

УДК 631.811.93:631.816.3:632.15

## **ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕГО СОЕДИНЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM L.*) ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

*Серегина И.И., доктор биологических наук, профессор  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,  
e-mail:seregina.i@inbox.ru*

**Ключевые слова:** *силикат калия, яровая пшеница, загрязнение почвы кадмием.*

*В модельных исследованиях в почвенной культуре изучали влияние различных способов применения силиката калия на урожайность яровой пшеницы сорта Лада при выращивании на почве, загрязненной тяжелыми металлами на примере кадмия. Установлено, что эффективность действия силиката калия на устойчивость яровой пшеницы при загрязнении почвы зависела от способа его внесения. Наибольшее влияние кремния показано при использовании предпосевного замачивания семян в растворе силиката калия.*

**Введение.** Яровая пшеница занимает наиболее важное место в народном хозяйстве России, являясь одной из основных продовольственных культур, которую выращивают в очень разнообразных условиях [1]. Основным условием получения высоких урожаев хорошего качества является выбор благоприятных почвенно-климатических условий для ее возделывания, а также уровень минерального питания и высокий уровень агротехники. Генетические особенности сорта определяют отзывчивость растений пшеницы на оптимизацию условий выращивания и позволяют получить максимально возможный уровень урожайности [1].

В настоящее время одной из проблем интенсификации производства растениеводческой продукции является влияние на формирование урожайности сельскохозяйственных культур абиотических факторов окружающей среды, которые вызывают проявление окислительного стресса у растений. В современных условиях наиболее значимыми факторами, вызывающими окислительный стресс растений является загрязнение почвы тяжелыми металлами, например таким токсикантом как кадмий.

В условиях интенсификации производства одной из основных проблем, препятствующих получению высокой эффективности агрохимических средств при современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур являются абиотические факторы, вызывающие проявление окислительного стресса у растений, среди которых основными являются засуха и загрязнение почв тяжелыми металлами [2].

Многочисленные исследования, проведенные с различными культурами, показали положительное действие кремнийсодержащих соединений на устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным условиям выращивания [3-6]. Было выявлено, что при использовании кремнийсодержащих соединений в растениях стимулируются защитные механизмы, способствующие повышению устойчивости в экстремальных условиях выращивания сельскохозяйственных культур в результате активного синтеза салициловой кислоты, фенольных соединений и фитоалексинов [7].

В связи с этим целью наших исследований являлось изучение влияния различных способов внесения кремнийсодержащего соединения на урожайность яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при загрязнении почвы кадмием.

**Материалы и методы исследований.** Для решения поставленных вопросов был проведен вегетационный опыт в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с яровой пшеницей (*Triticum aestivum* L.) сорта Лада. Растения пшеницы выращивали в сосудах Вагнера вместимостью 5 кг почвы. Для исследований использовали дерново-подзолистую среднесуглинистую почву.

Уровень минерального питания создавали путем внесения химически чистых солей  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{PO}_4$  и  $\text{KCl}$  из расчета 100 мг на 1 кг почвы каждого элемента.

В исследованиях изучали два способа внесения кремнийсодержащего соединения: путем предпосевной обработки семян в 0,3 %-ном растворе силиката калия и путем внесения в почву из расчета 2,5 мг Si на 1 кг почвы. В контроле использовали семена без обработки.

Загрязнение почвы кадмием моделировали путем внесения в почву  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  из расчета 5 и 50 мг Cd на 1 кг почвы.

Посев осуществляли сухими семенами по 40 шт на сосуд с последующим прореживанием в фазу кущения до 20 растений в каждом сосуде. В исследованиях создавали оптимальные условия водообеспечения растений.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием однофакторного дисперсионного метода анализа [8].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В результате исследований было выявлено, что увеличение содержания кадмия в почве до Cd 5 и до Cd 50 по сравнению с контролем без кадмия способствовало резкому снижению урожайности растений пшеницы более чем на 50 % в результате уменьшения озерненности колоса с 17,8 шт на 1 растение до 13,1 шт на 1 растение и до 7,7 шт на 1 растение соответственно и массы 1000 зерен. Кроме того, было показано уменьшение числа колосков почти на 15 %, что свидетельствует о нарушении процессов формирования репродуктивных органов.

Применение кремнийсодержащего соединения оказывало положительное влияние на репродуктивную функцию растений при обоих способах его внесения. Применение предпосевного замачивания семян силикатом калия способствовало возрастанию урожайности растений пшеницы как на фоне Cd 5, так и на фоне Cd 50 на 23 % и 33 % соответственно по сравнению с контролем без кремния. Показано, что такой прирост массы зерна получен за счет возрастания количества зерен на 1 растение с 13,1 до 15,6 шт и с 7,7 шт до 10,9 шт соответственно по сравнению с контролем без кремния. При этом масса 1000 зерен даже уменьшилась при обоих уровнях загрязнения почвы.

