

дыхательный объем при свободном дыхании и неэластичном резистивном сопротивлении по-разному: при свободном дыхании прирост вентиляции легких менее выражен, чем на фоне резистивного сопротивления дыханию. Такого рода изменения обусловлены выше указанными факторами, когда концентрация  $\text{CO}_2$  и ионов в крови увеличивается в большей мере, чем при свободном дыхании.

Изменения длительности фаз вдоха и выдоха при физических нагрузках, а также в сочетании с резистивной можно объяснить ослаблением рецептивной стимуляции с дыхательного центра с верхних дыхательных путей.

Таким образом, мышечная работа в сочетании с резистивной нагрузкой вызывает ряд существенных изменений паттерна дыхания. Эти изменения направлены на увеличение резервных возможностей респираторной системы через центральный дыхательный механизм.

#### Литература

1. Бреслав И.С., Волков Н.И. Феномен отказа в мышечной деятельности. Роль в системе дыхания. // Физиология человека. - 2002. - Т.28. - N1. - С. 121-129.
2. Миняев В.И., Давыдов В.Г. Роль торакального и абдоминального компонентов системы дыхания при гипервентиляции на фоне хеморецепторной стимуляции различной интенсивности. // Физиология человека. - 2000. - Т.26. - N 4. - С. 83-87.

#### Тұжырым

Бұлшық-ет жұмысы резистивтік жүктеме барысында тыныс алу көрсеткіштерінің (өкпелік көлемдері, дем алу және дем шығару кезеңдерінің ұзақтығы) өзгеруіне әкеледі. Бұл өзгерістер орталық тыныс алу механизм арқылы респираторлық жүйесінің мүмкіндіктерінің жоғарылауна бағытталған.

#### Summary

The muscle work with the complete by the resistive loading is lead of the extensive change of the pattern breath: volume and duration of the phase on the inspiration and expiration. This change is lead on the extensive growth of the reserve compability respiratore the system cross central breath mechanism.

УДК 582.4:504.53:547.8

*А.Б. Ахметова, С.С. Айдосова*

### **МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ *ARTEMISIA TERRAE-ALBAE KRASCH.*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В РАЙОНАХ ПАДЕНИЯ ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ ЧАСТЕЙ РАКЕТОНОСИТЕЛЯ «ПРОТОН»**

**Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан**

*Приведены результаты исследования воздействия 1,1-диметилгидразина (1,1-ДМГ) на морфологическую и анатомическую структуру *Artemisia terrae-albae* Krasch. естественных фитоценозов Карагандинской области.*

#### **Введение**

Особый вид химического загрязнения экосистем связан с падением отделяемых частей ракет, содержащих остатки топлива – 1,1-диметилгидразина (1,1-ДМГ, гептил, несимметричный диметилгидразин, НДМГ). Это высокотоксичное соединение, не встречающееся в естественных условиях. 1,1-ДМГ является одним из токсикантов окружающей среды и относится к группе канцерогенных и мутагенных агентов 1-го класса опасности. Потенциальная опасность гептила при попадании в объекты окружающей среды определяется высокой летучестью, неограниченной растворимостью в воде, способ-

ностью к миграции, накоплению, высокой стабильностью в глубоких слоях почвы и растительности [1].

Пуски ракетноносителей с космодрома "Байконур" обеспечены наличием районов падения отделяющихся частей общей площадью 12,24 млн. гектаров. В этих условиях оценка состояния окружающей среды занимает важное положение в решении проблемы предотвращения и ликвидации техногенного воздействия в местах производства, испытаний, хранения и эксплуатации космических средств [2].

Изучение морфо-анатомической структуры растений в условиях загрязнения 1,1-ДМГ поз-

воляют выявить структурные изменения во внешнем и внутреннем строении растений, которые могут послужить основой для выявления растений-аккумуляторов с целью использования их для фиторемедиации загрязненных территорий и клеточного биомониторинга современного состояния окружающей среды. Выявление разнообразия и составление банка данных анатомических структур вегетативных органов растений, составление их полных биологических характеристик позволят обосновать выбор тестовых видов растений, структура и химический состав которых определяют состояние окружающей среды.

