

Sulfite oxidase, (EC 1.8.3.1) third molybdoenzyme is an enzyme in the mitochondria of all eukaryotes. It oxidizes sulfite to sulfate and, via cytochrome c, transfers the electrons produced to the electron transport chain, allowing generation of ATP in oxidative phosphorylation.

The recently discovered mammalian fourth molybdenum containing protein mARC1 is capable of reducing N-hydroxylated compounds. It was named mARC because the N-reduction of amidoxime structures was initially studied using this isolated mitochondrial enzyme. Upon reconstitution with cytochrome b<sub>5</sub> and b<sub>5</sub> reductase, benzamidoxime, pentamidine, and diminazene amidoximes, N-hydroxymelagatran, guanoxabenz, and N-hydroxydebrisoquine are efficiently reduced. These substances are amidoxime/N-hydroxyguanidine prodrugs, leading to improved bioavailability compared to the active amidines/guanidines. Thus, the recombinant enzyme allows prediction about in vivo reduction of N-hydroxylated prodrugs. Furthermore, the prodrug principle is not dependent on cytochrome P450 enzymes [3].

All hitherto analyzed mammalian genomes harbor two mARC genes: molybdenum cofactor (Moco) sulfurase C-terminal domain MOSC1 and MOSC2. Proteins encoded by these genes represent the simplest eukaryotic molybdenum enzymes, in that they bind only the Moco. It is also suggested that they are members of a new family of molybdenum enzymes. mARC and its N-reductive enzyme system plays a major role in drug metabolism, especially in the activation of so-called "amidoxime-prodrugs" and in the detoxification of N-hydroxylated xenobiotics, though its physiological relevance is largely unknown [4].

Thus, molybdenum is an essential trace element for virtually all life forms. It functions as a cofactor for a number of enzymes that catalyze important chemical transformations in the global carbon, nitrogen, and sulfur cycles. At least 50 molybdenum-containing enzymes are now known in bacteria, plants and animals. Thus, molybdenum-dependent enzymes are not only required for the health of the Earth's people, but for the health of its ecosystems as well. Humans require very small amounts. Plants are common sources of molybdenum for animals and human. However, the amount of molybdenum in plants varies with how much is in the soil.

Linxian is a small region in northern China where the incidence of cancer of the esophagus and stomach is very high (10 times higher than the average in China and 100 times higher than the average in the U.S. The soil in this region is low in molybdenum and other mineral elements, so dietary molybdenum is also low. Increased intake of nitrosamines, which are known carcinogens, may be one of a number of dietary and environmental factors that contributes to the development of gastroesophageal cancer in this population. Plants require molybdenum to synthesize nitrate reductase, a molybdoenzyme necessary for converting nitrates from the soil to amino acids. When soil molybdenum content is low, plant conversion of nitrates to nitrosamines increases, resulting in increased nitrosamine exposure for those who consume the plants. Adding molybdenum to the soil in the form of ammonium molybdenate may help decrease the risk of gastroesophageal cancer by limiting nitrosamine exposure.

1. Alikulov, Z. A.; L'Vov N, P.; Kretovich, V. L. 1980. Nitrate and nitrite reductase activity of milk xanthine oxidase. *Biokhimiia*. 45:1714-1718. (1980).
2. Beedham C. 1985. Molybdenum hydroxylases as a drug-metabolizing enzymes. *Drug Metabolism Review*. 16 (1-2): 119156.
3. Grünewald, S., Wahl, B., Bittner, F., Hungeling, H., Kanzow, S., Kotthaus, J., Schwering, U., Mendel. R.R., and B. Clement. 2009. The fourth molybdenum containing human enzyme mARC: cloning and reduction of N-dydroxylated structures. *J. Med. Chem*. 51, 8173 – 8177.
4. Havemeyer A., Lang J., Clement B. 2009. The fourth mammalian molybdenum enzyme mARC: current state of research. *Drug Metabolism Reviews*. Publisher Taylor & Francis. 123-134.
5. Li, H.T., Samouilov, A., Liu, X. P., and Zweier, J. L., Characterization of the magnitude and kinetics of xanthine oxidase-catalyzed nitrite reduction - Evaluation of its role in nitric oxide generation in anoxic tissues, *Journal of Biological Chemistry*, 2001, 276, 24482-24489.

