

## **ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ**

*Серегина Инга Ивановна, д.б.н., профессор кафедры агрономической, биологической химии радиологии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»*

*Макарская Ирина Георгиевна, аспирант кафедры агрономической, биологической химии радиологии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»*

*E-mail: seregina.i@inbox.ru*

***Аннотация:** В модельных опытах в почвенной культуре изучали влияние различных способов обработки селенитом натрия на фотосинтетическую активность яровой пшеницы сорта Злата в экстремальных условиях выращивания. В условиях засухи было выявлено торможение процессов нарастания фотосинтезирующей поверхности растений яровой пшеницы. В условиях избыточного водообеспечения наблюдалось резкое снижение площади ассимилирующей поверхности растений пшеницы. Было установлено положительное действие раствора селенита натрия на фотосинтетическую деятельность растений яровой пшеницы при недостаточном и избыточном водообеспечении растений пшеницы.*

***Ключевые слова:** фотосинтетическая активность, засуха, затопление, селен.*

Яровая пшеница устойчива к воздействию высоких температур, в особенности при нормальной обеспеченности почвы влагой. Водный дефицит наблюдается в случае, если запас влаги в метровом слое в весенний период менее 100 мм, а при запасе менее 60 мм происходит значительное снижение урожайности. Критическим периодом поглощения воды являются фазы кущения – выхода в трубку [5,12].

Селен обладает положительным действием на общую площадь фотосинтезирующей поверхности яровой пшеницы, а также на площадь ее составных компонентов. Это способствует большей продолжительности и эффективности функционирования ассимиляционного аппарата. Данный эффект связан с тем, что селен влияет на количество цитокининов и ауксина. То есть происходит регулирование гормонального баланса растений [6].

Известно, что селен благоприятно воздействует на интенсивность газообмена в клетках растений, стимулирует реакции синтеза хлорофилла, а также влияет на структурную организацию пигментного аппарата листьев различных культур [4,11].

Фотохимический эффект селена характеризуется повышением концентрации хлорофилла *a*, что приводит к увеличению активности фотосистемы I. При этом происходит усиление интенсивности первичных процессов фотосинтеза. В итоге развитие ассимиляционного аппарата растений осуществляется более активно, возрастает продолжительность и эффективность работы листового аппарата растений пшеницы [11].

Возрастание продуктивности яровой пшеницы, имеющей превосходство в продукционном процессе за счет более активного фотосинтетического аппарата, объясняется действием селена на фотосинтетическую деятельность растений на протяжении всей вегетации [2]. Именно поэтому в процессе формирования урожая существенная роль принадлежит накоплению ассимиляционной поверхности и биомассы растений, а также содержанию хлорофилла в них [2]. У зерновых культур главными компонентами площади ассимиляционной поверхности в фазу колошения-цветения являются стебель, флаговый и подфлаговый листья.

В связи с этим целью наших исследований являлось изучение фотосинтетической активности яровой пшеницы при применении селенита натрия в экстремальных условиях выращивания (при недостаточном и избыточном водообеспечении).

**Объекты и методы исследования.** Объектом исследования является яровая пшеница сорта Злата (*Triticum aestivum* L.).

Для изучения влияния различных способов применения селенита натрия на фотосинтетическую активность яровой пшеницы сорта Злата в зависимости от условий водообеспечения была проведена серия вегетационных опытов (№ 1 и № 2) в вегетационном домике кафедры агрономический, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в соответствии с методикой [8].

Для исследований использовали почву урбанозем типичный, с учебно-опытного участка кафедры РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. Определение агрохимических показателей почвы осуществлялось по общепринятым методикам [8]: содержание гумуса по Тюрину составило 1.5 % (ГОСТ 26213-91), рН<sub>KCl</sub> 5.7 (ГОСТ 2648-85), Нг – 1.2 мг-экв/ 100 г почвы (ГОСТ 26212-91), S по Капперу-Гильковицу – 24.3 мг-экв/ 100 г почвы (ГОСТ 27821-88), N<sub>щ.г.</sub> по Корнфилду -82 мг/кг почвы (ГОСТ 26107-84), содержание фосфора и калия по Кирсанову 180 и 150 мг/кг почвы соответственно (ГОСТ 54650-2011).

