

Б. САРСЕНБАЕВ¹, Ю. А. КОТУХОВ², А. Н. ДАНИЛОВА²,
С. Д. АТАБАЕВА¹, Е. А. КИРШИБАЕВ¹, Б. Н. УСЕНБЕКОВ¹

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПЫРЕЯ ПОЛЗУЧЕГО (*ELYTRIGIA REPENS* L.) В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

¹Институт физиологии, генетики и биоинженерии растений МОН РК, г. Алматы;
²Алтайский ботанический сад Института ботаники и фитоинтродукции МОН РК, г. Риддер

Представлены результаты изучения влияния ряда тяжелых металлов на показатели роста и развития пырея ползучего (*Elytrigia repens* L.), перспективного в плане использования его в качестве мелиоранта почв, загрязненных тяжелыми металлами. Установлено, что Zn, Pb, Cu и Cd подавляли прорастание семян, формирование всходов, задерживали рост и развитие, вызывали аномалии в морфологии органов. Zn, Cu и Cd повысили чувствительность растений к холоду и заморозкам. У растений снизилась устойчивость к болезнетворным организмам, а также накопление биомассы.

Основными источниками загрязнения воздуха и почв тяжелыми металлами (ТМ) являются продукты сжигания ископаемого топлива и выбросы промышленных предприятий, главным образом горнодобывающих и металлургических. На территории этих предприятий и вблизи, а также вдоль автомагистралей увеличивается содержание свинца, меди, кадмия, цинка и других металлов как в почвах, так и в растениях. Зачастую концентрации и тяжелых металлов в почвах превышают фоновые в сотни и

тысячи, а в растениях в десятки и сотни раз [1, 2]. ТМ передаются по трофическим связям, что приводит к нарушению обменных процессов в организмах и вызывает различные заболевания у животных и человека.

Чрезмерно высокие концентрации ТМ подавляют рост, развитие растений, а следовательно, их размножение, что приводит к исчезновению некоторых видов. В этих условиях формируются новые, техногенные сообщества, отличающиеся от зональ-

ных. Как правило, выживают более пластичные и адаптированные виды и популяции эндемичных видов. Они отличаются не только толерантностью к действию тяжелых металлов, но и способностью к аккумуляции их в отдельных органах. Поиск и выявление видов-металлофитов из местной флоры имеет важное научное и практическое значение для разработки основ фиторемедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами.

В настоящее время ученые многих стран мира ведут интенсивные поиски и разработки способов фитоочистки окружающей среды от тяжелых металлов [3–5]. Справедливо считается, что фиторемедиация во много раз эффективнее существующих физико-химических и механических способов восстановления нарушенных экосистем [6].

Ранее нами была показана относительная устойчивость пырея ползучего (*E. repens*), к действию наиболее распространенных в окружающей среде тяжелых металлов [7]. В настоящей работе представлены результаты изучения влияния ряда тяжелых металлов на показатели роста и развития *E. repens*, перспективного в плане использования в качестве мелиоранта почв, загрязненных тяжелыми металлами. Это многолетнее травянистое растение. Вид наиболее распространен в республике. Отличается полиморфностью и экологической пластичностью.

Материалы и методы. Объектом исследования явились растения *Elytrigia repens* L. Работа проводилась на территории Алтайского ботанического сада Института ботаники и фитоинтродукции МОН РК. Экспериментальный участок (1x1 м), где заложен мелкоделяночный опыт, расположен у юго-западного подножия г. Белкиной в долине р. Быструха. В почву были внесены тяжелые металлы из расчета цинк и свинец по 1000 мг, медь 100 мг, кадмий 50 мг на 1 кг почвы в виде сульфатных солей цинка, меди и кадмия и азотнокислой соли свинца.

Указанные концентрации тяжелых металлов основаны на результатах лабораторных экспериментов по выявлению критических доз тяжелых металлов, вызывающих угнетение роста растений. Посев семян проводили в августе 2002 г.

Морфологические особенности развития злаков описаны по количественным и качественным признакам (высоте растений, количестве генеративных и вегетативных побегов, длине и ширине листа и т.д.). Фенологические наблюдения проводились согласно классическим общепринятым методикам.

Результаты и их обсуждение. Из полученных данных следует, что тяжелые металлы существенно подавляют процесс прорастания семян. Например, кадмий задерживал появление всходов на 3 дня, свинец – на 4, а цинк и медь – на 7 дней по сравнению с контрольным фоном. К тому же процесс прорастания семян растянут во времени, а всходы изрежены, т.е. некоторые семена вообще не взошли. На опытных вариантах проростки были ослаблены и отставали в развитии. Если растения контрольного варианта «уходили» под снег в фазе кущения с хорошо развитыми надземными (4–5 листьев) и подземными органами, то на фоне с тяжелыми металлами у проростков сформировались всего 2–3 листа и не было признаков кущения. Корневая система у них нитевидная, неразветвленная и искривленная, преимущественно с поверхностным расположением. Особенно на фоне с медью образование корней у проростков проходило с явными морфологическими аномалиями, где они были чрезмерно извилистые, утолщенные и короткие. Налицо нарушение ростовых корреляций, латеральный рост преобладал над апикальным, по-видимому, за счет повреждения медью точки роста кончика корней.

Тяжелые металлы наряду с подавлением ростовых процессов существенно снижали холодо- и зимостойкость, а также устойчивость растений к болезнетворным организмам, например ржавчинным грибам. Растения опытных вариантов в большей степени были подвержены действиям ржавчинных грибов. Под влиянием тяжелых металлов и на втором году жизни наблюдались морфологические аномалии, отставание роста и развития растений. Так, тяжелые металлы, особенно медь и цинк, сильно задерживали наступление кущения и растягивали трубкование, что привело к наложению фаз развития. Однако в дальнейшем, за счет ускоренного темпа развития, растения на всех вариантах опыта почти одновременно приступили к процессу колошения. Из-за дождливой погоды во время цветения и опыления завязывание семян не происходило ни на одном варианте.

