

несколько суток. При накоплении клетками водных растений радионуклидов, которые в водной среде присутствуют в основном в ионной форме, кроме аккумуляции на клеточной оболочке, происходит активный их транспорт через внешнюю и внутреннюю цитоплазмические мембраны. Ионный обмен, который протекает не только между водой и клеточной оболочкой, но и между клеточной оболочкой и внутриклеточными компартментами является менее интенсивным и более длительное время протекающим процессом, чем адсорбция, и может продолжаться на протяжении всего вегетационного периода.

Исследования токсического действия промышленных сточных вод, а также воды и донных отложений водоемов на растения: *Spirodela polyrrhiza*, *Lepidium sativum*, *Tradescantia* показали, что сточные воды Игналинской АЭС, которые попадают в оз. Друкшый, можно отнести к низко токсичным, а сточные воды кожно-обувной фабрики „Эльняс“ (после очистки) — к высокотоксичным сточным водам. Установлено, что вода оз. Друкшый была нетоксичной или слаботоксичной, а донные отложения, которые являются местом депонирования токсических веществ, в том числе и радионуклидов, в зонах влияния стоков хозяйственной канализации и подогретой воды Игналинской АЭС, а также прибрежной литоральной части озера, были сильнотоксичны.

Вода и донные отложения каналов сточных вод Игналинской АЭС в волосках тычиночных нитей (ВТН) *Tradescantia* вызвали наибольшее число безцветных (до 7,0 и 33,2 %, соответственно) и морфологических (до 36,0 и 35,2 %, соответственно) мутаций и незначительное число розовых (до 0,1 и 0,16 %, соответственно) мутаций, а число летальных клеток достигало до 51,0 и 46,2 % соответственно. Это свидетельствует о том, что сточные воды Игналинской АЭС, а также донные отложения каналов этих сточных вод в основном загрязнены не радиоактивными, а химическими веществами. Вода и донные отложения оз. Друкшый индуцировали только безцветные (до 12,2 и до 13,0 % соответственно) и морфологические (до 6,01 и 34,1 % соответственно) мутации, которые могут быть обусловлены суммарным действием различных токсических веществ, а число летальных клеток достигало до 23,4 и 21,5 % соответственно. Вода и донные отложения Киевского водохранилища в системе ВТН *Tradescantia* индуцировали розовые мутации (до 0,1 и 12,2 %, соответственно). При этом, установлена прямая зависимость между числом розовых мутаций и уровнем радиоактивного загрязнения донных отложений (коэффициент корреляции $r = 0,999$). Число морфологических и бесцветных мутаций достигало до 3,5 и 5,4 % и до 1,2 и 3,8 % соответственно, а число летальных клеток — до 55,5 и 78,9 % соответственно.

При сравнении возможности применения *Spirodela polyrrhiza*, *Lepidium sativum* и *Tradescantia*, как биотестов при оценке токсичности различных компонентов окружающей среды, установлено, что *Spirodela polyrrhiza* может быть применена при оценке уровней загрязнения сточных вод со сравнительно высокой токсичностью; *Lepidium sativum* — при оценке уровней загрязнения сточных вод с различной токсичностью, а также воды и донных отложений гидросистемы; *Tradescantia* может быть применена при оценке уровней генотоксичности сточных вод с различной токсичностью, а также воды и донных отложений гидросистемы, которая загрязнена как радиоактивными, так и химическими веществами.

УДК 595. 123:591. 044

А.О. Чернышева

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена НАН Украины, г. Киев

РЕАКЦИЯ ТКАНЕВЫХ И КЛЕТОЧНЫХ СТРУКТУР ПЛАНАРИЙ НА ХРОНИЧЕСКОЕ ОБЛУЧЕНИЕ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Реальная взаимосвязь радиационного фактора и изменений в радиочувствительных клетках и тканях установлена практически однозначно. Планарии являются традиционным объектом изучения действия рентгеновского излучения на живой организм с начала века и до настоящего времени. С недавнего времени диапазон применения планарий в качестве тест-объектов значительно расширен: они используются для оценки состояний окружающей среды после различных антропогенных воздействий; в токсикологии — для оценки действия фенольных соединений, солей металлов, определения качества вод [1, 2, 6].

