

3. Чердниченко В. С. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. – Новосибирск, 2004. – 275 с.
4. Кнаушнер А. Повышение качества поверхности и плакирование металлов. – М., 1984. – 368 с.
5. Минкевич А. Н. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. – М., 1965. – 491 с.

УДК 57.049

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Кузьменко Егор Дмитриевич

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: edk10@tpu.ru

MODELING OF THE PROCESS OF DETERMINING SOIL CONTAMINATION WITH HEAVY METALS

Kuzmenko Egor Dmitrievich

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: статья посвящена исследованию влияния тяжелых металлов в почве на количество хлорофилла в листьях растения овса обыкновенного. Проведенное исследование позволяет утверждать, что влияние тяжелых металлов оказывает стимулирующее влияние на растение в первую неделю эксперимента. По результату исследования следует отметить, что при накоплении тяжелого металла в почве растение либо адаптируется к данному негативному условию, либо происходит снижение хлорофилла в листьях растений и наблюдается хлороз.

Abstract: the paper contemplates the influence of heavy metals in the soil on the amount of chlorophyll in the leaves of the common oat plant. The article is devoted to the study of the influence of heavy metals in the soil on the amount of chlorophyll in the leaves of the common oat plant. The conducted research suggests that the influence of heavy metals has a stimulating effect on the plant in the first week of the experiment. According to the results of the study, it should be noted that with the accumulation of heavy metal in the soil, the plant either adapts to this negative condition, or there is a decrease in chlorophyll in the leaves of plants and chlorosis is observed.

Ключевые слова: хлорофилл; тяжелые металлы; почва; культурные растения; экология; техногенное воздействие.

Keywords: chlorophyll; heavy metals; soil; cultivated plants; ecology; technogenic impact.

В настоящее время загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами является серьезной проблемой техногенного характера. Антропогенное влияние на экологию выражается в возрастании содержания тяжелых металлов в водной и воздушной среде, а также в почве. Основное поступление тяжелых металлов в окружающую среду связано с выбросами металлургических заводов, энергетических комплексов, горнодобывающих предприятий, а также внесение в почву удобрений [1]. Применение тетраэтилсвинца в качестве присадки к автомобильному топливу до 1986 года, а также наличие в выхлопных газах современных автомобилей тяжелых металлов: свинца, кадмия, кобальта, хрома, меди, железа, молибдена и цинка, также являются источниками загрязнения [2].

В отличие от других загрязняющих веществ тяжелые металлы не деградируют в окружающей среде, а аккумулируются и остаются устойчивы долгое время [3]. Также существует опасность накопления тяжелых металлов в культурных растениях, применяемых человеком в пищу, а также в растениях, идущих на корм сельскохозяйственным животным. Попадая в воздух, тяжелые металлы переносятся розой ветров на значительные расстояния и способны аккумулироваться в местах произрастания культурных растений, которые в разной степени способны поглощать тяжёлые металлы, растворённые в воде. Аккумуляция данных

металлов в растениях или их попадание в сельскохозяйственных животных является серьезной угрозой человеческому здоровью.

В качестве объекта исследования были выбраны: овёс обыкновенный (лат. *Avéna satíva*) – растение семейства Злаки. Выбор растения определялся его неприхотливостью к почве, быстрой всхожестью семян. Кроме этого овес считается влаголюбивым растением [4].

Предметом исследования в работе служили пигменты, входящие в состав листьев растений, а также влияние кадмия и свинца на содержание хлорофилла в листьях этих растений. Установлено, что сельскохозяйственные культуры по возможности содержат в своей структуре тяжелые металлы выстраиваются в следующую очередность: зерновые > фуражные > корнеплоды > листовые овощи [5]. Таким образом, злаки способны больше всего аккумулировать ТМ и соответственно являются одной из самых устойчивых культур к тяжелым металлам. Соответственно представляет интерес вопрос: будет ли сказываться влияние ТМ в почве на содержание хлорофилла в листьях злакового растения?

