

УДК 634.75: 631.416.9

**ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ ЦИНКА И МЕДИ В ПОЧВЕ
НА АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ В ЛИСТЬЯХ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ**

Светлана Александровна Брюхина

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

sv_mich@mail.ru

Анна Юрьевна Медеяева

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Юрий Викторович Трунов

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье показаны результаты оценки реакции сортов земляники садовой, выращиваемой на территории ИП «Питомник Коршуновых» Тульской области, на внесение в почву солей тяжелых металлов. Повышение концентрации в почве ионов цинка и меди до 25ПДКп способствует снижению активности фермента каталаза в листьях растений земляники садовой в 3,0-3,8 раза по сравнению с контролем.

Ключевые слова: земляника садовая, устойчивость, тяжелые металлы, активность каталазы

Земляника садовая – самая распространенная в России ягодная культура, занимающая более 70% площадей ягодных культур [5].

Земляника может приспосабливаться к различным природным условиям [2, 9], хорошо отзывается на различные агротехнические приемы [5, 10].

Земляника садовая характеризуется прекрасными вкусовыми качествами и сбалансированным биохимическим составом ягод, что делает ее ценным диетическим продуктом [2, 8]. Это предъявляет особые требования к экологической чистоте и безопасности ягодной продукции [1, 4].

Уровень активности ферментов оксидоредуктаз, в частности, каталазы, может использоваться как показатель состояния защитных систем растительного организма [3, 7].

Цель исследований – оценка сортов земляники садовой по устойчивости к воздействию солей тяжелых металлов. Исследования проводились на территории ИП «Питомник Коршуновых» Тульской области.

Объектами исследований являлся модельный сорт земляники садовой Ред Гонтлет.

Для проведения лабораторного эксперимента были выбраны растения земляники садовой первого года жизни. Посадка растений производилась в контейнеры с почвой, массой 1,5 кг.

Почва – выщелоченный чернозём со слабокислой реакцией среды. Предельно допустимая концентрация в пахотном слое почвы (ПДКп) — это концентрация вредного вещества в верхнем, пахотном слое почвы, которая не должна оказывать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и на здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы.

После укоренения растений в почву вносили цинк и медь в виде растворов их солей: сульфата цинка и хлорида меди.

Соли были внесены в трёх концентрациях: 1ПДКп, 5ПДКп, 25ПДКп. ПДКп ионов цинка составляет 23 мг/кг почвы, ПДКп ионов меди – 3 мг/ кг

почвы. Контролем служили растения, произрастающие на почве без внесения данных металлов.

В листьях земляники садовой определяли активность фермента каталазы газометрическим способом по общепринятой методике.

Первое определение активности фермента каталазы в листьях растений земляники проводили через 1 месяц после внесения тяжёлых металлов в почву, второе определение – через 2 месяца после первого. Результаты выражали в относительных единицах. Данные прорабатывали статистически с определением среднего арифметического и стандартного отклонения.

На рисунке 1 приведены данные по влиянию концентрации ионов цинка в почве на активность каталазы в листьях растений земляники садовой.