В связи с этим целью исследования было изучение влияния 1,1-диметилгидразина (1,1-ДМГ) на структуру растений естественных фитоценозов в районах падения отделяющихся частей ракетносителя «Протон».

#### Материалы и методы исследования

В комплексных экспедициях по изучению воздействия космодрома «Байконур» на окружающую среду были исследованы районы падения отделяющихся частей ракетносителя "Протон" № 25, № 15 и изучены участки в местах падения отделяющихся частей ракетносителя на территории Карагандинской области. Для изучения воздействия 1,1-ДМГ на структуру растений нами собраны доминантные виды растений. Учитывая, что 1,1-ДМГ хорошо растворим в щелочах, для анатомических исследований были зафиксированы растения, характеризующиеся положительной анионогенной биохимической специализацией и реагирующие на накопление в своих органах химических соединений, подвижных в щелочных условиях. Это растение из семейства Астровые (*Asteraceae Dumort*): полынь белоземельная - *Artemisia terrae-albae Krasch*. Растения были собраны возле воронок, образованных в результате падения остаточных частей ракетносителя, различающихся уровнем содержания 1,1-ДМГ в почве. Контрольные образцы растений были собраны на расстоянии 500 м от воронок, где 1,1-ДМГ в почве не был обнаружен.

В лабораторных условиях с целью изучения особенностей анатомической структуры растений растительный материал с целью сохранения прижизненного состояния был зафиксирован. Собранный материал был разрезан на кусочки, величина которых составляла примерно до 40 мм. Материал был помещен в емкость с хорошо притертой пробкой и залит фиксирующим составом.

Консервация растений была проведена по методике Страсбургер-Флемминга. Консервирующей жидкостью являлась смесь: спирт-глицерин-вода в пропорции 1:1:1. Фиксацию проводили в 96% этиловом спирте. Были зафиксированы надземные вегетативные органы исследуемого вида растения.

Анатомические препараты были изготовлены с помощью микротомы с замораживающим устройством ТОС-2, а также делались вручную лезвием. Для ручной резки были использованы обыкновенные бритвы с двояковогнутом лезвием, применяемые для бритья. Для приготовления поперечных срезов брали фрагменты, вырезанные из средней части листовой пластинки параллельно средней жилке.

Срезы заключали в глицерин в соответствии с общепринятыми методиками Прозиной М.Н. (1960) [3], Пермякова А.И (1988) [4], Барыкиной Р.П. (2004) [5].

Толщина анатомических срезов составляла 10-15 мкм. Подготовлено более 500 временных препаратов для микрофотографирования и проведения морфометрического анализа. Для количественного анализа проведено измерение морфометрических показателей с помощью окуляр-микрометра МОВ-1-15 (при объективе x 9, увеличении x 10,7). Микрофотографии анатомических срезов были сделаны на микроскопе МС 300 с видеокамерой САМ V400/1.3М.

Статистическая обработка морфометрических показателей проводилась по методикам Лакина Г.Ф. (1990) [6] и Удольской Н.Л. (1976) [7], а также с помощью про-граммы Microsoft Office Excel 2007.

#### Результаты и их обсуждение

Район расположен в полупустынной (пустынно-степной) зоне, для которой характерно сочетание степных и пустынных сообществ. Растительный покров характеризуется ярко выраженной комплексностью и мозаичностью. Растения исследуемого региона распределены крайне разреженно. Полупустыни характеризуются мощным развитием полынных ландшафтов. Для полупустыни современная эпоха является временем господства полыней, группа которых составляет основное ядро флоры полупустыни Казахстана. Вторым ядром здесь является солянковая растительность.

