

ВЛИЯНИЕ ЦИНКА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОДЫХ РАСТЕНИЙ *HELIANTHUS ANNUUS L*

Нюкалова М.А.

научный руководитель док. биол.наук Гаевский Н.А.

Сибирский федеральный университет

Тяжелые металлы влияют на рост и развитие растений и оказывают множественное негативное действие на различные физиологические процессы, такие как, минеральное питание и водный обмен. Некоторые металлы, например, медь, цинк, молибден являются незаменимыми для биохимических процессов на уровне деления клетки. Они могут оказывать положительное и отрицательное влияние на процессы, происходящие в организме растений при внесении в высоких концентрациях.

В процессе развития при единичном внесении незаменимых тяжелых металлов в питательную среду они оказывают стимулирующий действие на ряд физиологических параметров, связанных с активацией защитно-приспособительных механизмов и клеточного деления. Только использование очень высоких концентраций этих металлов приводит к необратимому нарушению всех ростовых процессов у растений и в дальнейшем к их гибели. Это связано с нарушением действия механизмов детоксикации тяжелых металлов.

Растения по степени накопления тяжелых металлов делят на индикаторы, показывающие уровни концентрации металлов почве, на аккумуляторы накапливающие ионы металлов в побегах, на исключители, поступление металлов, в организм которых ограничено. Для исследователей представляет интерес такое свойство, как накопление ионов тяжелых металлов в больших концентрациях и обеспечение их переноса по биогеохимическим трофическим сетям. Способность к гипераккумуляции тяжелых металлов у растений определяется механизмами поглощения и транспорта тяжелых металлов, а их устойчивость к избытку металла – механизмами их детоксикации.

Целью данной работы является изучение воздействия различных концентраций цинка на физиологические показатели подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus L.*).

Растения подсолнечника *Helianthus annuus L* сорта Чернянка 66 получены из коммерческих семян. Семена растений предварительно были простерилизованы разведенным водой 1:1 раствором «Белизна» в течение 15 минут. Семена были промыты проточной водой в течение 3 минут. Стерилизованные семена были пророщены в чашке Петри, на влажной фильтровальной бумаге. Через 24 часа проросшие семена были помещены в рулон из влажной туалетной и белой плотной бумаги и оставлены на сутки.

После этого растения были помещены в стеклянные, защищенные от света емкости на раствор Хогланда – Снайдерса, разведенный в 10 раз, где содержались в идентичных условиях, при температуре около 27-30°C под люминесцентными лампами без фотопериода в течении 2 суток.

В экспериментах с добавлением цинка использовали среду Хогланда–Снайдерса, разбавленную в 5 раз, железо лимоннокислого было добавлено отдельно, раствор готовили на дистиллированной воде.

Цинк вносили в форме $ZnSO_4 \times 7H_2O$ в питательный раствор объемом 25 мл в следующих концентрациях: 1 - 0,12 мг/л (6×10^{-6} моль/л); 2 - 0,2 мг/л (10^{-5} моль/л); 3 - 0,6 мг/л (3×10^{-5} моль/л); 4 - 1,2 мг/л (6×10^{-5} моль/л); 5 - 2 мг/л (10^{-4} моль/л); 6 - 6 мг/л

(3×10^{-4} моль/л). В контроле цинк не вносили. Каждый вариант изучали в четырех повторностях. В каждой пробирке находилось одно растение. Было проведено два эксперимента, первый длился 77 часов, второй 51 час.

В конце каждого опыта измеряли объем и электропроводность питательного раствора (кондуктометр N5721, Венгрия), сырую и сухую массу корня и побегов, поглотительную емкость корней. Дополнительно проводили исследования для определения поправки на испарении в определении объема раствора. Взвешивание проводилось на аналитических весах (ВПП-200).

