

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РЕГИСТРАЦИИ ЗАМЕДЛЕННОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОГО ВЛИЯНИЯ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СЕМЕНА ПШЕНИЦЫ

В данной работе авторами разработана методика оценки токсичного действия растворов солей меди, цинка, кобальта, никеля на семена пшеницы, используя регистрацию кинетики замедленной флуоресценции. На основе анализа кривых затухания флуоресценции установлена корреляционная связь между токсическим действием тяжелых металлов и параметрами замедленной флуоресценции.

Ключевые слова: замедленная флуоресценция, кинетика, тяжелые металлы, ингибирующее действие, концентрация.

Оренбургская область с развитой автодорожной сетью и промышленным производством подвержена токсическому действию тяжелых металлов. Некоторое количество тяжелых металлов поступает в почву с органическими и минеральными удобрениями и известью, а также с атмосферными осадками. Биологическое поглощение и нейтрализация токсических веществ – это уникальное свойство почвы. Кислотность и гранулометрический состав почвы, содержание в ней органических веществ оказывают сильное влияние на поступление из почвы тяжелых металлов в растения и проявления их токсического воздействия. Все микроэлементы (медь, цинк, кобальт, марганец, молибден и т. д.) могут оказывать негативное действие на растения, если их концентрация превышает определенное значение. Отрицательное воздействие тяжелых металлов на почву, растения и окружающую среду будет минимальным до тех пор, пока тяжелые металлы труднодоступны и прочно связаны с частями почвы. Опасность загрязнения почв тяжелыми металлами, проникновение их в растения проявляется в случае, когда почвенные условия позволяют тяжелым металлам перейти в почвенный раствор. Растворимость тяжелых металлов, то есть их подвижность определяет токсическое влияние тяжелых металлов.

Растворы солей цинка, меди, кобальта, никеля в избыточном количестве загрязняют почву, понижает ферментативную активность почв, угнетает рост микроорганизмов и снижает урожай растений. Установлено, что при совместном воздействии тяжелых металлов усиливается их токсическое действие.

Все вышесказанное свидетельствует о том, что необходимо разработать методику оценки уровня токсичности тяжелых металлов на рас-

тения. Именно растения служат лучшими индикаторами на загрязнение почвы тяжелыми металлами.

В литературе известно несколько способов определения токсичности металлов. В своей работе Зырин Н.Г. считает почву условно чистой, если концентрация тяжелых металлов в растениях меньше ПДК, установленных для продуктов питания [3]. Алексеев Ю.В. предложил другой метод определения токсичности тяжелых металлов. Данный способ основан на определении депрессии мутации растений во влажной среде и на кварцевом песке, который увлажнен с добавлением тяжелых металлов различных концентраций и выдержан в течение суток в атмосфере, насыщенной влагой [1]. Также установлено, что микроорганизмы способны реагировать на незначительное содержание тяжелых металлов в почве. Разработаны микробиологические тесты для оценки загрязнения почвы.

В данной работе предложена методика оценки влияния солей тяжелых металлов различной концентрации на семена пшеницы методом регистрации замедленной флуоресценции. Метод регистрации замедленной флуоресценции характеризуется простотой проведения эксперимента и высокой чувствительностью. Выбранное направление исследований является актуальным и обусловлено отсутствием достаточных сведений об оценке токсического действия солей тяжелых металлов на семена пшеницы.

Материалы и методы исследования

При проведении исследований оценивалось токсическое влияние солей тяжелых металлов на семена пшеницы Оренбургской области методом замедленной флуоресценции. Объектом исследования служили сорта пшеницы, входящие в состав агроценозов Оренбургской области.

К определенному количеству семян соответствующих сортов пшеницы приливали аликвоты растворов сульфатов меди, цинка, кобальта и никеля в концентрациях от 0,25 до 4 ПДК. Семена выдерживали в опытных растворах в течение 12 часов. Данную смесь помещали в кювету из светопроводящего материала, расположенную в емкости для исследуемого объекта высокочувствительной установки на основе электронных блоков системы «Вектор» (патент RU №2220413, БИ №36 от 24.12.2003)[2] и регистрировали количество импульсов. Влияние солей тяжелых металлов на параметры кинетики замедленной флуоресценции семян было проведено для апробации методики эксперимента. В контрольные пробы вносили определенные объемы дистиллированной воды и аналогично опытным пробам проводились измерения.