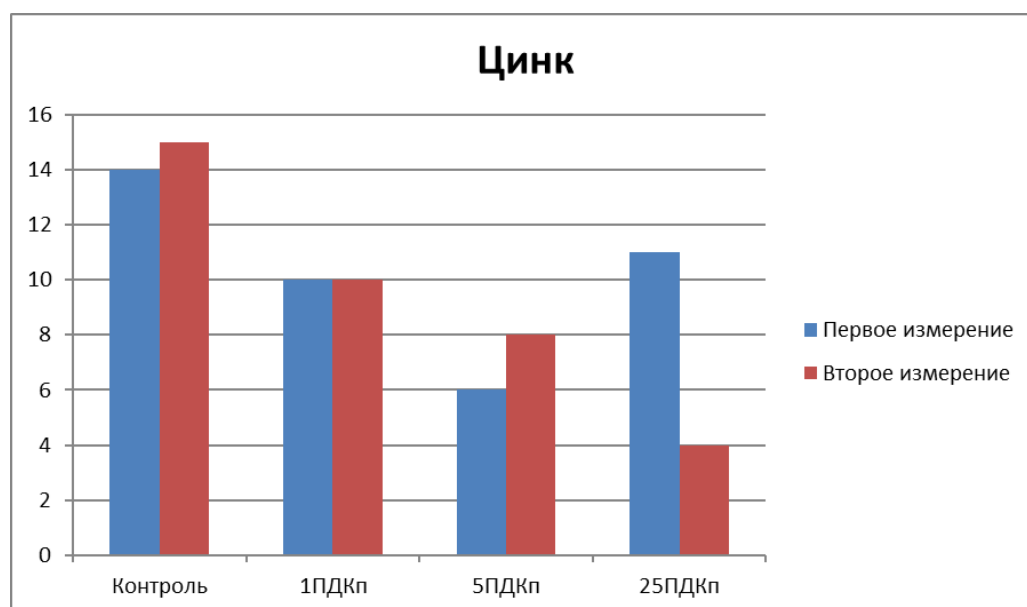


Рисунок 1 - Влияние концентрации ионов цинка в почве на активность каталазы в листьях растений земляники садовой, мл O₂/10 мин.

При первом измерении (через месяц после внесения в почву соли тяжелых металлов) повышение концентрации ионов цинка в почве с 0 до 5 ПДКп снижало активность фермента каталаза в листьях растений земляники садовой с 14 до 6 мл O₂/10 мин. Дальнейшее повышение концентрации ионов цинка в почве до 25 ПДКп резко повышало активность фермента каталаза в листьях растений земляники садовой до 11 мл O₂/10 мин., что, вероятно, вызвано первой защитной реакцией растений на стрессовый фактор.

При втором измерении (через 2 месяца после внесения в почву соли тяжелых металлов) повышение концентрации ионов цинка в почве с 0 до 25 ПДКп снижало активность фермента каталаза в листьях растений земляники садовой с 15 до 4 мл $O_2/10$ мин.

На рисунке 2 приведены данные по влиянию концентрации ионов меди в почве на активность каталазы в листьях растений земляники садовой.

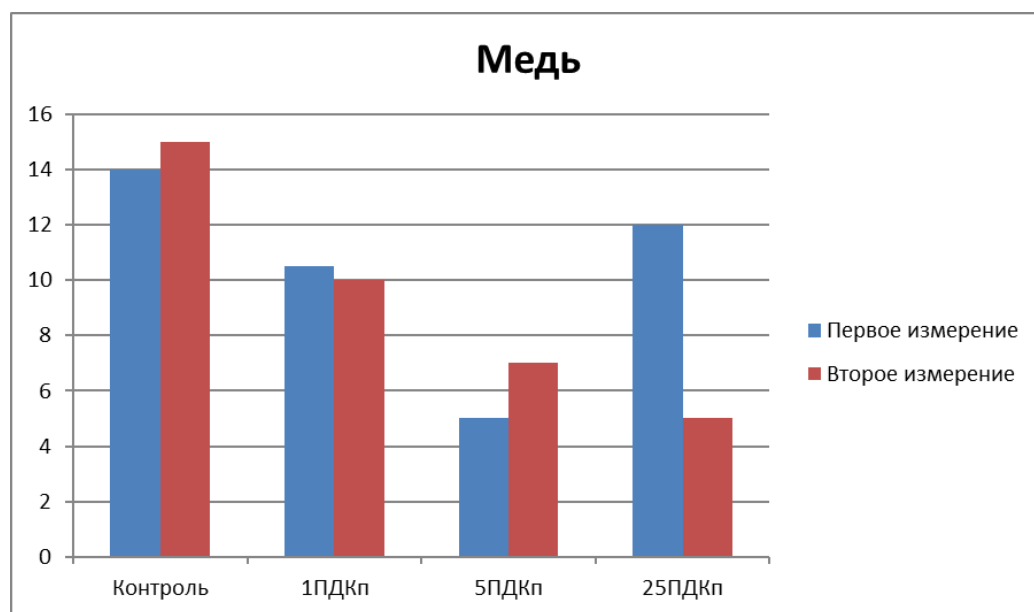


Рисунок 2 - Влияние концентрации ионов меди в почве на активность каталазы в листьях растений земляники садовой.