Основные результаты по воздействию радиации на планарий получены в экспериментах с использованием подпороговых уровней облучения. Установлено повреждающее действие на резервные малодифференцированные клетки, дезинтеграция клеточных систем, нарушение способности к

размножению [4]. Однако эти сведения мало применимы для оценки ситуации в естественных условиях, сложившихся в связи с хроническим воздействием облучения малой мощности.

В нашей работе в качестве тест-объектов мы использовали собранных в природе планарий *Dugesia lugubris*, *Planaria torva* и *Dendrocoelum lacteum* обычных для пойменных озер, прудов, ручьев в нашем регионе. Критерием распределения опытной и контрольной групп определен уровень хронического облучения в местах сбора материала. Планарии удобны как тест- объект по ряду причин, среди которых примитивность организации, быстрая смена поколений, простота содержания в лабораторных условиях и доступность массового материала.

В эксперименте применена методика рассечения планарий и наблюдения течения восстановительных процессов [3,5]. Учитывались две группы морфологических признаков — пригодные для визуальной оценки на живом материале при малых увеличениях и гистологические. В качестве основных показателей мы выделили сроки формирования бластемы и восстановление тканевых структур в регенирирующем участке тела планарий. Для подготовки гистологического материала применена фиксация жидкостью Буэна, заливка в парафин, окраска гематоксилин-анилин блау-оранж G (Кацнельсон, 1953).

Эксперимент продолжался 30 дней. — до полного завершения восстановительных процессов у планарий опытной и контрольной групп [5]. При прижизненной оценке состояния регенерантов определено в течение первых суток стяжение раневой поверхности, соответствующее эпителизации. На третьи сутки хорошо различалось выпячивание раневой поверхности — регенерационная бластема. К концу шестых суток начиналось формирование глаз в виде округлых темных образований примерно 0,5 мм в диаметре. На восьмые сутки формировались аурикулы и появлялась пигментация, а на девятые — оформлялась окологлоточная комиссура. С десятых суток планарии обеих групп начинали быстро восстанавливать размеры и к 30 суткам приобретали практически исходные размеры. Таким образом, регистрируемые визуально показатели оказались непригодными для определения различий восстановительных процессов у опытной и контрольной групп.

При изучении постоянных гистологических препаратов в первые сутки для опытной и к третьим для контрольной группы установлена перегруппировка эпидермальных клеток и элементов субэпидермальной мускулатуры в зоне перерезки, что приводит к затяжению раневой поверхности регенерантов. В эти сроки в прилежащей к раневой поверхности паренхиме планарий скапливаются малодифференцированные и дедифференцированные клетки, которые позже будут формировать регенерационную бластему. Эти клеточные элементы выделяются среди прочих размерами (около 15 мкм) и базофилией. На вторые сутки эксперимента в опытной группе зарегистрированы "клеточные потоки" малодифференцированных клеток из центральной части паренхимы к раневой поверхности, в результате чего в этом участке количество их достигает в среднем 30%. В контрольной группе эти процессы развивались на третьи-четвертые сутки, но качественных и количественных различий между опытно и контрольной группами на светооптическом уровне мы не нашли. В течение всего эксперимента процессы клеточных преобразований и тканеобразования в регенерантах обеих групп совпадают. Расхождения во времени между опытной и контрольной группами, зарегистрированные в 1-3 сутки постепенно сглаживались и после 10 суток светооптически не выявлялись.

В экспериментах на планариях с различными химическими соединениями и факторами физической природы для регистрации отклонений использовались качественные и количественные морфологические показатели, регистрируемые при малых увеличениях и на светооптическом уровне [2,3,5,6]. Наши данные позволяют предположить, что для определения реакций планарий на длительное хроническое облучение малой мощности доступными для регистрации показателями могут быть ускорение или торможение процессов регенерации. Наиболее демонстративными нам представляются первичное стяжение раневой поверхности и перегруппировка клеточных элементов паренхимы в течение 1-3 суток наблюдений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дыганова Р. Я. Киселева Н. В. Физиологический тест при изучении механизма действия фенольных соединений на планарий // 5 Всес. конф. по вод. токсикол. — Одесса, 1988. — С. 188.
2. Дыганова Р. Я., Колупаев, Б. И., Латфуллина, О. Н. Планарии *Policellis tenuis* как объект биотестирования талых вод // Эколого-токсикологическая оценка урбанизированных и сопредельных территорий. — Казань, 1990. — С. 131-137.
3. Крещенко Н. Д., Шейман И. М. Исследование морфогенетической активности хвостовой области тела планарии *Dugesia tigrina* // Онтогенез. — 1999. — Т. 30, №. 4. — С. 307-312.
4. Семенова Тян-Шанская А. Г. О влиянии рентгеновских лучей на восстановительные процессы планарий // Архив АГЭ. — Т. 3, № 4. — С. 34-39.
5. Тирас Х. П., Хичко В. И. Критерии и стадии регенерации планарий // Онтогенез. — 1990. — Т. 21, №. 6. — С. 620-624.

