

ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН ГОРОДА НА ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ВОД МАЛОЙ РЕКИ

© 2011 О.А. Поспелова, С.В. Окрут, Е.Е. Степаненко, Ю.А. Мандра

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь

Поступила 12.02.2011

Проведен мониторинг антропогенного воздействия на малую реку в черте города. Полученные результаты исследования дают представление о степени воздействия функциональных зон города на фитотоксичность вод и донных отложений реки, динамике изменения фитотоксичности в пространстве и во времени.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, мониторинг, биоиндикация, биотестирование, малая река, рекреационная зона, селитебная зона, фитотоксичность.

В Южном регионе России большинство рек относится к средним и малым и их режим определяется преимущественно местными условиями.

Главными особенностями степных рек является кратковременное половодье, весьма малый меженный сток, быстрая зарастаемость обмелевших участков русла (обусловленная обилием солнечной радиации), суглинистые, мало деформируемые берега. Состояние рек Юга России до середины XX века было достаточно устойчивым [1].

В настоящее время экологическое состояние степных рек можно определить как «прогрессирующая деградация». Происходит утрата ценностей всего речного комплекса: воды, русла, поймы, надпойменных террас; утрата дренирующей способности русла и истощение меженного стока; заиление и зарастание русла; ухудшение условий многих цепей биоценозов [4]. Одной из основных причин деградации степных рек является поступление различных загрязнителей, угнетающих развитие полезных биоценозов.

В последнее время появилось достаточно много работ по биологическому мониторингу различных природных сред. Биоиндикация и биотестирование, по мнению большого числа исследователей, является перспективным направлением, позволяющим выявить загрязнения окружающей среды на самых ранних стадиях и на локальном уровне, что дает возможность оперативно определять мероприятия по их нивелированию [2, 3, 5, 6]. В данной работе представлены результаты оценки фитотоксичности вод р. Мамайка (г. Ставрополь) в зависимости от влияния функциональных зон города.

Территория г. Ставрополя расположена на Ставропольской возвышенности и занимает её водораздельную часть, в основном, северный и восточный склоны. Неширокая плоская вершина возвышенности, являющаяся водоразделом р. Калаус и Егорлык, вытянута в субмеридиональном направлении. Северный и восточный склоны полого снижаются, а западный – круто обрывается к Сенгиле-

евскому водохранилищу, отметка уреза которого составляет менее 250 м.

Основную гидрографическую сеть территории города составляют мелкие речки и ручьи балочных систем Егорлыкского и Калаусского бассейнов.

Гидрографическая сеть по территории г. Ставрополя распределяется относительно равномерно. Коэффициент густоты речной сети высок и изменяется от 0,82 км/км² при учете всех мелких водотоков до 0,74 км/км², если учитывать только крупные водотоки: р.р. Ташла, Чла, Третья Речка, Мутнянка и Мамайка с их наиболее протяженными притоками.

Бассейны водотоков характеризуются значительной вытянутостью. Долины балок в верховьях имеют V-образную форму с крутыми склонами, изрезанными оврагами. В нижнем течении склоны балок выполаживаются, долины становятся неясно выраженными в рельефе. Поймы балок неширокие, двусторонние.

По характеру и степени извилистости русел реки г. Ставрополя весьма сходны. Коэффициент извилистости изменяется в пределах от 1,06-1,20 в верховьях балок до 4-1,7 в нижнем течении.

Водный режим рек региона характеризуется ярко выраженным весенним половодьем, проходящим в феврале-апреле, на долю которого приходится 40% годового стока. Формирование половодья происходит за счет таяния снега. Доля снегового стока в объеме половодья составляет 80%, дождевого - 10%, грунтового питания - 10%.

Река Мамайка – вторая по величине река в г. Ставрополе, берет начало в урочище Мамайская Лесная Дача. Площадь водосбора в пределах городской черты составляет 23,66 км², средняя высота водосбора 521 м, средний модуль годового стока составляет 1,4 л/с км². Средняя ширина водосбора около 3 км.

Питание реки происходит, в основном, за счёт атмосферных осадков и грунтовых вод. Однако существенную роль здесь играют и искусственные источники питания – утечки из водонесущих инженерных коммуникаций, сброс хозяйственно-бытовых вод.

