

## **ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ДЕТОКСИКАНТОВ НА МОРКОВЬ В ЮВЕНИЛЬНЫЙ ПЕРИОД**

**Ковель Е.С., Коротченко И.С.**

*Красноярская краевая станция юннатов  
Красноярский государственный аграрный университет*

В наше время актуально изучение загрязнённости сельскохозяйственных культур, так как 70-80% общего количества тяжелых металлов, поступающих в организм человека, содержится в растительной продукции. Наибольший интерес представляет изучение металлов, загрязняющих окружающую среду, ввиду значительных объемов их использования в производстве и представляющие серьезную опасность с точки зрения их биологической активности и токсических свойств. Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами вызывает тревогу, потому что оно многопланово: снижает продуктивность растений, нарушает естественно сложившиеся фитоценозы, ассимиляционный потенциал фитомассы, ухудшается качество среды обитания человека, включая качество продукции и продуктов питания. В связи с широким распространением в биосфере тяжелых металлов в результате естественных природных процессов и антропогенной деятельности актуален поиск средств, уменьшающих как негативное действие тяжелых металлов на рост культурных растений, так и на накопление в растениеводческой продукции.

Цель работы: оценка действия детоксикантов тяжелых металлов различного происхождения на рост и развитие проростков моркови. Объектом нашего исследования служила морковь (*Daucus carota* L.) сорта Марлинка. Эффективность использования детоксикантов при выращивании моркови оценивали в условиях лабораторно-вегетационного опыта. В почву вносили водорастворимые соли тяжелых металлов:  $ZnSO_4$ ,  $CuSO_4$ ,  $(CH_3COO)_2Pb$ ,  $CdSO_4$  – 5ПДК и детоксиканты различного происхождения: органического – гумат натрия, неорганического – суперфосфат, искусственного - катионит.

Изучение влияния детоксикантов тяжелых металлов на всхожесть семян моркови в загрязненной почве показало их различную эффективность. Всхожесть семян в вариантах с гуматом натрия ( $P \leq 0,01$ ) возросла примерно в 2 раза по сравнению с контролем. Эффективность катионита была несколько ниже – всхожесть достоверно ( $P \leq 0,01$ ) увеличилась в 1,5 раза. Всхожесть семян в вариантах с применением суперфосфата осталась на уровне контроля.

В лабораторно-вегетационном опыте отмечено, что тяжелые металлы оказали негативное влияние на биометрические показатели проростков – длину корней и побегов (рис. 1–4). На 30 день после появления всходов наибольшая достоверная ( $P \leq 0,01$ ) депрессия длины корней и побегов проявлялась в вариантах с кадмием и свинцом, а наименьшая - в вариантах с медью и цинком (рис. 1, 2). На 60 день после всходов наибольшая достоверная ( $P \leq 0,01$ ) депрессия длины корней отмечена в вариантах с цинком и свинцом, а наименьшая - в вариантах с кадмием и медью, и наибольшая достоверная ( $P \leq 0,01$ ) депрессия длины побегов отмечена в вариантах с медью и свинцом, а наименьшая - в вариантах с кадмием и цинком (рис. 3).

Достоверно ( $P \leq 0,01$ ) отмечено, что наилучшим детоксикантом для изучаемых металлов является гумат натрия. Так, в вариантах с кадмием, медью и цинком он способствовал увеличению длины побега и корня проростка моркови до уровня

контроля, а в варианте со свинцом – примерно на 20 % по сравнению с вариантом – свинец без детоксиканта (рис. 1–4).

Однофакторный дисперсионный анализ показал достоверное ( $P \leq 0,01$ ) увеличение биометрических параметров проростков моркови при применении и других изучаемых детоксикантов – это суперфосфат и катионит.

