



Қазақстандық
Технологияларды
Коммерциализациялау
Жобасы

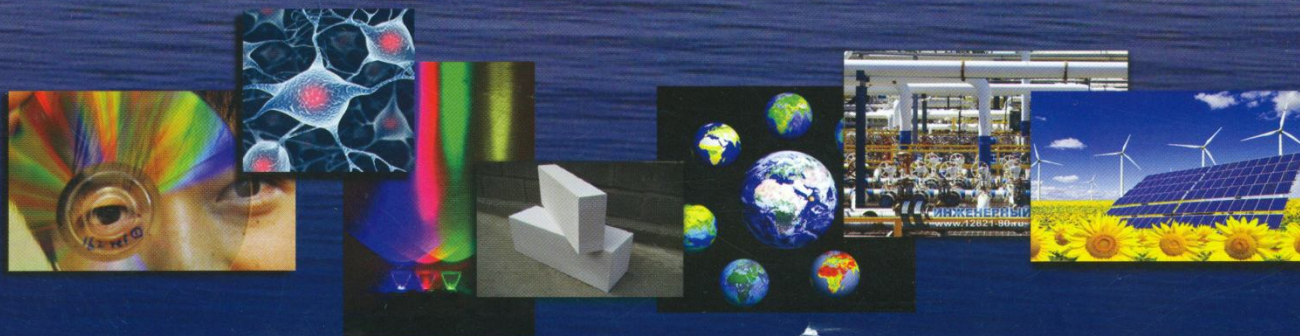
Kazakhstan
Technology
Commercialization
Project



V Международный научный семинар

**Новые материалы и технологии
для промышленности,
охраны окружающей среды
и здоровья человека
(НМТ-2013)**

Иссык-Куль, 16-20 сентября 2013 г.



Устойчивость зерновых культур к тяжелым металлам как показатель агроэкологической безопасности

^аТажибаяева Тамара, ^аМасимгазиева Айгерим, ^бАбугалиева Айгуль

^аКазахский национальный университет им. аль-Фараби;

E-mail: Tamara.Tazhibayeva@kaznu.kz; miss.masimgazieva@mail.ru;

^бКазахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства,

E-mail: kiz_abugalieva@mail.ru

Тяжелые металлы (ТМ) относятся к сильнейшим экотоксикантам и занимают ведущую роль в иерархии показателей агроэкологической безопасности зерна. Изучено влияние распространенных в Казахстане ТМ (ионов меди, цинка и кадмия) на изменения биометрических параметров и физиолого-биохимические процессы прорастания пшеницы и ячменя. Обнаружено ингибирование роста и накопления биомассы у сортов пшеницы и ячменя под влиянием ионов ТМ. Установлена «барьерная, накопительная» функция корня в механизмах металлоустойчивости. Показано повышение уровня аминокислоты пролина в проростках изучаемых растений при действии ТМ, что может служить диагностическим показателем металлоустойчивости в характеристике общей адаптационной способности (ОАС) зерновых культур. Выявлена видовая, сортовая и органоспецифичность растений по отношению к ТМ.

Цель данной работы

Агроэкологическая безопасность – магистральное направление развития человечества в XXI веке. Концептуально современные способы и средства оздоровления производственных ресурсов и среды обитания изложены в монографии А.А. Кудряшевой [1]. Под экологически безопасной сельскохоз-зяйственной продукцией понимают такую продукцию, которая в течение принятого для нее «жизненного цикла» соответствует установленным общегигиеническим, технологическим и токсикологическим нормативам и не оказывает негативного влияния на здоровье человека, животных и состояние окружающей среды [2].

Для Казахстана наиболее актуально получение экологически чистой зерновой продукции, так как зерно является основным продуктом сельского хозяйства республики. Качество зерна – важный и обязательный объект государственного планирования и контроля. Оно является необходимым условием агроэкологической безопасности зерна и регулируется ГОСТами [3].