Для проведения эксперимента были выбраны тяжелые металлы: свинец и кадмий. Их выбор в качестве объектов исследования определялся, прежде всего, их высокой токсичностью в отношении растений и широкой распространенностью как загрязнителей в окружающей среде.

Более половины токсичных выхлопных газов, вырабатываемых автомобилями, содержат свинец. Известно, что на расстоянии от 100 до 300 метров от автомобильных дорог почва наиболее загрязнена тяжелыми металлами. Фоновые значения свинца в почве вдоль автострад превышены в десятки раз.

Значимым источником поступления кадмия и свинца в почву являются минеральные удобрения (особенно фосфорные) в состав которых могут входить эти два тяжелых металла и, соответственно будут накапливаться в злаковых культурах.

Для проведения эксперимента были приготовлены растворы солей свинца и кадмия, превышающие ПДК в почве этих металлов в 10 и 25 раз. Для каждого раствора закладывалось три посева исследуемого растения – овса обыкновенного: первый использовали как контроль для сравнения и поливали водопроводной водой, второй поливался раствором с содержанием тяжелого металла 10 ПДК, а третий – с содержанием тяжелого металла 25 ПДК. Полив растений проводили два раза в неделю. В каждом посеве количество семян составляло 50 штук. Выращивание продолжалось три недели. В первые две недели эксперимента внешне ростки овса во всех посевах выглядели одинаково. Заметные изменения происходили на третьей неделе эксперимента. В посеве овса с кадмием в почве с третьей недели наблюдался хлороз. В посеве овса со свинцом в почве хлороз начал наблюдаться также на третьей неделе, при этом процесс хлороза в посеве с кадмием был более серьезен [6].

Количественное определение хлорофилла в листьях овса проводили каждую неделю фотоколориметрическим методом. Фотоколориметрия – оптический метод анализа веществ, основанный на поглощении света окрашенными растворами. О концентрации вещества судят по значению оптической плотности раствора. В работе использовали прибор КФК-3 [7]. Определив на приборе оптическую плотность исследуемого раствора, по калибровочному графику находят значение концентрации определяемого вещества. Для построения калибровочного графика необходимо иметь стандартный раствор с известной концентрацией. В случае зеленых пигментов в качестве такого раствора используют раствор Гетри, оптическая плотность которого при использовании красного светофильтра соответствует раствору водорастворимых производных хлорофилла. Раствор Гетри подготавливался по методике [8].

Каждую неделю после посева семян овса выборочно брали зеленые листья общей массой 0,3 грамма их каждого посева и приготавливали спиртовую вытяжку пигментов. Количественно фильтровали полученную вытяжку в колбы и спиртом подготавливали общий объем вытяжки до 25 миллилитров. Следующим шагом определяли оптическую плотность подготовленной вытяжки и соответствующую концентрацию пигментов по калибровочному графику в мг/л. Далее определяли количество пигментов в расчете на 1 грамм зеленой массы растения. Результаты эксперимента представлены на рисунках 1 и 2.