**Место падения № 14. Ковыльно-полынная ассоциация.** Общее проективное покрытие 80%, доминанты: ковыль (*Stipa capillata L.*) и полынь (*Artemisia terrae-albae Krasch.*). Из злаков видное место занимают типчак (*Festuca*

*sulcata* Hack.) и пырей (*Agropyron pectiniforme* Roem. et Schult.). Полыни и дерновинные злаки степей определяют общий облик ландшафта.

**Место падения № 29. Солянково-полынная ассоциация.** Проективное покрытие составляет 80%. Формация солянки древовидной (*Salsola arbuscula* Pall.) является ландшафтной в растительном покрове пустыни. Видовой состав представлен 5 видами. Высота растений колеблется в пределах от 5 до 75 см.

**Место падения № 10. Полынная ассоциация.** Проективное покрытие почвы составляет 70%. Флористический состав ассоциации представлен 9 видами. Высота травостоя колеблется в пределах от 20-70 см. Из них полынь (*Artemisia terrae-albae* Krasch.) составляет до 50-60%.

**Место падения № 16. Караганово-полынно-ковыльная ассоциация.** Проективное покрытие составляет 90 %. Флористический состав ее представлен 8 видами: высота первого яруса колеблется до 50-70 см. В травостое доминирует полынь (*Artemisia terrae-albae* Krasch.). Встречается ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.), солянка деревцовидная (*Salsola arbuscula* Pall.), нанофитон ежовый (*Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bge.) и др.

**Место падения № 17. Ковыльная ассоциация.** Общее проективное покрытие 40-50%. На этих участках заселение растениями происходит пионерами-злаками, которые развиваются близко друг около друга, частично покрывая поверхность почвы.

На всех исследованных местах падения остаточных частей ракетоносителя «Протон», различающихся уровнем загрязнения 1,1-ДМГ доминантным видом растений является *Artemisia terrae-albae*.

При изучении анатомической структуры *Artemisia terrae-albae* в условиях загрязнения 1,1-ДМГ были выявлены изменения во внутренней структуре растений: увеличение количественных показателей в тканях стеблей, листьев и корней растений на всех пяти изученных участках. В стебле *Artemisia terrae-albae* с места падения № 14, характеризующемся максимальным уровнем загрязнения 1,1-ДМГ (50 мг/кг) толщина покровной ткани - эпидермы, толщина склеренхимной обкладки и площадь ксилемных сосудов увеличены. Такая закономерность проявляется и при малой концентрации (0,5 мг/кг) у растений с места падения № 16 (таблица 1).

Таблица 1

Особенности анатомического строения стебля *Artemisia terrae-albae*

№ места падения	Содержание 1,1-ДМГ в почве, мг/кг	Толщина эпидермы, мкм	Толщина склеренхимной обкладки, мкм	Площадь ксилемных сосудов, $\times 10^{-3}$ мм <sup>2</sup>
14	контроль	37,10±3,36	104,86±7,18	2,81±0,16
	50	43,83±2,79	119,44±5,47	3,8±0,35**
29	контроль	48,79±2,08	106,17±4,27	2,66±0,33
	23	44,39±2,62***	128,32±2,98**	3,03±0,20***
10	контроль	63,83±4,43	129,26±6,64	1,91±0,19
	20,3	40,66±0,85	107,95±0,72	3,47±0,30***
16	контроль	39,91±2,65	115,61±3,72	3,1±0,28
	0,5	44,67±1,29	128,04±4,28*	6,33±0,76***
17	контроль	32,99±2,21	137,67±0,57	2,71±0,16
	33,6	-	133,65±3,10***	4,46±0,25***

Примечание - Достоверно: \* - при P>0,95; \*\* - при P>0,99; \*\*\* при P>0,999 по отношению к контролю

В листьях растений с места падения № 14 толщина покровной ткани – эпидермиса и толщина мезофилла увеличиваются. В листьях *Artemisia terrae-albae* при концентрации 1,1-ДМГ 0,5 мг/кг почвы отмечено увеличение

толщины листовой пластинки и слоя мезофилла на загрязненном участке. Толщина эпидермиса и размеры проводящих пучков изменились незначительно (таблица 2).