С целью получения статистически значимых результатов определение замедленной флуоресценции зерна каждого сорта пшеницы проводили в пяти повторных измерениях. Кинетика замедленной флуоресценции имеет форму суммы экспонент, которая представлена в виде суммы нескольких компонент с различным временем жизни.

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

Интенсивность затухания флуоресценции характеризуется амплитудами G и D , а также постоянными a и b . При действии растворов солей тяжелых металлов различных концентраций регистрировали кривые замедленной флуоресценции. Кривую затухания флуоресценции представляли в виде суммы двух экспонент и определяли амплитуды быстрой и медленной компоненты замедленной флуоресценции, характеризующие скорость спада интенсивности замедленной флуоресценции для семян пшеницы.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных экспериментальных исследований установлен нелинейный характер токсического влияния солей кобальта, никеля, меди, цинка на семена пшеницы. Интенсивность спада замедленной флуоресценции в наибольшей степени характеризуется параметрами быстрой компоненты G , как величины, характеризующейся эффективностью использования световой энергии. Суммарная относительная погрешность результатов не превышает 25%

В качестве примера на рисунках 1–4 представлены графики зависимости различных концентраций солей кобальта, меди, цинка и нике-

ля от параметра замедленной флуоресценции для семян пшеницы одного сорта.

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 параметров G . При действии соли меди наблюдается увеличение данного параметра.

Действие ионов кобальта на семена пшеницы сопровождается уменьшением параметра G по сравнению с контролем. Аналогично, с ростом концентрации растворов сульфата цинка и никеля, наблюдается снижение амплитуды быстрой компоненты. Повышение параметра G практически при всех концентрациях вызывают растворы сульфата меди. Мы приходим к выводу, что наиболее токсическое действие на семена пшеницы оказывают растворы соли меди. Металлы по токсическому действию на семена пшеницы располагаются в следующем порядке: медь > цинк > никель > кобальт.

Мы предполагаем, что действие солей тяжелых металлов при увеличении содержания их в почве, приводит к снижению её общей биологической активности и резко отражается на росте