Показатели биопараметров, наступления фенофаз и накопление биомассы надземных органов представлены в таблице. Как видно, тяжелые металлы также нарушали морфогенез растений.

На первом году жизни у растений преобладало количество укороченных вегетативных побегов. При этом только цинк подавлял процесс образования

Особенности роста и развития *E. repens* в условиях загрязнения почв тяжелыми металлами

Варианты	Всходы	Трубкавание	Колошение	Побегообразование			Размеры листа, см		Биомасса, г/м ²
				Вегетатив.	Генератив.	Общ. (шт.)	Длина	Ширина	
Контроль	09.09	24.06	04.07	48,4	2,5	50,9	18,1	0,8	158,8
Zn	16.09	25.06	24.08	35,5	1,3	36,8	22,6	1,3	56,3
Pb	13.09	26.06	04.07	86,8	1,0	87,8	23,0	1,4	141,3
Сi	16.09	04.07	05.07	72,6	0,7	73,3	23,0	1,2	75,0
Cd	13.09	25.06	05.07	59,6	1,3	60,9	20,8	1,3	136,3

вегетативных побегов, тогда как свинец, медь и кадмий существенно стимулировали этот процесс. Тяжелые металлы в большей степени угнетали образование генеративных побегов. Таким образом, получено еще одно подтверждение в пользу преобладания латерального роста над апикальным под влиянием тяжелых металлов или об отсутствии апикального доминирования при формировании куста. В целом растения наиболее чувствительны к действию тяжелых металлов в начальные этапы роста и развития. Листовой аппарат растений, подвергшихся действию тяжелых металлов, был несколько шире и удлиненнее, чем в контрольном варианте. Однако в конце вегетации на них образовались различные окрашенные пятна, которые в дальнейшем приводили к развитию хлороза и некроза тканей.

Накопление сухой биомассы является интегральным показателем действия тяжелых металлов на растения. Цинк почти в 3 раза подавлял накопление биомассы надземных органов, медь снижала этот процесс вдвое по сравнению с контрольным фоном. Действие свинца и кадмия было несколько слабее. По-видимому, взятые концентрации недостаточно высоки, чтобы вызывать такие же эффекты, как цинк и медь, или они вступают во взаимодействие с почвенными частицами, снижая тем самым концентрацию подвижной фракции металлов.

Таким образом, наиболее распространенные тяжелые металлы, такие, как цинк, свинец, медь и кадмий, подавляли прорастание семян, формирование всходов, задерживали рост и развитие растений, вызывали аномалии в морфологии органов. Цинк, медь и кадмий повышали чувствительность растений к холоду и заморозкам. Наблюдались сильное выпирание и массовая гибель растений во время весенних заморозков в апреле. У растений снижались устойчивость к болезнетворным организмам, а также накопление биомассы, которое является интегральным показателем при действии стрессовых факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Силаева Т.Б., Баимаков Д.И., Баимакова Е.С. Тяжелые металлы в растениях в условиях загрязнения// Тезисы докладов IV съезда общества физиологов растений России «Физиология растений - наука III тысячелетия». М., 1999. С.459-460.
2. Прасад М.Н. Практическое использование растений для восстановления экосистем, загрязненных металлами // Физиология растений. 2003. Т.50, № 5. С. 764-780.
3. Salt D.E., Blaylock M., Kumar N.P. Phytoremediation: A vel strategy for theremoval of toxic metals from the environment using plants// Biotechnology. 1995. V.13.P.468-474.
4. Ritter W.F., Scarborough R.W. A review of bioremediation of contaminated soilsand ground-water//J. Environ. Sci Health.1995. V.30. P 333-357.
5. Gleba D., Salt D.E., Smith R. e.a. Screening for metal accumulating plants// Plant Physiol. 1996. V.I 10. P.715-719.
6. Barak Ph. Metal scavenging plants to cleanse the soil// Agricultural research USDA-ARS.1995.P. 4-9.
7. Атабаева С.Д., Сарсенбаев Б.А., Киришбаев Е.А., Усенбеков Б.Н. Действие меди и кадмия на рост некоторых диких злаковых растений//Биотехнология: Теория и практика. 2002. № 2. С. 111-118.

Резюме

Ауыр металдармен ластанған топырақты тазартудың мелиоранты болып табылатын жатаған бидайық *Elytrigia repens* L. өсімдігінің өсу және даму көрсеткіштеріне бірқатар ауыр металл иондарының әсерінің нәтижелері келтірілген. Zn, Pb, Cu және Cd иондарының дәннің өніп-өсуін, өскіндердің түзілуін, өс у мен дамуды тежейтіні, өсімдік мүшелерінің морфологиясында аномалиялардың пайда болуына әкелетіні белгілі болды. Zn, Cu және Cd иондары өсімдіктің суыққа және аязға сезімталдылығын арттырды. Өсімдіктердің биомасса жинақтау қарқындылығы мен ауру тудырғыш организмдерге төзімділігі төмендеді.

Summary

It was presented the results of the study of heavy metal influence on the growth of *Elytrigia repens* L., perspective plant for using it for phytoremediation of heavy metal contaminated soils. It was established, that Zn, Pb, Cu and Cd have inhibited the seed germination, formation of new growth, e /oked retardation of growth, abnormality of plant parts. Zn, Cu and Cd are increased the sensitivity of plants to cold and frosts. It was decreased the tolerance of plant to pathogenes.