

Анализ тест-реакции *Allium сера* на качество речных вод в условиях антропогенного загрязнения

А. Р. Романова, С. В. Тихонова*

Башкирский государственный университет, Стерлитамакский филиал
Россия, г. Стерлитамак, 453103, проспект Ленина, 49.

*Email: sveta_tikh93@mail.ru

В статье представлены данные тестирования воды рек города Стерлитамака Республики Башкортостан на генотоксичность. В качестве биологической тест-системы был использован лук репчатый *Allium сера*. Оценены митотическая активность и частоты хромосомных aberrаций в корневой меристеме тест-объекта.

Ключевые слова: митотический индекс, хромосомные aberrации, генотоксичность, *Allium сера*, тест-объект.

Компоненты природных и антропогенных экосистем тесно и неразрывно взаимосвязаны между собой, нарушения одного компонента вызывает изменение состояния всех остальных. Водные экосистемы в современных условиях подвергаются совместному действию негативных факторов различной природы. Состояние водных ресурсов промышленных городов Республики Башкортостан является одной из наиболее актуальных экологических проблем. Оценка состояния загрязнения природных объектов основывается на результатах биологического мониторинга, использующего тест-реакции живых организмов [1]. Среди растительных тест-систем наиболее информативными свойствами на клеточном и генетическом уровне является *Allium сера* [2]. Этот объект позволяет регистрировать различные типы хромосомных мутаций, индуцируемых как прямыми мутагенами, так и промутагенами, приобретающими генетическую активность в организме в процессе метаболизма [3].

Материалом для исследования послужили осенние и весенние образцы проб воды, отобранные в пяти реках города Стерлитамака и его окрестностей: Ашкадар, Белая, Стерля, Селеук, Ольховка с учетом гидрологических требований.

Целью нашего исследования стала апробация тест-системы *Allium сера* в рамках биотестирования качества речных вод города Стерлитамака и его окрестностей с учетом сезонной динамики.

Нами был проведен химический анализ отобранных проб воды. Определялись следующие показатели, рН, взвешенные вещества, БПК (биохимическое потребление кислорода), нефтепродукты, хлориды, марганец, сульфаты, нитраты, ион аммония (табл. 1). В осенних пробах воды было отмечено превышение ПДК сульфатов в реках Ашкадар, Стерля и Селеук. В пробе воды из реки Белой было зафиксировано превышение

ионов аммония. Весенний период характеризовался повышенным содержанием нефтепродуктов в исследуемых пробах воды рек. В пробе воды из реки Ашкадар отмечалось содержание сульфатов, превышающих ПДК. В повышенных концентрациях обнаружены ионы марганца, как в осенних, так и в весенних пробы воды рек. Данные химического анализа проб воды исследуемых рек свидетельствуют об ухудшении экологического состояния водных объектов г. Стерлитамака, что связано с большой антропогенной нагрузкой.

Таблица 1. Результаты химического анализа пробы воды г. Стерлитамака и его окрестностей

с е з о н	Реки	рН	Взвешенные вещества мг/дм ³	БПК мг О ₂ /дм ³	Нефтепро- дукты, мг/дм ³	Хлориды мг/дм ³	Марганец мг/дм ³	Сульфаты, мг/дм ³	Нитраты, мг/дм ³	Ион аммония мг/дм ³
о с е н ь	Ашкадар	8	3	1	<0.05	4.64	0.02	188	9.6	0.19
	Стерля	8	3	1	0.05	54	<0.01	211.3	13.6	0.24
	Селеук	8.4	3	1.5	0.07	<10	<0.01	147.4	3.0	0.35
	Ольховка	8	4	1	0.05	45	0.06	10.4	4	0.45
	Белая	8	3	1.4	<0.05	16	0.013	55.6	15	1.4
в е с н а	Ашкадар	8	32	1.8	<0.05	26	0.04	132.0	7.0	0.11
	Стерля	8.5	17.1	1.6	<0.05	40	0.02	19.90	20	<0.05
	Селеук	8	2	1.5	<0.05	<10	0.03	96	7	0.05
	Ольховка	7.9	2	1.5	<0.05	38	0.02	85	0.1	0.21
	Белая	7.8	20.03	1.6	<0.05	318	0.02	43.0	9.0	0.33
	ПДК	6.5– 8.5		3.0	0.05	300	0.01	100	40	0.5

Митотическая активность определяет интенсивность роста. Помимо генетической обусловленности этого показателя на его проявление могут оказывать значительное влияние и факторы внешней среды [4].

Анализ митотической активности корешков лука, пророщенных в пробах речной воды в разные сезоны выявляет существенные колебания. Анализ сезонной динамики качества речных вод показал, что митотическая активность клеток корешков лука в осенней пробе повышалась и понижалась в весенней пробе.