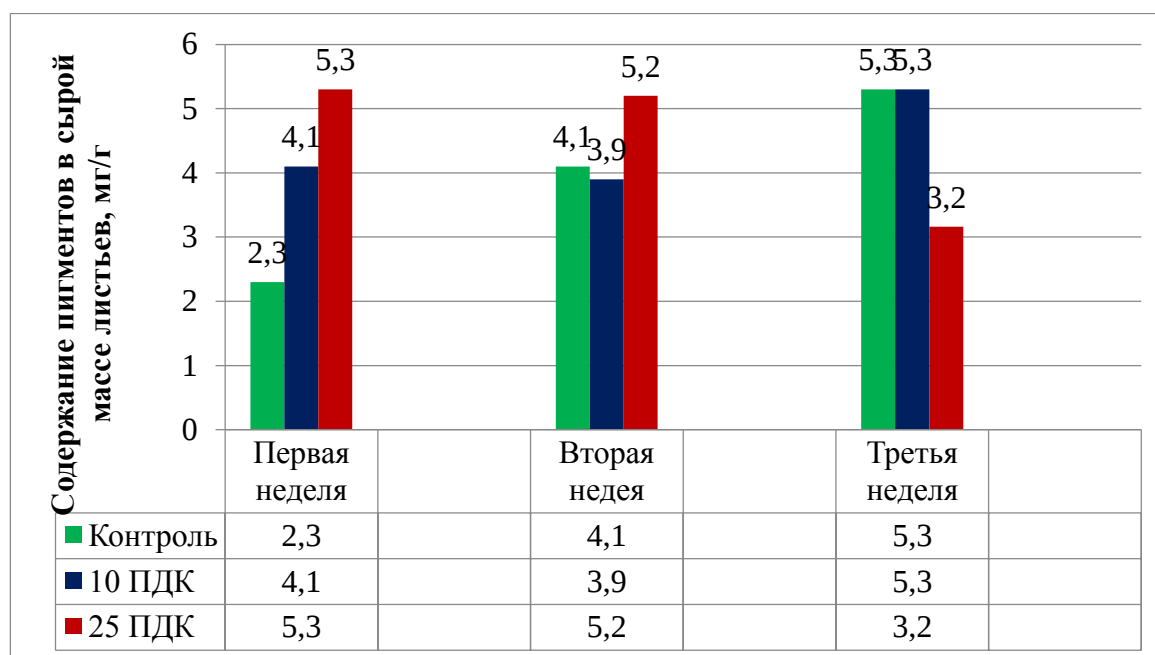


Рисунок 1 – Зависимость содержания хлорофилла в листьях овса от содержания свинца в почве

