

## УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕНОТИПОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ

Р.А. АЛЫБАЕВА, кандидат биологических наук  
Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы,  
Республика Казахстан

### Введение

Известно, что способность к поглощению, накоплению и использованию химических элементов у растений генетически детерминирована [3]. Исследованиями Гамзиковой О.И. с сотр. выявлена значительная вариабельность устойчивости *Triticum* L. к тяжелым металлам на видовом и сортовом уровнях. Ими экспериментально доказан и количественно оценен широкий спектр межвидового и внутривидового полиморфизма по устойчивости *Triticum* L. к Ni и Cd. На основании материала, полученного при скрининге генофонда пшеницы и использовании генетических моделей, авторы развивают представления о возможности управления признаками эдафической устойчивости селекционным методом [2-4].

Богатый ресурсно-сырьевой потенциал Казахстана явился основой для развития мощной индустрии. Однако именно промышленные центры являются районами наибольшего загрязнения различных сред тяжелыми металлами, поэтому проблема использования экологически чистых технологий на загрязненных площадях здесь очень актуальна. Создание и использование сортов, толерантных к загрязнителям, в частности тяжелым металлам, является важной составляющей экологически чистых технологий [6]. На первой стадии этого процесса необходимо изучение генофонда культурных и дикорастущих растений и выделение устойчивых форм растений и доноров, накапливающих минимальное количество экотоксикантов.

Целью работы стало исследование различных генотипов озимой пшеницы для идентификации форм, устойчивых к таким тяжелым металлам, как свинец и цинк, являющихся приоритетными загрязнителями в восточноказахстанском регионе.

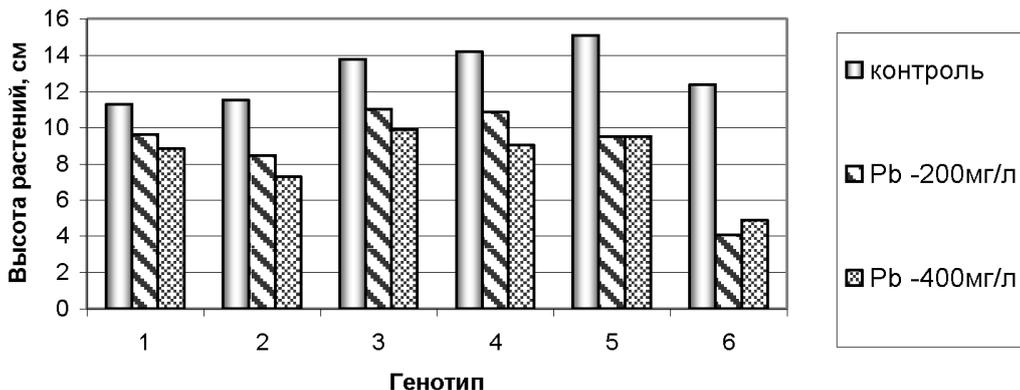
### Объекты и методы исследования

Объектом исследования явилась пшеница, которая широко возделывается в Казахстане. Эксперименты были выполнены на её проростках различных генотипов: Мироновская 808 - сорт озимой мягкой пшеницы, Красноводопадская 25 - казахстанский сорт озимой мягкой пшеницы, Купава - российский сорт озимой мягкой пшеницы, МК-3745 - перспективная линия озимой мягкой пшеницы SIMMIT, тритикале – сорт Таза, *Triticum compactum* Host., *Triticum timopheevii* Zhuk., *Triticum monococcum* L., *Triticum trianciale* Zhuk., *Triticum dicoccum* Schuebl. – дикие сородичи пшеницы, выращенные на питательной смеси, содержащей 0,1мМ CaSO<sub>4</sub>, ионы Pb в концентрации 200 и 400 мг/л (в виде соли Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) или ионы Zn в концентрации 200 и 400 мг/л (в виде соли ZnSO<sub>4</sub>). Растения выращивали 7 суток в факторостатных условиях [1].

