

УДК 582.4:504.054:574.3

Н.М. МУХИТДИНОВ, С.С. АЙДОСОВА

ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ПОЛИГОНА

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

Показано, что под действием радиации в растениях или отдельных его органах происходят структурные изменения. У растений возникает ответная реакция, происходят изменения во внутренней структуре: увеличивается толщина эпидермы, склеренхимного кольца, диаметра ксилемных сосудов и площади проводящих пучков.

Введение

В Казахстане Аральский и Семипалатинский регионы объявлены зонами экологического бедствия, где произошли разрушения естественных экосистем, деградация флоры и фауны и вследствие неблагоприятной экологической обстановки нанесен существенный вред здоровью населения /1/.

Серьезную угрозу экологической безопасности Казахстана представляет радиоактивное загрязнение, упавшие и падающие на землю фрагменты ракет, разливы высокотоксичного топлива и другие факторы, оказывающие негативные воздействия на окружающую среду.

Экологические проблемы усугубляются сложной радиационной обстановкой. Полигоны Казахстана по суммарной мощности ядерных взрывов занимают первое место в мире. Суммарная радиационная доза будет служить еще около 6000 лет дополнительным источником облучения многих поколений людей /2/.

На территории Семипалатинского испытательного полигона (СИП) в результате проведенных ядерных взрывов сформировались экстремальные экологические условия и образовались техногенные эдафотопы, не имеющие природных аналогов с хроническим ионизирующим излучением от 60 до 21000 мкР/ч. Отличительной особенностью последствий испытаний ядерного оружия является формирование высоких дозовых нагрузок на биому до уровней, приводящих к гибели не только отдельных видов и популяций, но и к полному разрушению наиболее радиочувствительных экосистем. В техногенных ядерных экотопах часто растительный покров уничтожен полностью, и речь, по существу, идет не о трансформации, а формировании новой флоры. Вновь сформированная или трансформированная флора включает виды всех без исключения пионер-

ных и сериальных сообществ, участвующих в естественном зарастании техногенных ядерных экотопов. В отличие от преимущественного большинства естественных флор, трансформированные флоры распространены фрагментарно /3/.

Таксономическая структура флоры техногенных экотопов отличается от естественной флоры. Вновь сформированная флора техногенных ядерных экотопов значительно беднее и представлена следующими соотношениями: на Дегелене – 180 видов, 37 семейств и 126 родов; на Балапане – 109 видов, 27 семейств и 85 родов /3/. Ведущими во флоре опытно-экспериментальных площадок являются следующие 5 семейств: 1) Asteraceae (88 видов, 16:% от общего количества видов), 2) Poaceae (53 вида, 10%), 3) Chenopodiaceae (44 вида, 8,3%), 4) Fabaceae (43 вида, 8,1%), 5) Rosaceae (30 видов, 5,7%).

В техногенных ядерных экотопах почти в 2 раза возрастает доля сорных и адвентивных видов (от 11,9% до 23,3%).

В настоящее время изучение и оценка радиозоологической ситуации на территории бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона с учетом экологического состояния природных популяций растений и животных приобретает особую значимость. Исследование реакции живых организмов – будь то растения или животные на различные дозы хронического ионизирующего облучения дает возможность оценить и диагностировать состояние качества окружающей среды, а сами эти организмы могут служить биоиндикаторами загрязнения.

Исследования по изучению внешней и внутренней структуры растений – один из важных моментов экологической программы, они вскрывают особенности взаимодействия растений с естественной и измененной антропогенным воздействием средой обитания.

Целью наших исследований является диагностика современного состояния анатомо-морфологической структуры доминантных видов растений разных жизненных форм естественных фитоценозов территории Семипалатинского испытательного полигона, выявление адаптационных признаков растений к условиям техногенного загрязнения. В данной работе мы приводим лишь результаты изучения структурных особенностей подземных органов *Potentilla bifurca* L. и *Potentilla strigosa* Pall. ex Pursch. при различных уровнях гамма излучения на территории ОЭП «Дегелен».

