

# ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСОВ ДИНАТРИЕВОЙ СОЛИ ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРАУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ С ПЕРЕХОДНЫМИ МЕТАЛЛАМИ

А.Л. Верещагин, Т.Л. Цой

*Исследована биологическая активность комплексов динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты с переходными металлами в концентрациях  $10^{-1}$  н -  $10^{-21}$  н на энергию прорастания семян и онтогенез льна. Установлено стимулирующее действие сильно разбавленных растворов комплексонов на семена и растения льна (*Linum usitatissimum*). Зависимость биологического эффекта от массовой доли раствора имеет не линейный характер.*

## ВВЕДЕНИЕ

В 1983 г. Е.Б. Бурлаковой [1] было обнаружено влияние сверхмалых доз биологически активных соединений на процессы, происходящие в живых организмах. В последствие [2, 3] были опубликованы данные по влиянию сверхмалых доз различных препаратов (дибазола, аскорбиновой кислоты, фузикоцина) на процессы регенерации и онтогенез растений.

Целью настоящей работы явилось изучение действия сверхмалых доз комплексонов переходных металлов.

Важным фактором для нормального роста и развития растений выступают микроэлементы. Растения легко могут использовать их только в биологически активной водорастворимой форме. В качестве такой формы выступают соединения микроэлементов в виде комплексонов.

Высокая активность этих соединений объясняется тем, что комплексоны универсальны, так как они устойчивы в широком диапазоне значений pH.

Микроэлементы значительно эффективнее обычных солей, и соответственно расход их меньше. Данную форму микроэлемента можно использовать, образно говоря, в гомеопатических дозах, т.е. в качестве профилактического средства даже не учитывая состава почвы и не нанося природе никакого вреда [4].

Малые размеры молекул комплексонов и высокая реакционная способность способствует их высокой проницаемости через клеточные мембраны, что обуславливает их большую биологическую активность. Исследования по применению микродоз комплексонов переходных металлов изучены достаточно подробно [5].

В сельскохозяйственной практике России наиболее широкое распространение получили комплексоны: ЭДТА, ОЭДФ (диэти-

лендифосфоновая кислота) и НТФ (нитрилотриметилфосфоновая кислота). Однако действие этих соединений в сверхмалых дозах еще не изучалась.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Первоначально исследовалась отзывчивость льна-долгунца к растворами с различной массовой долей комплексов ЭДТА с микроэлементами. Оценка биологической активности соединений проводилась на льне сорта «Томский-14» по энергии прорастания семян.

Использовались растворы в широком диапазоне массовых долей от  $C_n=10^{-1}$  н до  $C_n=10^{-21}$  н.

По всем вариантам опытов всхожесть семян, замоченных в растворах исследуемых соединений, сравнивалась со всхожестью семян, замоченных в дистиллированной воде.

В дальнейшем была предпринята попытка создать раствор - аналог удобрения, в котором основные элементы питания растений (калий, фосфор и азот) содержатся в необходимых для нормального развития количествах, а комплексоны металлов в сверхмалых дозах. Задачей стояло выявить влияние различных массовых долей растворов комплексонов микроэлементов на рост и развитие льна.

Для получения растворов с микроэлементами (медь, никель, цинк, марганец, кобальт) использовался ЭДТА (в качестве комплексообразователя), сульфаты соответствующих микроэлементов ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ,  $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ ,  $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ ), а также азот, фосфор и калий. Количество элементов питания растений (N, P, K) брались на основе питательной среды Мукрасиге-Скуга (1660 мг  $NH_4NO_3$ , 1920 мг  $KNO_3$ , 170 мг  $KH_2PO_4$  на 1 л дистиллированной воды). Растворы готовились с различными массовыми долями от  $10^{-3}$  до  $10^{-17}$  моль/л. Опыты проводились по методу песчаной

культуры. По всем вариантам растения, обрабатываемые исследуемыми растворами сравнивались с растениями, обрабатываемые дистиллированной водой.

Растения обрабатывались растворами с различной массовой долей микроэлементов. В контрольном варианте использовалась вода. Продолжительность культивирования растений – 20 дней. В течение опыта велись фенологические наблюдения за состоянием растений.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 представлены результаты влияния массовой доли растворов солей ЭДТА на энергию прорастания семян льна.

