

Воздействие Качества Оросительной Воды На Биогенность И Ассимиляционный Потенциал Почв

Н.М. Исмаилов, Ф.Ш. Кейсерухская*

Институт микробиологии НАН Азербайджана, ул. М. Мушвица, 103, Баку AZ1004, Азербайджан;

**E-mail: keyseruxskaya@list.ru*

Одним из основных загрязнителей почвенного покрова в аридных зонах являются оросительные воды, которые формируются в речных системах, в основном рек Кура и Араз. При использовании таких вод почвы загрязняются органическими и неорганическими веществами. Эти воды снижают биогенность и, связанный с влиянием органических загрязнителей (углеводородов и пестицидов) ассимиляционный потенциал почв.

Ключевые слова: Почва, воды рек, орошение, органические загрязнители, ассимиляционный потенциал, биогенность почв

ВВЕДЕНИЕ

Огромное значение для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов имеет влажность почв. Интенсивное развитие микроорганизмов происходит в достаточно увлажненной почве (Жизнь микроорганизмов в экстремальных условиях, 1981). Вода, составляющая жидкую фазу почвы, содержит в себе то или иное количество растворенных веществ. Почвенный раствор - наиболее активная составная часть почвы, т.к. растения и микроорганизмы усваивают питательные вещества в основном из раствора. Состав почвенного раствора в отдельных почвах сильно меняется. При низких уровнях влажности почвы даже ксерофитные (засухоустойчивые) микроорганизмы проявляют довольно слабую биохимическую активность. Наиболее интенсивно микробиологические процессы протекают при влажности почвы, приближающейся к 60% от полной её влагоемкости. При такой степени увлажнения почва довольно обеспечена водой, а также воздухом. В природной обстановке, особенно в аридных условиях страны, влажность почвы подвержена существенным колебаниям. В этой связи в этих регионах более энергичные микробиологические процессы в почве протекают не летом, а весной и осенью, когда температура более низка, но почва обеспечена влагой.

Известно, что для выращивания различных сельскохозяйственных культур в аридной зоне Азербайджана единственным источником оросительных вод являются воды рек Куры-Аракс и др. Однако вместе с тем известна также степень загрязненности этих рек. Рассматривая территорию Азербайджана как единую ландшафтно-экологическую систему, нельзя

не отметить, что качество вод в речной системе оказывает непосредственное воздействие на качество почвенного покрова. Речные системы Азербайджана загрязняются внутри страны, а трансграничные реки Кура, Араз и др. начинают загрязняться на территории других государств - Турции, Грузии и Армении.

Основными источниками загрязнения водоемов являются хозяйственно-бытовые, промышленные и сельскохозяйственные стоки, включающие также и техногенные углеводороды (рисунок 1). В Куру сбрасываются сточные воды от населенных пунктов с общим населением более 8 миллионов человек.

Ежегодно водным стоком рек Куры и Араз на территорию Азербайджана поступают 7662 тыс. т растворенных химических соединений, 6060 тыс. тонн взвешенных веществ, 4 -5 тыс. тонн нефтепродуктов, 350 тонн фенолов и до 300 тонн соединений металлов, при этом свыше 60% этих веществ приходится на долю реки Куры, 25% на долю реки Аракс, а остальные 15% - на долю рек Иори, Алазани, Акстафачай и Охчучай (Казибеков, 2002). Большое количество органических веществ, содержащихся в загрязненных водах указанных речных систем, например, детергенты, углеводороды, фенолы и др., попадают оттуда в почву в результате мелиоративных мероприятий и при орошении.

Хозяйственно-бытовые и сельскохозяйственные стоки содержат большое количество всевозможных органических веществ, детергентов, пестицидов, минеральных удобрений и продуктов их распада, тогда как промышленные - огромный набор разнообразных химических соединений, большинство которых являются токсичными.

