

Научная статья
УДК 631.81.095.337

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСОНАТОВ НА ОСНОВЕ НТФ КИСЛОТ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Наталья Валентиновна Марина¹, Анна Владимировна Лантинова²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ marinanv@usfeu.ru

² lantinovaan@usfeu.ru

Аннотация. Изучено воздействие комплексонатов металлов на рост и развитие высших растений. Показано, что при определенных концентрациях комплексонаты металлов стимулируют рост и развитие растений.

Ключевые слова: комплексонаты металлов, НТФ

Scientific article

EFFECTS OF THE ACTION ATMP (METHYLENEDIPHOSPHONIC ACID) ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS

Natalia V. Marina¹, Anna V. Lantinova²,

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ marinanv@usfeu.ru

² lantinovaan@usfeu.ru

Abstract. The effect of metal complexates (ATMP) on the growth and development of plants has been studied. It has been shown that at certain concentrations metal complexonates stimulate the growth and development of plants.

Keywords: chelating agents, ATMP, methylenediphosphonic acid

В настоящее время остается актуальной проблема лесовозобновления на техногенно-нарушенных территориях. Это невозможно без использования качественного посевного материала и повышения устойчивости лесных насаждений.

Перспективными для данной цели могут быть органоминеральные удобрения, содержащие в своем составе как индивидуальные микроэлементы, так и их комплекс, а также использование препаратов пролонгированного действия. Такими веществами являются комплексопаты металлов. Их повышенная усвояемость обусловлена тем, что микроэлемент вводится в биологически активной форме и обладает высокой мембранной проницаемостью. Растения намного лучше и эффективнее усваивают комплексопаты металлов, по сравнению с солями микроэлементов, которые в почве могут вступать в перекрестные реакции и образовывать соединения, которые не усваиваются растением [1]. Способы применения микроэлементов могут быть самыми разными: некорневая подкормка в течении вегетации, предпосевная обработка семян и внесение микроэлементов в почву. При некорневой подкормке и предпосевной обработке семян растения используют 40–100 % всех микроэлементов, но при внесении их в почву растения усваивают лишь несколько процентов. Цель исследования – изучение эффективности действия комплексопатов на основе НТФ кислот на рост и развитие высших растений.

Нами были проведены исследования потенциальной возможности использования комплексопатов металлов с органическими лигандами, содержащими фосфоновые группы в качестве источника биометаллов.

В качестве металлов-комплексобразователей выбраны медь, цинк и железо, которые обладают определенным биологически активным действием на растения. Так, железо участвует в обмене веществ, клеточном дыхании, фиксации азота и синтезе хлорофилла зеленых насаждений.

Медь выполняет определенные функции в ряде физиологических процессов: дыхании, фотосинтезе, перераспределении углеводов, метаболизме протеинов, восстановлении и фиксации азота [1]. Она отвечает за иммунитет растений и устойчивость к негативным факторам окружающей среды.

Цинк участвует в метаболизме углеводов, протеинов, фосфатов, а также в процессах, связанных с образованием ДНК и рибосом [1], влияет на процессы оплодотворения растений и развитие зародыша. В процессе дыхания и фотосинтеза цинк катализирует расщепление угольной кислоты на воду и углекислый газ.

В качестве комплексонов использована фосфорсодержащая кислота: нитрилтри (метиленфосфоновая) кислота – НТФ (содержит одну фосфоновую группу).

Ранее с соавторами было установлено, что комплексоны относятся к умеренно токсичным соединениям. Так, для ОЭДФ величина ПДК в воде составляет 0,6 мг/мл, а значение LD50 равно 2500 мг/кг. Комплексопаты

металлов микроэлементов являются умеренно и малотоксичными соединениями [2].

Для выявления интервала концентраций исследуемых комплексонатов, в которых возможно проявление потенциальной токсичности, был применен метод биотестирования с использованием в качестве тест-организма кресс-салата [3].

Методика выполнения эксперимента заключалась в следующем: методом последовательного разбавления были приготовлены серии тестируемых водных растворов комплексонатов. Исходные концентрации комплексонатов рассчитывали по действующему металлу.