На рост и развитие сельскохозяйственных растений в окружающей биологической и техногенной среде огромное влияние оказывают множество факторов, лимитирующих экологическую безопасность их производственной продукции. Анализ научно-технической и патентной литературы позволил выявить различные экотоксиканты, загрязняющие сельскохозяйственную продукцию, среди которых значительное внимание уделяется ТМ [1,2]. Наиболее распространенными загрязнителями на территории Казахстана, являются медь и кадмий, наряду со свинцом и цинком.

Устойчивость к ТМ следует рассматривать как одну из слагаемых антропогенных факторов среды, который стимулирует проявление защитных механизмов адаптации растений, в том числе у зерновых культур [4,5]. Известно, что, поступая в растения, ТМ распределяются в их органах и тканях весьма неравномерно [6]. Следовательно, изучение особенностей аккумуляции ТМ в растениях может помочь ограничить их поступление в организм человека. Знание закономерностей распределения ТМ в тканях и органах растений дает возможность выяснить механизмы их перераспределения и аккумуляции в процессе развития, разработать достоверные методы оценки качества урожая, грамотно сертифицировать продукцию [2].

Существуют противоречивые мнения по влиянию ТМ на адаптивный метаболизм растений [6-8]. Изучение влияния ТМ на физиолого-биохимические процессы растений, в частности ключевой показатель ОАС зерновых культур – свободный пролин, послужат основой для расшифровки механизмов физиолого-биохимического контроля экологической толерантности к техногенному загрязнению.

Агробиологическая устойчивость важнейших сельскохозяйственных культур Казахстана – ячменя и пшеницы к действию ТМ является насущной проблемой. Значительный интерес представляют вопросы сортоспецифичности зерновых культур по отношению к ТМ, роль отдельных органов растений в их накоплении. Поиск физиолого-биохимических показателей металлоустойчивости чрезвычайно важен для разработки способов ее определения у растений.

Цель исследований – изучение металлоустойчивости зерновых культур в системе показателей агроэкологической безопасности Казахстана.

Задачи исследований: проанализировать действие различных экотоксикантов, влияющих на агроэкологическую безопасность казахстанского зерна и их предельно-допустимые концентрации (ПДК); изучить влияние солей ТМ (цинка, меди, кадмия) на изменение биометрических параметров прорастания и накопление свободного пролина в листьях проростков зерновых культур; выявить показатели металлоустойчивости зерновых культур для характеристики агроэкологической безопасности казахстанского зерна.

Экспериментально-методическая часть

Анализировали по уровню ПДК следующие загрязняющие зерновую продукцию вещества и их группы: нитраты и нитриты, пестициды, диоксины, бензопирены, полихлорбифенилы, тяжелые металлы, регуляторы роста растений, лекарственные вещества, афлотоксины и другие микотоксины.

Исследования по влиянию ТМ проводили на лабораторной и производственной базе Казахского НИИ земледелия и растениеводства с использованием селекционного материала, включающего 3 сорта пшеницы: Богарная 56; Безостая1; Прогресс и 4 сорта ячменя: Арна, Донецкий 8; Береке; Черниговский 5.

Для проращивания 7-дневных проростков пшеницы и ячменя ставили опыты с добавлением в питательный раствор солей ТМ: контроль – 0,1 мМ CaSO₄; опыт №1 0,1 мМ CaSO₄, 20 мг/л – CuSO₄; опыт №2 0,1 мМ CaSO₄, 20 мг/л – ZnSO₄; опыт №3 0,1 мМ CaSO₄, 20 мг/л – CdSO₄. Ввели учет биометрических показателей: измеряли длину корней и вес биомассы проростков. Для количественного сравнения металлоустойчивости и определения сортоспецифичности растений применяли коэффициент Уилкинса, который выражается формулой $K=L_{me}/L_k$, где L – длина корня.

Закономерности поступления и распределения ионов ТМ определяли атомно-абсорбционным методом с применением пламени пропан – бутан – воздух. Содержание ТМ измеряли в мкг/г растительной навески. Коэффициент накопления меди рассчитывали исходя из содержания металла в соответствующих органах опытных и контрольных растений.