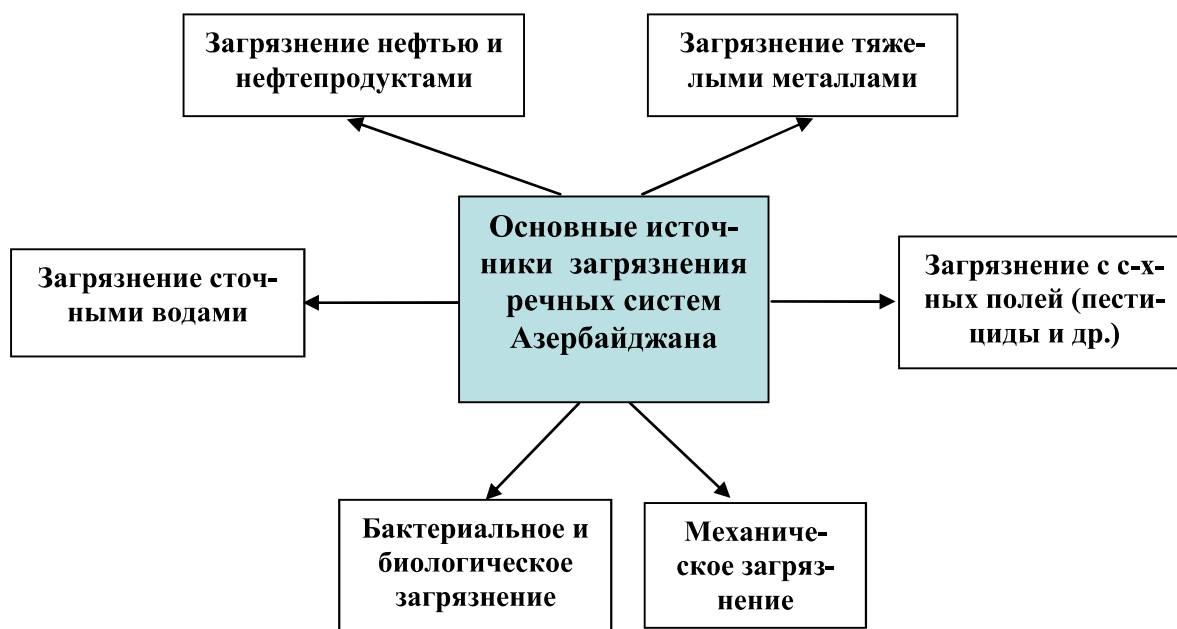


Рисунок 1. Основные источники загрязнения речных систем Азербайджана

Кура и Араз принимают значительную часть городских дренажных стоков, имеют замедленный водообмен, способствуют осаждению грубодисперсных и илистых частиц, в них активно протекают процессы вторичного загрязнения воды вследствие накопления значительного количества загрязненных донных отложений. В Куру сбрасываются сточные воды от населенных пунктов с общим населением более 8 миллионов человек. Хозяйственно-бытовые и сельскохозяйственные стоки содержат большое количество всевозможных органических веществ, детергентов, пестицидов, минеральных удобрений и продуктов их распада, тогда как промышленные – огромный набор разнообразных химических соединений, большинство которых являются токсичными. Загрязняющие воду вещества поступают в бассейн р. Кура из различных наземных источников, включая промышленные и горнодобывающие предприятия, сельскохозяйственные земли, дома, хозяйства в сельской местности и городах. В среднем в реку Куру сбрасывается до 700 тыс. т органических веществ, 30 тыс. т азотно-фосфорных солей, 16 тыс. т разных ПАВ.