При первом измерении (через месяц после внесения в почву соли тяжелых металлов) повышение концентрации ионов меди в почве с 0 до 5 ПДКп снижало активность фермента каталаза в листьях растений земляники садовой с 14 до 5 мл $O_2/10$ мин. Дальнейшее повышение концентрации ионов цинка в почве до 25 ПДКп резко повышало активность фермента каталаза в листьях растений земляники садовой до 12 мл $O_2/10$ мин., что также, вероятно, вызвано первой защитной реакцией растений на стрессовый фактор.

При втором измерении (через 2 месяца после внесения в почву соли тяжелых металлов) повышение концентрации ионов меди в почве с 0 до 25 ПДКп снижало активность фермента каталаза в листьях растений земляники садовой с 15 до 5 мл $O_2/10$ мин.

На рисунке 3 приведены данные по влиянию концентрации ионов цинка и меди в почве на активность каталазы в листьях растений земляники садовой при первом измерении.

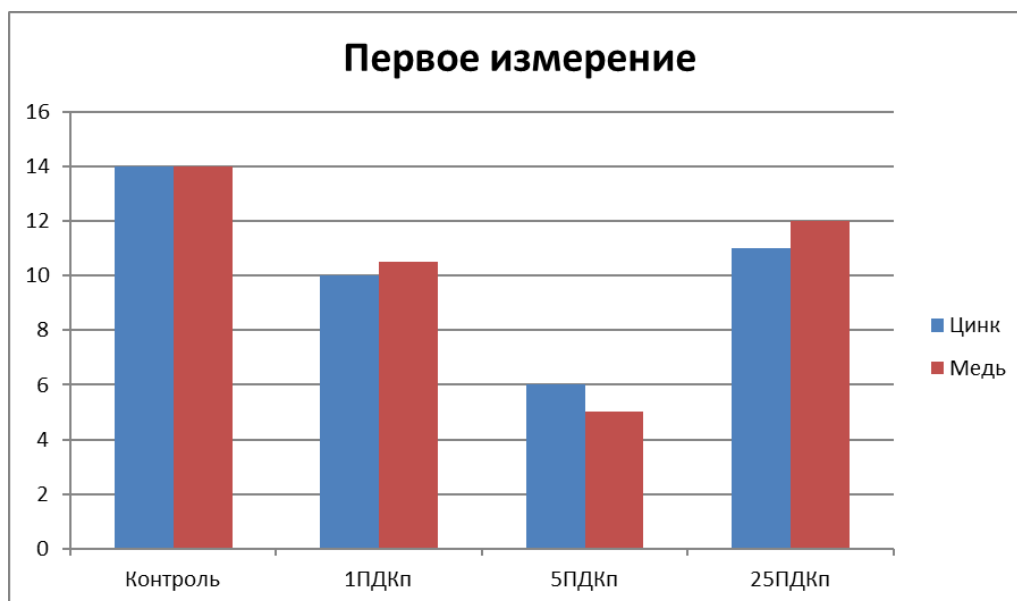


Рисунок 3 - Влияние концентрации ионов цинка и меди в почве на активность каталазы в листьях растений земляники садовой при первом измерении

При первом измерении (через месяц после внесения в почву соли тяжелых металлов) повышение концентрации ионов как цинка, так и меди в почве с 0 до 5 ПДКп снижало активность фермента каталаза в листьях растений земляники садовой в 2,3-2,8 раза по сравнению с контролем. Дальнейшее повышение концентрации ионов цинка и меди в почве до 25 ПДКп резко повышало активность фермента каталаза в листьях растений земляники садовой почти до контрольных значений.

