

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра ботаники и экологии

**ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
РЕКИ ВОЛГИ В САРАТОВСКОМ РАЙОНЕ**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 2 курса 241 группы

Направление подготовки 06.04.01 Биология

Биологического факультета

Гахраманова Сулеймана Галиб О.

Научный руководитель:

доцент, канд. биол. наук

О.Н. Торгашкова

Зав. кафедрой:

профессор, док. биол. наук

В.А. Болдырев

Саратов 2017

ВВЕДЕНИЕ

Природно-техногенные системы становятся неотъемлемой частью биосферы. Особенно актуально изучение и использование человеком этих систем в городах, где наблюдаются все виды антропогенного воздействия. Экологическое благополучие города во многом зависит от состояния городской реки или водоема, принимающего сточные воды. В городских реках наиболее распространенными загрязнителями являются тяжелые металлы, токсичные органические вещества, нитритные и аммонийные соли азота. В первую очередь от них страдают речные экосистемы. Возрастает роль диффузного загрязнения рек от донных отложений и с поверхностными водами с окружающих территорий.

Реки, протекающие по территории города Саратова, в том числе река Волга, представляют собой пример городских водотоков, испытывающих на себе многообразие антропогенных воздействий: разнообразие стоков, изменение гидрологического и температурного режима и др. Различные антропогенные источники загрязнения сбрасывают отходы своей деятельности в реки. Это промышленные предприятия, объекты сельского хозяйства, транспорт др. Не малый вклад в загрязнение рек вносит инфраструктура города. Значительное количество загрязняющих веществ поступает в реки со свалок бытовых и промышленных отходов, которые часто расположены на склонах и интенсивные дожди смывают в них вредные вещества [2]. Следовательно, речные экосистемы находятся под большой антропогенной нагрузкой, эта нагрузка происходит постоянно, а процессы самоочищения рек, за счет ассимиляционного потенциала территории малозначительны в виду того, что загрязнение происходит по всей территории рек, начиная с самых истоков и вплоть до устья.

Водные объекты, а особенно реки, являются одной из важнейших экологически значимых составных частей экосистем и изучаются как при проведении комплексных экологических исследований, так и в качестве

самостоятельного объекта при природоохранных исследованиях. Одним из направлений таких исследований является выявление основных закономерностей экологической организации среды водоемов. Это обуславливает актуальность данной работы.

Цель работы выявление основных закономерностей гидрохимического режима реки Волги и ее самоочищения в пределах города Саратова.

Для решения данной цели, были поставлены следующие задачи:

- 1) провести органолептический анализ загрязнения водной среды реки Волги;
- 2) провести гидрохимический анализ количественного и качественного составов загрязняющих веществ в водной среде;
- 3) оценить качество водной среды исследованных пунктов по индексам загрязнения;
- 4) оценить загрязнения водной среды на основе методов биоиндикации;
- 5) оценить степень фитотоксичности водной среды в районе исследования;
- 6) определить фитотоксический эффект в исследованных пунктах;
- 7) выявить сезонную динамику изменения фитотоксичности в районе исследования.

Структура и объем работы. Работа изложена на 73 страницах машинописного текста и включает в себя введение, четыре главы с 15 таблицами и 10 рисунками, выводы. Список использованных источников содержит 40 наименований.

Краткое содержание работы

Во введении сформулирована актуальность работы, поставлены цель и задачи исследований, определены научная новизна и научная значимость. Первая глава посвящена обзору литературы по изучаемым вопросам. Вторая глава «Краткая характеристика района исследования» посвящена физико-географической характеристике Саратова. В третьей главе «Материалы и методы исследования», описывается материал, который был в распоряжении автора, а также методы гидрохимического и биоиндикационного анализа водных

экосистем, методика расчета различных индексов загрязнения и фитотоксичность. Основой для работы послужили пробы, собранные в четырех точках на реке Волга с 2013 - 2016 г.

1 Современное состояние вопроса о фитотоксичности рек (обзор литературы)

Приводится общая характеристика современного состояния вопроса о загрязнении водоемов. Особое внимание уделяется динамике сезонного изменения водной среды и ее фитотоксичности в водных экосистемах.

