

ВЛИЯНИЕ ЭДТА, ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ НА НАЧАЛЬНЫЕ РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ BRASSICA NAPUS И SINAPIS ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ НИКЕЛЕМ И КАДМИЕМ

Коротченко И.С., Львова В.А.

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Аннотация: В статье описывается влияние ЭДТА (этилендиаминтетрауксусной кислоты), янтарной кислоты на посевные качества семян сельскохозяйственных растений. Показана необходимость в полевой апробации ЭДТА, янтарной кислоты в загрязненных районах.

Ключевые слова: янтарная кислота, этилендиаминтетрауксусная кислота, тяжелые металлы, никель, кадмий, энергия прорастания и всхожесть семян, загрязнение окружающей среды.

THE INFLUENCE OF EDTA, SUCCINIC ACID ON THE INITIAL GROWTH PROCESSES OF BRASSICA NAPUS AND SINAPIS IN THE SOIL POLLUTION WITH NICKEL AND CADMIUM

Korotchenko I.S., Lvova V.A.

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Abstract: The article describes the influence of EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid), succinic acid on the sowing qualities of seeds of agricultural plants. The necessity for field-testing of EDTA, succinic acid in the polluted areas is shown.

Key words: succinic acid, ethylenediaminetetraacetic acid, heavy metals, nickel, cadmium, germination energy and seed germination, environmental pollution.

Введение. Постоянно возрастающая техногенная нагрузка на окружающую среду все более обостряет проблему оценки устойчивости биологических систем, испытывающих действие стресс-факторов среды разной природы и интенсивности. Вместе с тем известно, что длительное воздействие техногенных загрязнителей в малых и сверхмалых концентрациях способно вызвать в клетках растений не только токсические эффекты, но и активировать приспособительные физиологические и биохимические реакции [7]. В ряду техногенных стресс-факторов одним из ведущих является загрязнение биосферы группой поллютантов, получивших общее название «тяжелые металлы» (ТМ). Основными среди них считаются Hg, Pb, Cd, As, Zn. Эта группа элементов обладает большим сродством к физиологически важным органическим соединениям и способна их инактивировать. Их избыточное поступление в живые организмы нарушает процессы метаболизма, тормозит рост и развитие [6]. В частности, известно, что соли кадмия при действии на

биологические клетки более токсичны по сравнению с аналогичными концентрациями солей свинца [5].

Тяжелые металлы попадают в ткани растений через поглощающую систему корней вместе с ионами, необходимыми для минерального питания.

Многие тяжёлые металлы в оптимальных дозах являются значимыми для растений и животных, выполняя жизненно важные функции в физиологических процессах организмов и в биосфере. Повышенное количество тяжёлых металлов, поступающих в живые организмы, оказывает токсическое действие, способствуя проявлению различных патологий в объектах биосферы [4].

Зеленые растения способны извлекать из окружающей среды и концентрировать в своих тканях различные элементы, в том числе тяжелые металлы. Растительную массу не составляет особого труда собрать и сжечь, а образовавшийся пепел или захоронить, или использовать как вторичное сырье. Применение для очистки среды растений стало эффективным и экономически выгодным методом только после того, как были обнаружены растения – гипераккумуляторы поллютантов, способные накапливать в своих тканях значительное количество никеля, цинка или меди в пересчете на сухой вес – то есть в десятки раз больше, чем обычные растения [2].

Для повышения накопления в растениях тяжелых металлов необходимо применять так называемые эффекторы фиторемедиации в виде комплексонов из числа полиаминополиуксусных кислот. Эти вещества способны образовывать прочные водорастворимые внутрикомплексные соединения со многими металлами, повышать растворимость, подвижность металлов в почве, а, следовательно, их поглощение корневой системой и накопление в надземной биомассе.

Цель исследований заключалась в оценке воздействия ЭДТА, янтарной кислоты на посевные качества семян растений рапса и горчицы.

Объекты и методы исследований. В лабораторно-вегетационном опыте исследование проводили с рапсом яровым сорта Надежный-92 и горчицей сорта Семеновская, которые выращивались в сосудах с емкостью почвы 200 г. Для закладки опыта использовалась почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый.

