

УДК [574/577]

Д.П. Марчюленене, Д.Е. Монтвидене

Институт ботаники Литвы, Вильнюс

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТЕНИЙ В ПРЕСНОВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

Целью настоящей работы было определение уровня аккумуляции техногенных радионуклидов в различных видах водных растений в естественных (оз. Друкшай — водоем-охладитель Игналинской АЭС) и экспериментальных условиях; изучение закономерностей аккумуляции этих радионуклидов в водных растениях в системах: вода — растение и вода — донные отложения — растение; а также определить токсическое и генотоксическое действие сточных вод кожно-обувной фабрики „Эльняс“ (в 1996 г.) и Игналинской АЭС, а также воды и донных отложений оз. Друкшай (1993–2000 г.) и Киевского водохранилища (в 1992 г.) на растения, которые используются как биотесты.

В естественных условиях в системе вода-растение наиболее высокие уровни ^{137}Cs и ^{60}Co установлены в водных растениях, которые относятся к экологическим группам лимнеидов и потамеидов (КН накопления в среднем по 8 видам составляли 5314 ± 1560 и 30230 ± 1530 соответственно). В системе вода — донные отложения — растение изучалось накопление ^{137}Cs и ^{60}Co в водных растениях, которые относятся к экологической группе гелофитов. Среди растений этой группы наиболее высокими уровнями накопления выделяется *Typha latifolia*, у которой основное количество этих радионуклидов аккумулируется в корнях (КН 5249 ± 2009 и 40520 ± 10449 соответственно).

В лабораторных условиях в системе вода — растение КН радионуклидов в водных растениях, которые принадлежат к экологическим группам лимнеидов и потамеидов (в среднем по 13 видам) можно представить в виде следующего ряда:

| | | | | | |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| ^{137}Cs | ^{90}Sr | ^{59}Fe | ^{106}Ru | ^{65}Zn | ^{144}Ce |
| 360 ± 72 | 570 ± 98 | 3330 ± 233 | 3520 ± 361 | 5760 ± 835 | 13389 ± 1165 |

Данные по аккумуляции радионуклидов в компартментах растительных клеток водорослей *Nitellopsis obtusa* показали, что основное количество (от 75 до 98 %) изученных радионуклидов, не зависимо от их химической природы и физико-химических свойств, аккумулируется в клеточной оболочке. Однако, обмен отдельных радионуклидов между клеточной оболочкой и протоплазмой весьма различается. По соотношению радионуклидов в клеточной оболочке (О) и протоплазме (П) их можно представить в виде следующего ряда:

| | | | | | |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $^{137}\text{Cs}_{(O)}$ | $^{90}\text{Sr}_{(O)}$ | $^{210}\text{Pb}_{(O)}$ | $^{65}\text{Zn}_{(O)}$ | $^{106}\text{Ru}_{(O)}$ | $^{144}\text{Ce}_{(O)}$ |
| $^{137}\text{Cs}_{(П)}$ | $^{90}\text{Sr}_{(П)}$ | $^{210}\text{Pb}_{(П)}$ | $^{65}\text{Zn}_{(П)}$ | $^{106}\text{Ru}_{(П)}$ | $^{144}\text{Ce}_{(П)}$ |
| 8,9 | 34,6 | 133,4 | 135,7 | 170,0 | 356,3 |

Изучение аккумуляции радионуклидов водными растениями показало, что как в системе вода — растение, так и в системе вода — донные отложения — растение, радионуклиды в водных растениях в основном аккумулируются из воды. Однако в большинстве случаев водные растения в системе вода — растение аккумулируют больше радионуклидов, чем в системе вода — донные отложения — растение. В этой системе донные отложения, особенно обогащенные органическим веществом и поглощающие большое количество радионуклидов, как бы „экранируют“ уменьшая их аккумуляцию корнями растений из воды. Чем больше радионуклидов аккумулируется в донных отложениях, тем меньше их аккумулируется в корнях.

В водных растениях в системе вода — донные отложения — растение обмен ^{137}Cs в основном определяют процессы, которые происходят между водой и донными отложениями, а обмен ^{60}Co определяют процессы, которые происходят как между водой и донными отложениями, так и между водой и растениями. В системе вода — растение интенсивность и уровни аккумуляции ^{90}Sr и ^{137}Cs в растениях зависят от количества и физико-химической формы (обменной или связанной) соответственно Са и К в водных растениях. Интенсивность и уровни аккумуляции радионуклидов, которые склонны к гидролизу, в водных растениях в основном зависят от относительной их поверхности на единицу массы. В водных растениях в системе вода — растение уровни аккумуляции радионуклидов, которые склонны к гидролизу, как в естественных, так и в лабораторных условиях были значительно выше, чем радионуклидов, которые в водной среде присутствуют в основном в ионной форме.

Первым и основным этапом накопления клетками водных растений радионуклидов, которые склонны к гидролизу, является их адсорбция на клеточной оболочке. Адсорбция радионуклидов на растительных клетках — это интенсивно протекающий процесс, равновесие которого достигается через

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 гидроэкосистемы; *Tradescantia* может быть применена при оценке уровней генотоксичности сточных вод с различной токсичностью, а также воды и донных отложений гидроэкосистемы, 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