Для удобства проведения исследований р. Мамайка была разделена на две зоны в зависимости от

Поспелова Оксана Анатольевна, к.с.-х.н., доц., e-mail: pospelovaohana@yandex.ru; Окрут Светлана Васильевна, к.б.н., доц.; Степаненко Елена Евгеньевна, к.б.н., ст.; Мандра Юлия Александровна, асс.

функциональных зон г. Ставрополя и, соответственно, по доминирующим видам антропогенной нагрузки:

1. Зона рекреации. Эта зона включает в себя исток реки, находящийся в лесном массиве, ниже по течению в р. Мамайку с левого берега впадает родник Корята, вода в роднике пресная с минерализацией 0,82 г/л, по составу гидрокарбонатная кальциевая. На 300 м ниже родника Корята в р. Мамайку впадает безымянный левобережный приток с расходом до 10 л/с. Вода в ручье с минерализацией 0,62 г/л имеет гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый состав. Река Гремучка, правобережный приток р. Мамайки, является наиболее крупным её притоком, бассейн которого полностью расположен в лесу. Поэтому вода здесь наименее минерализована (0,24 г/л), её состав хлоридно-сульфатный натриевый.

2. Селитебно-промышленная зона представлена преимущественно одноэтажными домами с приусадебными, садовыми участками. В её пределах расположены административные здания, учебные, лечебные, спортивные, культурно-воспитательные сооружения. Вся зона пересечена объектами транспортного и водохозяйственного типа, а также представлена вкраплениями промышленных предприятий. В данной зоне в реку впадают Ручей Карабинка, который является левобережным притоком р. Мамайки (в истоке ручья вода сульфатно-гидрокарбонатного кальциевого состава с минерализацией 0,8 г/л); ниже ручья Карабинка р. Мамайка принимает левобережный ручей. В устье ручья минерализация воды 1,08 г/л, по составу вода также гидрокарбонатно-сульфатная натриево-кальциевая.

В обеих зонах проводили отбор проб воды, которые исследовали на фитотоксичность. Предпочтение отдавали местам, которые наиболее ярко могли отразить динамику загрязнения реки: исток реки, родники, места с наиболее высокой антропогенной нагрузкой, предприятия, жилые кварталы с высокой концентрацией населения, места впадения притоков и т.д.

Время отбора проб воды и донных отложений совпадало с фазами водного режима рек региона.

Определение фитотоксичности проводили по «Методике проведения морфофизиологической оценки проростков озимой пшеницы» [7]. Метод основан на проращивании семян озимой пшеницы в рулонах из фильтровальной бумаги и полиэтиленовой пленки и учете морфофизиологических характеристик проростков (длина стебля, количество зародышевых корней, дефекты развития).

Контролем служили семена, пророщенные в дистиллированной воде. Через 120 часов экспозиции при температуре 25⁰С подсчитывали количество выживших проростков, не проросшие семена, измеряли длину стебля и учитывали растения, имеющие дефекты развития.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как было отмечено выше, река протекает в двух функциональных зонах г. Ставрополя: 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. Объяснить это можно тем, что в направлении от рекреационной к селитебно-промышленной зоне возрастает количество источников загрязнения и их воздействие становится более агрессивным. Наглядно это можно увидеть на рис. 1.

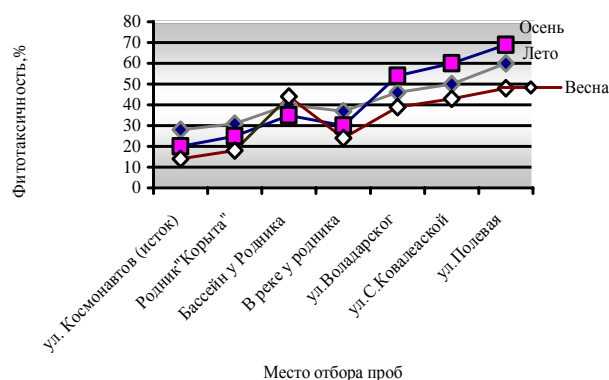


Рис. 1. Динамика фитотоксичности вод р. Мамайка в функциональных зонах г. Ставрополя

В процессе проведения морфофизиологической оценки проростков озимой пшеницы внимание уделяли таким характеристикам, как длина стебля, количество корней и дефектам развития (табл. 1).

Сравнительная оценка морфофизиологических характеристик проростков озимой пшеницы в различных функциональных зонах г. Ставрополя показала, что наибольшее угнетение роста корней, проростков и т.д. характерно для селитебно-промышленной зоны.