В основу применяемой нами методики положен подход, предложенный в ГОСТ Р ИСО 18763–2019 [1], который заключается в контактном биотестировании почв с использованием специально разработанной конструкции плоских и мелких прозрачных планшетов.

В отличие от данного метода нами использован метод элюентного биотестирования в упрощенных планшетах. В качестве тест-растения, как и в вариантах ГОСТ Р ИСО 18763–2019 [1], было взято двудольное растение *Lepidium sativum*. В качестве оцениваемой тест-функции нами учитывались длина ростка и длина корня тест-организма.

Эффект действия тестируемых образцов (\mathcal{E} , %) на рост и развитие корневой и наземной части вычисляют по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{A - B}{B} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где A – среднее значение длины корней или проростков в контрольном опыте;

B – среднее значение длины корней или проростков в исследуемой среде.

Следует отметить, что тестируемая среда может оказывать как угнетающее, так и стимулирующее влияние на тест-растение. При этом эффект угнетения будет выражаться положительным значением величины \mathcal{E} , а стимулирующее воздействие – отрицательным.

Анализ полученных данных показывает, что в интервале концентраций от 0,02 до 0,002 % (по металлу) комплексонат цинка и железа с НТФ и комплексонат меди с НТФ при концентрации металла 0,002 % оказывают стимулирующее влияние на рост и развитие наземной и корневой частей тест-культуры (таблица).

Согласно шкале токсичности Кабирова и Багдасаряна [4], комплексонат меди с НТФ по действию на корневую и наземную части относится к высокому классу токсичности (класс II), а комплексонат железа по действию на корневую часть при концентрации 0,02 % – к среднему (класс III).

Индексы токсичности оцениваемых факторов при тестировании комплексов металлов с НТФ

Доля	Корневая часть. Эффект торможения роста и развития	Наземная часть. Эффект торможения роста и развития	Эффект торможения прорастания семян
10 % НТФ	100,00	100,00	100,00
1 % НТФ	100,00	100,00	100,00
0,1 % НТФ	75,49	52,08	53,33
0,01 % НТФ	31,37	20,83	-10
2 % Zn	100,00	100,00	100,00
0,2 % Zn	100,00	100,00	100,00
0,02 % Zn	24,02	33,33	13,33
0,002 % Zn	-10,29	-5,26	-1,25
2 % Cu	100,00	100,00	100,00
0,2 % Cu	100,00	100,00	100,00
0,02 % Cu	50,98	-22,92	-5,21
0,002 % Cu	68,14	12,50	53,33
2 % Fe	100,00	100,00	100,00
0,2 % Fe	100,00	100,00	100,00
0,02 % Fe	53,43	-6,25	60,00
0,002 % Fe	-7,84	-47,92	-20,00
0,02 % Zn	100,00	100,00	100,00
0,002 % Zn	31,37	-10,42	-20,00

Для более полной достоверности полученных данных при решении вопроса о возможности применения комплексонов железа, меди и цинка с НТФ в качестве источника микроэлементов для высших растений необходимо провести расширенные исследования с использованием других тест-организмов, а также полевых исследований по применению комплексонов основе НТФ кислот.

Список источников

1. Дятлова, Н. М., Темкина, В. Я., Попов, К. И. Комплексоны и комплексоны металлов. М. : Химия, 1989. 544 с.
2. ГОСТ Р ИСО 18763–2019 Качество почвы. Определение токсического воздействия загрязняющих веществ на всхожесть и рост на ранних стадиях высших растений. М. : Стандартиформ, 2019.

3. Лантинова А. В., Марина Н. В. Современное состояние и перспектива развития сети особо охраняемых природных территорий в промышленно развитых регионах / отв. ред. Д. В. Московченко // Материалы II Всероссийской конференции, посвященной 25-летию природного парка «Нумто»: сборник научных статей; Департамент недропользования и природных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа-Югры; ФГБУН ФИЦ «Тюменский научный центр СО РАН»; Бюджетное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа-Югры Природный парк «Нумто». Екатеринбург, 2022. С. 73–77.

4. Фитотестирование в оценке токсичности городских почв / А. В. Прусаченко [и др.] // Экология урбанизированных территорий. 2010. № 2. С. 105–109.