Для опыта применялись соли тяжелых металлов: кадмий сернокислый $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ в концентрации 10 мг/кг (10ПДК) почвы и никель хлористый $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в концентрации 850 мг/кг (10ПДК) почвы. После внесения тяжелых металлов почва инкубировалась в течение 7 дней. Перед посевом семян в почву вносились эффекторы фиторемедиации янтарная кислота $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$ и этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$ в дозе 5 ммоль/кг. Всего было изучено 14 вариантов опыта.

В каждую емкость сеяли по 25 семян, повторность опыта четырехкратная. На 4-е и 6-е сутки проводили оценку энергии прорастания и всхожести семян рапса и горчицы согласно методике ГОСТ 12038-84 [3].

Результаты исследований и их обсуждение. При изучении воздействия ТМ (никеля и кадмия) на энергию прорастания и всхожесть семян обнаружено негативное влияние на данные показатели. Отмечено достоверное ($P \leq 0,01$;

$P \leq 0,05$) снижение: энергии прорастания семян горчицы в вариантах с внесением в почву никеля на 35 % по сравнению с контролем, с внесением кадмия – 46 %, всхожести семян горчицы в вариантах с внесением в почву никеля на 28 %, с внесением кадмия – 31 % (рис. 1).

Достоверно ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$) установлено увеличение энергии прорастания и всхожести семян горчицы при использовании янтарной кислоты и ЭДТА по сравнению с вариантами с внесением в почву кадмия и никеля. Так при внесении кадмия с янтарной кислоты, а также в сочетании с ЭДТА посевные качества семян горчицы увеличились на 32 %. При внесении никеля и янтарной кислоты энергия прорастания и всхожесть семян горчицы возросла на 57 % и 35 % соответственно по сравнению с вариантом с внесением в почву никеля. Наибольшее увеличение энергии прорастания (на 60 % по сравнению с вариантом с внесением в почву никеля) семян горчицы способствовало применение ЭДТА при загрязнении почвы никелем.