Поглотительную емкость определяли на основании окраски корней раствором метиленового синего в концентрации 69,4 мг/л в течение 3 минут. Высушенные в эксикаторе в течении 2 суток над CaCl_2 корни с известной сухой массой растерали в ступке с битым стеклом, переносили в мерные пробирки с добавлением 0,9%-го раствора CaCl_2 . Полученные растворы были процентрифугированы (CentrifugeMPW 340) в течение 7 минут при 2800 об/мин. Оптическую плотность измеряли на фотоэлектроколориметре (КФК-2 УХЛ 42) при длине волны 670 нм в кювете шириной 0,5 см. За контроль брали дистиллированную воду. после этого взвешивалась сырая масса подземной части растений.

В обоих экспериментах установлено наличие определенных изменений в корневых системах исследуемых проростков (рисунок 1). В обоих экспериментах при концентрации цинка 10^{-4} моль/л отмечено уменьшение количества боковых корней, потемнение поверхности корней и изменение листовой пластинки (пожелтение, появление бурых пятен).



Рисунок 1. Внешний вид молодых растений подсолнечника после 77 часовой экспозиции в растворах с различным содержанием цинка (первый эксперимент).

В первом эксперименте, при наблюдении за растениями, пребывающими в повышенных концентрациях цинка, начиная от 3×10^{-5} моль/л, заметно уменьшение сырой и сухой массы растений, как корней, так и побегов. Отношение массы побега к массе корня начиная с этой концентраций увеличивается, что указывает на преимущественное уменьшение массы и разветвленности корней по сравнению с массой побегов.

Во втором эксперименте время экспозиции было значительно уменьшено. Возможно, благодаря этому было установлено, что сырая и сухая масса корней и побегов значимо уменьшались с концентраций раствора 10^{-5} моль/л. Концентрация 6×10^{-6} моль/л оказывала стимулирующее действие на прирост биомассы. Это отображено на рисунках 2(А, Б) и 3(А, Б) для первого и второго эксперимента соответственно.

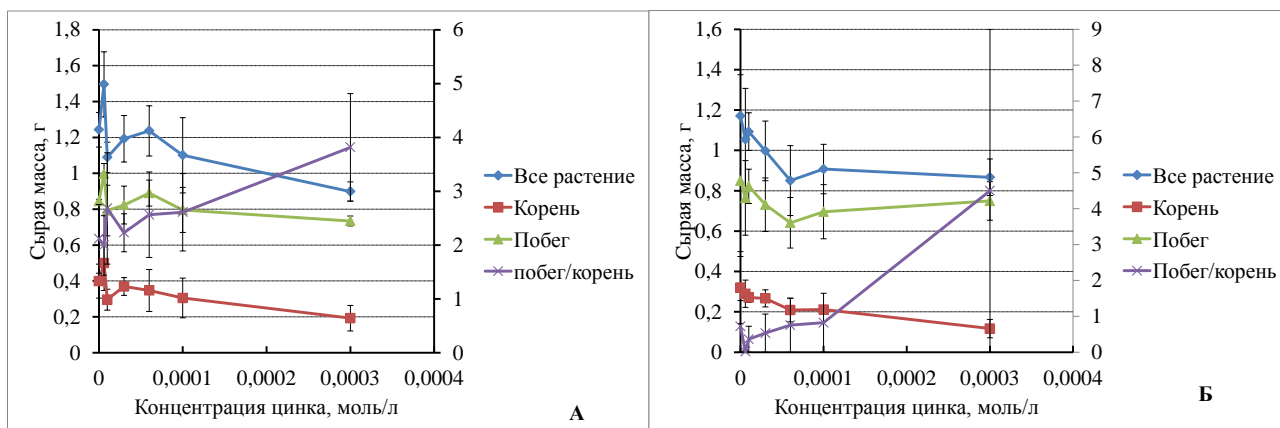


Рисунок 2. Сырая биомасса растений. (А) - первый эксперимент, (Б) - второй эксперимент.