2 Краткая характеристика района исследования

Волга – основная водная артерия, протекающая по территории области с севера на юг и разделяющая ее на две части: Правобережную и Левобережную. В пределах Саратовской области на Волге расположены два водохранилища: Саратовское и Волгоградское.

2.1 Рельеф и геологическое строение

В связи с затоплением прибрежных участков и притоков Волги образуется извилистая береговая линия водохранилища значительной протяженности - около 2500 км. Рельеф дна связан с характером затопляемой территории и постепенно с течением времени выравнивается. Затопленная прибрежная зона в самой северной части водохранилища представлена пойменной террасой Волги, в средней части саратовского участка - склоном первой надпойменной террасы и нижним склоном второй. Берега Волгоградского водохранилища ассиметричны. Рельеф восточного склона Приволжской возвышенности характеризуется крупной ярусностью (ступенчатостью).

2.2 Климат

Климатические особенности рассматриваемого района приобретают черты резкой континентальности, значительной засушливости и большой изменчивости погодного режима от года к год. Температура воды в верховьях Волги +17° +20°С летом (в середине июля) и от +7°С до +14°С зимой и в межсезонье, в районе Астрахани +25°С летом и +7°С зимой. Количество осадков зависит от

высоты местности: на плато и водоразделах их суммы больше, чем в долинах. В Саратове в среднем за год выпадает 416 мм осадков, из них около 35% приходится на холодный период (ноябрь-март).

2.3 Гидрография города

Гидрографическая сеть городской территории представлена реками: Елшанка, Курдюм, 1-я и 2-я Гуселки, Черниха. В основные водотоки впадают притоки. Все основные водотоки берут начало из родников и впадают в Волгоградское водохранилище, которое является основным источником питьевого водоснабжения г. Саратова и имеет важное рекреационное и рыбохозяйственное значение.

2.4 Почвы

В пределах поймы различают почвы прирусловой, центральной и притеррасной частей. В прирусловой части поймы на прирусловых валах под ивняками образуются слабо сформированные рыхлопесчаные дерновые почвы. В более увлажненных ложбинах, разделяющих прирусловые валы, под травянистой растительностью располагаются более мощные дерновые почвы. В центральной части поймы под покровом богатой растительности формируются аллювиальные луговые почвы и черноземовидные почвы большой мощности. В притеррасной части поймы, где уровень грунтовых вод расположен близко к поверхности, под зарослями черной ольхи развиваются аллювиальные болотные почвы. Почвы прирусловой зоны - это почвогрунты, находящиеся в периоде своего формирования, т.е. постепенного нарастания.

2.5 Растительность

В результате различной напряженности процессов поемности и аллювиальности образуются обособленные эколого-генетические зоны: прирусловая, центральная и притеррасная. Волжская пойма характеризуется четкой выраженностью прирусловой и центральной частей, притеррасные условия на всем протяжении не выражена. В пойме распространение древесных пород и формирование типов леса связано в первую очередь с зональностью и

затем в пределах каждой зоны тесно связано с рельефом и почвой. Открытые луга чередуются с дубовыми лесами и остатками их в центральной пойме, и ивовыми, вязовыми, осокоревыми лесами и их остатками в прирусловой пойме. После создания Волгоградского и Саратовского водохранилищ ситуация резко изменилась – исчезли массивы лесов и лугов, место которых заняли ивняково-тростниковые и рогозовые заросли. В настоящее время происходит зарастание мелководий зарослями рогоза и увеличение роли тростникового – рогозовых сообществ внутри островов. Среди водной флоры Волжской поймы имеется чрезвычайно много реликтов. К их числу относится каспийский лотос (*Nelumbo speciosum* Willd.), альдровандия (*Aldrovandia vesiculosa* L.), валлиснерия (*Vallisneria spiralis* L.), водяные папоротники (*Salvinia natans* L., *Marsilia quadrifolia* L., *M. Strigosa* Willd. и *M. aegyptiaca* Willd.) и др.