Материалы и методы исследования

Материал для исследований был собран нами во время экспедиционно-полевых работ в рамках договора кафедры ботаники КазНУ им. аль-Фараби с Институтом радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК от 10.10.2001 г., и программы по «Оценке радиоактивного загрязнения почвенно-растительного покрова территории Семипалатинского испытательного полигона». Работа поддержана международным научным грантом МНТЦ (2003-2005 гг.).

Растения были собраны в гербарий, для проведения структурного анализа зафиксированы надземные и подземные вегетативные органы исследуемых видов растений на фоновых и «загрязненных участках» с повышенным радиационным фоном.

Анатомические препараты готовили в соответствии с общепринятыми методиками Прозиной М.А. /4/, Пермякова А.И. /5/, Барыкиной Р.Т. /6/. Для количественного анализа проведено измерение морфометрических показателей с помощью окуляр-микрометра МОВ-1-15 (при объективе х9, увеличении х10,7).

Микрофотографии сделаны на микроскопе МБИМ-6 (увеличение х63).

В данной работе представлены только результаты исследований, проведенных на территории опытно-экспериментальной площадки «Дегелен», где были исследованы 6 участков (табл. 1).

Радиационная обстановка на территории горного массива Дегелен формировалась вследствие проведения подземных ядерных взрывов в течение 1961-1989 гг. и до сих пор устойчивое формирование ее не закончено. Наиболее значительное загрязнение территории, прилегающей к испытательным штольням, как по уровню, так и по площадям, связано с выносом продуктов взрывов с грунтовыми водами из штолен.

Анализ показывает, что наибольшее содержание радионуклидов отмечается в грунте, в наземной части растения десятки раз меньше, а в корнях, как правило, эти значения несколько больше, иногда приближаются к величинам концентрации в грунте. Наименьшее значение коэффициентов перехода и накопления имеет плутоний, наибольшее стронций.

Ниже порталов штолен, как правило, обнаруживаются вторично загрязненные пятна за счет просачивания через грунт, и если водопроявление из штолен продолжается, то можно сказать, что процесс аккумуляции и перераспределения радионуклидов в луговых почвах имеет место и в настоящее время.

Результаты исследований и их обсуждение

В корнях изученных видов растений *Potentilla strigosa* и *Potentilla bifurca* различимы две анатомо-топографические зоны: первичная кора и центральный цилиндр.

Таблица 1. Радиометрия исследованных участков

Участки	Геодезические координаты						Альфа	Бета	Гамма		
	широта			долгота					Част/мин * см ²	h=1 м	МкЗв/ч
	0	'	''	0	'	''					
1	49	46	20,01	78	03	31,57	3	1800	0,6	0,3	
2	49	46	42,6	78	04	35,9	<0,5	<10	0,17	0,15	
3	49	45	0,04	78	00	28,2	<0,2	1000	0,7	4,8	
4	49	44	29,3	78	00	96,1	<0,2	10	0,16	0,14	
5	49	45	13,7	78	02	56	<0,2	2000	369	190	
6	49	40	0,88	78	06	47,8	<0,2	70	0,33	0,22	

Снаружи корень покрыт перидермой. Под перидермой расположены остаточные клетки первичной коры. Клетки первичной коры тонкостенные. Первичная кора состоит из запасящих клеток. Центральный цилиндр корня составляют проводящие элементы и радиальные лучи. Ксилемные сосуды расположены по окружности.

По морфометрическим данным в образцах растений, собранных с загрязненных участков (уч. 1,3,5) толщина перидермы, первичной коры, сердцевинных лучей корня увеличилась по сравнению с контрольными участками (уч.2,4,6). Площадь ксилемных сосудов увеличилась на участках с высоким радиационным фоном (табл. 2).