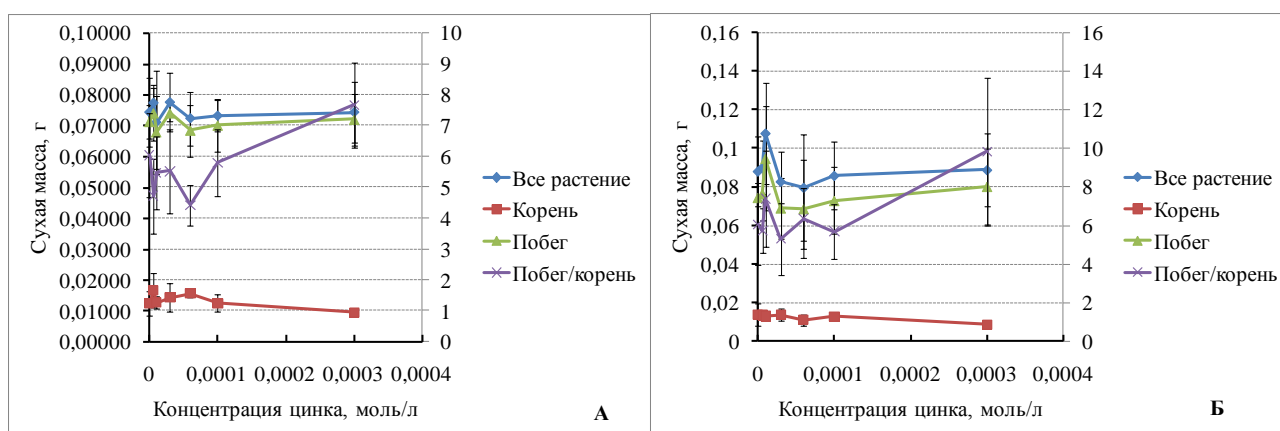


Рисунок 3. Сухая биомасса растений. (А) - первый эксперимент, (Б) - второй эксперимент.

При изучении содержания влаги в растении, в обоих экспериментах наблюдали значительное снижение значений этого параметра. Из этого мы можем заключить, что происходит насыщение растений ионами цинка и ухудшение работы поглощающей системы проростков, из-за нарушения проводящей функции корня.

Поглотительная емкость корней (рисунок 4(А, Б)) определяется вместимостью проводящей системы корня, способностью поглощать микроэлементы из питательной среды. В данной работе, в первом эксперименте, мы наблюдали уменьшение ее параметров при небольшом увеличении концентраций раствора до 10^{-5} моль/л и далее наблюдали повышение значений вместимости корневой системы при нормировании, как на сухую, так и на сырую массу. Во втором эксперименте происходило колебание поглотительной способности на диапазоне концентраций от 6×10^{-6} до 6×10^{-5} моль/л и значительное повышение емкости поглощения. Возможно, это связано с тем, что при уменьшении всасывающей поверхности корня происходит активация механизмов детоксикации, и включение в работу остаточных механизмов защиты растений.

В первом и во втором экспериментах (рисунок 5А, 5Б) наблюдали сначала понижение, а затем при концентрации 3×10^{-5} моль/л и выше постепенное усиление работы поглотительной системы корня. При этом в растении происходило уменьшение массы и содержания метиленового синего в корнях растений. Можно сказать, что тот же объем занятый цинком, обеспечивает большую поглощающую силу растения. Увеличение эффективности работы поглотительной системы корня связано с тем, что

активировались дополнительные более действенные механизмы поступления воды и питательных веществ в корни проростков подсолнечника.

Из сравнения результатов двух экспериментов можно предположить, что при кратковременной экспозиции корней в растворах, содержащих цинк, механизмы детоксикации этого тяжелого металла работают эффективнее. С позиции минерального питания цинк становится токсичным, если его содержание превышает определенный уровень.