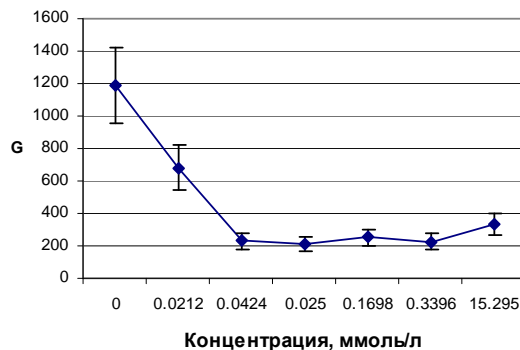


Рисунок 1. Зависимость G от концентраций сульфата кобальта

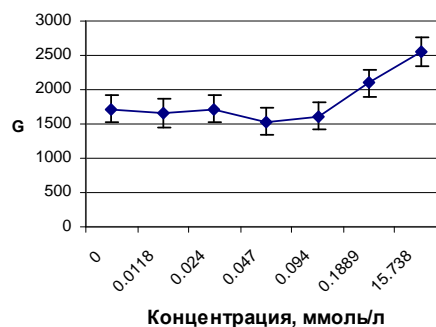


Рисунок 2. Зависимость G от концентраций сульфата меди

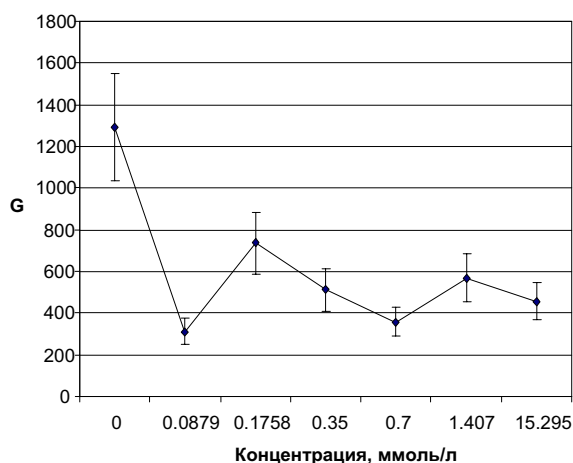


Рисунок 3. Зависимость G от концентраций сульфата цинка

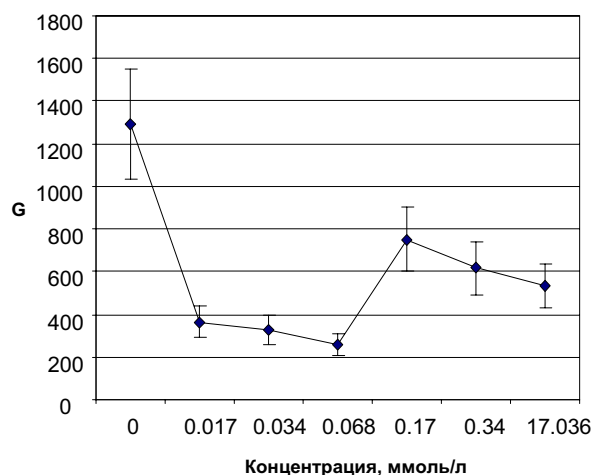


Рисунок 4. Зависимость G от концентраций сульфата никеля

и развитию растений. Токсичность тяжелых металлов связана с тем, что они блокируют активные центры ферментов и выключают их из управления метаболизмом. Так, избыточное поступление кобальта вызывает токсический эффект с разными повреждениями в системах окислительных превращений. При очень высоком содержании цинка в почвах наблюдается хлороз молодых листьев растений. Токсичность никеля проявляется в угнетении процессов фотосинтеза и транспирации, появлении признаков хлороза листьев. Несмотря на общую толерантность многих растений к меди, этот элемент рассмат-

ривается как сильно токсичный. Превышение концентраций солей меди в почве приводит к хлорозу, повреждению тканей, ингибированию переноса электронов при фотосинтезе и порокам развития корневой системы растений.

В результате проведенных экспериментальных исследований разработан экспресс-метод определения токсического действия солей тяжелых металлов на параметры замедленной флуоресценции семян пшеницы Оренбургской области. Данный метод позволяет установить пригодность семян для посева на почвах, загрязненных тяжелыми металлами.

28.08.2013

Список литературы:

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях – Л: Агропромиздат, 1987, с.147.
2. Ефремов И.В., Межуева Л.В., Быкова Л.А. Устройство для регистрации замедленной флуоресценции. Патент RU №2220413, БИ №36 от 27.12.2003.
3. Зырин Н.Г., Капдунова Е.В., Сардукова 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, зав. кафедрой безопасности жизнедеятельности
Оренбургского государственного университета, доктор биологических наук, доцент

Кушнарева Ольга Павловна, старший преподаватель кафедры химии
Оренбургского государственного университета

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

UDC 633.11:546.3 (470.56)

Perekrestova E. N., Efremov I. V., Kushnareva O.P.
Orenburg state university, e-mail elen0629@yandex.ru

USING THE METHOD OF REGISTRATION OF THE DELAYED FLUORESCENCE FOR THE EVALUATION OF THE TOXIC INFLUENCE OF SALTS OF HEAVY METALS ON WHEAT SEEDS

In this paper, based on registration of the delayed fluorescence kinetics, the authors have developed a methodology of evaluation of the toxic effects of salt solutions of copper, zinc, cobalt, Nickel on wheat seeds. For the analysis of the obtained curves were used theoretical concepts on the mechanisms of delayed fluorescence and a correlation between the toxic effects of heavy metals and parameters of delayed fluorescence.

Key words: delayed fluorescence, kinetics, heavy metals, the inhibitory effect of concentration.