Определяли ростовые параметры, содержание свинца и цинка в надземных органах и корнях, проницаемость мембран клеток проростков. Определение ростовых параметров проводили по общепринятым методикам. Свинец и цинк определяли методом атомной абсорбции с атомизацией в пламени и графитовой печи на приборе Analyst 300 фирмы «Perkin Elmer» (США). Эксперименты по проницаемости мембран были выполнены на проростках генотипов пшеницы, различающихся по металлоустойчивости: Мироновская 808 и МК-3745. Определение проницаемости мембран для электролитов проводили кондуктометрически по методу Декстера [5].

### Результаты и обсуждение

Изучение влияния свинца и цинка на ростовые параметры 7-дневных проростков пшеницы показало, что ионы свинца и цинка подавляют рост растений. Увеличение концентрации металла усиливало ингибирующее действие его на рост растений (рис. 1, 2).

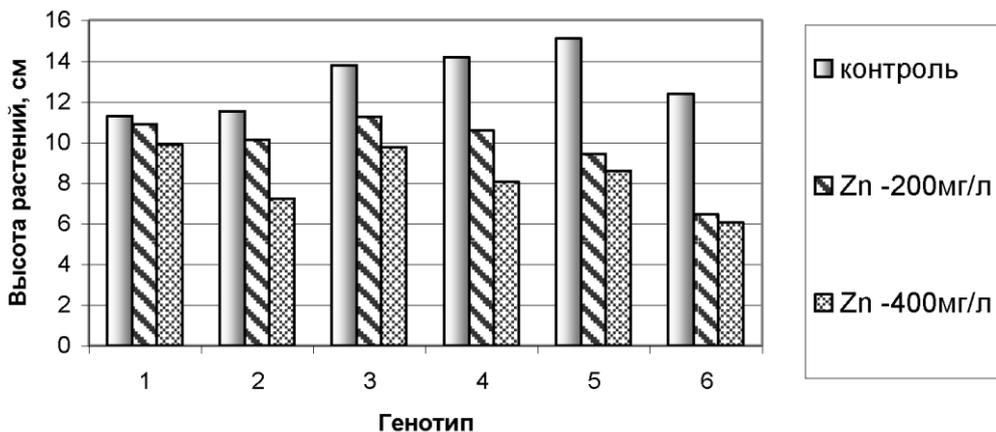


1 – Мироновская 808, 2 – Купава, 3 – Красноводопадская 25, 4 – *Tr. compactum*, 5 – Тритикале, 6 – МК-3745

**Рис. 1. Влияние свинца на формирование высоты проростков у различных генотипов пшеницы**

Исследуемые генотипы по росту надземных органов при высокой концентрации свинца можно расположить следующим образом: Мироновская 808 > Красноводопадская 25 > *Tr. compactum* > Таза > Купава > МК-3745 (рис. 1). Длина корней уменьшалась в следующем порядке: Купава > Мироновская 808 > *Tr. compactum* > Красноводопадская 25 > Таза > МК-3745. Таким образом, судя по росту надземных органов и корней, наиболее устойчивыми к действию свинца среди исследуемых генотипов можно считать сорт озимой пшеницы Мироновская 808 и вид *Tr. compactum*, наиболее чувствительным – образец МК-3745.

Исследование влияния цинка на рост проростков различных генотипов озимой пшеницы показало, что по росту надземных органов генотипы при высокой концентрации цинка можно расположить следующим образом: Мироновская 808 > Красноводопадская 25 > Купава > *Tr. compactum* > Таза > МК-3745. Длина корней уменьшалась в следующем порядке: Купава > Мироновская 808 > *Tr. compactum* > Таза > Красноводопадская 25 > МК-3745. Таким образом, судя по росту надземных органов и корней, наиболее устойчивыми к цинку среди исследуемых видов можно считать сорта Мироновская 808, Купава и вид *Tr. compactum* (рис. 2.).