Уровень минерального питания во всех вариантах опыта создавали путем внесения аммиачной селитры (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), аммофоса (NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) и хлорида калия (KCl) при закладке опыта. Дозы NPK составляли из расчета по 100 мг/кг почвы каждого элемента.

В исследованиях изучали два способа внесения селенита натрия: обработка семян перед посевом и фолиарная обработка растений. Обработка семян перед посевом проводилась путем намачивания семян за несколько часов до посева в 0.01%-ном (0,1 г/л) растворе селенита натрия, взятом в количестве 5% от массы зерна. При фолиарной обработке растений

использовали тот же раствор соли, обработку которым проводили в фазу 5 листа (до наступления фазы выхода в трубку). В контрольных вариантах селенит натрия не применяли.

В опытах №№ 1,2 моделировали оптимальные, недостаточные и избыточные условия водообеспечения. Оптимальный режим влажности почвы для растений создавали путем полива сосудов по массе до 60% ПВ.

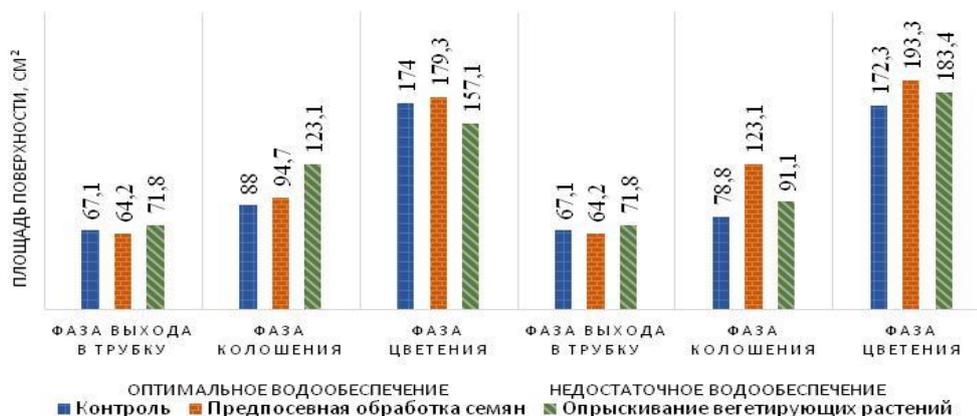
В опыте № 1 для изучения влияния селена на фотосинтетическую активность яровой пшеницы в условиях засухи растения выращивали в сосудах Митчерлиха с поддонами, емкостью 6 кг почвы. Засуху «северного типа» моделировали путем прекращения полива растений до наступления VI этапа органогенеза. Длительность засухи составляла 7 суток. После наступления в почве влажности устойчивого завядания (40% ПВ) проводили возобновление полива.

В опыте № 2 изучали влияние селенита натрия на фотосинтетическую активность яровой пшеницы в условиях затопления. Растения выращивали в сосудах Вагнера с емкостью 6 кг. Длительность затопления составляла 10 суток. Для этого сосуды залили водой так, чтобы уровень воды находился выше уровня поверхности почвы, а после окончания стресса воду сливали и постепенно возвращались к нормальному поливу.

Посев осуществляли по 40 семян яровой пшеницы в каждый сосуд. В фазу кущения было проведено прореживание до 20 растений на сосуд.

Достоверность полученных в ходе эксперимента данных определяли с помощью математической обработки однофакторным методом дисперсионного анализа [7].

