

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОЛЛОИДНОГО РАСТВОРА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОРОСТКОВ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

**Келер Виктория Викторовна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
директор Института агроэкологических технологий  
**Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия**  
*e-mail: vica\_kel@mail.ru*

**Аннотация.** Настоящая работа посвящена изучению биологической активности коллоидного раствора наночастиц серебра, приготовленного по инновационной технологии в Институте физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального исследовательского центра "Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук" (ИФ СО РАН) в отношении морфометрических параметров проростков семени яровой пшеницы. Целью данной работы являлась оценка влияния предпосевной обработки коллоидным раствором наночастиц серебра на морфометрические параметры проростков семени яровой пшеницы. Установлено, что при обработке семян коллоидным раствором наночастиц серебра ростовые характеристики семян мягкой яровой пшеницы сорта Новосибирская 15 не изменялись и никакого стимулирующего действия данного препарата нами не выявлено,  $P(T \leq t)$  двухстороннее было более 0,05.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, качество семян, семеноведение, семеноводство, наночастицы, проростки, длина ростка, сила роста.

## INFLUENCE ESTIMATION OF A COLLOIDAL SOLUTION OF SILVER NANOPARTICLES ON THE MORPHOMETRIC PARAMETERS OF WHEAT SEEDS

**Keler Victoria Victorovna**, candidate of agricultural sciences, associate professor,  
Director of the Institute of agro-ecological technologies  
**Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia**  
*e-mail: vica\_kel@mail.ru*

**Abstract.** This work is devoted to the study about the biological activity of a colloidal solution of silver nanoparticles prepared using an innovative technology at the L.V. Kirensky Institute of Physics Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences - a separate subdivision of the Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences" in relation to the morphometric parameters of spring wheat seedlings. The aim of this work was to assess the effect of pre-sowing treatment with a colloidal solution of silver nanoparticles on the morphometric parameters of spring wheat seedlings. It was found that when the seeds were treated with a colloidal solution of silver nanoparticles, the growth characteristics of the seeds of soft spring wheat variety "Novosibirskaya 15" did not change and we did not reveal any stimulating effect of this drug,  $P(T \leq t)$  two-sided was more than 0.05.

**Key words:** spring wheat, seed quality, seed science, seed production, nanoparticles, seedlings, sprout length, growth force.

С увеличением производства зерна на улучшение его семенных качеств обращается особое внимание. Под контроль попадают сила роста семян и морфометрические параметры проростка семени. Чем больше длина проростка семени, корневая система и количество зародышевых корней, тем сильнее всходы и больше выживших растений к уборке. Применение различных стимулирующих препаратов перед посевом на семенах главной зерновой культуры в России также является одним из важных показателей, влияющих на качество всходов. Для посева необходимо использовать высококачественные семена районированных и перспективных сортов - это существенный фактор, определяющий величину урожая и его качество.

В связи с этим анализ влияния коллоидного раствора наночастиц серебра на морфометрические показатели проростков яровой пшеницы является актуальной проблемой в Красноярском крае.

Объект исследования - сорт мягкой яровой пшеницы современного сортимента «Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию» на территории Красноярского края: Новосибирская 15.

Целью данной работы являлась оценка влияния предпосевной обработки коллоидным раствором наночастиц серебра на морфометрические параметры проростков семени яровой пшеницы.

Задачи поставленные в ходе проведения исследований:

1. Изучить динамику длины проростков семени мягкой яровой пшеницы в зависимости от применения коллоидного раствора наночастиц серебра.
2. Установить влияние наночастиц серебра на количество зародышевых корней у проростка семени мягкой яровой пшеницы.
3. Выявить отклик длины корневой системы у проростков изучаемой культуры к применению наночастиц серебра.

Опыты проведены в 2021 г. в лаборатории при кафедре растениеводства, селекции и семеноводства института агроэкологических технологий ФГБОУ ВО Красноярского государственного аграрного университета. Обработку семян сорта, взятого на исследования, проводили коллоидным раствором наночастиц серебра, изготовленным в Институте физики им. Л.В. Киренского СО РАН – обособленного подразделения Федерального исследовательского центра "Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук". По данным разработчиков, содержание серебра в растворе составляет 50 мг/л. Основная доля наночастиц имеет размеры от 4 до 12 нм, хотя встречаются отдельные частицы размером до 25 нм, а также агрегаты наночастиц. Набор концентраций наночастиц получали последовательным разведением исходного раствора (100 %, 75 %, 50 %, 25 %, 12,5 %). Зерно оценивали по следующим показателям: длина проростка семени (мм), длина главного корня (мм) и количество зародышевых корней (шт).

Для оценки сортов по полученным показателям материалы результатов лабораторных опытов были обработаны методом математической статистики с помощью Пакета анализа MS Excel 2007. Первичную статистическую обработку выполняли с помощью модуля "Описательная статистика". Сравнение вариантов с контролем проводили с помощью двухвыборочного t-теста, входящего в Пакет анализа MS Excel.

Рост, как процесс, отражающий общий итог всех функциональных и метаболических изменений в растениях и наиболее точно коррелирующий с ходом накопления биомассы, используют в качестве универсального индикатора при оценке физиологического состояния растений [3, с. 91]. Так, наиболее полно посевные качества семян можно характеризовать длиной проростка и главного корня. Рост, как интегральный показатель физиологического состояния растений, служит критерием благоприятности тех или иных воздействий. Известно, что, практический интерес, в первую очередь, вызывают регуляторы роста, обладающие не только ростостимулирующим, но широким спектром защитного действия на культурные растения [4, с. 130].

Основываясь на этом, нами первоначально была проведена работа по отбору оптимальных в стимуляции роста растений пшеницы концентрациями коллоидного раствора наночастиц серебра при обработке семян, согласно технологических рекомендаций разработчиков (табл. 1).