Таблица 2. Морфометрические показатели анатомического строения корней

№	Виды растений	Участки	Гамма, МкР/с	Толщина перидермы, мкм	Толщина первичной коры, мкм	Толщина сердцевидных лучей, мкм	Площадь ксилемных сосудов, $\times 10^{-3} \text{мм}^2$
1	Potentilla bifurca	1	60	109,4±2,4	-	12,6±0,28	17,8±0,3
2	Potentilla bifurca	2	17	75,6±1,8	-	10,2±0,1	9,7±1,6
3	Potentilla bifurca	3	70	175,2±11,8	-	9,7±0,4	20,7±1,4
4	Potentilla bifurca	4	16	69,3±0,2	-	3,9±0,2	10,9±0,8
5	Potentilla bifurca	5	36900	55,06±4,02	-	31,4±0,4	4,4±0,3
6	Potentilla bifurca	6	14	68,7±2,4	-	10,8±0,7	8,9±0,6
7	Potentilla strigosa	1	60	126,07±6,5	310,5±27,6	308,9±8,4	12,8±0,7
8	Potentilla strigosa	2	17	114,1±6,6	333,7±10,1	250,9±31,8	9,4±0,5
9	Potentilla strigosa	3	70	166,8±5,8	200,8±10,8	190,3±25,1	14,1±0,4
10	Potentilla strigosa	4	16	139,3±4,8	343,3±7,4	180,9±1,1	13,7±0,9
11	Potentilla strigosa	5	36900	231,7±15,1	78,5±9,1	217,9±25,5	17,5±0,5
12	Potentilla strigosa	6	14	108,04±5,6	161,8±5,5	168,2±31,7	10,9±0,8

В анатомическом строении корня *Potentilla bifurca* на загрязненных участках 1 и 3 по сравнению с контрольными участками 2 и 4 увеличена толщина перидермы, сердцевинных лучей, а также площадь ксилемных сосудов. На участке 5 с очень высоким радиационным загрязнением толщина перидермы и сердцевинных лучей уменьшилась (табл. 2). Наблюдается угнетение роста растения.

В целом нами были изучены и выявлены анатомические особенности стебля (толщина эпидермиса, толщина первичной коры, толщина сердцевинной паренхимы, площадь ксилемных сосудов), листа (толщина эпидермиса, толщина листовая пластинки, площадь проводящих пучков) и корня (толщина перидермы, склеренхимных волокон, площадь ксилемных сосудов и т.д.), как показатели или индикаторные признаки техногенного загрязнения окружающей среды (7-19).

Появление различных аномалий у растений происходит из-за потери способности деления клеток образовательных тканей, вследствие этого в нормальных органах появляются изменения и отклонения (анастомоз, фасциация, анатомические аномалии).

Под действием радиации в растениях или отдельных его органах происходят структурные изменения. В условиях радиоактивного загрязнения с увеличением МЭД гамма-излучения у растений возникает ответная реакция, происходят изменения во внутренней структуре: увеличиваются толщина эпидермы, толщина склеренхимного кольца, диаметры ксилемных сосудов и площади проводящих пучков.

Реакция на длительное ионизирующее излучение у растений разных жизненных форм неодинакова. Многолетние растения, как правило, чувствительнее к действию радиации, чем одно-двулетние травянистые.

Выявлены так же адаптационные и индикаторные признаки корней растений в зависимости от доз ионизирующего излучения /20/.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2005 годы, Астана, 2003 «Экологический курсер»-2004, 29 января.
2. *Тлеубергенов С.Т.* Полигоны Казахстана. Алматы, Гылым, 1997, 745 с.
3. *Султанова Б.М.* Ценообразователи антропогенно-производных сообществ в местах проведения наземных и подземных взрывов на СИП. Алматы, 1998, 60 с.
4. *Прозина М.Л.* Ботаническа микротехника. М., 1960, 280 с.
5. *Пермяков А.И.* Микротехника. Учебно-методическое пособие для слушателей ФПКИ студентов биологического факультета МГУ. М., МГУ, 1998
6. *Барыкина Р.П.* и др. Справочник по ботанической микротехнике (Основы и методы). М., МГУ. 2004 г., 312 с.
7. *Мухитдинов Н.М., Айdosова С.С., Дурмекбаева Ш.Н.* Семей полигоны топырағы мен өсімдігінің альфа- және бета-сәулелерінің активтілігіне байланысты өсімдіктер өркендерінің анатомиялық құрылысы ерекшеліктері. Мат.межд.научно-практ. конференция «Проблемы развития аграрного сектора в XXI веке». Кокшетау, 1999, т. 3. 108-111 бб

8. *Мухитдинов Н.М., Айdosова С.С., Дурмекбаева Ш.Н.* Ионданған сәулелену әсеріне байланысты Семей полигоны біржылдық өсімдіктері өркендерінің құрылысы ерекшеліктері. Изденіс. Поиск, № 6, 1999, с. 34-48.