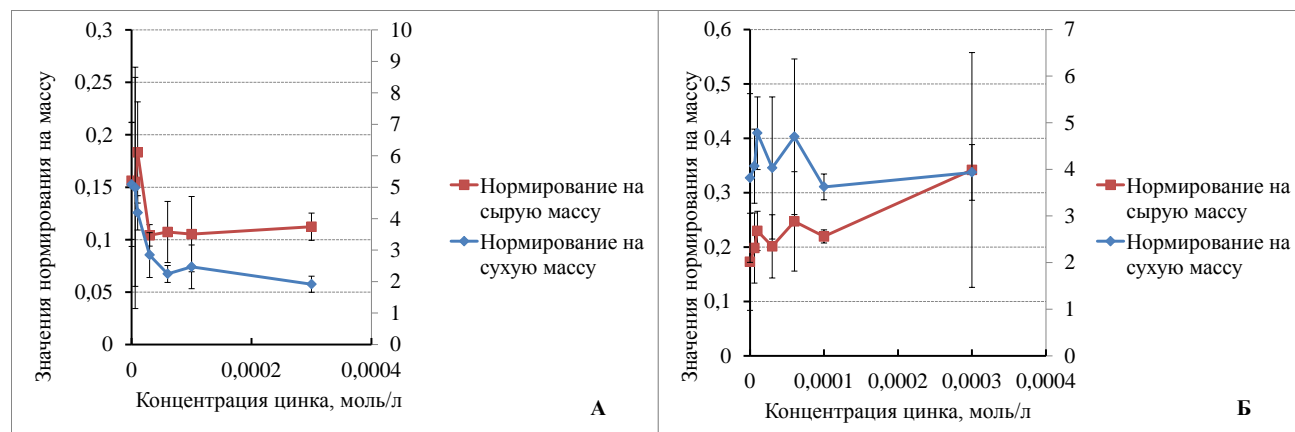


Рисунок 5. Значения емкости поглотительной способности корней растений. (А) - первый эксперимент, (Б) - второй эксперимент.

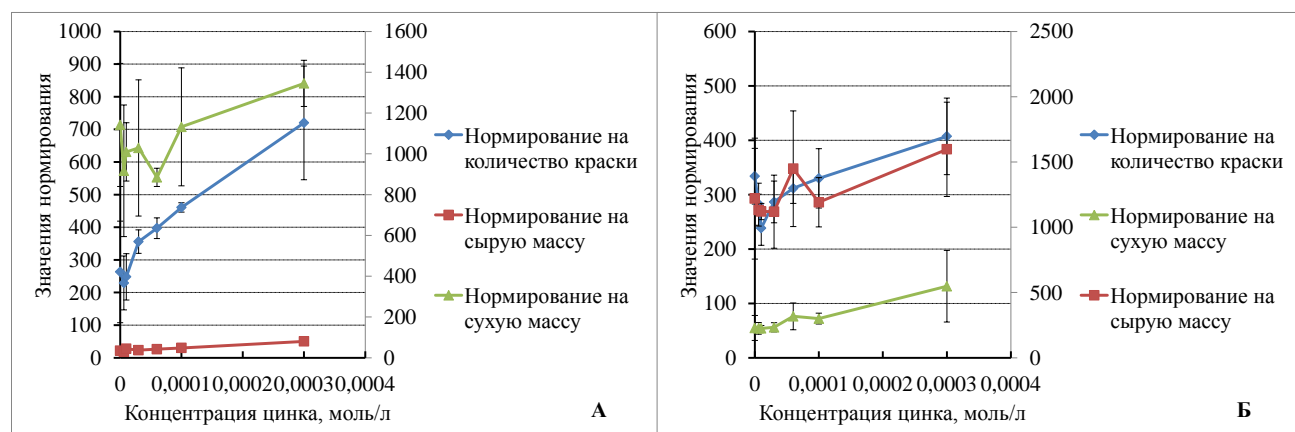


Рисунок 6. Значения поглотительной способности корней растений. (А) - первый эксперимент, (Б) - второй эксперимент.

Выводы

Для подсолнечника однолетнего *Helianthus annuus* L сорта Чернянка 66 близкой к критической, является концентрация $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ равная 3×10^{-4} моль/л. При этой концентрации раствора в корнях наблюдаются существенные изменения, выражающиеся в уменьшении количества боковых корней, заметном искривлении и потемнении главного корня, существенном понижении поглощающей способности корнями в отношении воды и питательных веществ.

Цинк в малой концентрации (6×10^{-6} моль/л) оказывал стимулирующий эффект на растение подсолнечника, проявившийся в активации физиологических показателей.