Таблица 2

Особенности анатомического строения листа *Artemisia terrae-albae*

№ места падения	Содержание 1,1-ДМГ в почве, мг/кг	Толщина эпидермиса мкм	Толщина мезофилла, мкм	Толщина листовой пластинки, мкм	Площадь проводящих пучков, $\times 10^{-3} \text{мм}^2$
14	контроль	10,98±0,52	61,59±3,19	200,09±4,59	38,31±9,21
	50	12,77±0,47	87,39±9,58	195,24±6,58***	29,58±6,45***
29	контроль	13,74±0,72	46,08±3,61	133,65±9,18	31,79±2,12
	23	12,97±0,45**	80,1±7,39**	186,102±13,12	29,88±2,32
10	контроль	12,62±0,77	60,38±5,09	155,98±5,44	23,46±1,51
	20,3	14,02±0,44***	69,63±5,22	224,4±9,42**	42,73±2,36**
16	контроль	14,72±0,86	64,86±6,92	187,39±10,02	38,72±5,59
	0,5	11,1±1,04**	73,93±5,84	190,28±9,65	22,25±2,97
17	контроль	7,94±0,40	50,47±2,79	160,56±3,70	26,74±2,54
	33,6	11,22±0,59	51,87±3,52** *	124,92±13,11***	44,11±5,50

Примечание - Достоверно: \* - при  $P > 0,95$ ; \*\* - при  $P > 0,99$ ; \*\*\* при  $P > 0,999$  по отношению к контролю

Толщина первичной коры, диаметр центрального цилиндра и площадь ксилемных сосудов на загрязненном участке увеличены по

сравнению с аналогичными показателями растений с фонового участка (таблица 3).

Таблица 3

Особенности анатомического строения корня *Artemisia terrae-albae*

№ места падения	Содержание 1,1-ДМГ в почве, мг/кг	Толщина первичной коры, мкм	Диаметр центрального цилиндра, мкм	Площадь ксилемных сосудов, $\times 10^{-3} \text{мм}^2$
14	контроль	128,32±5,05	337,76±6,07	2,08±0,28
	50	158,42±4,31***	366,46±7,29**	4,47±0,43***
29	контроль	161,87±10,4	331,6±7,32	2,62±0,37
	23	115,05±4,19***	509,82±10,98***	2,85±0,24
10	контроль	126,52±7,88	238,56±20,2	1,85±0,11
	20,3	148,77±4,31**	174,68±5,57**	1,16±0,06
16	контроль	157,01±5,08	200,57±3,49	2,63±0,11
	0,5	83,74±6,60***	392,44±11,83***	3,49±0,23***
17	контроль	144,34±7,22	255,24±5,73	3,07±0,19
	33,6	184,77±8,01***	210,38±2,51***	3,45±0,17***

Примечание - Достоверно: \* - при  $P > 0,95$ ; \*\* - при  $P > 0,99$ ; \*\*\* при  $P > 0,999$  по отношению к контролю

Анализ полученных данных показывает, что наличие токсиканта в почве вызывает увеличение размеров клеток и тканей вегетативных органов *Artemisia terrae-albae*, и тем самым оказывает положительное воздействие на рост растения в целом. Это вызвано тем, что 1,1-ДМГ является азотсодержащим соединением. Увеличение первичной коры корня растения, как структуры, выполняющей функцию запасной

ткани, вызвано накоплением токсиканта в клетках, ксилемные сосуды увеличиваются в диаметре.

На основании проведенных исследований и анализа результатов полученных данных были сделаны следующие выводы:

1. Под воздействием 1,1-ДМГ в анатомической структуре растений естественных фитоценозов *Artemisia terrae-albae* в зависимости от концентрации 1,1-ДМГ в почве происходит