**Таблица 1 – Изменчивость длины проростка семени яровой пшеницы сорта Новосибирская 15 при обработке коллоидным раствором наночастиц серебра, мм**

Концентрация коллоидного раствора наночастиц серебра	H <sub>2</sub> O	100 %	75 %	50 %	25 %	12,5 %
Средняя длина	7,6±1,4	8,8±1,9	8,6±1,0	8,3±1,1	7,2±1,9	7,0±1,5
Стандартная ошибка	0,7	0,9	0,5	0,5	0,9	0,7
Минимум	3,5	2,5	4,5	3,0	2,5	3,0
Максимум	13,0	13,0	13,0	11,0	19,0	13,0

Средняя длина проростка менялась по вариантам от 7,0 до 8,8 см. Минимальные величины его размера варьировали от 2,5 до 4,5 см, а максимум был отмечен при концентрации в 25 % в 19 см. Однако, при таком большом разбросе анализируемых величин, двухвыборочный тест с одинаковым

дисперсиями показал, что разница между контрольным вариантом и вариантами с раствором серебра не существенна. В связи с чем можно утверждать, что коллоиды данного металла никак не влияют на ростовые характеристики проростка.

Общее развитие корневой системы находится в тесной взаимосвязи с многими ценными признаками растений, что говорит о важности этого параметра. Активное развитие корневой системы на первых этапах органогенеза имеет большое значение для использования накопленных запасов продуктивной влаги в почве, ускорения роста и противодействия возможным стрессовым ситуациям [1, с. 29] (табл. 2).

**Таблица 2 – Изменчивость длины корня семени яровой пшеницы сорта Новосибирская 15 при обработке коллоидным раствором наночастиц серебра, мм**

Концентрация коллоидного раствора наночастиц серебра	H <sub>2</sub> O	100 %	75 %	50 %	25 %	12,5 %
Средняя длина	8,9±1,0	9,3±1,7	9,3±1,0	10,3±1,1	8,4±1,4	8,1±1,1
Стандартная ошибка	0,5	0,8	0,5	0,5	0,7	0,5
Минимум	4,0	2,5	6,0	2,5	2,5	4,5
Максимум	13,0	15,0	14,0	14,0	14,0	12,0

Средняя длина корня у изученного сорта менялась при обработке различными концентрациями наночастиц серебра от 8,1 до 10,3 см. Максимальный его размер находился в пределах от 12,0 – 15,0 см, а минимальный варьировал от 2,5 до 6,0 см. Как и в случае с длиной проростка, методы математической статистики каких либо ингибирующих или стимулирующих действий на величину зародышевых корней не выявили, так как  $P(T \leq t)$  двухстороннее было более 0,05.

От числа и степени развития корней в первую очередь зависит интенсивность развития надземной части растений, их биологическая и хозяйственная продуктивность, устойчивость к почвенным стрессам и благополучное протекание физиолого-биохимических процессов на уровне всего растительного организма [2, р. 52001].

Учитывая роль зародышевых корней в определении развития растения с первых дней вегетации, особое внимание было уделено изучению их количества, образующихся при прорастании семян яровой пшеницы обработанных стимуляторами роста (табл. 3).

**Таблица 3 – Изменчивость количества зародышевых корней семени яровой пшеницы сорта Новосибирская 15 при обработке коллоидным раствором наночастиц серебра, шт**

Концентрация коллоидного раствора наночастиц серебра	H <sub>2</sub> O	100 %	75 %	50 %	25 %	12,5 %
Средняя длина	3,3±0,4	3,4±0,5	3,6±0,4	3,6±0,4	3,8±0,5	3,2±0,4
Стандартная ошибка	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Минимум	1,0	1,0	2,0	3,0	3,0	1,0
Максимум	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0

Количество зародышевых корешков изменялось в широких пределах по вариантам опыта: минимальное их количество зафиксировано нами на уровне 1 штуки, а максимальное на вариантах с концентрацией коллоидов серебра в 12,5 и 25 % - 6 штук. Средняя величина не была подвержена изменчивости в зависимости от обработки и оставалась на уровне 3 штук. Данные математической статистики так же подтвердили, что обработка данным препаратом не приводит к изменению количества зародышевых корней у семян яровой пшеницы сорта Новосибирская 15.

На основании проведенных нами исследований можно сделано следующее заключение:

При обработке семян коллоидным раствором наночастиц серебра ростовые характеристики семян мягкой яровой пшеницы сорта Новосибирская 15 не изменялись и никакого стимулирующего действия данного препарата нами не выявлено,  $P(T \leq t)$  двухстороннее было более 0,05.

#### Список литературы

1. Келер, В.В. Аспекты повышения продуктивности и рентабельности производства зерна яровой пшеницы в Красноярском крае / В.В. Келер, С.В. Хижняк // Вестник КрасГАУ. - 2019. - № 6 (147). - С. 28-34.
2. Keler V.V. Cost-effective reducing the environmental impact of wheat production in Siberia / V.V. Keler, S.V. Khizhnyak В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. - С. 52001.
3. Лукманов, А. А. Нанотехнологии в растениеводстве / А. А. Лукманов, Ш. А. Алиев, И. А. Дегтярева [и др.] // Исследования в области нанобиотехнологий в сельском хозяйстве и международное сотрудничество с социалистической Республикой Вьетнам. – Казань : ООО "Центр инновационных технологий", 2017. – С. 81-160.
4. Омельченко, А. В. Стимулирующее действие наночастиц серебра на рост и развитие растений пшеницы / А. В. Омельченко, И. Н. Юркова, М. Н. Жижина // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2014. – Т. 27 (66). – № 1. – С. 127-135.