**Р.А. Алыбаева, Г.Ж. Билялова, А.Н. Кожяхметова**  
**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ГЕНОТИПОВ ПШЕНИЦЫ К СВИНЦУ И ЦИНКУ ДЛЯ**  
**СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЕЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ**  
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

*В настоящей работе представлена оценка устойчивости к свинцу и цинку различных генотипов озимой пшеницы в лабораторных условиях. Проведенный скрининг позволил выявить устойчивые и чувствительные формы.*

Наиболее острая проблема, решение которой имеет практическое значение, является загрязнение тяжелыми металлами агроценозов вблизи крупных промышленных центров. Отдельные сорта различных видов продовольственных культур проявляют существенные различия по устойчивости к

действию почвенных загрязнителей[1,2]. Эти их свойства можно использовать в экологически чистом производстве, подбирая наиболее устойчивые формы, мало накапливающие тяжелые металлы, получать экологически безопасную продукцию. Металлоустойчивые формы также могут служить донорами при создании толерантных к загрязнителям сортов растений [2]. Восточно-Казахстанский регион характеризуется наличием большого числа техногенных загрязнителей, среди которых лидирующая роль принадлежит тяжелым металлам[3]. В связи с этим были исследованы различные генотипы озимой пшеницы, важной сельскохозяйственной культуры, для выявления металлоустойчивых видов с целью их дальнейшего использования в экологически чистом производстве и селекционном процессе. Предыдущие исследования были проведены на различных генотипах из мировой коллекции, в представленном исследовании были взяты генотипы из коллекции Восточно-Казахстанского НИИ сельского хозяйства (ВКНИИСХ). Эти генотипы представляют большой интерес, так как они районированы в регионе Восточного Казахстана.

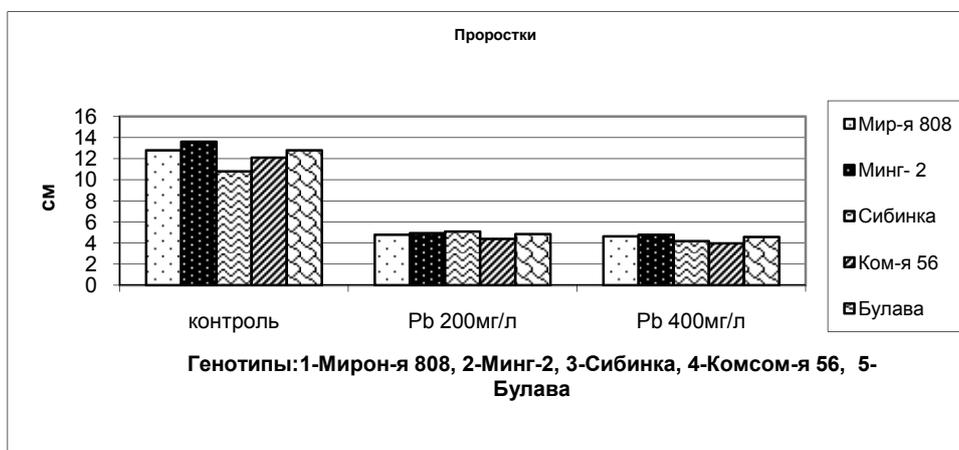
Таким образом, объектами исследования стали различные генотипы озимой пшеницы, районированные в регионе Восточного Казахстана: Сибинка, Булава, Мироновская 808, Минг-2, 116/271. Эксперименты были выполнены на 7-суточных проростках, выращенных на питательной смеси, содержащей 0,1мМ CaSO<sub>4</sub>, ионы 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>). Измерение ростовых показателей проводилось общепринятыми методами. Индекс толерантности или коэффициент Уилкинса вычисляли по формуле:  $I_t = I_{me} / I_c$ , где  $I_{me}$  – прирост корней на растворе с исследуемым металлом,  $I_c$  – прирост корней на растворе без металла[4].

Исследование генотипов из коллекции ВКНИИСХ показало, что исследуемые генотипы по росту надземных органов при высокой концентрации свинца можно расположить следующим образом: Сибинка > Мироновская 808 > Булава > Минг-2 > Комсомольская 56 (рисунок 1). Наиболее устойчивыми к действию свинца среди исследуемых генотипов можно считать проростки сортов озимой пшеницы Мироновская –808 и Сибинка, наиболее чувствительными - сорт Комсомольская 56.

Коэффициент Уилкинса или индекс толерантности наибольший при низкой концентрации свинца у сортов Мироновской 808 и Сибинка, средние у сортов Комсомольская 56 и Булава, наименьший у сорта озимой пшеницы Минг-2. При высокой концентрации свинца наибольшие коэффициенты Уилкинса у сорта Мироновская 808 и Сибинка, средние у генотипов Комсомольская 56 и Булава и наименьший у Минг-2. По результатам исследования роста корней при различных концентрациях свинца в среде выращивания и индекса толерантности можно выделить сорта Мироновская 808 и Сибинка как генотипы с наиболее устойчивой корневой системой к неблагоприятному действию свинца.