1 – Мироновская 808, 2 – Купава, 3 – Красноводопадская 25, 4 – *Tr. compactum*, 5 – Тритикале, 6 – МК-3745

**Рис. 2. Влияние цинка на формирование высоты проростков у различных генотипов пшеницы**

Следует отметить, что корни растений сорта озимой пшеницы Купава были наиболее устойчивыми к действию цинка. Наиболее чувствительным оказался образец МК-3745.

Исследование содержания свинца в надземных органах и корнях проростков различных генотипов озимой пшеницы показало, что наименьшее накопление свинца в надземных органах озимой пшеницы, при содержании его в среде 400 мг/л, наблюдается в проростках сорта Мироновская 808 и вида *Tr. trianciale* (рис. 3), наименьшее количество свинца накапливают корни растений сорта Купава при его содержании в среде 200 мг/л; сорта Мироновская 808 и вида *Tr. timofeevi* при содержании его в среде 400 мг/л. Наибольшее содержание свинца в надземных органах и в корнях наблюдается у растений озимой пшеницы линии МК 3745. По результатам исследования как влияния свинца на ростовые параметры 7-дневных проростков пшеницы, так и накопления свинца в корнях и надземных органах растений различных генотипов озимой пшеницы можно выделить сорта Купава и Мироновская 808 и вид *Tr. timofeevi* как генотипы с наибольшей корневой устойчивостью к действию свинца, сорт Мироновская 808 и виды *Tr. trianciale*, *Tr. compactum* как генотипы, устойчивые к транслокации свинца в надземные органы.



1 - Мироновская 808, 2 – Красноводопадская 25, 3 – Купава, 4 – МК –3745, 5 -Тритикале, 6 – *Tr.compactum*, 7 – *Tr.timofeevi*, 8 – *Tr. monococcum*, 9 – *Tr. trianciale*, 10 – *Tr. dicoccum*

**Рис. 3. Накопление свинца в надземных органах различных генотипов пшеницы**

Исследование содержания цинка в надземных органах и корнях проростков различных генотипов озимой пшеницы показало, что наименьшее количество цинка накапливают корни растений сорта Купава при содержании его 200 мг/л и вид *Tr. timofeevi* при содержании его в среде 400 мг/л. Наименьшее накопление цинка в надземных органах озимой пшеницы, при содержании его в среде 400 мг/л, наблюдается в проростках сорта Красноводопадская 25 и видов *Tr. timofeevi*, *Tr. trianciale*, *Tr. dicoccum* (рис. 4).



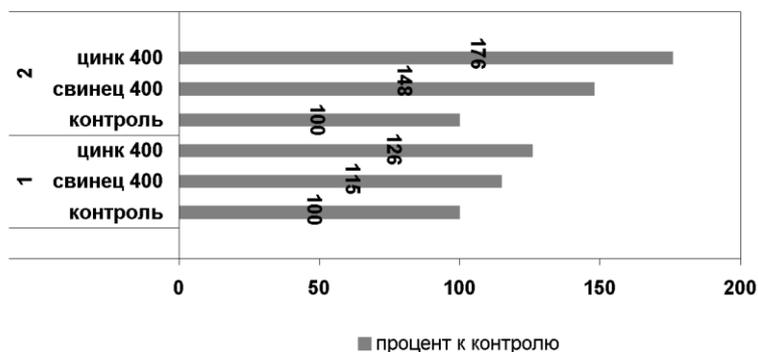
1 – Мироновская 808, 2 – Красноводопадская 25, 3 – Купава, 4 – МК -3745, 5 – Тритикале, 6 – *Tr. compactum*, 7 – *Tr. timofeevi*, 8 – *Tr. monococcum*, 9 – *Tr. trianciale*, 10 – *Tr. dicoccum*

**Рис. 4. Накопление цинка в надземных органах различных генотипов пшеницы**

По результатам исследования как влияния цинка на ростовые параметры 7-дневных проростков пшеницы, так и накопления цинка в корнях и надземных органах растений различных генотипов озимой пшеницы, можно выделить сорт Купава и вид *Tr. timofeevi* как генотипы с наибольшей корневой устойчивостью к действию цинка, сорта Красноводопадская 25, Мироновская 808 и виды *Tr. timofeevi*, *Tr. trianciale*, *Tr. compactum* как генотипы, устойчивые к транслокации цинка в надземные органы.