В селитебно-промышленной зоне доминирующей является первая группа с количеством корней 3 штуки, для рекреационной зоны также характерно доминирование первой группы. Но важно отметить, что разница между первой и второй группой для рекреационной зоны не существенна она составляет от 2,5 до 4%, отмечалось также превышение второй групп над первой на 4% (сентябрь), в то время как для селитебно-промышленной зоны эта разница колеблется от 8% (май) до 27% (март). Разница между функциональными зонами особенно заметна при сравнении по третьей группе – от 2,5 до 15,75% т. е. вероятность развития озимой пшеницы с пятью зародышевыми корнями в рекреационной зоне больше чем в селитебно-промышленной.

При оценке морфофизиологических показателей проростков озимой пшеницы их разделяли на

группы по длине стебля: 1 группа 1- 4 см, 2 группа 5 – 9 см, 3 группа свыше 10 см.

При сравнении длины стебля, во всех группах по количеству проростков преобладает зона рекреации. В первой группе (от 1 до 4см) разница ко-

леблется в пределах 1,5 до 14,25%. Для второй группы она составляет минимум 4% и максимум 22,25 %, а для третьей группы разрыв между количеством озимой пшеницы с длиной стебля свыше 10 см более плавный от 3,75 до 9%.

Таблица 1. Морфофизиологические характеристики проростков озимой пшеницы в различных функциональных зонах города

Функциональная зона	Проросшие семена озимой пшеницы, %	Кол-во проросших семян озимой пшеницы по группам						Семена с дефектами, %	Непроросшие семена, %	Фитотоксичность, %
		Кол-во корней			Величина стебля					
		1гр. (3шт)	2гр. (4шт)	3гр. (5шт)	1-4 см	5-9 см	≥ 10 см.			
Зима – весна (март)										
Рекреационная зона	75,0	29,8	27,3	18,0	42,5	21,0	9,8	9,3	15,3	25,0
Селитебная зона	58,8	33,5	6,8	2,3	40,8	17,3	0,8	13,3	28,0	41,3
Весна-лето (май)										
Рекреационная зона	66,0	26,3	35,5	4,25	31,8	31,3	4,0	9,3	24,8	34,0
Селитебная зона	51,0	27,5	19,5	1,8	34,3	14,0	0,3	14,5	43,3	57,8
Осень (сентябрь)										
Рекреационная зона	73,5	36,0	32,0	4,5	40,5	30,5	4,0	5,8	28,8	26,5
Селитебная зона	42,3	23,5	12,3	0,5	26,3	8,3	0,25	14,5	34,5	49,0

О нарастании повышения загрязнения вод в селитебно-промышленной зоне можно судить по количеству семян с дефектами развития. В среднем в пробе их количество составляло 13- 4%. По числу «непроросших» семян селитебно-промышленная зона также превышает зону рекреации, если для нее в среднем минимум составляет 28%, то для зоны рекреации этот показатель является максимальным.

Важно отметить, что фитотоксичность вод находится в прямой зависимости не только от места, но и от времени отбора проб (рис. 2).

Весной в период снеготаяния произошел процесс разбавления вод, концентрация загрязняющих веществ снизилась, фитотоксичность уменьшилась пропорционально в обеих зонах, для рекреационной зоны в марте она составила в среднем 25% и 42,5% для селитебно-промышленной.

Увеличение фитотоксичности летом объясняется тем, что питание реки происходит в основном за счет подземных вод, доля ливневых осадков мала, лето 2010 г было засушливым уровень реки снизился, концентрации вредных веществ возросли, а с ними увеличилась и фитотоксичность вод.

Небольшое снижение фитотоксичности осенью произошло за счет увеличения выпадения атмосферных осадков.

Таким образом, на повышение уровня загрязнения реки влияет не только количество и качество источников загрязнения, но и водный режим.

Фитотоксичность вод реки нарастает по мере усиления антропогенной нагрузки на неё: от зоны рекреации (исток), где нагрузка невысока, вниз по течению (селитебно-промышленная зона) загрязнение увеличивается, снижение загрязнения на выходе из черты города, объясняется процессами разбавления и самоочищения реки.

Сравнительная оценка морфофизиологических характеристик проростков озимой пшеницы в различных функциональных зонах г. Ставрополя показало, что наибольшее угнетение роста корней, стеблей и деформированных проростков характерно для селитебно-промышленной зоны.