3 Материал и методы исследования

Исследования проводились в 2013-2016 г. в четырех пунктах: 1 - в правобережной части поймы реки Волги на острове Чардымский, расположенном в центральной пойме р. Волга вблизи села Чардым, 2 - в районе автодорожного моста Саратов–Энгельс (Предмостовая площадь), 3 - в районе автодорожного моста Саратов–Энгельс (Мостоотряд), 4 - рядом с железнодорожным мостом в районе поселка Увек, 3 - в районе автодорожного моста Саратов–Энгельс (Мост отряд). Отбор проб воды и определение ее качества воды производилось в соответствии с ГОСТ и инструкцией по отбору проб сточной воды. Обработку полученного гидрохимического и гидробиологического материала проводили по следующим основным направлениям расчет комбинаторного индекса загрязнения (КИЗ), расчет общей суммарной степени загрязнения (ОССЗ), расчет общей степени самоочищения по отношению к основным биогенным элементам. Применяли стандартные методы статистической обработки результатов.

4 Оценка самоочищения водной среды некоторых участков реки Волги

Для исследования качества воды были выделены участки с различной степенью антропогенной нагрузки.

Пункт 1 находится в центральной пойме р. Волги близ острова Чардымский расположенного в Воскресенском районе Саратовской области. Участок располагается в районе пляжа. Уровень воды в реке сильно меняется, тип берега обрывистый. Дно и берег песчаные.

Из лесных растений встречаются: *Quercus robur* L., *Ulmus laevis* Pall., *Acer tataricum* L. В прибрежной зоне отмечены: *Bidens tripartite* L., *Urtica dioica* L., *Butomus umbellatus* L., *Urtica urens* L. Высшие водные растения представлены: *Nuphar lutea* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Spirodela polyrrhiza* L., *Miriophyllum spicatum* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Salvinia natans* (L.) All., *Ceratophyllum demersum* L., *Typha angustifolia* L.

Пункт 2 в районе автодорожного моста Саратов - Энгельс. Рядом располагается стихийно организованный пляж, купание на данном участке запрещено, территория замусорена. Берег каменисто-илистый, дно песчаное. На исследованном участке единично встречается *Populus alba*. В прибрежной зоне отмечены *Arctium lappa* L. и *Cyclachaena xanthiifolia*. Высшие водные растения представлены *Miriophyllum spicatum* и *Ranunculus circinatus*.

Пункт 3 в районе автодорожного моста Саратов - Энгельс. Рядом располагается стихийно организованный пляж, купание на данном участке запрещено, территория замусорена. Берег каменисто-илистый, дно песчаное. На исследованном участке единично встречается *Populus alba*. В прибрежной зоне отмечены *Arctium lappa* L. и *Cyclachaena xanthiifolia*. Высшие водные растения представлены *Miriophyllum spicatum* и *Ranunculus circinatus*.

Пункт 4 располагается вблизи промышленного комплекса, рядом с железнодорожным мостом. Тип берега — пологий. Берег песчаный или илисто-песчаный. На большей части участка отсутствуют прибрежно-водные растения,

их наличие наблюдается только в заливе — это *Sagittaria sagittifolia*, *Carex acuta*, *Cyclachaena xanthiifolia* и незначительное количество всходов *Populus tremula*. Из водных растений единично встречаются *Potamogeton perfoliatus*, *P. crispus*, *Ceratophyllum demersum*.

Согласно полученным данным, температура воды в разных точках реки отличается на 1-3 °С, наблюдается понижение температуры с глубиной, но оно не значительно. Наибольшей температурой характеризуются участки, расположенные в районе автодорожного моста Саратов-Энгельс и железнодорожного моста, наименьшей - в районе в правобережной части поймы реки Волги на острове Чардымский.

В последнее время сильные антропогенные воздействия на поверхностные водоемы часто приводят к различным изменениям в водных экосистемах. Загрязняющие вещества, попадая в природные водоемы, приводят к качественным изменениям воды, которые в основном проявляются в изменении физических свойств воды и в изменении химического состава воды.

