

УДК: 581.82:[546.3+582.6/9]

## ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПЫЛЬЦЫ НЕКОТОРЫХ ДРЕВЕСНЫХ

*Лях В.А., проф.; Пересыпкина Т.Н., доц.; Дубовая Е.В., доц.; Фендюк Л.М., доц.  
Запорожский государственный университет*

Среди декоративных видов растений существует значительное разнообразие по способности произрастать в условиях загрязнения окружающей среды, поэтому очень важен подбор ассортимента устойчивых видов. Согласно современным представлениям - до 80% генов генома спорофита экспрессируется в гаметофите (пыльце) [1]. К их числу относят гены, детерминирующие чувствительность к различным абиотическим и биотическим факторам среды, в том числе к повышенной и пониженной температурам, засолению, гербицидам [2-7]. Основываясь на проявлении значительной части генов генома взрослого растения (спорофита) в пыльце (гаметофит), об устойчивости какого-либо вида растения к тому или иному фактору среды можно судить по реакции пыльцы на данное средовое воздействие. Предполагается, что гены, детерминирующие устойчивость растений к тяжелым металлам, также экспрессируются в пыльце. В этом плане известна публикация Searcy, Mulcahy (1985), обнаруживших параллельную экспрессию выносливости к Cu и Zn в пыльце и спорофите *Silene dioica* и *Mimulus guttatus*. Таким образом, определение реакции мужского гаметофита на действие различных тяжелых металлов при наличии положительной связи между устойчивостью к ним гаметофита и спорофита позволит осуществлять быстрый скрининг декоративных сортов и видов растений, способных успешно произрастать в условиях промышленного загрязнения почвенной и воздушной среды. Именно интенсификация процесса отбора необходимых генотипов является основным преимуществом методов оценки, основанных на анализе пыльцы. Как правило, растения продуцируют достаточно большое количество пыльцы, которое обеспечит многократную повторность эксперимента. Кроме того, пыльцы одного растения будет достаточно для того, чтобы определить её чувствительность не к какому-либо одному средовому агенту, а к нескольким. На единичных взрослых вегетирующих растениях это осуществить невозможно. Определение чувствительности мужского гаметофита к тяжелым металлам важно не только в связи с возможностью с достаточно высокой степенью вероятности характеризовать реакцию спорофита на действие используемых средовых агентов. Чувствительность микрогаметофита к загрязнению окружающей среды представляет и самостоятельный интерес, отражая устойчивость репродуктивных процессов и структур. Определение устойчивости мужского гаметофита древесных проводили в лабораторных условиях. В контроле пыльцу проращивали на жидких средах, содержащих 20% сахарозы и 0,001% борной кислоты. В опытных вариантах, кроме вышеперечисленных компонентов, в среду добавляли соли тяжелых металлов в концентрации 0,1; 1,0 и 10 мг/л. Проращивание проводили при 26<sup>0</sup>С в течение 2-3 часов, затем в каждом варианте в 15-20 полях зрения подсчитывали число проросших пыльцевых зерен и измеряли длину пыльцевых трубок. Пыльцевые зерна считали проросшими, если длина пыльцевой трубки была равна половине диаметра пыльцевого зерна и больше. О чувствительности мужского гаметофита к тяжелым металлам судили по способности пыльцы прорасти на искусственной питательной среде в присутствии тяжелых металлов по сравнению с контролем. Для этого определяли степень изменения процента прорастания пыльцы в опытном варианте по сравнению с контролем. Исследовали следующие виды растений: *Betula pendula*, *Acer negundo*, *Elaeagnus angustifolia*, *Aesculus hippocastanum*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia cordata*, *Catalpa bignonioides* и *Philadelphus coronarius*.

Действие Cu и Zn на длину пыльцевой трубки в большинстве случаев, за исключением *Philadelphus coronarius*, было близким. С увеличением концентрации данных веществ в среде для прорастивания пыльцы у *Betula pendula*, *Catalpa bignonioides* и *Aesculus hippocastanum* наблюдали последовательное уменьшение длины пыльцевой трубки, причем даже минимальная концентрация (0,1 мг/л) оказывала ингибирующее действие. Минимальное содержание в питательной среде солей Cu и Zn заметно стимулировало рост пыльцевых трубок *Robinia pseudoacacia*, а максимальное – практически не оказывало какого-либо действия. Для пыльцы *Acer negundo* и *Philadelphus coronarius* Zn в большинстве концентраций существенно влиял на рост пыльцевой трубки, обеспечивая увеличение длины по сравнению с контролем от 1,3 раза у *Acer negundo* до 2,0 – у *Philadelphus coronarius* (табл. 1).

Что же касается соли Cu, то на среде, содержащей 10 мг/л CuSO<sub>4</sub>, средняя длина пыльцевой трубки у чубушника была значительно меньшей, чем в контроле.

Для всего перечня видов, где в качестве тяжелого металла испытывался свинец, за исключением *Catalpa bignonioides* и *Philadelphus coronarius*, в вариантах с минимальными концентрациями, его наличие приводило к значительному увеличению длины пыльцевой трубки. Наибольшим оно было у *Tilia cordata* и *Elaeagnus angustifolia* и, в меньшей степени, у остальных видов. Увеличение концентрации Pb в среде вплоть до 10 мг/л значимо не снижало длину пыльцевых трубок ни у одного из исследуемых видов.

