

8. Helsinki Declaration of the World Medical Association: recommendations for doctors on biomedical research in humans. - Helsinki. - 1964, additions 1975, 1983, 1996, 2000.

Е.С. Цыба<sup>1</sup>, О.М. Доспаев<sup>1</sup>, А.М. Айткулов<sup>1</sup>, Г.А. Кантарбаева<sup>2</sup>

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТЕСТ-СИСТЕМЫ**

<sup>1</sup>Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан

<sup>2</sup>Школа-лицей № 66, Республика Казахстан

С ростом урбанизации происходит активное изменение городской среды, которая во многих отношениях отличается от природной. Тяжелые металлы занимают особое положение среди других техногенных загрязняющих веществ, поскольку, не подвергаясь физико-химической или биологической деградации, накапливаются в поверхностном слое почв и изменяют их свойства, в течение длительного времени остаются доступными для корневого поглощения растениями и активно включаются в процессы миграции по трофическим цепям. В их числе находятся, как элементы с хорошо известными биологическими функциями и жизненно необходимые для живых систем, так и переходящие в разряд токсичных при повышении некоторых пределов их содержания в биологических объектах, так и элементы, физиологическая роль которых выяснена недостаточно или неизвестна и проявляющие токсический эффект уже при относительно низких концентрациях [1-3].

Растительные тест-системы могут эффективно использоваться в широком диапазоне условий окружающей среды. Для растений характерны высокие темпы развития, быстрая смена фаз онтогенеза. Разработано значительное количество растительных тест-систем для оценки действия поллютантов на разных уровнях биологической организации. Методики работы с большинством растительных тест-систем детально отработаны, носят стандартизованный характер. Использование большинства растительных тест-систем относительно недорого [3-5].

Разные виды растений обладают неодинаковой способностью накапливать загрязнители, в том числе и тяжелые металлы, что может широко применяться для снижения антропогенного воздействия на урбанизированных территориях, использовать их в качестве перспективных аккумулянтов-фиторемедиантов, а также в качестве организмов, позволяющих оценить уровень воздействия неблагоприятных химических факторов, в том числе и тяжелых металлов [3].

Цель исследования: изучить биологическую активность семян растений-биоиндикаторов при воздействии растворов солей тяжелых металлов в различных концентрациях, содержащихся в песчаном грунте.

**Материалы и методы исследования.** Объектами исследования служили травянистые растения: редька посевная (*Raphanus sativus*) и салат посевной (*Lactuca sativa*). Подготовка проб для прорастания семян растений-биоиндикаторов проводилась следующим образом. базовые растворы (1 М) солей свинца ( $Pb(NO_3)_2$ ), кадмия ( $CdSO_4$ ), меди ( $CuCl_2$ ), цинка ( $ZnSO_4$ ) и растворялись в расчетном количестве дистиллированной воды.. Методом последовательных разбавлений дистиллированной водой приготавливались растворы с концентрацией 0,3 М, 0,1 М, 0,01 М, 0,001 М, 0,0001 М, 0,000001 М, с тем, чтобы охватить достаточно большой диапазон концентраций исследуемого вещества. Приготовленные растворы и дистиллированная вода (контроль) по 5 мл наливались в чашки Петри. Семена редиса и салата калибровались по размерности, равномерности окраски и помещались в количестве 10 в каждую чашку Петри. Каждый вариант готовится в трех повторностях. Чашки Петри закрывались крышками и помещались в темное место. По мере высыхания в них добавляются порции дистиллированной воды до первоначального объема. Через 7-8, 14-15 дней проводился подсчет проросших семян.

**Результаты исследования.** Одним из интегральных показателей, позволяющих в первую очередь оценить уровень воздействия химического соединения на семена растений является их способность к прорастанию. В проведенном нами эксперименте было выявлено, что реакция двух исследуемых видов на воздействие тяжелых металлов была неоднозначной и менялась не только в зависимости от химического соединения, и его концентрации, но и самого вида растения (рис. 1).



Рисунок 1 - Количество проросших семян редиса в песчаном грунте с растворами свинца и кадмия (0,1 М) на 7 сутки после начала эксперимента

В таблице 1 представлены показатели энергии прорастания семян редиса в контрольных и опытных пробах через 7 дней после начала эксперимента.

Таблица 1 - Процент прорастания семян редиса при воздействии солей металлов (%)

Металл	Концентрация раствора (М)						Контроль
	0,3	0,1	0,01	0,001	0,0001	0,000001	
Свинец	0	62±1,02	72±1,22	95±0,78	99±0,09	100	97±0,52
Кадмий	0	21±0,35	33±1,09	62±1,45	100	100	
Медь	0	40±1,01	64±0,45	83±1,06	94±0,85	100	
Цинк	0	11±0,22	22±0,22	51±0,12	62±0,41	98±0,65	

Данные свидетельствуют о чувствительности семян редиса к высоким концентрациям загрязнителей (0,3 М) в песчаном грунте, всхожесть семян в этом случае была нулевой в растворах всех изучаемых металлов. В растворах тяжелых металлов в концентрации 0,1 М показатель энергии прорастания варьировал от 11 % для солей цинка до 62 % для солей свинца (рисунок 1). Процент проросших семян редиса в целом возрастал по мере снижения концентрации растворов металлов. Однако, если для свинца данный показатель был выше 90 % уже при концентрациях 0,001 М, для кадмия и меди 0,0001 М, то в растворе цинка такие значения были достигнуты только в растворах с минимальной ( $1 \cdot 10^{-7}$  М) концентрацией. Следует отметить, что процент прорастания семян в грунтах с солями свинца и кадмия был выше, чем в контрольных тестах с дистиллированной водой. Данное явление может быть объяснено тем, что обогащенные необходимыми микро и макроэлементами сульфатные и нитратные соли этих металлов, возможно, служили более полноценным питательным раствором при прорастании семян, чем чистая дистиллированная вода.