Цвет в пунктах преимущественно желтого цвета, в пункте 4 зелеными примесями. Наибольшая прозрачность в районе в правобережной части поймы реки Волги на острове Чардымский, что зависит от количества взвешенных частиц и от содержания химических веществ.

Интенсивность запаха пунктов превышает предельно-допустимые показатели в районе пункта 4, где отмечался нефтяной запах с интенсивностью 3 балла, и пункта 3 - запах имел болотный характер с интенсивностью 3 балла. В пункте 1 интенсивность запаха была низкая 2 балл, характер запаха — травяной, в пункте 2 - интенсивность 2 балл, характер запаха — болотный.

Активная реакция среды практически на всех участках — нейтральная. Изменения рН природных вод в кислую или щелочную среду свыше нормативных негативно отражаются на гидробионтах, но активная реакция среды находится в пределах допустимых значений. В пунктах вода мягкая, в пункте 1 увеличивается ее жесткость, но не превышает предельных значений.

Содержание нитритов и нитратов, хлоридов, сульфатов на всех участках не превышает предельно-допустимых значений. Меньшая концентрация хлоридов наблюдается на участке острова Чардымский. Концентрация взвешенных частиц связана с сезонными факторами и с режимом стока, зависит от таяния снега, пород, слагающих русло, а также от антропогенных факторов. Повышенное количество взвешенных веществ в речной воде отрицательно влияет на развитие водной фауны. Для объективного заключения о качестве среды необходима интегральная характеристика ее состояния – т.е. оценка всего комплекса воздействий всех факторов в их взаимодействии, взаимовлиянии и суммарном влиянии на природные объекты. Такую возможность дает только биологическая оценка.

По общей суммарной степени загрязнения (ОССЗ) вода пункта 1, 2 и 3 относится к третьему классу качества— умеренно загрязненная, пункта 4 к четвертому классу качества — сильно загрязненная.

Исследованные нами пункты реки Волги находятся в двух функциональных зонах: рекреационной и селитебно-промышленной, что позволяет дать сравнительную характеристику фитотоксичности вод. В результате исследований была выявлена зависимость изменения фитотоксичности от антропогенной нагрузки.

По мере увеличения нагрузки оказываемой на реку, увеличивается загрязнение, а с ним и фитотоксичность воды в реке. Это связано с тем, что, что в направлении от рекреационной (остров Чардымский) к селитебно-промышленной зоне (от автодорожного моста к железнодорожному) возрастает количество источников загрязнения и их воздействие становится более агрессивным.

Сравнительна оценка морфофизиологических характеристик проростков озимой пшеницы в различных пунктах реки Волги показала, что наибольшее угнетение роста корней, проростков и т.д. характерно для селитебно-промышленной зоны. При оценке морфофизиологических показателей

проростков озимой пшеницы их разделяли на группы по количеству корней: 1 группа - 3 корешка, 2 группа – 4 корешка, 3 группа – 5 корешков. В селитебно-промышленной зоне (пункты 2,3 и 4) доминирующей является первая группа с количеством корней 3 штуки, для рекреационной зоны (пункт 1) также характерно доминирование первой группы. Но важно отметить, что разница между первой и второй группой для рекреационной зоны не существенна она составляет до 3%, в то время как для селитебно-промышленной зоны эта разница колеблется от 4 до 9%. Разница между функциональными зонами особенно заметна при сравнении по третьей группе – от 12 до 15 %, т. е. вероятность развития озимой пшеницы с пятью зародышевыми корнями в рекреационной зоне больше чем в селитебно-промышленной.

При сравнении длины стебля, во всех группах по количеству проростков преобладает зона рекреации. В первой группе разница колеблется в пределах 6 до 19 %. Для второй группы она составляет минимум 2 % и максимум 11 %, а для третьей группы разрыв между количеством озимой пшеницы с длиной стебля свыше 10 см от 3 до 13 %. Анализ динамики соотношения групп проростков по длине стебля озимой пшеницы свидетельствует об изменении доли этих групп в различных функциональных зонах города.