Таблица 1 – Изменение длины пыльцевой трубки на средах с различным содержанием тяжелых металлов

Металл	Концентрация в среде, мг/л	Вид растения							
		<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Catalpa bignonioides</i>	<i>Tilia cordata</i>	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	<i>Philadelphus coronarius</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Acer negundo</i>
Pb	0,1	-21,3*	-38,1**	-2,0	-61,3***	-26,8*	-	-	-
	1,0	-35,0**	-7,9	-86,3***	-28,7*	6,6	-	-	-
	10,0	-22,9*	12,7	-11,8	1,3	10,7	-	-	-
Cr	0,1	-40,0***	-31,7**	-45,1***	-52,2***	10,5	-	-	-
	1,0	-14,5	7,9	-37,3***	-41,4***	17,7	-	-	-
	10,0	37,7***	41,3***	-7,8	7,7	55,6***	-	-	-
Cu	0,1	-64,4***	14,3	-	-	3,0	37,7***	11,1	-10,2
	1,0	0,9	52,1***	-	-	-34,8**	44,4***	3,1	-16,8
	10,0	5,7	52,1***	-	-	18,5*	46,0***	32,1**	-3,8
Zn	0,1	-15,8	-	-	-	-101,4***	20,9*	-2,7	-11,5
	1,0	-20,1*	-	-	-	-27,9**	39,9***	-2,4	-31,7**
	10,0	-0,3	45,7***	-	-	-15,5	31,7**	7,8	-31,7**

Примечание. \*, \*\*, \*\*\* - отличия от контроля значимы при P<0,05; 0,01 и 0,001 соответственно

Cr во всех концентрациях хорошо стимулировал рост пыльцевых трубок у *Tilia cordata* и *Elaeagnus angustifolia*, а при минимальном содержании – у *Robinia pseudoacacia* и *Catalpa bignonioides*. У *Philadelphus coronarius*, также как и у *Robinia pseudoacacia* и *Catalpa bignonioides* в концентрации 10 мг/л, ионы Cr существенно уменьшали длину пыльцевой трубки. При этом максимальное ингибирование роста пыльцевых трубок наблюдалось у *Robinia pseudoacacia*.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что изученные виды древесных растений существенно различаются по реакции мужского гаметофита на действие тяжелых металлов.

Принимая во внимание степень изменения длины пыльцевой трубки в варианте с содержанием тяжелых металлов в среде 10 мг/л по сравнению с контролем, исследуемые виды по толерантности мужского гаметофита в порядке убывания располагаются следующим образом:

Zn – *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Philadelphus coronarius*, *Aesculus hippocastanum*, *Betula pendula*, *Catalpa bignonioides*;

Pb – *Robinia pseudoacacia*, *Tilia cordata*, *Elaeagnus angustifolia*;

Cr – *Tilia cordata*, *Elaeagnus angustifolia*, *Robinia pseudoacacia*, *Catalpa bignonioides*, *Philadelphus coronarius*.

Суммируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что из исследованных видов растений наиболее чувствительным к тяжелым металлам на уровне мужского гаметофита оказались следующие виды древесных: к Cu и Zn – *Betula pendula*, *Catalpa bignonioides*, к Pb – *Philadelphus coronarius* и *Catalpa bignonioides*, к Cr - *Catalpa bignonioides* и *Philadelphus coronarius*.

#### **SUMMARY**

*The influence of Cu, Zn, Pb, Cr on sensitivity male gametophyte of Acer negundo, Robinia pseudoacacia, Philadelphus coronarius, Aesculus hippocastanum, Betula pendula, Catalpa bignonioides, Tilia cordata, Elaeagnus angustifolia was investigated. The most sensitive to metals have appeared the following species: to Cu and Zn - Betula pendula, Catalpa bignonioides, to Pb - Philadelphus coronarius, Catalpa bignonioides to Cr - Philadelphus coronarius, Catalpa bignonioides.*

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ottaviano E., Sari Coria M., Mulcahy D. L. Pollen selection: Efficiency and Monitoring // *Isozymes: Structure, Function and use in Biology and Medicine*. 1990. Wiley – Liss Inc.- P. 575-588.
2. Лях В.А. Изменение состава и спектра расщепляющихся популяций при воздействии различными факторами на пыльцу межвидовых гибридов F1 томатов: Автореферат диссертации канд. биол. наук. - Минск, 1985.
3. Лях В.А., Сорока А.И. Эффективность микрогаметофитного отбора на устойчивость кукурузы к температурному фактору // *С.- х. биология*. - 1993. - №3. – С. 38-44,44.
4. Zamir D, Tanksley S.D., Jones R.A. Haploid selection for low temperature tolerance of tomato pollen // *Theor. and Appl. Genet.* 1982. - Vol. 101. - P. 129-137.
5. Sacher R., Mulcahy D.Z., Staples R. Developmental selection during self pollination of *Lycopersion* and *Solanum* F1 for salt tolerance of F2 // *Proc. Symp. Pollen: Biol. And Implic. Plant Breed.* 1983. - P. 329-334.
6. Sari Coria M., Ottaviano E., Frascaroli E.M. et al. Herbicide tolerant corn by pollen selection // *Sex. Plant Reprod.* 1989. - Vol. 2. - P. 65-69.
7. Hodgkin T. In vitro pollen selection in *Brassica napus* L. for resistance to phytotoxic compounds from *Alternaria brassicicola* (Schw.) wiits // *Sex. Plant. Reprod.* 1990. - Vol. 2.- P. 116-120.

*Поступила в редакцию 10 декабря 2003 г.*