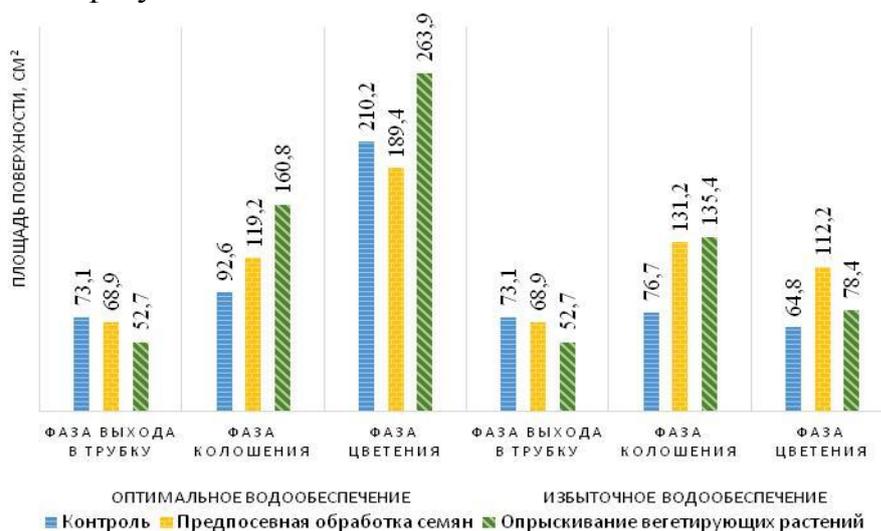
**Результаты и обсуждение.** Из результатов исследований, приведенных на рисунке 1, видно, что при оптимальном водном режиме наибольший эффект на накопление площади ассимиляционной поверхности растениями яровой пшеницы сорта Злата в фазы выхода в трубку и колошения оказывает фолиарная обработка растений, что связано с увеличением диаметра стебля, а также ширины и длины листьев.



**Рисунок 1 – Общая площадь фотосинтетической поверхности яровой пшеницы сорта Злата в оптимальных и недостаточных условиях водообеспечения, см<sup>2</sup>/раст.**

Однако в фазу цветения происходит снижение площади поверхности целого растения, обусловленное в первую очередь уменьшением площади колоса и стебля в 2 и 1,2 раз. Предпосевная обработка семян и опрыскивание вегетирующих растений селенитом натрия способствуют большему возрастанию площади ассимиляционной поверхности растения в целом в фазу колошения и фазу цветения, в результате нарастания площади ассимиляционной поверхности колоса и стебля. В засушливых условиях в фазы колошения и цветения в контрольном варианте отмечено торможение процессов нарастания фотосинтезирующей поверхности растений, что обусловлено нарушением водного обмена растений. В этих условиях предпосевная обработка семян селеном благоприятно воздействовала на площадь фотосинтетической поверхности стебля и колоса, итогом чего является наибольшая площадь поверхности целого растения. Фолиарная обработка растений селенитом натрия также привела к увеличению площади целого растения. Однако эффективность действия селенита натрия при фолиарной обработке растений была меньше, чем при предпосевной обработке семян.

Согласно представленным данным на рисунке 2 видно, что в условиях переувлажнения произошло резкое снижение площади фотосинтезирующей поверхности растений пшеницы. Наибольшее отрицательное действие переувлажнения почвы проявилось в фазу цветения. Снижение площади ассимиляционной поверхности растений в фазу цветения произошло более чем в 3 раза по сравнению с оптимальным водообеспечением. В данных условиях оба способа применения селена действуют примерно одинаково положительно в фазу колошения.



**Рисунок 2 — Общая площадь фотосинтетической поверхности яровой пшеницы сорта Злата в условиях оптимального и избыточного водообеспечения, см<sup>2</sup>**

Но при наступлении фазы цветения отмечено уменьшение площади ассимиляционной поверхности в варианте где селен вносили путем

фолиарной обработки растений. Тем не менее, колос сформировался только в варианте с обработкой семян перед посевом.

**Выводы.** Согласно проведенному исследованию по изучению фотосинтетической активности яровой пшеницы сорта Злата в зависимости от разных условий водообеспеченности можно сделать следующие выводы:

1. Установлено положительное действие селена на накопление фотосинтезирующей поверхности растений яровой пшеницы сорта Злата.