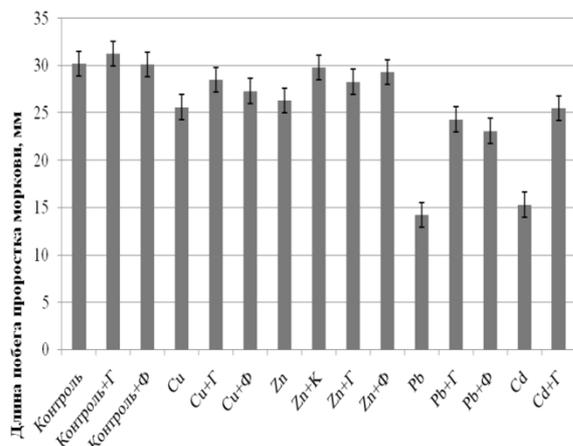


Рисунок 1 – Влияние тяжелых металлов и детоксикантов на длину побега проростков моркови 30 день от появления всходов, мм

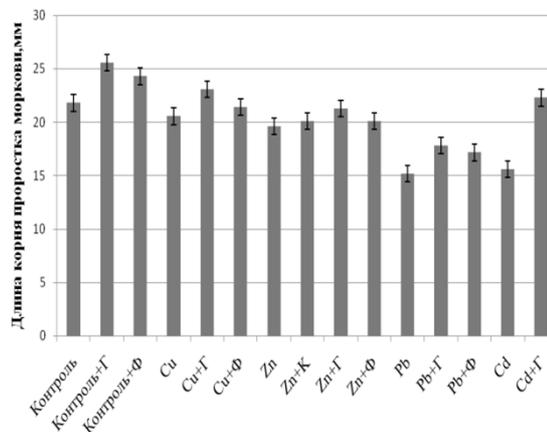


Рисунок 2 – Влияние тяжелых металлов и детоксикантов на длину корня проростков моркови 30 день от появления всходов, мм

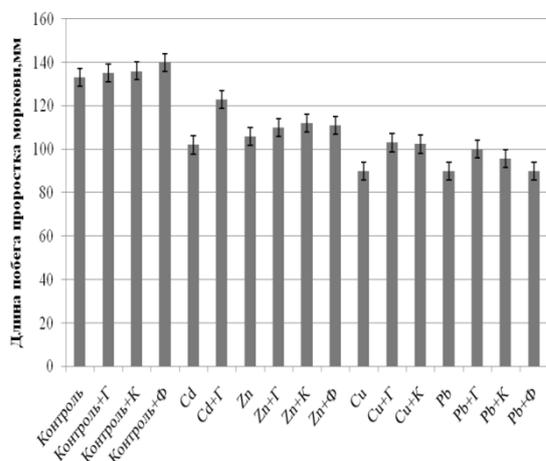


Рисунок 3 – Влияние тяжелых металлов и детоксикантов на длину побега проростков моркови 60 день от появления всходов, мм

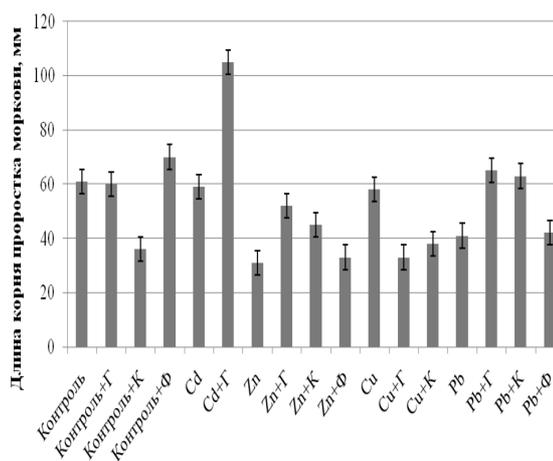


Рисунок 4 – Влияние тяжелых металлов и детоксикантов на длину корня проростков моркови 60 день от появления всходов, мм

Тяжелые металлы влияют на развитие боковых корней, ветвление корней было неустойчиво к действию разнообразных токсикантов (рис. 5). Сильное негативное воздействие оказали свинец, кадмий и цинк. Наиболее эффективными детоксикантами оказались гумат натрия и суперфосфат.