Для контрольного образца (дистиллированная вода) с отсутствием фитотоксического эффекта характерно доминирование проростков с длиной стебля более 10 см (83 шт.). В рекреационной зоне (пункт 1) группа проростков с длиной стебля более 10 см сократилась более чем в 4 раз, зато возросло количество проростков 1 и особенно 2 групп. Во всех пунктах промышленной зоны наблюдается тенденцию к уменьшению количества проростков третьей группы. Сравнительная оценка прорастания семян кресс-салата в различных функциональных зонах г. Саратова показало, что наибольшее угнетение прорастания семян характерно для селитебно-промышленной зоны, расположенной в районе железнодорожного моста.

О нарастании повышения загрязнения вод в селитебно-промышленной

зоне можно судить по количеству проростков с дефектами развития. В среднем в пробе их количество составляло 14-22 %. По числу непроросших семян селитебно-промышленная зона также превышает зону рекреации, если для нее в среднем минимум составляет 22 %, то для зоны рекреации этот максимальный показатель 18 %.

Весной в период снеготаяния происходит процесс разбавления вод, концентрация загрязняющих веществ снижается, фитотоксичность уменьшается. Увеличение фитотоксичности летом объясняется тем, что питание реки происходит в основном за счет подземных вод, доля ливневых осадков мала, в связи с засушливым летом уровень реки снижается, концентрации вредных веществ возрастает, и увеличивается фитотоксичность вод. Небольшое снижение фитотоксичности осенью произошло за счет увеличения выпадения атмосферных осадков. Помимо отбора проб воды на фитотоксичность исследовали донные отложения реки. Сравнительный анализ двух сред показал, что для донных отложений доля проросших семян уменьшается от июня к марту, а для воды наоборот увеличивается. Для фитотоксичности вод и донных отложений характерна обратная динамика: фитотоксичность вод снижается от июня к марту на 13%, а донных осадков - увеличивается на 9%. Это можно объяснить тем, что ил является депонирующей средой, в отличие от воды, и процессы очищения происходят крайне медленно. Если в марте происходит разбавление за счет талых вод, то и их фитотоксичность уменьшается. Для донных отложений, наоборот, происходит линейное нарастание фитотоксичности за счет постоянного осаждения и накопления загрязняющих веществ.

ВЫВОДЫ

1. Для участка расположенного в районе поселка Увек характерно снижение качества водной среды по критерию органолептических показателей по сравнению с другими участками.
2. Активная реакция среды находится в пределах допустимых значений. Содержание хлоридов, сульфатов на всех участках не превышает предельно-

допустимых значений. Меньшая концентрация хлоридов наблюдается на участке в районе автодорожного моста.

3. Комбинаторный индекс показал, что наблюдается снижение качества воды в пунктах 2 и 3 они имеют 4 класс качества, что соответствует грязной и пункта 4, он имеет 5 класс качества, что соответствует очень грязной воде, пункт 1 имеет 1 класс качества и вода характеризуется как условно чистая.

4. Биоиндикация показала тенденцию к ухудшению экологического состояния пойменных участков реки, что выразилось в изменении морфологических признаков макрофитов, при этом наиболее загрязненные участки расположены в районе железнодорожного моста. По общей суммарной степени загрязнения (ОССЗ) вода пункта 4 относится к четвертому классу качества — сильно загрязненная, пункта 1, 2, и 3 к третьему классу качества— умеренно загрязненная.

5. Максимальные концентрации загрязняющих веществ характерны для песчаных илистых донных грунтов, песчаные донные отложения характеризуются минимальным содержанием исследованных элементов. Коэффициент донной аккумуляции характеризуется максимальным значением в илистых грунтах (район Увека)

6. Фитотоксичность вод реки нарастает по мере усиления антропогенной нагрузки на неё: от зоны рекреации (выше Саратова), вниз по течению загрязнение увеличивается, на выходе из черты города происходит снижение загрязнения, в связи с процессами разбавления и самоочищения реки.

7. Фитотоксичность вод находится в прямой зависимости не только от места, но и от времени отбора проб. Весной концентрация загрязняющих веществ более низкая, летом концентрации вредных веществ возрастает и увеличивается фитотоксичность вод, осенью отмечается незначительное снижение фитотоксичности.