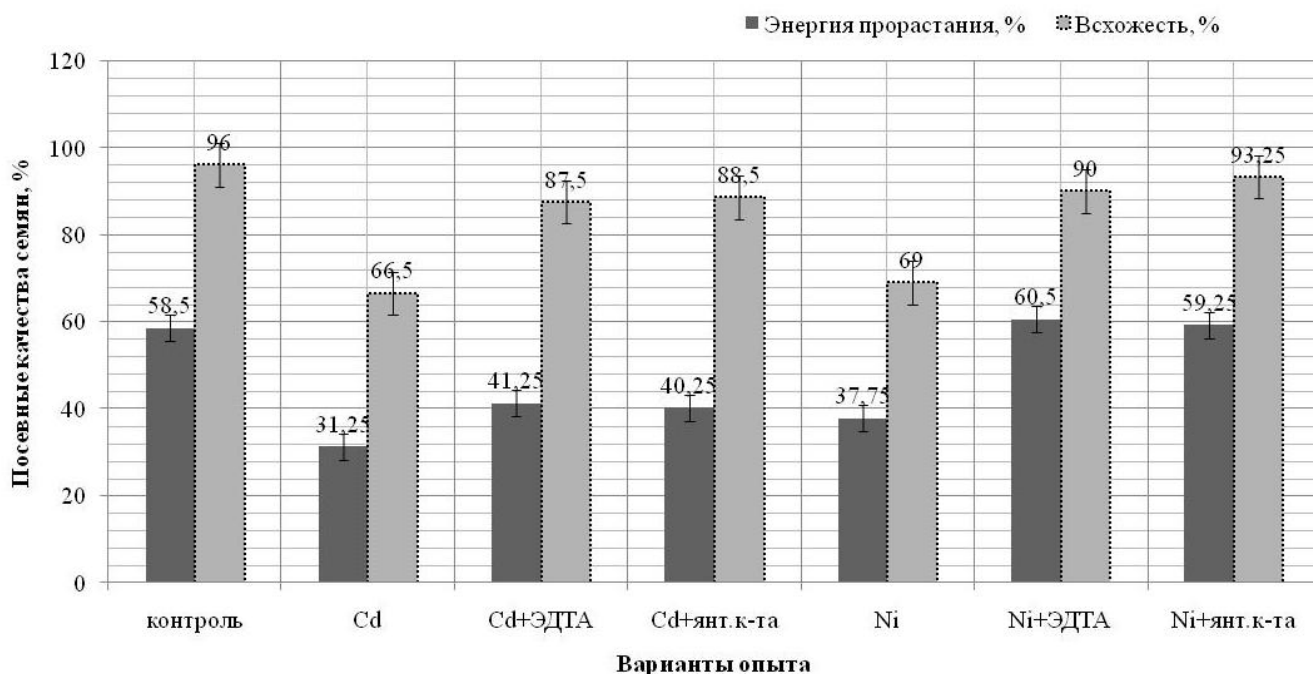


Рисунок 1 – Посевные качества семян горчицы под действием кадмия, никеля и эффекторов фиторемедиации

В вариантах с внесением в почву кадмия выявлено наибольшее ($P \leq 0,01$) угнетение энергии прорастания (на 46 % по сравнению с контролем) и всхожести (на 28 % по сравнению с контролем) семян рапса. Ионы никеля тоже оказали токсическое воздействие на энергию прорастания (уменьшилась на 27 % по сравнению с контролем) и всхожести (уменьшилась на 22 % по сравнению с контролем) семян рапса (рис. 2).

Обнаружено достоверное ($P \leq 0,01$) увеличение энергии прорастания, всхожести семян рапса в вариантах с внесением в почву кадмия и эффекторов фиторемедиации: в варианте с ЭДТА до 39 %, с янтарной кислотой – до 49 % по сравнению с вариантом с внесением в почву кадмия; никеля и эффекторов

фиторемедиации: в варианте с ЭДТА до 48 %, с янтарной кислотой – до 41 % по сравнению с вариантом с внесением в почву никеля.

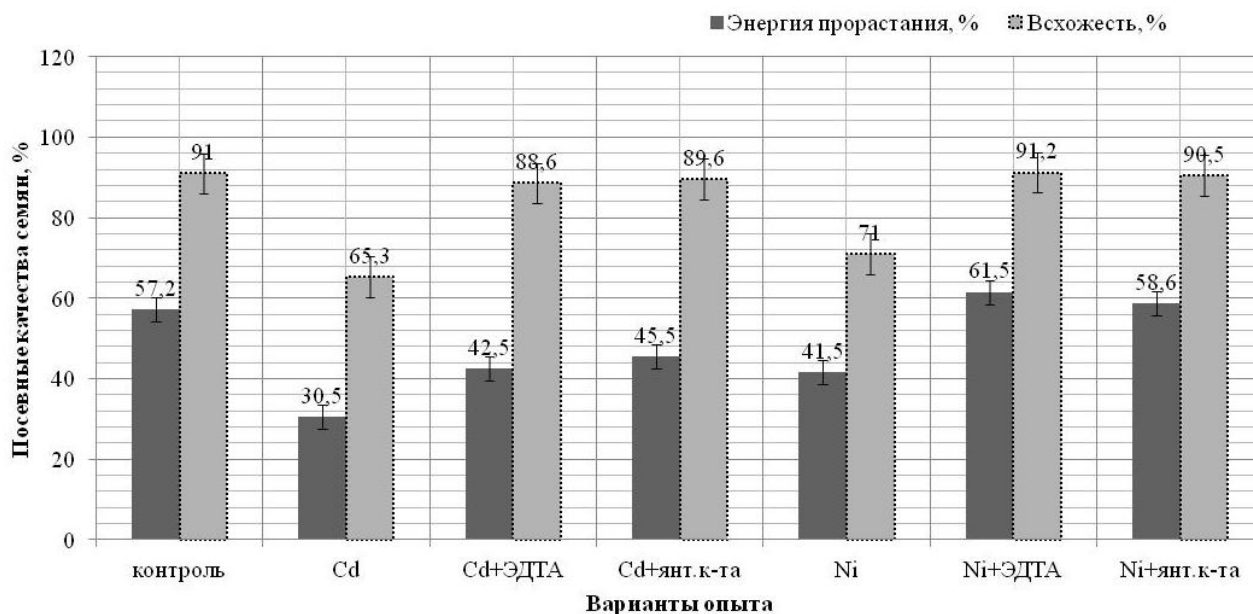


Рисунок 2 – Посевные качества семян рапса под действием кадмия, никеля и эффекторов фиторемедиации