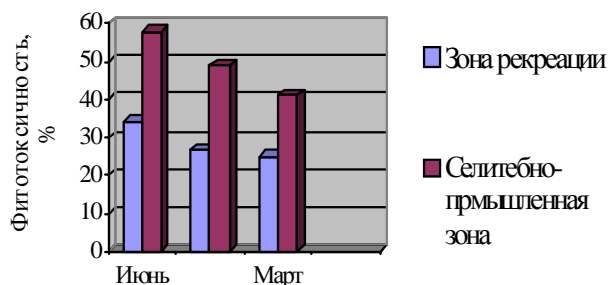


Рис. 2 Динамика изменения фитотоксичности вод р. Мамайка во времени

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 (62,5-53,5%), а для воды наоборот увеличивается (54,1-66,9%) (табл. 2).

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 осажде-ния и накопления загрязняющих веществ.

Таблица 2. Динамика фитотоксичности донных отложений и вод р. Мамайка во времени

Время отбора проб донных отложений	Среднее кол-во проросших семян, %	Семена с дефектами, %	«Непроросшие» семена, %	Фитотоксичность, %
Донные отложения				
Март	53,5	24,0	20,25	46,5
Июнь	62,5	17,25	20,25	37,5
Сентябрь	57,25	18,5	24,25	42,75
Вода				
март	66,87	11,25	35,62	33,13
июнь	54,125	11,87	34,0	45,87
сентябрь	62,25	10,12	27,62	37,75

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Савельева Г.Г., Годзевич Б.Л. Природное и природно-культурное наследие Ставрополя. Ставрополь: Ставропольсервисшкола, 2000. 260 с.
2. Мандра Ю.А. Комплексная фитоиндикационная оценка состояния окружающей среды города-курорта Кисло-

водск // Юг России: экология, развитие. 2010. № 1. С. 33-40.

3. Мандра Ю.А. Место и роль фитоиндикации в общей системе экологического мониторинга // Вестник МГТУ «Станкин». 2010. № 2. С. 74-79.
4. Окрут С.В. Оценка степени деградации водной экосистемы реки Айгурка Туркменского района Ставропольского края // Збірник наукових праць: спец. випуск до IV наук.-практ. конф. «Счасні проблеми збалансованого природокористування»/ Подільський державний аграрно-технічний університет, 2009. С. 136-139.
5. Поспелова О.А., Степаненко Е.Е., Окрут С.В. Оценка фитотоксичности почвенного покрова города Ставрополя // Збірник наукових праць: спец. випуск до IV наук.-практ. конф. «Счасні проблеми збалансованого природокористування». Подільський державний аграрно-технічний університет, 2010. С. 53-55.
6. Поспелова О.А., Степаненко Е.Е., Еременко Р.С. Влияние антропогенной нагрузки на древесную растительность г. Ставрополя // Матер. за 6-а междунар. науч. практ. конф. «Динамиката на съвременната наука». – София: «Бял ГРАД-БГ», 2010. Т. 8. С. 51-55.
7. Методика проведения морфофизиологической оценки проростков озимой пшеницы. Экологический мониторинг посевов сельскохозяйственных культур с использованием биологических методов тестирования (рекомендации). ГНУ «Ставропольский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Михайловск, 2005. 33 с.

EFFECT OF FUNCTIONAL AREAS OF THE CITY ON A SMALL RIVER WATERS PHITOTOXICITY

© 2011 O.A. Pospelova, S.V. Okrut, E.E. Stepanenko, Yu.A. Mandra

Stavropol State Agrarian University, Stavropol

Monitored the human impact on a small river in the city. The results obtained give an idea of the impact functional areas of the city on phitotoxicity of water and sediment of the river, changes in phitotoxicity in space and time.

Key words: human impact, monitoring, bioindication, bioassay, small river, recreation area, residential area, phitotoxicity.

Pospelova Oxana, Candidate of Agriculture, Associate Professor at the Department of Ecology and Landscape Building, e-mail: pospelovaoxana@yandex.ru; *Okrut Svetlana*, Candidate of Biology, Associate Professor at the Department of Ecology and Landscape Building; *Stepanenko Elena*, Candidate of Biology, Senior Lecturer at the Department of Ecology and Landscape Building; *Mandra Yulia*, Assistant at the Department of Ecology and Landscape Building