Пробы речной воды, отобранные в осеннее время, оказывали стимулирующее митоз-модифицирующее действие. Средний уровень митотического индекса составил 44.8%, варьируя от 40.34±0.91 до 52.11±0.70% (табл. 2). Минимальный митотический индекс наблюдали в корешках лука, пророщенных в пробах воды из реки Селеук. Стимуляция митотической активности пролиферирующих тканей проявляется, как правило, при слабых стрессовых воздействиях поллютантов либо их синергетическом эффекте, ко-

гда значения каждого в отдельности не превышают предельно допустимой концентрации [5].

Тест-реакция *Allium* сера на качество весенних проб воды, оказала угнетающее воздействие на кариокинез. Средний уровень митотической активности снизился почти в два раза по сравнению с контрольным значением (табл. 1). Минимальное угнетение клеточного деления наблюдали в клетках корневой меристемы лука, пророщенного в весенней пробе воды из реки Ольховка ($16.4 \pm 0.40\%$). Максимальный митотический индекс был зафиксирован в клетках лука, пророщенного в пробе воды из реки Селеук ($32 \pm 2.0\%$). Изучение распределения клеток во всех стадиях митоза по, что наименьшее число клеток приходится на стадию метафазы ($9.09 \pm 0.70 - 11.5 \pm 0.60$). Изменение длительности метафазы могло быть связано с воздействием поллютантов на митотический аппарат клетки.

Таблица 2. Митотический режим клеток корневой меристемы *Allium cepa* L., пророщенных в пробах воды из рек Ашкадар, Белая, Стерля, Селеук, Ольховка с учетом сезонной динамики

Вариант пробы	МИ, %	Фазный индекс, %			
		профаза, ПИ	метафаза, МИ	анафаза, АИ	телофаза, ТИ
Осенние пробы					
Контроль	42.74 ± 1.35	21.15 ± 1.61	11.36 ± 0.98	17.31 ± 1.32	44.18 ± 2.41
р. Белая	41.61 ± 1.36	23.71 ± 1.33	13.65 ± 0.82	17.90 ± 1.33	44.74 ± 2.32
р. Ашкадар	41.82 ± 0.80	$27.90 \pm 0.86^*$	$15.22 \pm 0.66^*$	$21.35 \pm 0.92^*$	$35.11 \pm 0.74^*$
р. Стерля	$52.11 \pm 0.70^*$	$25.35 \pm 0.60^*$	$16.68 \pm 0.39^*$	16.91 ± 0.49	42.97 ± 1.47
р. Селеук	40.34 ± 0.91	24.45 ± 0.81	$20.09 \pm 0.92^*$	16.66 ± 0.90	40.35 ± 1.23
р. Ольховка	$48.40 \pm 1.39^*$	$28.90 \pm 0.73^*$	$20.85 \pm 0.92^*$	$21.56 \pm 0.75^*$	$28.58 \pm 0.87^*$
Весенние пробы					
р. Белая	21 ± 1.06	15.0 ± 0.8	$9.09 \pm 0.70^*$	$17.10 \pm 1.0^*$	59.0 ± 2.0
р. Ашкадар	23.0 ± 0.64	$21.5 \pm 1.0^*$	$11.0 \pm 0.5^*$	$22.8 \pm 0.90^*$	$42.4 \pm 1.3^*$
р. Стерля	31.2 ± 2.0	16.0 ± 1.0	$9.09 \pm 0.7^*$	$17.1 \pm 1.0^*$	59.0 ± 2.0
р. Селеук	32.2 ± 2.0	$16.7 \pm 1.02^*$	$10.2 \pm 0.6^*$	24.4 ± 3.0	52.0 ± 1.7
р. Ольховка	16.4 ± 0.40	$20.2 \pm 0.72^*$	$11.5 \pm 0.60^*$	$22.2 \pm 0.70^*$	$46.3 \pm 1.2^*$

