

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12703239>

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГУЛЯЦИИ РОСТА ЯЧМЕНЯ И ПРОЦЕССОВ ВОДООБМЕНА НАНОЧАСТИЦАМИ КРЕМНИЯ

**Хамракул Равшанов**

студент Бухарского государственного университета

### **АННОТАЦИЯ**

*В данной работе было изучено действия наночастиц кремния в различных концентрациях на рост и развитие ячменя с 5 по 11 сутки. В низких концентрациях наночастицы кремния способствовали увеличению длины и массы проростков, толщины листа, снижению скорости потери воды листьями при обезвоживании. Полученные результаты свидетельствуют о том, что Si обеспечивает активацию внутренних метаболических процессов, перестройку мезоструктуры листа, которая оптимизирует водоудерживающие свойства листа и приводит к формированию засухоустойчивого фенотипа.*

*Ключевые слова:* ячмень, рост, развитие, засухоустойчивость, продуктивность, Si.

## STUDY OF BARLEY GROWTH REGULATION AND WATER EXCHANGE PROCESSES BY SILICON NANOPARTICLES

### **ABSTRACT**

*In this paper, the effect of silicon nanoparticles in different concentrations on growth and development of barley from 5 to 11 days was studied. At low concentrations, silicon nanoparticles promoted an increase in the length and weight of seedlings, leaf thickness, and decreased the rate of water loss by leaves during dehydration. The results obtained indicate that Si provides activation of internal metabolic processes, restructuring of leaf mesostructure, which optimises water-holding properties of the leaf and leads to the formation of drought-tolerant phenotype.*

*Key words:* barley, growth, development, drought tolerance, productivity, Si.

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы большое внимание уделяется исследованиям влияния кремния (Si) на физиолого-биохимические процессы в растениях. Многие преимущества использования Si при выращивании растений уже хорошо известны и появляется все больше доказательств того, что Si играет важную роль в стимуляции продуктивности и обеспечении стрессоустойчивости сельскохозяйственных культур. Si-удобрения (силикаты, диатомовая земля и источники биогенного диоксида кремния, такие как зола рисовой шелухи) часто используются в качестве источника кремниевой кислоты, активирующей ростовые процессы и увеличивающей урожайность.

## ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ

Благоприятные эффекты использования Si-удобрений в большинстве случаев возникают вследствие стимуляции устойчивости растений к биотическим (болезням и вредителям) и абиотическим стрессам (засоленность, засуха, высокая и низкая температура, кислотность и т. д.) [4, 6, 8-10]. При этом, несмотря на имеющийся обширный экспериментальный материал, клеточные механизмы воздействия Si на растения изучены крайне слабо.

Наночастицы могут быть одной из применяемых форм кремния. Устойчивый рост сельского хозяйства, несомненно, зависит от внедрения инновационных технологий, в том числе, нанотехнологий. Высокая стабильность, уникальные химические и физические свойства некоторых наноматериалов потенциально позволяют улучшать метаболизм и стрессоустойчивость растений. Знания, полученные в этом направлении, могут способствовать развитию нанотехнологии, ее применению в сельском хозяйстве для повышения урожайности и снижения поступления агрохимикатов в окружающую среду. При этом опубликованные к настоящему времени результаты исследований влияния наночастиц Si на растительный организм крайне малочисленны.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Целью данной работы было исследование влияния наночастиц SiO<sub>2</sub> на ростовые, фотосинтетические и водообменные процессы проростков ячменя. Проростки ячменя выращивали рулонным методом при 24°C и освещении люминесцентными лампами (150 мкмоль·м<sup>2</sup>·с<sup>-1</sup>, 16-часовой фотопериод) в присутствии наночастиц кремния в концентрациях 0,05, 0,005, 0,0005 мг/мл, контрольный вариант - в дистиллированной воде. Определяли сухую массу проростков, удельную поверхностную плотность листа (УППЛ) [3],

относительную скорость потери воды тканью листа (ОПВ) [5], относительное содержание воды (ОСВ) [7] с 5 по 11 сутки.

Установлено активирующее влияние наночастиц кремния на рост проростков ячменя. Так, с 5 по 11 сутки длина проростков и их сухая масса при различных концентрациях кремния была больше на 10-15% по сравнению с контролем. Выращивание проростков ячменя в присутствии наночастиц кремния оказывало положительное влияние и на относительное содержание воды, которое является одним из основных показателей, характеризующих водный статус растений. Оно отражает баланс между поступлением и испарением воды. Было показано, что относительное содержание воды по сравнению с контролем у растений опытных вариантов увеличивалось на 5-е сут на 8-10 %, на 7-е на 5-7 %, 9-е сут на 3-5 % и на 11-е сут на 5 %.