9. *Мухитдинов Н.М., Айdosова С.С., Дурмекбаева Ш.Н.* Структура растений как показатель радиоактивного загрязнения. Мат.межд.науч.-практ.конф. «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде», Семипалатинск, 2000, с.221-223.

10. *Mukhitdinov N., Aidossova S., Durmekbaeva Sh.* Peculiarities plants anatomical structure of «Semey» testing coround. Program and Abstract XY National congress «With international Participation» Ankara University Sept 5-9. 2000. Ankara-Turkey. p.11.

11. *Мухитдинов Н.М., Айdosова С.С., Дурмекбаева Ш.Н.* Воздействие радионуклидов на структуру растений. «Междунар. семинар «Ядерные методы и технологии для индустрии, медицины и сельского хозяйства», Алматы, 2001, с.38-39

12. *Мухитдинов Н.М., Айdosова С.С., Дурмекбаева Ш.Н.* Воздействие радионуклидов на структуру растений. «Тезисы международного семинара «Ядерные методы и технологии для индустрии, медицины и сельского хозяйства», Алматы, 2001, с.25-28

13. *Айdosова С.С., Ахтаева Н.З.* Семей полигоны аймағындағы өсімдіктердің структуралық ерекшеліктері Мат-лы междунар. науч. конфер. молодых ученых, посвященная памяти М.А. Айтхожина, Алматы, 2002. С.6-7.

14. *Айdosова С.С.* Анатомическое строение подземных вегетативных органов травянистых растений в условиях радиоактивного загрязнения. Изв. АН РК, Сер.биологическая и медицинская, 2003, №2, с.45-52

15. *Мухитдинов Н.М., Айdosова С.С., Ахтаева Н.З.* Морфоструктурные особенности растений в условиях радиоактивного загрязнения. Вестник КазГУ, серия эколог., Алматы, 2003, №1(11), с.66-72

16. *Айdosова С.С., Ахтаева Н.З.* Влияние хронического радиоактивного облучения на внутреннюю структуру растений. Мат-лы междунар. науч. конфер. «Ботаническа наука на службе устойчивого развития стран Центральной Азии», Алматы, 2003, с.33-36

17. *Мухитдинов Н.М., Айdosова С.С., Ахтаева Н.З., Кадырова Н.Ж., Артемьев И.О.* Влияние радиационного излучения на морфо-анатомическую структуру *Spireae hypericifolia* L. Докл. НАН, 2004, №2, с.56-66

18. *Айdosова С.С., Ахтаева Н.З., Сағындық К.С.* Анатомические особенности растений в условиях хронического ионизирующего излучения. Мат-лы междунар. науч. конфер. «Развитие ботанической науки в Центральной Азии и ее интеграция в производство», Ташкент, 2004, с.99-100

19. *Мухитдинов Н.М., Айdosова С.С., Ахтаева Н.З.* Семей ядролық сынақ полигоны аймағындағы доминантты өсімдіктердің жер асты мөшелерінің структуралық ерекшеліктері. Материалы 2-ой международной молодежной ботанической конференции, посвященной памяти М.С. Байтенова. Алматы, 2003, с. 174-178

20. *Ахтаева Н.З., Айdosова С.С., Мухитдинов Н.М.* Особенности анатомической структуры растений Семипалатинского полигона с различным уровнем радиоактивного загрязнения. «Сб. мат-лов II междунар. конференции «Современные проблемы геоэкологии и сохранении биоразнообразия», Бишкек, 2007, 57-59 с.

Резюме

Радиация әсерінен өсімдіктерде немесе оның жеке мүшелерінде құрылымдық өзгерістер болатындығы анықталған. Өсімдіктерде жауап реакциясы ретінде эпидермис, склеренхималық шеңбер қалыңдығы, ксилема түтіктерінің диаметрі және өткізгіш шоқтардың мөлшері артатындығы көрсетілген.

Summary

It is shown that structural changes in plants and their parts occur under conditions of radiation. Changes in internal structure of plants take place: increasing of thickness of epidermis, sclerenchyma, area of xylem vessels and conducting bundles.