

ОЦЕНКА ИНГИБИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СЕМЕНА ПШЕНИЦЫ МЕТОДОМ ЗАМЕДЛЕННОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ

В данной работе разработан и обоснован биофизический метод оценки токсичного действия растворов солей никеля, цинка, меди, кобальта на семена пшеницы Оренбургской области, основанного на регистрации кинетики замедленной флуоресценции. Сопоставляя характеристики кривых замедленной флуоресценции с контрольными данными, были получены соотношения, позволяющие оценить действие катионов тяжелых металлов на семена пшеницы.

Ключевые слова: замедленная флуоресценция, тяжелые металлы, экспонента, концентрация, токсическое действие.

Среди загрязняющих веществ по масштабам загрязнения и воздействия на биологические объекты особое место занимают тяжелые металлы. Накапливаясь в почве в опасных концентрациях, они негативно влияют на жизнедеятельность почвенной биоты, загрязняют сельскохозяйственную продукцию. Поэтому важно выбрать правильный метод определения тяжелых металлов в почве, а также методику определения токсичности уровня тяжелых металлов в почве. Причем тяжелые металлы необходимо изучать во всей биологической цепи: почва – растение – животное – человек. Необходимо нормировать содержание тяжелых металлов в почве, так как почвы влияют на химический состав природных вод, воздуха, растения, на продукты природного происхождения, а следовательно и на здоровье человека.

Степень загрязнения почв можно учитывать на основе учета ПДК химических веществ [2]. В случае комплексного загрязнения почв тяжелыми металлами возникает необходимость какого-то критерия для оценки потенциальной опасности. Таким критерием может быть условная величина, характеризующая суммарную фитотоксичность металлов, содержащихся в окружающей среде.

Переход тяжелых металлов из почвы в растения, а затем в семена является исходным и наиболее значительным звеном их миграции по пищевым цепям. Интенсивность этого процесса определяется химическими свойствами и физико-химическим соединением элементов, свойствами почв и биологическими особенностями семян растений, а также условиями выращивания.

Актуальность выбранного направления исследований обусловлена следующими объективными обстоятельствами:

– отсутствием достаточных сведений об оценке влияния солей тяжелых металлов на семена сельскохозяйственных растений Южного Урала по параметрам замедленной флуоресценции;

– в условиях возрастающего антропогенного воздействия на агроэкосистемы проблема получения продукции с минимальным содержанием солей тяжелых металлов остается актуальной задачей.

Целью настоящей работы является изучение влияния солей тяжелых металлов различной концентрации на семена пшеницы, произрастающей в районах Оренбургской области, методом замедленной флуоресценции.

Материалы и методы исследования

В экспериментах использовались семена сортов пшеницы: Оренбургской, Саратовской, Безенчукской, к которым добавлялись растворы сульфатов кобальта, меди, никеля, цинка в концентрациях от 0,017 до 17 ммоль/л этих металлов. Для изучения токсического действия солей тяжелых металлов к определенному количеству семян (100 штук) приливали растворы исследуемых металлов. Для регистрации замедленной флуоресценции использовали высокочувствительное устройство на основе электронных блоков системы «Вектор» (патент RU № 2220413, БИ № 36 от 24.12.2003)[1]. Данную смесь помещали в измерительную кювету из светопроводящего материала, расположенную в емкости для исследуемого объекта экспериментальной установки, облучали лампой и регистрировали количество импульсов. В контрольные пробы вносили равные объемы дистиллированной воды, дальнейшие действия выполнялись аналогично опытным пробам. Определение замедленной флуоресценции зерна каждого сорта пшеницы проводили в пяти повторных измерениях с целью получения более точных результатов. После окончания измерений строились кривые кинетики замедленной флуоресценции.

Параллельно определяли всхожесть семян тех же сортов пшеницы по ГОСТ 12038-84 «Методы определения всхожести семян».

Результаты и обсуждение

Кинетика замедленной флуоресценции представляет собой сумму экспонент с различными постоянными, которая может быть представлена в виде суммы нескольких компонент с различным временем жизни:

$$N = G \cdot \exp(-a \cdot t) + D \cdot \exp(-b \cdot t)$$

Быстрые и медленные компоненты отличаются амплитудами G и D , а также постоянными a и b , характеризующими интенсивность затухания замедленной флуоресценции.

В результате проведенных измерений были получены характерные кривые замедленной флуоресценции и определены амплитуды (G, D) быстрой и медленной экспонент замедленной флуоресценции, характеризующие скорость спада интенсивности замедленной флуоресценции для семян при действии растворов тяжелых металлов различных концентраций.

Сравнивая характеристики кривых замедленной флуоресценции с контрольными данными, были получены соотношения, позволяющие оценить действие катионов тяжелых металлов кобальта, никеля, цинка, меди на семена пшеницы. Проведенные экспериментальные исследования показали нелинейный характер влияния солей тяжелых металлов на семена пшеницы. Действие низких концентраций (0.25 ПДК) солей кобальта, цинка, никеля вызывает значительное уменьшение быстрой G и медленной D компонент. При более высоких концентрациях растворов солей кобальта, никеля, цинка наблюдается резкое уменьшение параметров G и D по сравнению с контролем, а при действии растворов солей меди наблюдается их увеличение. Действие ионов кобальта для семян всех сортов пшеницы сопровождается резким уменьшением амплитуды быстрой компоненты G . При действии ионов никеля амплиту-

да быстрой компоненты G при концентрациях (0.017 – 17.036 ммоль/л) значительно снижена, а при повышении концентрации наблюдается резкое повышение контрольного значения. Растворы сульфата меди вызывают повышение амплитуды быстрой компоненты G при всех концентрациях, а растворы сульфата цинка снижают амплитуду быстрой G и медленной D компонент.

В качестве критерия, оценивающего токсическое действие солей тяжелых металлов на семена сельскохозяйственных растений, было выбрано изменение быстрой компоненты G , как величины характеризующейся значительными изменениями параметров замедленной флуоресценции и эффективностью использования световой энергии.

Согласно полученным экспериментальным данным, металлы по токсическому действию на семена пшеницы располагаются в следующем порядке: медь > цинк > никель > кобальт. Наиболее токсическое действие на все сорта пшеницы оказывают растворы соли меди.

В результате проведенных экспериментальных исследований было установлено ингибирующее влияние тяжелых металлов на параметры замедленной флуоресценции семян, что позволяет провести экспресс диагностику физиологического состояния семян при действии солей тяжелых металлов. Отмечаются статистически значимые корреляционные связи параметров кинетики замедленной флуоресценции семян пшеницы, обработанных солями тяжелых металлов со всхожестью. Рост замедленной флуоресценции сопровождается снижением всхожести с увеличением концентрации тяжелых металлов.

Данный метод позволяет определить оценку пригодности семян для посева на почвах, загрязненных тяжелыми металлами.

24.08.2011

Список литературы:

1. Ефремов И.В. Межуева Л.В., Быкова Л.А. Устройство для регистрации замедленной флуоресценции. Патент RU № 2220413, БИ № 36 от 27.12.2003.
2. Зырин Н.Г., Каплунова Е.В., Сардюкова А.В. Нормирование содержания тяжелых металлов в системе почва-растение // Химия в с/х. 1985, № 6, с. 45-48.

Сведения об авторах: **Перекрестова Елена Николаевна**, преподаватель кафедры химии Оренбургского государственного университета

Ефремов Игорь Владимирович, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности Оренбургского государственного университета, доктор биологических наук, доцент

Кушнарeva Ольга Павловна, старший преподаватель кафедры химии Оренбургского государственного университета

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, e-mail: elen0629@yandex.ru