Относительная скорость потери воды изолированными листьями в присутствии наночастиц кремния при всех концентрациях была меньше на 10-18%, чем в контроле. При этом минимальное ее значение отмечено при самой низкой концентрации наночастиц кремния (0,0005 мг/мл), что свидетельствует о высокой водоудерживающей способности листа и, соответственно, засухоустойчивости растений. Из литературы известно, что кремниевые кислоты способны связывать воду и высвобождать ее при возникновении водного дефицита.

Этот механизм реализуется в результате хорошо известной в неорганической химии реакции поликонденсации и дегидратации моно-и поликремниевых кислот, применяемых для создания почвенных кондиционеров, позволяющих удерживать воду [1]. Так же измеряли удельную поверхностную плотность листа (УППЛ). Этот показатель характеризует толщину листовой пластинки, насыщенность ткани листа элементами проводящих тканей на единицу площади. В данной работе был отмечен рост УППЛ на 5-16 % для растений в присутствии наночастиц кремния. При этом показатель УППЛ, а, значит, и толщина листа, увеличивались при уменьшении концентрации наночастиц. Повышенный УППЛ в сочетании с более высокой оводненностью листьев, судя по литературным данным, позволяет предположить, что растения характеризуются более высокой интенсивностью фотосинтеза по сравнению с контролем [2].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в присутствии наночастиц кремния проростки ячменя характеризовались более активным ростом, накоплением сухого вещества, увеличением толщины листовой пластинки и водоудерживающей способности

листа. При этом наиболее эффективными оказались низкие концентрации наночастиц кремния. Данные результаты свидетельствуют о влиянии кремния на ростовые и фотосинтетические процессы и, как результат, формирование засухоустойчивого фенотипа ячменя.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ламан, Н. А.(2000) Проращивание мелких, плоских и долго прорастающих семян рулонным методом с использованием синтетической вентиляционной сетки // Весці Акад.Аграр. навук РБ. № 4. – С. 57–61.
2. Яркулова З., Кодиров А. (2020) Оптимизация сроков посева и норм высева при адаптивном управлении технологией возделывания озимого ячменя сорта мавлоно// Сборник публикаций научного журнала "Chronos" «Естественные и технические науки в современном мире» Выпуск 2(29): М: Научный журнал "Chronos", С. 13-15
3. Яркулова З., Кодиров А. (2020) Влияние сроков посева и норм минеральных удобрений на выживаемость сортов озимого ячменя// Сборник публикаций научного журнала "Chronos" «Естественные и технические науки в современном мире» Выпуск 2(29): М: Научный журнал "Chronos", С. 15-18
4. Яркулова З., Халилов Н. (2018) Влияние нормы посева и дозы минеральных удобрений на урожайность ячменя осеннего посева при орошении// «Вестник» Мичуринского государственного аграрного университета, г. Мичуринск, Россия, №2, С. 95-99
5. Яркулова З. (2021) Влияние сроков посева и норм минеральных удобрений на показатели экономической эффективности возделывания озимого ячменя// «POLISH SCIENCE JOURNAL», ISSUE 12(45), WARSAW, POLAND, Wydawnictwo Naukowe "iScience", P.9-16
6. Яркулова З. (2021) Влияние сроков посева и норм минеральных удобрений на фотосинтетический потенциал сортов озимого ячменя// «Наука и образование сегодня», № 1 (60), Москва, С. 32-35
7. Яркулова З. (2018) Влияние сроков посева и нормы минеральных удобрений на урожайность озимого ячменя// «The latest research in modern science: experience, traditions and innovations» Proceedings of the VII International Scientific Conference. North Charleston, SC, USA, 20-21 June, P. 65-68
8. Yarkulova Z., Khalilov N. (2019) Influence of Seeding Norms and Mineral Fertilizer Rate on the yield of Winter Barley// International Journal of Recent

- Technology and Engineering (IJRTE). ISSN: 2277-3878, Volume-8, Issue-3S, October. P. 508-510
9. Yarkulova Z. (2020) Kuzgi arpa navlarining fotosintetik potensialiga ekish muddatlari va o'g'itlash me'yorlarining ta'siri// "Agro processing" jurnali, 7 son, 2 jild, 50-58 b.
  10. Yarkulova Z. (2019) Influence of timing of crops and norms of mineral fertilizers for winter barley yield// Asian Journal of Science and Technology, India, Vol. 10, Issue, 05, May, pp. 9669-9670
  11. Yarkulova Z., Qodirov A. (2021) Optimization of Sowing Dates and Seeding Rates with Adaptive Control of The Technology of Cultivation of Winter Barley Varieties Mavlono// Indian Journal of Agriculture Engineering (IJAE), Volume-1 Issue-1, May.