Содержание в реках Кура и Араз фенола, солей тяжелых металлов и других органических веществ превышает норму в десятки раз. Ежегодно водным стоком рек Куры и Араз поступают 7662 тыс.т растворенных химических соединений, 6060 тыс. тонн взвешенных веществ, 4-5 тыс. тонн нефтепродуктов, 350 тонн фенолов и до 300 тонн соединений металлов, при этом свыше 60% этих веществ приходится на долю реки Куры, 25% на долю реки Аракс,

а остальные 15%- на долю рек Иори, Алазани, Акстафачай и Охчучай. Общий уровень ПХБ в донных отложениях р. Кура ниже от Мингечевирского водохранилища составил более 23 кг/т, тем самым указав на поступление ПХБ из верховьев реки. Ниже по течению от г. Мингечевир концентрация фенолов в р. Кура превышает санитарную норму в 5 раз, концентрация металлов – в 4 раза, а концентрация нефтепродуктов и сульфатов в воде в два раза выше санитарной нормы (USAID/DAI, 2004).

Исследования вблизи дельты р. Кура вдоль прибрежной зоны в Азербайджане показали, что донные отложения сильно загрязнены соединениями, связанными с ДДТ, максимальная концентрация которых – от 6600 пг/г до 13400 пг/г (de Mora *et al.*, 2004). Концентрации ДДД (12.5 нг/г) и ДДТ (5.88 нг/г) во взвешенном веществе были также зарегистрированы в Нафтчала. Уровни содержания соединений ДДТ в образцах свидетельствуют как о предыдущем, так и о недавнем использовании ДДТ в регионе. В р. Кура были также обнаружены диэлдрин, сульфат эндосульфана, эндосульфан II, эндрин и б-БГХ, что свидетельствует об использовании этих хлорированных пестицидов в регионе.

Загрязнение не может не сказываться на направленность и скорость естественных почвенных процессов, изменяя их в сторону ухудшения качества, что в конечном итоге отражается на их продуктивности и качестве продукции. Загрязненные воды рек представляют собой непосредственную угрозу для почвенных экосистем страны - это попадание широкого

спектра органических и неорганических загрязнений, содержащихся в поверхностных водах в почву при использовании этих вод при орошении. Именно это имеет место при использовании загрязненных вод рек Куры, Араза и др. в системах орошения на площадях, оцениваемой в 1300 тыс. га. Большое количество органических веществ, содержащихся в загрязненных водах указанных речных систем, например, детергенты, углеводороды, фенолы и др., попадают оттуда в почву в результате мелиоративных мероприятий и при орошении. И если учесть, что в сельском хозяйстве страны используется свыше 2 км^3 воды в год, можно представить, какое количество различного рода загрязнений поступает в сельскохозяйственные поля в составе оросительных вод.

Цель наших исследований заключается в изучении воздействия органических поллютантов на биогенность и ассимиляционный потенциал почв. Несмотря на крайнюю актуальность исследований, в этом направлении они не проводились. Их актуальность определяется, в том числе программами достижения максимальной продовольственной безопасности страны и производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

В этой связи нами проведены модельные исследования с целью изучения воздействия качественного состава вод на ассимиляционный потенциал почвенного покрова.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве показателя ассимиляционного потенциала почвенного покрова использовали степень изменения биогенности почв при увлажнении их водой разного качественного состава. Объектом исследований были почвенные образцы, отобранные в пригороде г. Джалилабада. Почвы относятся к классу лугово-коричневых (каштановых). В почвенных образцах определяли исходную численность гетеротрофных микроорганизмов.

Численность микроорганизмов в почвенных образцах определяли по общепринятым в микробиологии методом предельных разведений из почвенных суспензий (Звягинцев и др., 1980; Практикум по микробиологии, 2005). Затем почвы помещали в керамические сосуды (по 0,5 кг) и ставили в термостат при температуре около 25°C . Опыт проводили в течение 60 дней. Периодически 1-2 раза в неделю почвенные образцы увлажняли для поддержания степени влажности в пределах 50-60% от полной полевой влагоемкости. Увлажнение проводили чистой водой (контроль), а во втором

варианте – водой, отобранной из реки Куры (образцы вод для увлажнения отбирали в районе г. Сабирабада из р. Куры). В течение эксперимента через каждые 15 дней отбирали пробы почв и в них определяли общую численность микроорганизмов.