Исследование накопления свинца и цинка в корнях и надземных органах, а также ростовых параметров проростков пшеницы различных генотипов позволило выявить наиболее чувствительные и устойчивые генотипы. Наиболее устойчивыми как к действию свинца, так и цинка генотипами явились сорта озимой пшеницы Мироновская 808 и Красноводопадская 25, виды *Tr. timofeevi*, *Tr. trianciale*, а наиболее чувствительной – линия озимой пшеницы МК-3745.

Известно, что выход электролитов есть функция проницаемости мембран, которая в свою очередь характеризует степень их повреждения [7]. Следовательно, генотипы, отличающиеся устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, должны обладать различными физико-химическими характеристиками мембран. Изучение влияния ионов свинца и цинка на проницаемость клеточных мембран надземных органов сортов пшеницы Мироновской 808 и МК-3745, устойчивого и чувствительного показало, что проницаемость клеточных мембран для электролитов при действии высоких концентраций свинца и цинка (400 мг/л) увеличивается (рис. 5).



1 – Мироновская 808, 2 – МК-3745

**Рис. 5. Влияние цинка и свинца на проницаемость клеточных мембран для электролитов у озимой пшеницы**

Следует отметить, что проницаемость мембран для электролитов у более устойчивого сорта Мироновская 808 изменялась в меньшей степени по сравнению с более чувствительным генотипом - МК-3745 как при действии свинца, так и при действии цинка. Данный факт свидетельствует о том, что устойчивость растений в целом может быть обусловлена устойчивостью их клеточных мембран к действию стресса. Причиной наиболее сильного подавления ростовых процессов, равно как и сравнительной устойчивости сорта Мироновская 808 может являться различная способность клеточных мембран противостоять стрессу, в частности, действию тяжелых металлов.

### Выводы

Наиболее устойчивыми к действию свинца и цинка генотипами оказались сорта озимой пшеницы Мироновская 808 и Красноводопадская 25, виды *Tr. timofeevi*, *Tr. trianciale*, а наиболее чувствительной – линия озимой пшеницы МК-3745.

Устойчивость растений озимой пшеницы в целом может быть обусловлена устойчивостью их клеточных мембран к действию стресса.

### Список литературы

1. Оценка толерантности к свинцу генотипов пшеницы / Алыбаева Р.А., Беркинбаев Г.Д., Атабаева С.Д., Кенжебаева Ш.К., Сарсенбаев Б.А., Кохметова А.М., Саданов А.К. // Вестник КазНУ им. аль-Фараби. Серия биологическая. – 2006. – Т. 29, № 3. – С. 168-171.
2. Барсукова В.С., Гамзикова О.И. Влияние избытка никеля на элементный состав

- контрастных по устойчивости к нему сортов пшеницы // Агрохимия. – 1999. – № 1. – С. 80-85.
3. Гамзикова О.И. Состояние исследований в области генетики минерального питания // Агрохимия. – 1992. – № 4. – С.139-150.
4. Гамзикова О.И., Барсукова В.С. Потенциал пшеницы по устойчивости к тяжелым металлам // Сиб. эколог. журн. – 1994. – № 3. – С. 245-251.
5. Коваль С.Ф. Исследование свойств клеточных мембран и устойчивости растений по вымываемости электролитов // Изв. Сиб. Отд. АН СССР. Серия биол.наук. – 1974. – № 15, Вып. 3. – С. 161 -167.
6. Молчан И.М. Селекционно-генетические аспекты снижения содержания экотоксикантов в растениеводческой продукции // Сельскохозяйственная биология. – 1996. – № 1. м С. 55-66.
7. Stevavic B., Sinzar I., Glisic O. Electrolyte leakage differences between poikilohydrous and homoiohydrous species of Gesneriaceae // Biologia Plantarum. – 1998. – V. 40, № 2. – P. 229-303.

*Рекомендовано к печати к.б.н. Губановой Т.Б.*