2. В условиях недостаточного водообеспечения показано торможение процессов нарастания площади фотосинтезирующей поверхности растений пшеницы в результате нарушения водного режима растений. Применение селенита натрия селен благоприятно воздействует на площадь фотосинтетической поверхности стебля и колоса, итогом чего является наибольшая площадь поверхности целого растения в фазы колошения и цветения. Наилучшее влияние получено при использовании предпосевной обработки семян селеном/

3. В условиях избыточного водообеспечения показано резкое уменьшение фотосинтезирующей поверхности растений пшеницы. Наибольшее снижение площади фотосинтезирующей поверхности растений проявилось в фазу цветения.

4. Применение селена в условиях избыточного водообеспечения в фазу колошения снижало отрицательное действие стрессового фактора на растения. В результате применения предпосевной обработки семян селеном показано нарастание фотосинтезирующей поверхности растений в течение всего вегетационного периода почти в 1,5-2 раза. Фолиарная обработка растений селенитом натрия проявила положительное действие только в фазу колошения, и в фазу цветения. Показано снижение фотосинтезирующей поверхности растений пшеницы.

#### **Библиографический список**

1. Барабой В. А. Биологические функции. Метаболизм и механизм действия селена / В. А. Барабой // Успехи современной биологии. – 2004. – № 2. – С. 157-168.
2. Серегина И.И. Цинк, селен и регуляторы роста в агроценозе / Серегина И.И. Монография. 2018. 208 с.
3. Генкель, П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений / П.А. Генкель. М.: Наука. 1982. 279 с.
4. Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В., Антошкина М.С., Надежкин С.М., Солдатенко А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. М.: Изд-во ФГБНУ ФНЦО, 2018. – 66 с.
5. Головацкая И.Ф., Кулагина Ю.М., Крахалева А.В. Влияние селенита и селената натрия на рост и продуктивность пшеницы Иргина в зависимости от способов обработки // Вестник ТГПУ. 2012. № 7 (122). С. 111-115.
6. Кашин В.К. Биологическое действие и накопление селена в пшенице в условиях селенодефицитной биогеохимической провинции / В. К.

- Кашин, О. И. Шубина //Химия в интересах устойчивого развития. – 2011. – № 19. – С. 151–156.
7. Кобзаренко В.И., Волобуева В.Ф., Серегина И.И., Ромодина Л.В. Агрехимические методы исследований: Учебник / В.И. Кобзаренко, В.Ф. Волобуева, И.И. Серегина, Л.В. Ромодина. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 309 с.
  8. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур: учебник / Е.И. Кошкин. - М.: Дрофа, 2010. 638 с.
  9. Посыпанов, Г.С. Растениеводство: учебник для вузов / Г.С. Посыпанов [и др.]; под ред. Г.С. Посыпанова. - М.: КолосС, 2017. - 612 с.
  10. Савельев, В. А. Растениеводство: учебное пособие / В. А. Савельев. - 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 316 с.
  11. Серегина И.И., Ниловская Н.Т. Роль селена в реализации адаптивной способности пшеницы в условиях окислительного стресса (к 150-летию со дня рождения Д.Н. Прянишникова).- М., ВНИИА, 2015. – 152 с.
  12. Шитикова А. В. Полеводство: учебник / А. В. Шитикова. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 200 с.

***Photosynthetic activity of spring wheat depending on the conditions of water supply***

***Seregina I.I., D.Sc. in Biology***

***Makarskaya I.G., Postgraduate student***

*Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
127550, Russia, Moscow, Timiryazevskayastr., 49*

***Abstract:****In model experiments in soil culture, the effect of different methods of treatment with sodium selenite on the photosynthetic activity of spring wheat variety Zlata was studied under extreme growing conditions. Under drought conditions, the inhibition of the growth of the photosynthetic surface of spring wheat plants was revealed. Under conditions of excessive water supply, a sharp decrease in the area of the assimilating surface of wheat plants was observed. The positive effect of sodium selenite solution on the photosynthetic activity of spring wheat plants was established with insufficient and excessive water supply to wheat plants.*

***Key words:*** *photosynthetic activity, drought, flooding, selenium.*