателем – плодовитостью. Потомство у особей дафний, помещенных в эту пробу, полностью отсутствует (рис. 1, кривая 2).

Популяция дафний в пробе воды родника «Криница» прекратила свое существование на 43 сут., но уже после 5 сут. было заметно постепенное снижение численности особей, в то время как в контрольной пробе и в образцах воды из родников «Здоровье» и на склоне р. Ураево наблюдался бурный прирост численности дафний. Поскольку снижение численности этой популяции началось только на 5 сут. от начала эксперимента, кратковременный тест на острую токсичность (3 сут.) не показал опасности данной пробы воды.

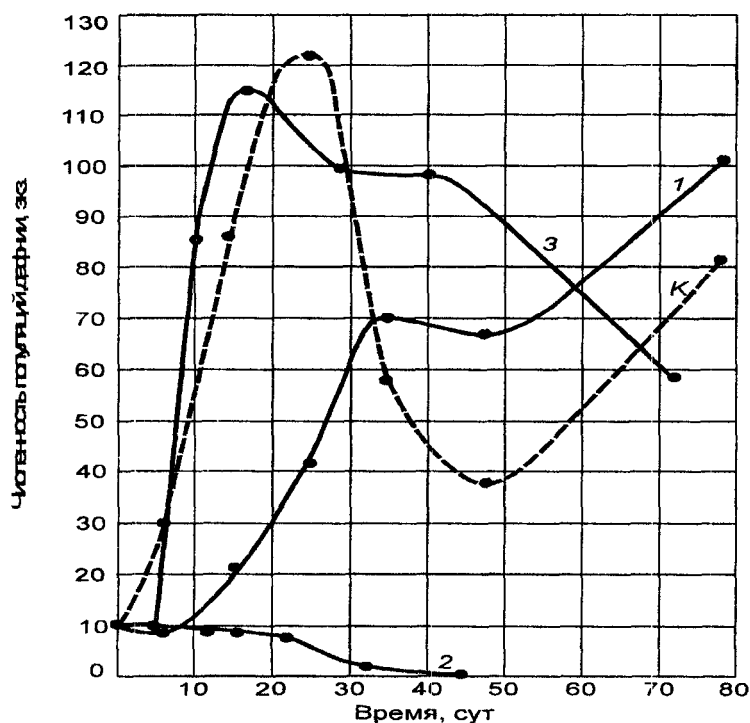


Рис. 1. Рост популяций дафний в пробах воды:  
 1 — родник «Здоровье»,  
 2 — родник «Криница»,  
 3 — родник склона р. Ураево;  
 К — контрольная вода.

Более высокая выживаемость и плодовитость самок дафний в пробах природных источников по сравнению с контрольной может свидетельствовать о высокой биологической ценности воды.

Динамика появления молоди в биологических объектах имеет, как правило, характер «синусоидальных» кривых: периоды роста сменяются периодами покоя. Поэтому во внимание следует принимать общее количество выметанной молоди в различные периоды времени.

По результатам биотестирования, воду источников «Здоровье» и родника на меловом склоне р. Ураево с учетом положительных исследований по ГОСТ 2874-82 можно рекомендовать для питья. Воду источника «Криница» не следует рекомендовать для питья даже при соответствии показателей ГОСТа, т.к. данная проба указывает на скрытую токсическую опасность. Объяснение этому факту можно дать, принимая во внимание, что источник находится в окружении неблагоустроенного жилищного массива, жидкие и твердые бытовые отходы которого могут быть причиной токсичности воды. В данном случае не исключается возможность попадания отходов

и загрязнений через подземные водоносные горизонты, питающие источник.

Исследования методом биотестирования «Святого источника» в Монастырском лесу показали, что рост численности дафний в образце воды в начале эксперимента отстает от контрольного, но затем наблюдается прирост молоди, значительно опережающий контрольный (рис. 2, кривая 1).

Динамика роста популяции дафний в пробе воды родника у с. Вислое представлена на рис. 2, кривая 2. По сравнению с контролем гибель самок протекает быстрее в первые 2 недели эксперимента. Позднее динамика гибели исходных самок в пробах одинакова. Статистические данные математической обработки свидетельствуют об отсутствии хронической токсичности по выживаемости. Характер кривых гибели и конечная нулевая численность особей настораживают. При анализе кривых роста популяций и плодовитости было замечено, что проба воды родника у с. Вислое значительно отличается от пробы воды «Святой источник» и контрольной в «худшую» сторону. Плодовитость дафний значительно ниже. Это может послужить основанием для того, чтобы не рекомендовать воду из источника для питья.