Аналогичные опыты, проведенные с применением семян салата в первую неделю эксперимента, выявили минимальную биологическую активность растений. Проросшие семена были обнаружены только в пробах с растворами свинца и кадмия, имеющих минимальную концентрацию. Процент проросших семян составил от 11 % в  $1 \cdot 10^{-4}$  М растворе свинца, до 28 % в  $1 \cdot 10^{-6}$  М растворе. 19 % семян проросло в 1 неделю эксперимента в растворах с наименьшей концентрацией кадмия ( $1 \cdot 10^{-6}$  М). В пробах с растворами меди и цинка в первую неделю эксперимента проросшие семена отсутствовали (табл. 2, рис. 2).



Рисунок 2 - Количество проросших семян салата в грунте с растворами свинца и кадмия (0,1 М) на 7 сутки после начала эксперимента

При этом исключается влияние качества семенного материала, т.к. в контрольном опыте с дистиллированной водой всхожесть семян была практически 100 %.

Таблица 2 - Процент прорастания семян салата при воздействии солей металлов на 7 день эксперимента (в %)

	Концентрация раствора (М)						Контроль
	0,3	0,1	0,01	0,001	0,0001	0,000001	
Свинец	0	0	0	0	11±0,42	28±1,04	100
Кадмий	0	0	0	0	0	19±1,02	
Медь	0	0	0	0	0	0	
Цинк	0	0	0	0	0	0	

На второй неделе эксперимента (14 дней) процент проросших семян салата был выше 90 % для растений пророщенных в грунте, содержащем растворы солей минимальной концентрации ( $1 \cdot 10^{-6}$  М). В среде, содержащей  $1 \cdot 10^{-4}$  М солей металлов, процент проросших семян был ниже 80 %. 78 % семян проросло в опытных группах подвергшихся воздействию меди, 67 и 69 % соответственно в растворах с солями свинца и цинка (таблица 3).

Следует обратить внимание на то, что семена салата оказали большую устойчивость к солям меди, т.к. семена обнаружили способность к прорастанию уже при концентрациях в растворах 0,1 М солей меди, в то время как в условиях среды, содержащей соли свинца, кадмия и цинка, прорастания начиналась только в средах с растворами с концентрациями в 10 раз меньшими.

Таблица 3 - Процент прорастания семян салата при воздействии солей металлов 14 день эксперимента (%)

Металл	Концентрация раствора (М)						Контроль
	0,3	0,1	0,01	0,001	0,0001	0,000001	
Свинец	0	0	10±0,47	24±0,15	67±0,82	98±1,28	100
Кадмий	0	0	20±0,62	36±0,15	57±0,25	100	
Медь	0	13±0,22	42±1,22	56±0,42	78±1,25	96±1,24	
Цинк	0	0	23±1,27	46±0,47	69±1,17	98±1,64	

Однако, устойчивость семян салата к воздействию тяжелых металлов ниже по сравнению с семенами редиса, где прорастание семян проходило уже на 1 неделе опытов и при концентрациях поллютантов в растворе 0,1М.

Таким образом, по результатам опытов на изучении энергии прорастания растений в условиях среды, содержащей соли металлов, выяснено, что сильное повреждающее действие оказали растворы с концентрацией 0,3 М для обоих

видов растений и 0,1 М для семян салата. Растворы солей кадмия и цинка в концентрации 0,01 М на семена редиса среднее повреждающее действие оказывали. В концентрациях  $1 \cdot 10^{-6}$  М повреждающее действие солей металлов на семена обоих видов отсутствовало и оказывало стимулирующее воздействие. На данном этапе эксперимента семена редиса проявили большую устойчивость к действию химических агентов по сравнению с семенами салата, что, возможно, объясняется строением семени, плотностью его семенных покровов и наличием больших запасов питательных веществ в нем.

#### Список литературы

1. Кортэ Ф. Экологическая химия. - М.: Мир, 1997. – 396 с.
2. Фелленберг Г.А. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию. – М.: Мир, 1997. – 232 с.
3. Войтюк Е.А. Аккумуляция тяжелых металлов в почве и растениях в условиях городской среды (на примере г. Чита) // Канд. дисс.
4. Прасад, М.Н. Практическое использование растений для восстановления экосистем, загрязненных металлами // Физ. раст. – 2005. – Т.50, № 5. – С. 764-780.
5. Буравцев В.Н., Кузнецов В.В., Шевякова Н.И. Современные технологические схемы фиторемедиации загрязненных почв / В.Н. Буравцев, Н.П. Крылова // Сельскохозяйственная биология. – 2005. – № 5. – С. 67-74.
6. Маджугина, Ю.Г. Растения полигонов захоронения бытовых отходов мегаполисов как перспективные виды для фиторемедиации // Физ. раст. – 2008. – Т.55, № 3. – С. 453-463.

С.С. Шорин, К.Б. Бекишев, А.К. Ауельбекова, Д.К. Кыздарова, А.Д. Оразбай,  
П.У. Абдикаримова, М.А. Норцева, Какенов Б.Б.

### **ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Карагандинский государственный университет имени академика  
Е.А. Букетова, Казахстан

Оценка факторов риска окружающей среды на здоровье и систему социально-гигиенического мониторинга является новой инновационной технологией в процессе реформирования здравоохранения. В стратегии развития Казахстана до 2030 года определена основная цель экологической политики государства – гармонизация взаимодействия общества и окружающей среды, а также создание экологически благоприятной среды обитания [1]. Социально-экономические преобразования условий жизни населения и изменения качества окружающей среды могут оказать неблагоприятное