На рисунке 4 приведены данные по влиянию концентрации ионов цинка и меди в почве на активность каталазы в листьях растений земляники садовой при втором измерении.

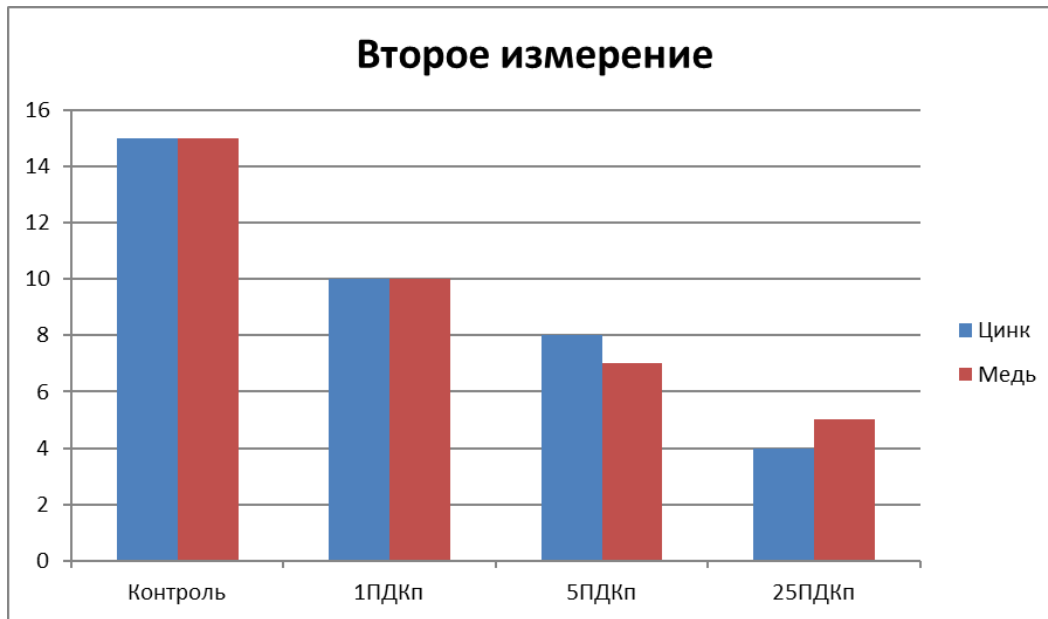


Рисунок 4 - Влияние концентрации ионов цинка и меди в почве на активность каталазы в листьях растений земляники садовой при втором измерении

При втором измерении (через 2 месяца после внесения в почву соли тяжелых металлов) повышение концентрации ионов цинка и меди в почве с 0 до 25 ПДКп снижало активность фермента каталаза в листьях растений земляники садовой в 3,0-3,8 раза по сравнению с контролем.

Активность фермента каталазы у контрольных растений с течением времени практически не изменялась.

Отмечена одинаковая тенденция изменения активности каталазы у растений, произрастающих на почве как с внесением цинка, так и с внесением меди.

У растений, произрастающих на почве с концентрацией металлов 25 ПДКп наблюдается тенденция к снижению активности каталазы с течением времени, а у растений, произрастающих на почве с концентрацией металлов 5 ПДКп наоборот, наблюдается усиление активности фермента во времени. У растений, концентрация металлов в почве которых составляет 1 ПДКп не наблюдается существенного изменения уровня каталазной активности в листьях с течением времени.

Также отмечена связь между ферментной активностью и концентрацией ТМ в почве. При первом измерении активность каталазы в листьях

контрольных растений на всём протяжении исследования была выше, чем у растений, выращенных на почве, содержащей цинк или медь. В листьях растений, произрастающих на почвах с концентрацией тяжёлых металлов 25ПДКп и 1ПДКп, активность каталазы была примерно одинаковая, но ниже контроля, а у растений, произрастающих на почве с концентрацией металлов 5ПДКп, активность фермента была снижена приблизительно на 50% по сравнению с вариантами 25ПДКп и 1ПДКп.