В другой серии в модельных опытах изучали ассимиляционную емкость поглощения почв при загрязнении органическими поллютантами - углеводородов и пестицидов. В качестве углеводородного загрязнения использовали н-гексадекан, в качестве пестицида - атразин.

Почвы загрязняли исходя из расчета 1,6% степени загрязнения (1,6 г поллютанта на 100 г почвы). После загрязнения почвы н-гексадеканом и пестицидом культивировали в термостате при температуре 25°C . Продолжительность культивирования – 60 дней. В процессе культивирования почвы продолжали увлажнять чистой водой (контроль) и водой из реки Куры. Через каждые 15 дней отбирали почвенные образцы и проводили в них анализ на содержание углеводорода и пестицида. Концентрацию углеводорода в почве определяли гравиметрическим методом. Концентрацию пестицида в процессе эксперимента определяли по изменению поглощения в диапазоне 250-315 нм, соответствующему пику максимального поглощения препарата (λ_{max} 280 нм), установленным спектрофотометрически. Измерения спектра поглощения проводили на спектрофотометре UV-VIS.

Статическая обработка результатов производилась с применением программ Statistica V6.0 для Windows, Excel – 2003. При оценке статической достоверности средних полученных данных использовали t - критерий Стьюдента.

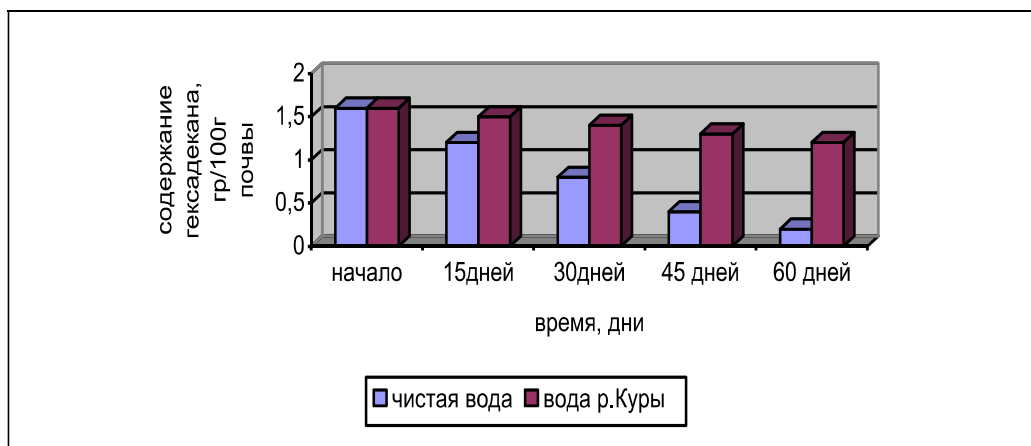
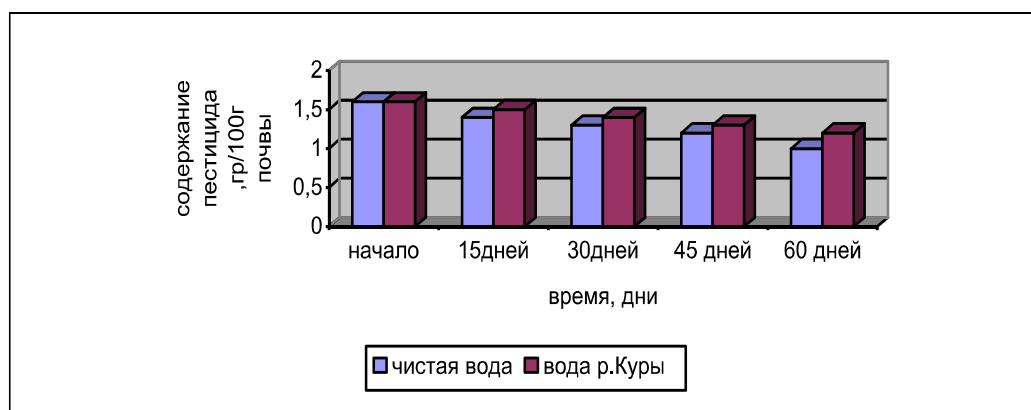
РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований по воздействию качества поливных вод на численность гетеротрофных микроорганизмов в почве показаны в таблице 1.