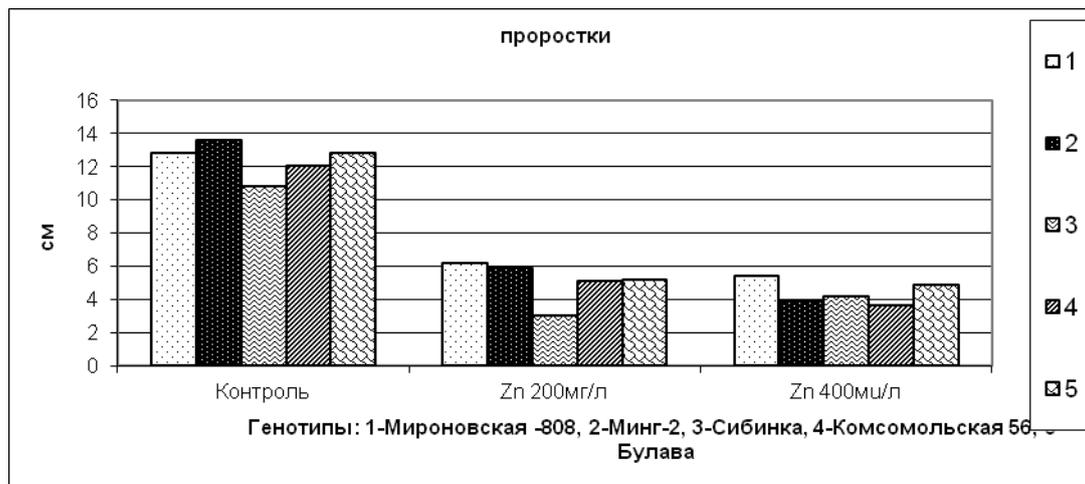
Длина корней уменьшалась в следующем порядке: Мироновская 808 > Сибинка > Булава > Минг-2 > Комсомольская 56.

Таким образом, судя по росту надземных органов, наиболее устойчивыми к действию свинца среди исследуемых генотипов можно считать сорта озимой пшеницы Мироновская –808 и Сибинка, наиболее чувствительным - сорт Комсомольская 56.



**Рисунок 1** - Влияние свинца на формирование высоты проростков у различных генотипов пшеницы из коллекции ВКНИИСХ

Исследование генотипов из коллекции ВКНИИСХ показало, что по росту надземных органов при высокой концентрации цинка генотипы можно расположить следующим образом: Мироновская 808 >Сибинка> Булава > Комсомольская 56 > Минг-2 (рисунок 2).



**Рисунок 2** - Влияние цинка на формирование высоты проростков у различных генотипов пшеницы коллекции ВКНИИСХ

Длина корней при этой концентрации цинка уменьшалась в следующем порядке: Булава >Мироновская 808 > Комсомольская 56 > Минг-2 >Сибинка.

Судя по росту надземных органов, наиболее устойчивыми к цинку среди исследуемых видов можно считать сорта Мироновская 808 и Сибинка. Следует отметить, что корни растений сорта озимой пшеницы Булава были наиболее устойчивыми к действию цинка, наиболее чувствительными – сорта Сибинка.

По результатам исследований можно сделать вывод, что по показателям роста надземных органов, наиболее устойчивыми к действию свинца среди исследуемых генотипов являются сорта озимой пшеницы Мироновская –808 и Сибинка, наиболее чувствительным - сорт Комсомольская 56. В отношении цинка, наиболее устойчивыми среди исследуемых генотипов также являются сорта Мироновская 808 и Сибинка. Наиболее чувствительными оказались проростки сорта Минг-2 и корни сорта Сибинка.

Таким образом, судя по росту надземных органов, наиболее устойчивыми к действию обоих исследуемых металлов (свинцу и цинку) среди исследуемых генотипов можно считать проростки сортов озимой пшеницы Мироновская 808 и Сибинка. Наибольший интерес для нас представляет рост надземных органов, так как устойчивость надземных органов свидетельствует о том, что в надземные органы поступает малотяжелых металлов или успешно работают защитные механизмы связывания или другой их инактивации. Малое количество подвижных форм тяжелых металлов в надземных органах говорит о том, что в зерно, которое является товарной частью пшеницы, также поступление будет минимальным.

1. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, 1991.-150 С.
2. Молчан И.М. Селекционно-генетические аспекты снижения содержания экотоксикантов в растениеводческой продукции // Сельскохозяйственная биология. -1996, № 1. - С.55-66.
3. Алыбаева Р.А. Оценка экологического состояния почв города Усть-Каменогорска // Вестник КазНУ, серия экологическая. -2007. -2 (21). - С.40-44.
4. Wilkins D.S. The measurement of tolerance to edaphic factors by means of root growth // New Phytol. 1978. V. 80. №3. P. 623-633.

\*\*\*

*Жұмыста зертханалық сабақта қыстық бидайдың әртүрлі генотиптерінің мырыш пен қалайыға төзімділігіне бағалау көрсетілген. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде төзімді және сезімтал түрлер алынды.*

\*\*\*

In the present rabotepredstavlena sustainability assessment to lead and zinc with different genotypes of winter wheat in the laboratory. Screening revealed a stable and sensitive forms of.