Примечание. *Различия с контролем достоверны при $P < 0.0$

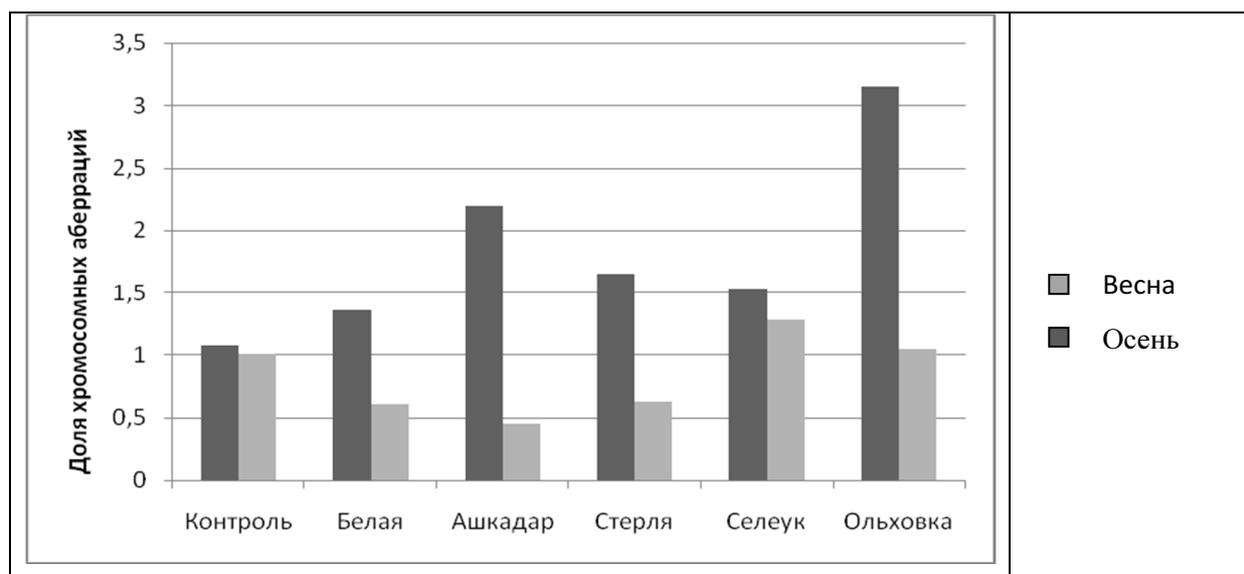


Рис. 1. Доля хромосомных aberrаций в корневой меристеме *Allium cepa* L., пророщенных в пробах речной воды с учетом сезонной динамики

В ходе регистрации хромосомных aberrаций было установлено, что наибольшее количество повреждений в осенних пробах было выявлено в корешках лука, пророщенного в пробе воды из реки Ольховка (3.15%), что превысило уровень спонтанного мутагенеза (рис. 1). Минимальное количество хромосомных aberrаций наблюдали в контрольной пробе (1.07 ± 0.11). В весенних пробах максимальное количество повреждений было зафиксировано в клетках корешка лука, пророщенных в пробе воды из реки Селеук (1.28%), минимальное – в пробе воды из реки Ашкадар (0.40%).

Максимально количество хромосомных aberrаций наблюдали в корешках лука, пророщенных в осенних пробах, что свидетельствует о низком уровне ее самоочищения.

Таким образом, загрязнение воды исследуемых рек оказывает генотоксическое воздействие, которое проявляется в увеличении частоты хромосомных aberrаций. Было отмечено превышение уровня спонтанного мутагенеза в осенних пробах воды из рек Ашкадар (2.19 ± 0.23) и Ольховка (3.15 ± 0.25), что вероятно связано с превышением ПДК марганца и сульфатов.

В целом, полученные экспериментальные данные позволяют считать, что *Allium cepa* вполне успешно может быть использован в качестве тест-объекта в рамках биомониторинга водных экосистем промышленных городов Республики Башкортостан.

Литература

1. Бубнов, А. Г. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды / Под общ. ред. В. И. Гриневича. – Иваново: ГОУ ВПО Иван. гос.хим.-технол. ун-т, 2007.

2. Чернышева Н. Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕСТ-СИСТЕМЫ ALLIUMCEPA L. ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕНОТОКСИЧНОСТИ ВОДЫ Р. ЧУМЫШ // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. №3. С. 90–95.
3. Fiskesjo G. The Allium test as a Standard in environmental monitoring // Hereditas. 1985. Vol. 102 (1). P. 99–112.
4. Маскаева, Т. А. Эколого-генетическое исследование вод малых рек республики Мордовия // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. №3(4). С. 1374–1377.
5. Kalaev V. N., Popova A. A. Tsitogeneticheskie kharakteristiki i morfologicheskie pokazateli semennogo potomstva derev'ev duba chereshchatogo (*Quercus robur* L.), proizrastayushchikh na territoriyakh s raznym urov-nem antropogennoho zagryazneniya // Vest-nik VGU. 2014. №4. С. 63–72.

Статья рекомендована к печати кафедрой биологии СФ БашГУ
(докт.биол.наук, проф. Карпов Д. Н.)

Analysis of the test response of *Allium cepa* on the quality of river water in the conditions of antropogenic pollution

A. R. Romanova, S. V. Tikhonova*

*Bashkir State University, Sterlitamak Branch
49 Lenin Street, 453103 Sterlitamak, Russia.*

**Email: sveta_tikh93@mail.ru*

The article presents data testing the waters of the rivers of the city of Sterlitamak in the Republic of Bashkortostan on genotoxicity. As a biological test-system was used onion *Allium cepa*. Evaluated mitotic activity and frequency of chromosomal aberrations in the root meristem of the test object.

Keywords: mitotic index, chromosomal aberrations, genotoxicity, *Allium cepa*, test object.