Таким образом, в ходе изучения показателей энергии прорастания и всхожести семян рапса и горчицы было установлено, что внесение тяжелых металлов в почву значительно снижают энергию прорастания и всхожесть семян растений, а внесение эффекторов фиторемедиации при загрязнении почвы тяжелыми металлами значительно увеличивают данные показатели.

Изучив механизм влияния тяжелых металлов и эффекторов фиторемедиации [1], поясним, что положительное влияние ЭДТА и янтарной кислоты связано с тем, что исследуемые вещества образуют с кадмием и никелем растворимые комплексы в почве, способствуя миграции металлов в растения. В основе токсического воздействия ТМ на растения – их денатурирующее влияние на белки, которые отвечают за метаболизм. Предположим, что детоксикация в растении происходит за счет связывания кадмия и никеля в комплексы янтарной кислотой, это приводит к снижению проникновения ТМ через мембраны клеток.

Выводы:

1. Установлено, что семена растений горчицы сорта Семеновская и рапса сорта Надежный-92 специфически реагируют на присутствие в почве тяжелых металлов и эффекторов фиторемедиации.

2. Всхожесть и энергия прорастания семян рапса выращенного, на загрязненной почве ТМ имели наибольшие значения в случае с никелем – опыте с добавлением ЭДТА; кадмием – с добавлением янтарной кислоты по сравнению с загрязненными ТМ вариантами.

3. Посевные качества семян горчицы в условиях загрязнения почвы кадмием и никелем максимально увеличились при применении янтарной кислоты.

4. Таким образом, на основании проведенных лабораторных исследований было выявлено, что эффекторы фиторемедиации – янтарная кислота и ЭДТА перспективно применять для очистки загрязненных никелем и кадмием почв. Необходимо продолжить настоящее исследование в полевых условиях с целью изучения морфологических параметров растений, особенностей аккумуляции тяжелых металлов в растениях рапса и горчицы, изменения содержания тяжелых металлов в почве, чтобы получить результаты, которые можно было бы рекомендовать для внедрения в производство.

Литература

1. Барсукова, В.С. Физиолого-генетические аспекты устойчивости растений к тяжелым металлам: Аналит. обзор / В.С. Барсукова. – Новосибирск: СО РАН, Ин-т почвоведения и агрохимии. Сер. "Экология". Вып. 47, 1997. – 63 с.

2. Галиулин, Р.В. Очистка почв от тяжелых металлов с помощью растений / Р.В. Галиулин, Р.А. Галиулина // Вестник Российской академии наук. – 2008. – № 3. – Т. 78. – С. 247-249.

3. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Введ. 1986-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 29 с.

4. Гусев, Н.Ф. Реакция травянистых растений на атмосферное загрязнение / Н.Ф. Гусев, О.Н. Немерешина // Земледелие. – 2003. – № 5. – С. 19-20.

5. Казнина, Н.М. Влияние свинца и кадмия на рост, развитие и некоторые другие физиологические процессы однолетних злаков: Ранние этапы онтогенеза: автореф. дис. ... к.б.н. – Петрозаводск: ИБ КНЦ РАН. – 2003. – 26 с.

6. Петров, Н.Ю. Фиторемедиация техногенно-загрязненных тяжелыми металлами светло-каштановых почв южной пригородной агропромзоны г. Волгограда с помощью горчицы Сарептской / Н.Ю. Петров, Т.А. Трофимова // Аграрный вестник Урала. – 2009 – № 9. – Т 63. – С 64-65.

7. Шашурин, М.М. Изучение адаптивных возможностей в зоне техногенного воздействия / М.М. Шашурин, А.Н. Журавская // Экология. – 2007. – № 2. – С. 93-98.