Как следует из данных таблице 1, увлажнение почвенного образца чистой водой не оказывало воздействие на общую численность микроорганизмов в почве. Однако увлажнение почвы водой, отобранной из реки Куры в течение 60 дней негативно сказывалось на общей численности микроорганизмов, снижая её на два порядка. Полученные результаты подтверждают многочисленные данные о высокой степени загрязнении вод реки Куры различными поллютантами, что, как показывают результаты опытов, негативно воздействуют на численность почвенных микроорганизмов в чистой почве.

Таблица 1. Воздействие качества воды на численность микроорганизмов в почве

Вариант	Численность микроорганизмов, КОЕ, /1 почвы			
	Через 15 дней	Через 30 дней	Через 45 дней	Через 60 дней
Почва исходная	$1,2 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$
Почва+чистая вода	$1,2 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$
Почва+ курунская вода	$0,5 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^3$

**Рисунок 2.** Динамика разложения н-гексадекана в почве при увлажнении водой разного качества.**Рисунок 3.** Динамика разложения атразина в почве при увлажнении водой разного качества.

В следующей серии эксперимента в эти почвенные образцы был внесен н-гексадекан в качестве углеводородного загрязнителя, который широко представлен в нефти и нефтепродуктах, которые в настоящее время являются на территории Азербайджана одним из самых распространенных загрязнителей почвенного покрова (рисунок 2, 3). Во втором варианте использовали пестицид в качестве субстрата-атразин, который в почве способен разлагаться приблизительно за 2 месяца (Степановских, 1997). За последние десятилетия в сельском хозяйстве Азербайджана использовано десятки тысяч тонн различных пестицидов (Национальный план действий по СТБ, 2005).

Результаты моделирования показали, что увлажнение водой реки Куры снижает общую численность микроорганизмов в почве и её ассимиляционный потенциал в отношении органических загрязнений (рис. 1-2). Таким об-

разом, почвенный покров аридных зон, который используется для выращивания различных сельскохозяйственных культур при орошении загрязненной водой реки Куры и его биогенный потенциал подвергается очень сильному техногенному прессингу, в результате чего на два-три порядка снижается биогенность почв, в конечном итоге снижается его ассимиляционный потенциал в отношении к органическим поллютантам, в конечном итоге снижается самоочищающая способность почв.

Вместе с тем результаты показали, что из двух разных типов органических поллютантов, разложение в почве н-гексадекана как загрязнителя углеводородной природы идет намного интенсивнее по сравнению с пестицидом. Это может быть связано с тем, что н-парафины из всех классов нефтяных углеводородов сравнительно легче подвергаются биоразложению природными микробиоценозами по сравнению

с пестицидами (Скрябин и Головлева, 1976).

Конечно, надо принимать во внимание, что наряду с микробиоценозом почв его фитоценозы также потенциально являются активными участниками ассимиляционных процессов и априорно способны разлагать многие поллютанты (Угрехелидзе и Дурмишидзе, 1976; Квеситадзе, 2005). Однако необходимо учитывать, что биоразнообразие, проективная покрытость (только лишь на 40-60%) и продуктивность почв аридных зон в Азербайджане крайне низка и колеблется в пределах 52,0-95,0 ц/га (Морфогенетические профили почв Азербайджана, 2004). А это означает, что как актуальные показатели почвенного микробиоценоза, так и фитоценозов аридных зон, которые формируются в неблагоприятных климатических условиях: неблагоприятный гидротермический режим- дефицит естественного увлажнения и высокая средняя температура, содержание гумуса (всего 0,52-1,7%) и при низком коэффициенте увлажнения (всего 0,25-0,15) др.) определяют низкую ассимиляционную емкость аридных территорий, низкую самоочищающую способность ландшафтов ассимилировать и разлагать поллютанты – нефтяные углеводороды, пестициды, ПАВ и др. соединения, которые загрязняют почвенный покров этой зоны в результате интенсивной хозяйственной деятельности, в том числе путем использования для их орошения загрязненных вод речных систем.