В тех же условиях при внесении кадмия в почву возрастание урожайности составило примерно 3 % на фоне Cd 50 по сравнению с контролем без силиката калия, за счет роста количества зерновок в колосе на 13 %. При этом также выявлено увеличение количества колосков в колосе на 10 % по сравнению с контролем. Следует отметить, что на фоне Cd 5 при внесении силиката калия в почву не оказало достоверного влияния на изменение урожайности растений. В тоже время количество колосков в колосе возросло также примерно на 11 % по сравнению с контролем без кремния. Это свидетельствует о влиянии кремния на формирование репродуктивной сферы растений пшеницы. Однако на фоне Cd 5, по-видимому, процессы реализации цветочных зачатков в зерновки в колосе ограничиваются, что не позволяет растению сформировать высокий урожай зерна в этом варианте.

**Заключение.** Проведенные исследования позволили изучить действие кремнийсодержащего соединения (силиката калия) на урожайность яровой пшеницы сорта Лада на фоне различных уровней загрязнения почвы кадмием. Показано увеличение устойчивости растений пшеницы к токсическому действию загрязнения почвы кадмием.

Было установлено, что действие силиката калия на растения зависело от способа его внесения. Наибольшее действие изучаемого кремнийсодержащего соединения получено при использовании предпосевного замачивания семян пшеницы. Было показано возрастание зерновой продуктивности растений в результате увеличения озерненности колоса и роста количества колосков в колосе. Это свидетельствует о влиянии кремния на процессы формирования репродуктивной сферы растений, что проявилось в создании благоприятных условий реализации цветков в зерновки и обусловило получение максимально возможного урожая зерна в данных условиях выращивания.

Использование внесения кремния в почву проявило более слабое действие на растения в тех же условиях загрязнения, что вероятно связано с недостаточной дозой силиката калия.

*Библиографический список:*

1. Долгополова Н.В., Скрипин В.А., Шершнева О.М., Алябьева Ю.В. Значение озимой и яровой пшеницы в производстве продуктов питания // Вестник Курской Государственной сельскохозяйственной академии, 2009. № 5. С. 52-56.
2. Серегина И.И., Шумилин, А.О. Влияние селена на соотношение фотосистем в листьях растений при окислительном стрессе, вызванном загрязнением почвы кадмием // Материалы II Международной научно-практической конференции «Наука в современном мире: теория и практика». г. Уфа, 29-30 сентября 2014 г. С. 88-93.
3. Першин Б.М., Першина А.Н., Егорина Л.М. Кремний и продуктивность риса в Приморье // Агрохимия, 1995. № 10. С. 68-74.
4. Михайлова С.А., Климович А.С., Зиневич Л.А., Кабашникова Л.Ф. Воздействие кремния в составе инкрустирующих смесей на рост и развитие вегетирующих злаковых культур // в сб. Проблемы питания растений и использование удобрений в современных условиях, Минск. 2000. С. 332-336.
5. Кабашникова Л.Ф., Линг С.С. Физиологические основы использования новых защитно-стимулирующих составов для предпосевной обработки семян зерновых // в сб. Роль адаптивной интенсификации земледелия в повышении эффективности аграрн. производства. Жоліно, 1998. Т.2. С.155-157.
6. Самсонова Н.Е. Кремний в почве и растениях // Агрохимия, 2005. № 6. С. 76–86.
7. Epstein E. Silicon // Ann.Rev.Plant Physiol.Plant molec.Biol.-Palo(Calif.), 1999. № 50. P.661-664.

8. Кобзаренко В.И., Волобуева В.Ф., Серегина И.И., Ромодина Л.В. Агрехимические методы исследований: Учебник, М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 309 с.

## **INFLUENCE OF SILICON-CONTAINING COMPOUNDS ON YIELD OF SPRING WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM L.*) IN SOIL CONTAMINATION WITH HEAVY METALS**

*Seregina I.I.*

**Key words:** *potassium silicate, spring wheat, soil contamination with cadmium.*

*In model studies in soil culture, the effect of various methods of using potassium silicate on the yield of spring wheat of the Lada variety when grown on soil contaminated with heavy metals was studied using the example of cadmium. It was found that the effectiveness of the action of potassium silicate on the resistance of spring wheat to soil contamination depended on the method of its application. The greatest effect of silicon is shown when using pre-sowing soaking of seeds in a potassium silicate solution.*