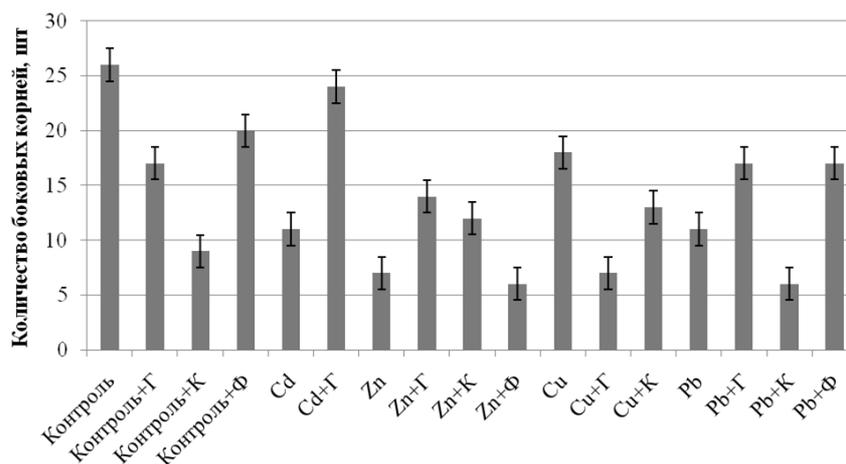


Рисунок 5 – Влияние тяжелых металлов и детоксикантов на количество боковых корней 60 день от появления всходов, шт

Изучение локализации тяжелых металлов при гистохимическом исследовании в разных частях проростков показало, что больше всего металлов находится в корневой системе, т.к. наиболее интенсивное окрашивание наблюдалось именно в корне. Также было отмечено, что при использовании гумата натрия локализация тяжелых металлов в корнях и побегах значительно сокращается.

Таким образом, результаты гистохимического исследования показали, что проростки моркови относятся к группе исключателей. Это объясняется строением и функциями тканей корня и побега:

Фотосинтетический аппарат растений весьма чувствителен к повышенному содержанию тяжелых металлов в окружающей среде, поэтому содержания хлорофилла в растениях может являться показателем загрязнения почвы тяжелыми металлами.

Результаты фотометрического определения хлорофилла в листьях моркови на 30 день после появления всходов показали, что в вариантах с тяжелыми металлами (без детоксикантов) количество хлорофилла в листьях и побегах значительно уменьшается. Об этом свидетельствует изменение окраски зеленой массы растения (от ярко-зеленого до бледновато-зеленого с желтоватым оттенком). При этом отмечено, что максимальное воздействие на содержание хлорофилла оказывают ионы цинка. Избыток цинка привел к некрозу листьев моркови. Наибольшее количество хлорофилла было отмечено в варианте с загрязнением почвы кадмием, что свидетельствует о его наименьшем воздействии на фотосинтетический аппарат растений.

На 60 день после появления всходов моркови максимальное воздействие на содержание хлорофилла оказали ионы цинка и кадмия, что привело к хлорозу листьев. Минимальное воздействие тяжелых металлов на содержание хлорофилла отмечено в вариантах с ионами свинца и меди.

Детоксиканты по-разному повлияли на содержание хлорофилла в листьях моркови. В вариантах с использованием катионита содержание хлорофилла в листьях было на уровне контроля. В вариантах с гуматом натрия выявлено статистически достоверное увеличение содержания хлорофилла, по сравнению с контролем. При этом отмечено, что при загрязнении свинцом гумат натрия способствовал повышению содержания хлорофилла в 2 раза. Суперфосфат как детоксикант проявил себя по-разному. В вариантах с цинком и медью он способствовал уменьшению хлорофилла в листьях, а в варианте со свинцом – его увеличению.

**Выводы**

1. Тяжелые металлы оказали негативное влияние на всхожесть, энергию прорастания семян и биометрические показатели проростков. При этом наибольшую депрессию развития корней вызывают ионы цинка и свинца, а депрессию побегов - медь и свинец.

2. Внесение гумата натрия и катионита в почву позволяет значительно уменьшить негативное влияние тяжелых металлов на всхожесть, энергию прорастания семян и биометрические показатели проростков моркови.

3. Проростки моркови относятся к группе исключателей – аккумулируют тяжелые металлы главным образом в корневой системе.

4. Использование гумата натрия способствует снижению содержания тяжелых металлов в корнях и проростках моркови.

5. При загрязнении почвы тяжелыми металлами количество хлорофилла в листьях моркови значительно уменьшается.

6. Гумат натрия, катионит способствовали повышению содержания хлорофилла, а суперфосфат проявил себе неоднозначно. В вариантах с цинком и медью он способствовал уменьшению хлорофилла в листьях, а в варианте со свинцом – его увеличению.

Таким образом, наиболее эффективным детоксикантом по отношению к исследуемым ионам тяжелых металлов оказался гумат натрия. Мы рекомендуем использовать гумат натрия в концентрации 150 кг/га на черноземе выщелоченном, загрязненного кадмием, свинцом, медью и цинком.