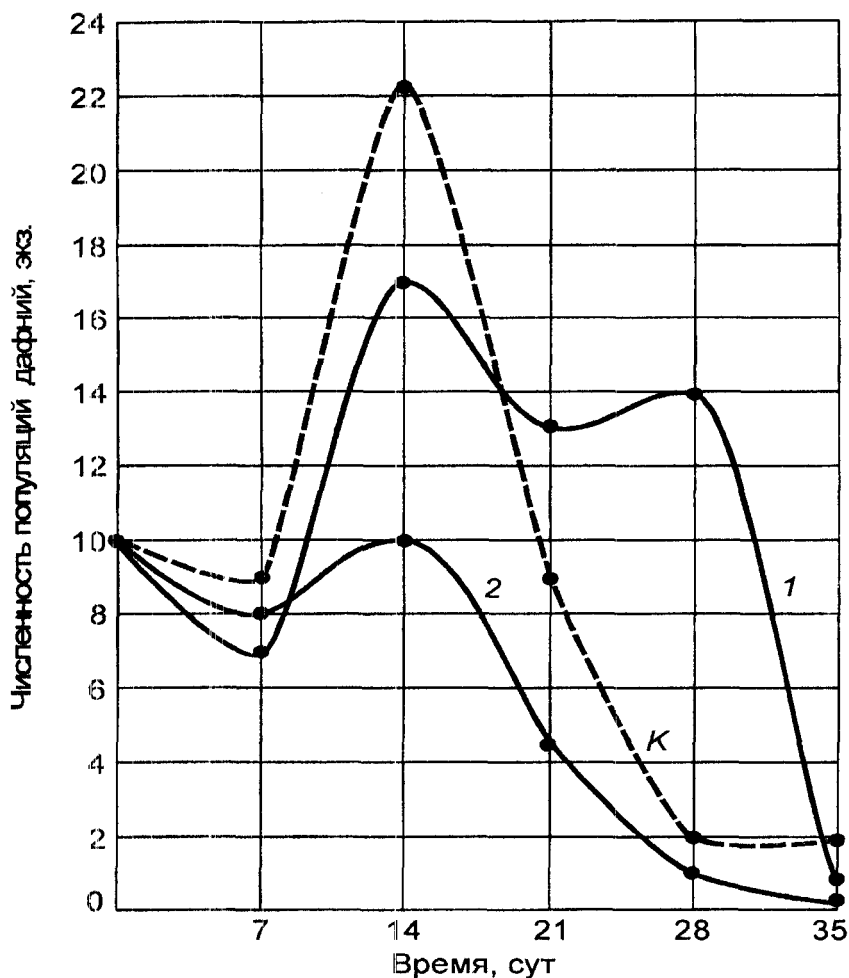


Рис. 2. Рост популяций дафний в пробах воды:  
 1 – родник «Святой источник»; 2 – родник дачного поселка у с. Вислое;  
 К – контрольная вода.

Подводя итог исследованиям на наличие (отсутствие) хронической (скрытой) токсичности в пробах воды девяти природных источников, можно сделать следующие выводы:

1. Вода в большинстве источников обладает хорошими биологическими свойствами, популяции дафний в этих пробах растут и развиваются интенсивно, потомство многочисленное и здоровое. Воду следует рекомендовать для использования в качестве питьевой при соответствии прочих показателей по ГОСТ 2874-82.

2. Воду из родника пос. Вейделевка (ул. Свободы) не следует использовать для питья, так как проба показала хроническую токсичность.

3. Вода из родника «Святой источник» может быть использована для питьевых целей, наличие хронической токсичности не обнаружено.

4. Воду из родника у ст. Вислое использовать для питья следует с большой осторожностью, статистический метод обработки не показал наличия хронической токсичности, но характер кривых и абсолютные показатели выживаемости и численности популяции свидетельствуют о не совсем благоприятной ситуации с этим источником.

Следует иметь в виду, что биотестирование не заменяет, а всего лишь дополняет исследования воды по стандартным, хотя и уже очень устаревшим методикам.