УДК [577. 34:574. 583](28)

Н.Л. Шевцова

Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

ОЦЕНКА ДОЛЕВОГО УЧАСТИЯ РАДИОНУКЛИДНОГО И ХИМИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТОВ ПРИ ИХ КОМПЛЕКСНОМ ВЛИЯНИИ НА ПРЕСНОВОДНЫЕ ВОДОРОСЛИ

Фитопланктон пресных вод Украины испытывает серьезные антропогенные нагрузки, не в последнюю очередь связанные с химическим и радионуклидным загрязнением водной среды. Задача определения роли каждого из загрязнителей в отдельности и в комбинации друг с другом в изменениях, происходящих в фитопланктоне, в натуральных экспериментах практически невыполнима. Поэтому нами была проведена серия экспериментов *in vitro* с целью установления возможных изменений в количественных и качественных показателях модельного альгоценоза (67 видов и разновидностей) и долевого участия в общей изменчивости каждого компонента из комплексного загрязнения, создаваемого одновременным присутствием в среде свинца (Pb^{2+}), поверхностно-активного вещества (алкилбензолсульфоната натрия АБС-1) и активного стронция (^{90}Sr).

В ходе экспериментов были установлены изменения в: показателях численности и выживаемости клеток водорослей; продолжительности и сроках наступления фаз роста модельного альгоценоза по сравнению с контролем; видовом составе и доминирующем комплексе видов [2].

Полученные данные об отмеченных изменениях были математически обработаны с помощью дисперсионного анализа по трем факторам [1]. Создана программа в электронной таблице "Quadro", позволяющая определить не только значимость влияния каждого из факторов и их различных комбинаций, но и оценить относительную роль каждого из них, а также их сочетаний, в различных концентрациях, в общей изменчивости. За исходные данные брали значения численности клеток водорослей в модельном альгоценозе (тыс. кл. /л) и численную представленность каждого вида. Математически доказана достоверность влияния свинца, АБС-1 и активного стронция, а также их комбинаций на изученные показатели модельного альгоценоза с уровнем значимости $P < 0,01$ или с вероятностью $p > 0,99$.

С помощью дисперсионного анализа [2] было просчитано и определено доленое участие каждого из загрязнителей в наблюдаемых количественных и качественных структурных изменениях альгоценоза (табл. 1, 2).

Как видно из таблицы 1, свинец и стронций по-отдельности и в комбинации друг с другом были ответственны за формирование количественных изменений в альгоценозе первые шесть суток экспозиции, когда альгоценоз находился в фазе адаптации. Доленое участие АБС-1 в общей изменчивости количественной структуры альгоценоза увеличивалось с течением экспозиции и достигло максимального значения в 52% на 23-и сутки (фаза логарифмического роста). Отмечено, что влияние АБС-1 на количественную структуру альгоценоза в логарифмической фазе роста (8-23 сутки) было более значимым по сравнению с влиянием всех трех факторов в комплексе, максимальное влияние которого отмечалось в конце фазы адаптации (6-е сутки) и составляло 41% (табл 1).

Таблица 1

Доленое участие свинца, АБС-1 и активного стронция и их комбинаций в общей изменчивости количественной структуры модельного альгоценоза, %

Комбинации загрязнителей	Доленое участие на n-е сутки экспозиции, %				
	n = 2	n = 6	n = 8	n = 17	n = 23
Стронций-90	16,72	15,39	6,61	2,06	0,65
Свинец	22,64	6,90	6,43	12,24	6,20
АБС-1	6,37	0,11	49,15	40,52	52,09
Стронций-90 + свинец	16,88	5,97	6,57	3,96	11,46
Стронций-90 + АБС-1	5,50	2,16	5,24	7,75	3,04
Свинец + АБС-1	5,26	20,02	15,41	9,27	9,31