ЛИТЕРАТУРА

- Жизнь микроорганизмов в экстремальных условиях** (2001) Под ред. Д.Кашнера. М.: Мир, 520с.
- Звягинцев Д.Г., Асеева И.Б., Бабьева И.П., Мирчинк Т.Г.** (2980) Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ, 224 с.
- Казибеков Н.** (2002) Водные ресурсы Азербайджана – их использование и охрана. *Межд. Конф. РЭЦ Кавказ по устойчивому управлению водными ресурсами в Южнокавказском регионе*. Тбилиси, **часть II: 7-9.**
- Квеситадзе Г.И. и др.** (2005) Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях. М.: Наука, 198 с.
- Морфогенетические профили почв Азербайджана** (2004) Баку: Элм, 200 с.
- Национальный план действий по СТВ в Азербайджанской Республике** (2005) 58 с.
- Практикум по микробиологии** (2005) Под ред. А.И.Нетрусова. М.: Академия, 608 с.
- Скрябин Г.К., Головлева Л.А.** (1976) Использование микроорганизмов в органическом синтезе. М.: Наука, 336 с.
- Степановских А.С.** (1997) Экология. М.: 244с.
- Угрехелидзе Д.Ш., Дурмишидзе С.В.** (1980) Химическое загрязнение биосферы и растения Тбилиси: Мецниереба, 169 с.
- De Mora S., Villeneuve J.P., Sheikholeslami et al. (2004) Organochlorinated compounds in Caspian Sea sediments. *Mar. Pollut. Bull.*, **48**: 30-43.
- UNDP-GEF КА** (2013) Проект ПРООН/ГЭФ. Снижение трансграничной деградации в бассейне реки Кура-Аракс.
- USAID/DAI** (2004).

Suvarma Sularinin Keyfiyyətinin Torpağın Biogenliyinə Və Assimilyasiya Potensialına Təsiri

N.M. İsmayılov, F.Ş. Keyseruxskaya

AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutu

Arid zonalarda torpaq qatının əsas çirkləndiricilərindən biri çay sistemləri, əsasən də Kür və Araz çaylarından formalaşan suvarma sularıdır. Bu suların istifadəsi zamanı torpaqlar üzvi və qeyri-üzvi maddələrlə çikrlənir. Bu sular torpaqların biogenliyini və üzvi çirkləndiricilərlə (karbohidrogenlər və pestisidlər) bağlı assimilyasiya potensialını azaldır.

Açar sözlər: *Torpaq, çay suları; suvarma; üzvi çirkləndiricilər; assimilyasiya potensialı; torpaqların biogenliyi*

Impact Of Irrigation Water Quality On Biogenicity And Soil Assimilation Potential

N.M. Ismayilov, F.Sh. Keisserukhs kaya

Institute of Microbiology, Azerbaijan National Academy of Sciences

One of the main pollutants of the soil cover in arid zones is irrigation water, which is formed from river systems, mainly the rivers Kura and Araz. When using these waters, the soils are polluted with organic and inorganic substances. These waters reduce the biogeneity of soils and their assimilation potential with respect to organic contaminants - hydrocarbons and pesticides.

Keywords: *Soil; water of rivers; irrigation; organic pollutants; assimilation potential; biogeneity of soils*