Для количественного определения пролина применяли метод L.Bates et all [9], с модификациями в соотношении реагентов для опытов на зерне. Полученные данные обрабатывали методами математической статистики.

Результаты и обсуждения

Острый угол пирамиды указывает на характер распределения изучаемых экотоксикантов по степени опасности для сельскохозяйственных продуктов (рис.1).

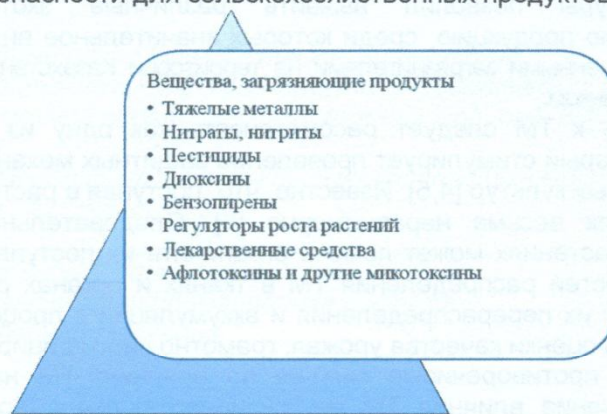


Рисунок 1 - Экотоксиканты, загрязняющие сельскохозяйственные продукты

В соответствии с едиными требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (ЕСЭГТ), Техническому регламенту «Требования к безопасности зерна» в Республики Казахстан, 2008 [3,10], загрязняющие зерно и продукты его переработки вещества сформированы в следующие группы (рис.1). Это делает работу с нормативной документацией более удобной, позволяет оценивать ПДК для загрязняющих веществ в зерне в сравнительном плане, вовлекать в анализ больше данных, например в организациях Госсортосети и других.