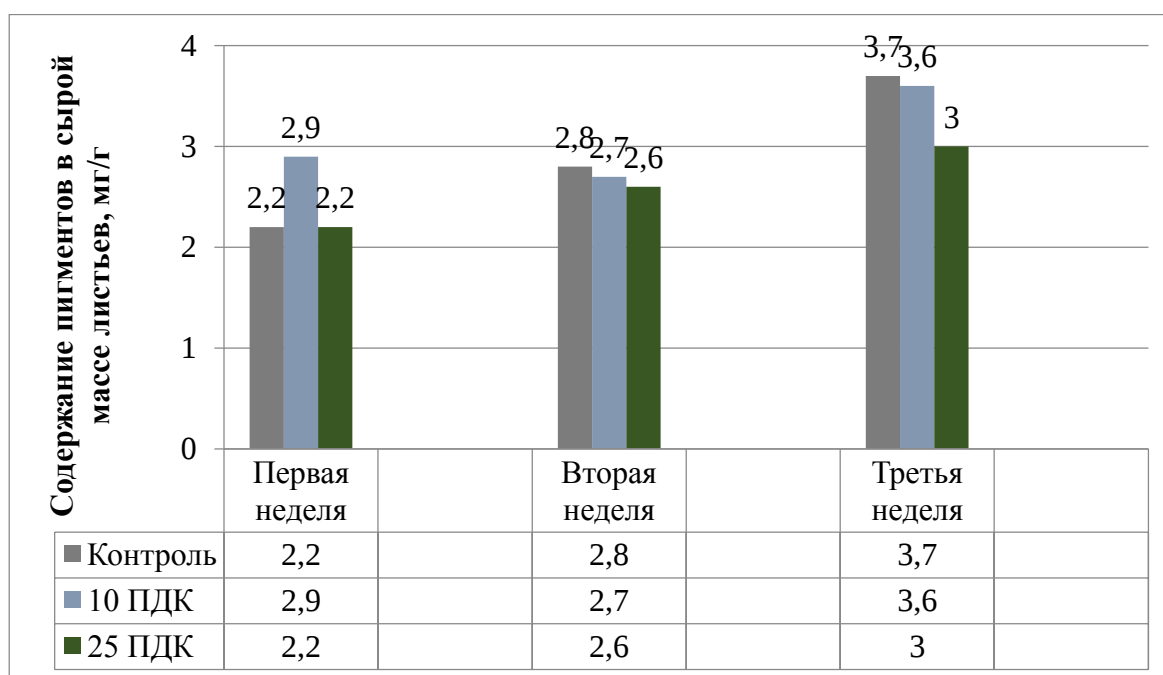


Рисунок 2 – Зависимость содержания хлорофилла в листьях овса от содержания кадмия в почве

Действие соли свинца на содержание хлорофилла в листьях овса показало, что после первой недели проведения эксперимента содержание хлорофилла в образцах, выращенных в загрязненной почве, увеличилось по сравнению с контрольным образцом. На второй неделе эксперимента содержание хлорофилла в контрольном образце увеличилось практически вдвое, в то время как в образцах с содержанием свинца уровень хлорофилла незначительно снизился. На третьей недели эксперимента содержание хлорофилла в контрольном образце и образце с содержанием свинца 10 ПДК стало равным, а количество хлорофилла для образца с содержанием свинца 25 ПДК резко уменьшилось. На первой неделе эксперимента увеличение содержания тяжелого металла в почве оказало стимулирующее действие на

фотосинтетический аппарат и вызвало увеличение содержания хлорофилла в исследуемых образцах. Это связано с действием защитной системой растений, вызванной влиянием стрессового фактора. При повышении содержания тяжелого металла в почве растение либо адаптируется к данному стрессовому фактору, при невысоких концентрациях тяжелого металла, либо у растения начинается хлороз. Таким образом, высокие концентрации свинца в почве снижают содержание хлорофилла в листьях овса.

Действие соли кадмия на содержание хлорофилла в листьях овса после первой недели проведения эксперимента также оказывает стимулирующее действие на процесс фотосинтеза. Но данное действие оказывается только для образца с содержанием кадмия 10 ПДК. На второй неделе эксперимента содержание хлорофилла во всех образцах увеличилось и имело приблизительно равные значения. На третьей неделе эксперимента содержание хлорофилла снизилось в образце с содержанием кадмия 25 ПДК, в то время как для контрольного образца и образца с содержанием тяжелого металла 10 ПДК были практически равны. Таким образом, высокие концентрации кадмия в почве снижают содержание хлорофилла в листьях овса (см. рисунок 3).



Рисунок 3 – Внешний вид овса на 21 день эксперимента

Список литературы

1. Титов А. Ф., Таланова В. В., Казнина Н. М. Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам: учебное пособие. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2011. 77 с.
2. Медведев С.С. Физиология растений. Спб.: Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 2004. – 336 с.
3. Нифантьев Э.Е., Верзилина М.К., Котлярова О.С. Внеклассная работа по химии с использованием хроматографии. М.: Просвещение, 1983. – 143 с.
4. Якушкина Н.И., Бахтенко Е.Ю. Физиология растений. М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005. – 463 с.
5. Фещенко В.П. Содержание тяжелых металлов в кормовых культурах Новосибирской области. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. -2014. – № 10. – С. 33–36.
6. Батурицкая Н. В., Фенчук Т. Д. Удивительные опыты с растениями. Минск: Нар. асвета, 1991. – 208 с.
7. Физиология растений: лабораторный практикум для студентов биологического факультета [Электронный ресурс] / А. П. Кудряшов [и др.]. – Минск: БГУ, 2011. – URL: <http://www.elib.bsu.by> (дата обращения 29.10.2021).
8. ГОСТ 21802-84. Паста хвойная хлорофилло-каротиновая. Технические условия. Дата введения 01.08.88.