При втором измерении активность каталазы обнаружилась чёткая обратно пропорциональная зависимость между активностью фермента и концентрацией ионов цинка или меди в почве.

Таким образом, повышение концентрации в почве ионов цинка и меди до 25ПДКп способствует снижению активности фермента каталаза в листьях растений земляники садовой в 3,0-3,8 раза по сравнению с контролем.

Список литературы:

1. Абызов В.В. Изучение устойчивости сортов земляники к воздействию солей тяжелых металлов. Мат. Всерос. науч.-метод. конф. «Проблемы агроэкологии и адаптивность сортов в современном садоводстве России». Орел, 2008. С. 7-12.

2. Брюхина С.А. Сортовая адаптивность земляники в условиях Центрально-Черноземного региона: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07, 06.01.05: утв. 31.10.2003. Мичуринск, 2003. 184 с.

3. Брюхина С.А., Цуканова Е.М. Динамика активности фермента каталазы в листьях растений земляники при стрессовом и антистрессовом воздействии. В сб.: Организация и регуляция физиолого-биохимических процессов. Межрег. Сб. науч. работ. Воронежский ГАУ им. Императора Петра I. Воронеж, 2007. С. 35-42.

4. Накопление тяжелых металлов в органах земляники садовой в условиях техногенного загрязнения / О.А. Ветрова и [др.] // Сельскохозяйственная биология. 2014. №5. С. 1134-1139.

5. Влияние удобрений на физиологическое состояние растений яблони в условиях средней и южной зон плодородства / Ю.В. Трунов [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2010. № 2. С. 15-18.

6. Круглов Н.М., Брюхина С.А., Незнамова Г.В. Земляника в ЦЧО. Учебное пособие / Воронеж, 2007.

7. Кузин А.И., Цуканова Е.М., Трунов Ю.В. Динамика активности каталазы в листьях яблони под влиянием некорневых подкормок // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. Краснодар: КубГАУ. 2017. № 03 (127). IDA [articleID]: 1261703067. – [http // ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/67.pdf](http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/67.pdf), 0,938 у.п.л. №03(127). С. 940-955.

8. Продуктивность и качество ягод земляники садовой в условиях Тульской области / С.А. Брюхина, Ю.В. Трунов, А.Ю. Медеяева, А.Ю. Коршунов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (73). С. 24-28.

9. Устойчивость плодовых и ягодных культур к грибным болезням / С.А. Брюхина, Р.В. Папихин, И.В. Лукьянчук, Р.А. Чмир // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2009. № S2. С. 82-89.

10. Трунов Ю.В. Минеральное питание и продуктивность яблони на черноземах средней полосы России. дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.07: утв. 03.10.2003. Мичуринск. 2003. 501 с.

UDC 634.75

**INFLUENCE OF ZINC AND COPPER ION CONCENTRATIONS IN
THE SOIL ON CATALASE ACTIVITY IN LEAVES
STRAWBERRY GARDEN**

Svetlana A. Bryukhina

candidate of agricultural Sciences, associate Professor

sv_mich@mail.ru

Anna Yu. Medelyaeva

candidate of agricultural Sciences, associate Professor

Yury V. Trunov

Doctor of agricultural Sciences, Professor

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russian Federation

Annotation. The article shows the results of assessing the response of garden strawberry varieties grown on the territory of the private enterprise “Nursery of the Korshunovs” in the Tula region to the addition of heavy metal salts to the soil. Increasing the concentration of zinc and copper ions in the soil to 25 MPC helps to reduce the activity of the catalase enzyme in the leaves of strawberry plants by 3.0-3.8 times compared to the control.

Key words: strawberry, resistance, heavy metals, catalase activity.

Статья поступила в редакцию 14.06.2023; одобрена после рецензирования 19.09.2023; принята к публикации 27.10.2023.

The article was submitted 14.06.2023; approved after reviewing 19.09.2023; accepted for publication 27.10.2023.