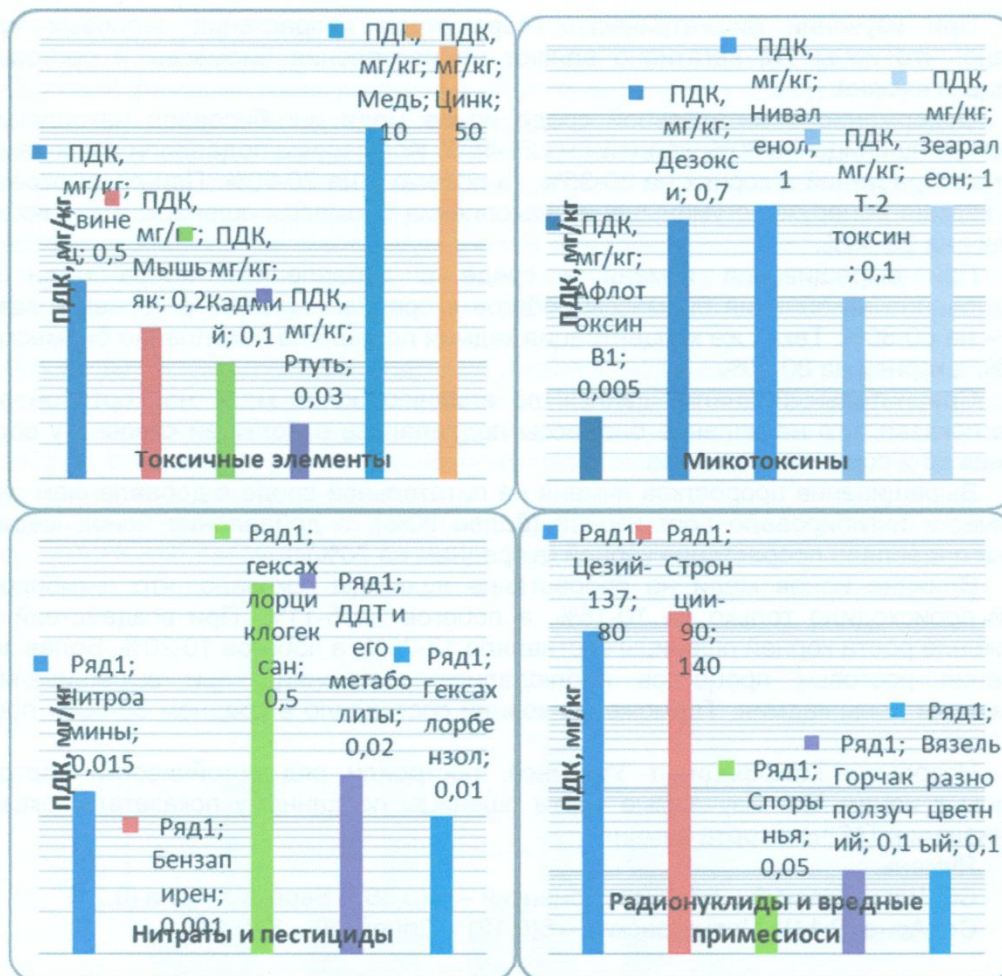


Рисунок 2 - Предельно-допустимые концентрации (ПДК) для загрязняющих зерновые культуры веществ

Для дальнейшей реализации поставленных задач мы разработали следующую схему опытов (рис. 1).



Рисунок 3 - Общая схема опытов исследовательской работы

При изучении биометрических параметров прорастания зерновых культур было показано, что ионы ТМ негативно влияют на накопление биомассы и ростовые процессы пшеницы и ячменя.

Содержание в питательной среде ионов меди ингибировало накопление биомассы проростков пшеницы на 30%, корней - на 25-45%. Ионы цинка подавляли накопление биомассы пшеничных растений в корнях на 30-35%, в побегах - на 20-30%. При рассмотрении действия ионов кадмия обнаружено уменьшение накопления биомассы пшеницы в корнях на 50-70%, в побегах - на 25-40%.

При выращивании ячменя в среде с добавлением ионов меди происходило ингибирование накопления биомассы побегов в среднем на 30%, а корней в зависимости от сорта - на 60-80%. Такая же концентрация кадмия подавляла накопление биомассы побегов на 30-50%, а корней на 80-90%.

Сравнительный анализ данных по влиянию ионов меди на сортовое разнообразие злаков показал, что накопление биомассы подавлялось в большей степени у сорта пшеницы Богарная 56 и сорта ячменя Арна.

Выращивание проростков ячменя на питательной среде с добавлением ионов кадмия практически ингибировало рост корней (более 90%), а добавление ионов меди в меньшей степени подавляло прорастание корней (в среднем на 70%).

Влияние ионов меди на прорастание пшеницы показало, что ингибирование роста корней происходило только на 10-15%, а побегов на 5-11%. При воздействии ионов цинка торможение роста корней пшеницы составляло 17-30%, а побегов 10-20%. Более значительные изменения ростовых процессов наблюдались у пшеницы при выращивании в среде, содержащей ионы кадмия. Торможение корней составляло в среднем 30-40%, побегов - 23-30%.

Используя коэффициент Уилкинса, построили ряд устойчивости сортов ячменя и пшеницы к ионам ТМ. Изучаемые сорта пшеницы по данному показателю оказались более устойчивыми к ТМ, чем сорта ячменя.

Ячмень:

Cu: Черниговский - 5 (0,60) > Донецкий - 8 (0,36) > Береке > Арна (0,21)

Cd: Арна (0,14) > Черниговский - 5(0,12) > Донецкий - 8 (0,11)

Пшеница:

Cu: Прогресс(0,88) >Богарная-56(0,66) >Безостая-1(0,64)

Zn: Богарная - 56(1,16) > Прогресс (0,95) > Безостая-1(0,83)

Cd: Прогресс(0,97) > Богарная - 56(0,85) >Безостая - 1(0,82)

Заметим, что ряд устойчивости к кадмию отличается от такого к меди и цинку, что подтверждается экспериментальными данными о видо- и сортоспецифичности различных растений к металлам [5-7]. Токсический эффект кадмия был в 2-4 раза выше, чем меди, как для растений пшеницы, так и ячменя, что подтверждается результатами [7].