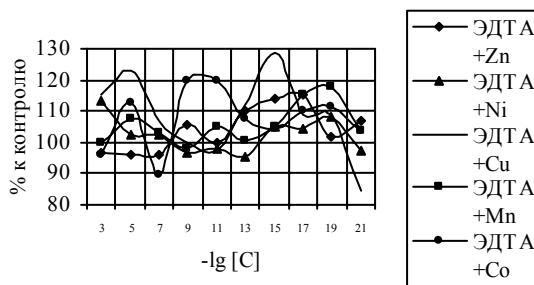


Рис. 1. Влияние массовой доли растворов солей ЭДТА на энергию прорастания семян льна

Анализ рис. 1 показывает, что все зависимости носят сложную полимодальную зависимость с несколькими экстремумами в различных диапазонах концентраций. Обращает на себя внимание факт наличия биологического эффекта в области сверхнизких концентраций для всех вариантов соединений ЭДТА, после которого биологическая активность снижается ниже контрольного. Следует отметить, что данный сложный вид кривых характерен для эффекта действия СМД БАВ.

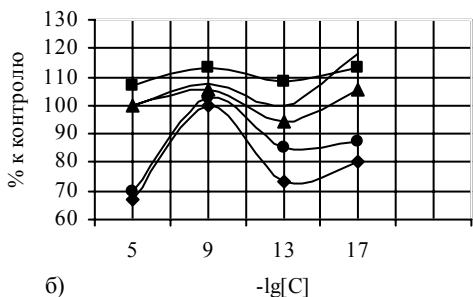


Рис. 2. Влияние массовой доли растворов солей ЭДТА на высоту: а) надземной и б) корневой частей проростков льна

На рис. 2 и 3 представлены результаты влияния различных массовых долей раство-

ров, приготовленных с использованием основных элементов питания растений N, P, K и комплексонов металлов, на изменение основных параметров роста растения.

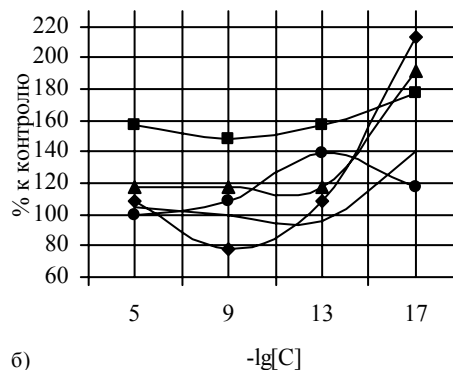
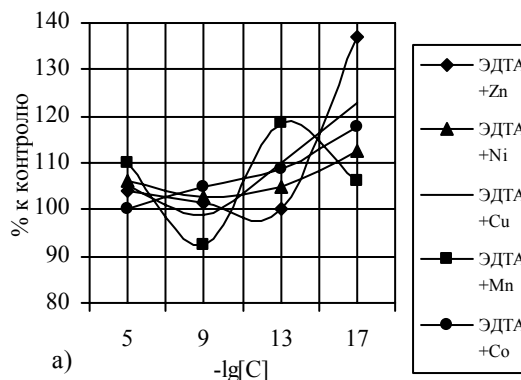


Рис. 3. Влияние массовой доли растворов солей ЭДТА на биомассу: а) стеблей, б) корней проростков льна (сухая смесь)

Анализ полученных данных показывает, что наблюдается увеличение биологической активности растворов с уменьшением их массовой доли. Об этом можно судить по увеличению всех основных показателей роста растений льна: увеличилась высота надземной и подземной частей растений, одновременно увеличивается и биомасса корней и стеблей.

Прирост надземной части растений составил от 6% для марганца до 37% для никеля. Прирост подземной части растения составил от 17% для кобальта до 113% для цинка. Для ряда показателей зависимость «массовая доля раствора – биологический эффект» носит ложный полимодальный характер, присущий эффекту сверхмалых доз.

Также во время опыта велись фенологические наблюдения за развитием растений льна. Результаты представлены на рис. 4.

## ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСОВ ДИНАТРИЕВОЙ СОЛИ ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРАУСКУСНОЙ КИСЛОТЫ С ПЕРЕХОДНЫМИ МЕТАЛЛАМИ

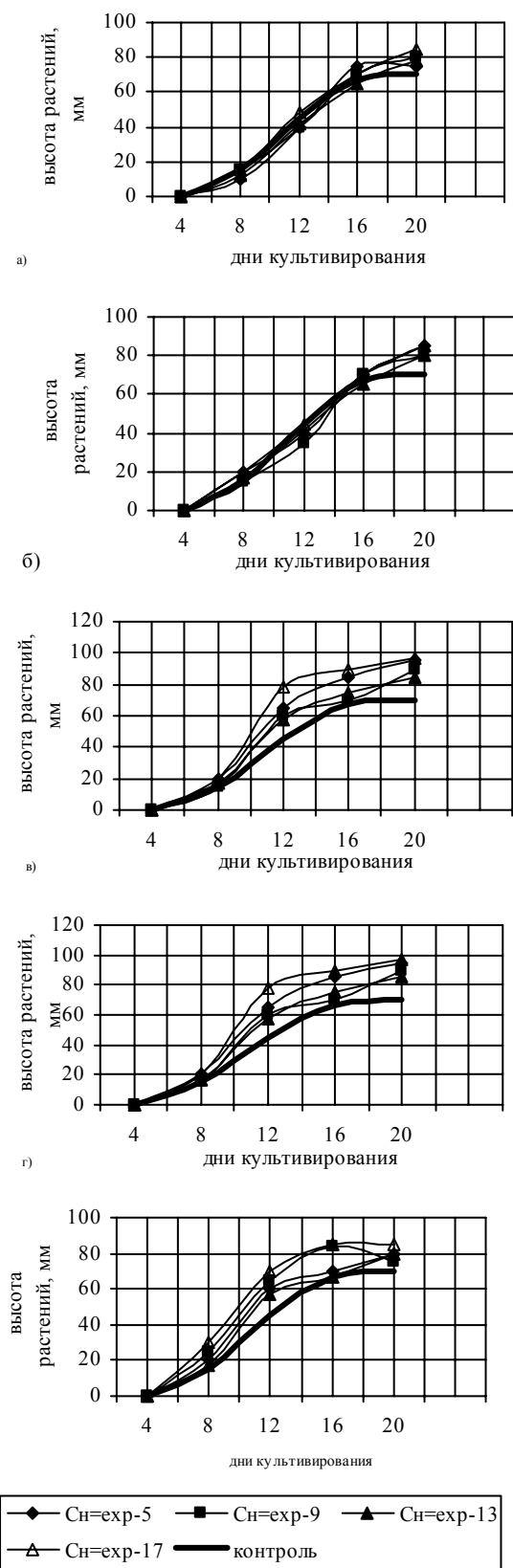


Рис. 4. Влияние массовой доли комплексонатов микроэлементов на развитие льна: а) комплексонат меди; б) комплексонат цинка; в) комплексонат марганца; г) комплексонат никеля; д) комплексонат кобальта

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 4 2004

нат марганца; г) комплексонат никеля; д) комплексонат кобальта

Анализ данных, представленных на рис. 4 показывает, что при использовании растворов микроэлементов в низком диапазоне массовых долей результаты развития растений лучше, чем при использовании растворов этих же микроэлементов, но с более высоким их содержанием.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, комплексонаты изученных переходных металлов имеют несколько максимумов биологической активности (при различных массовых долях раствора), которая проявляется как при замачивании семян льна, так и при обработке льна во время роста.

Максимальная биологическая активность при выращивании льна наблюдается при массовой доле комплексонатов  $10^{-17}$  моль/л.

Кроме того, существует необходимость изучения влияния растворов на другие сельскохозяйственные культуры при использовании предпосевной обработки семян и для некорневой подкормки растений.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлакова Е.Б., Греченко Т.Н., Соколов Е.Н., Терехова С.Ф. Влияние ингибиторов радикальных реакций окисления липидов на электрическую активность изолированного нейрона виноградной улитки // Биофизика. – 1986. – Т.31., №5. – С.921.
2. Лазарева Н.Ю., Бинги В.Н. Влияние сверхмалых доз дибазола на семена томатов //Биофизика. – 1997. – Т.42, вып. 2. – С. 527.
3. Горбатенко И.Ю. Сверхмалые дозы биологически активных веществ и перспективы их использования // Известия РАН, Серия биологическая. – 1997. - №1. – С. 107.
4. Чумаренко И.Н. Предпосевная обработка семян микроэлементами // Химизация сельского хозяйства. – 1989. - № 6. – С. 25.
5. Дятлова Н.М., Темкина В.Я., Попов К.И. Комплексоны и комплексонаты металлов. М. Химия. - 1988. -544 с.