Характерно, что надземная часть «страдает» гораздо меньше, что обуславливается «барьерной, фильтрующей» функцией корней в накоплении металлов и согласуется с мнением И.В.Серегина, А.Д.Кожевниковой [8].

Атомно-абсорбционной спектрометрией установлена закономерность распределения меди по органам проростков ячменя, которая также свидетельствует о различной устойчивости изучаемых сортов ячменя к действию данного ТМ (рис.4).

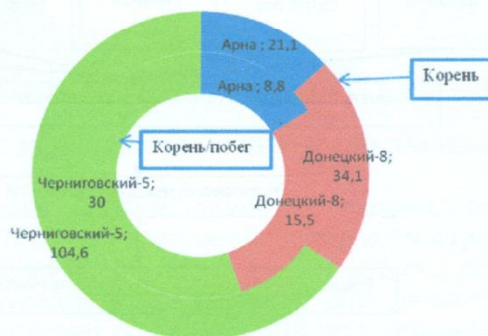


Рисунок 4 - Накопление меди органами проростков ячменя

Синтез ионообменных мембран для опреснения подземных минерализованных и очистки промышленных сточных вод методом электродиализа. <i>Едил Ергожин, Тулеген Чалов, Татьяна Ковригина, Катира Серикбаева</i>	223
Полимерные мембранные композиты на основе производных полиизопрена с высокой ионной проводимостью. <i>Е. Толеп, Е. Николаева, А. Курбатов, Р. Искаков</i>	228
Экологически чистые энергосберегающие технологии теплоснабжения для охраны окружающей среды. <i>Бердыбаева Макен Толобаевна</i>	233
Gas Chromatographic Analysis of PCB in Soil Samples around Chirchiq Transformer Plant. <i>Aktam Khalmanov, Buston Islomov, Akbar Suvanov, Kaxramon Abdullaev, Nodira Toshkuvatova, Narzula Achilov</i>	238
К одной из задач перевода курортно-оздоровительных учреждений озера Иссык-Куль на солнечную энергию. <i>Обозов Алайбек Джумабекович, Тагайматова Айнура Ахматалиевна</i>	242
Использование снимков дистанционного зондирования земли для решения проблем экологической в горнодобывающей отрасли Кыргызской Республики. <i>Шаршеева КундузТоктобековна</i>	246
Исследование аэрокосмических снимков для мониторинга лесного хозяйства Кыргызской Республики. <i>Тутьтемирова Гульназ Усенбековна</i>	252
Применение технологий дистанционного зондирования Земли для мониторинга и охраны окружающей среды Кыргызской Республики. <i>Нелла Исраилова</i>	256
Оценка риска наводнения города Бишкек по сценарию прорыва дамбы озера Тез-Тор с использованием методов ДЗЗ и ГИС-технологий <i>Талыпов К.К., Орунбаев С.Ж., Суванов Б.Ж.</i>	260
Устойчивость зерновых культур к тяжелым металлам как показатель агроэкологической безопасности. <i>Тажибаева Тамара, Масимгазиева Айгерим, Аbugалиева Айгуль</i>	265
Использование процесса переноса энергии для увеличения эффективности преобразования световой энергии в электрическую. <i>Ниязбек Ибраев, Евгения Селиверстова, Александр Ищенко</i>	270
Физико-химические и сорбционные свойства молекулярно-импринтированных полимеров на основе комплекса ЭДТА-Ме. <i>Айнур Батталова, Кыдырмолла Акатан, Сана Кабдрахманова, Саркыт Кудайбергенов</i>	274
АННОТАЦИИ ПРЕДЛОЖЕННЫХ РАБОТ	280
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	282