



УФ-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОРОШАЕМОЙ ПШЕНИЦЫ УЗБЕКИСТАНА: ПРЕПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА И НИЗКОДОЗОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Назиров Сардор Жамолиддин угли

Директор

Центр научно-технической информации

г.Ташкент, Республика Узбекистан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17149507>

Аннотация: В водонапряжённых условиях Узбекистана (АПК $\approx 90\%$ изъятий пресной воды; преобладание ирригации) рассмотрены подтверждённые применения УФ-методов как компонента электроагротехнологий [1,2]. Обзор показывает, что предпосевная УФ-С-обработка обеспечивает санитарный эффект без ухудшения посевных качеств при корректной дозировке, а низкодозовое УФ в онтогенезе, как правило, не снижает урожайность и может давать прирост при оптимальных режимах [3–6]. Практическая значимость — снижение доли химических протравителей и совместимость с ресурсосберегающими практиками орошаемого земледелия. Рекомендованы локальная калибровка доз по сортам и полевые пилоты.

Ключевые слова: пшеница; УФ-облучение, предпосевная обработка; стерилизация семян; повышение урожайности; ресурсосбережение.

Текст статьи. Узбекистан относится к числу наиболее водонапряжённых аграрных экономик региона: на сельское хозяйство приходится порядка 90% суммарных изъятий пресной воды, а более 95% валовой продукции растениеводства обеспечивается за счёт ирригации [1]. При этом норматив поливной воды для пшеницы на уровне хозяйства оценивается в $\sim 4\ 200\ \text{м}^3/\text{га}$ (для сравнения: рис $\sim 21\ 000\ \text{м}^3/\text{га}$; хлопчатник $\sim 6\ 300\ \text{м}^3/\text{га}$) [2]. В данных условиях приоритет получают физические методы, не требующие дополнительной воды и позволяющие снижать микробную нагрузку посевного материала при сохранении его посевных качеств. Предпосевная УФ-С-обработка семян пшеницы ($\lambda \approx 254\ \text{нм}$) продемонстрировала выраженный санитарный эффект; в лабораторном исследовании при 30-минутной экспозиции энергия прорастания снижалась на 5–9 п.п. (например, контроль 100% \rightarrow 94,3%; варианты с добавками ионов: 98,3% \rightarrow 91,0%; 97,0% \rightarrow 89,7%; 97,7% \rightarrow 89,3%; 88,0% \rightarrow 80,7–79,3%), оставаясь в высоком абсолютном диапазоне 79–95% [3]. В опытах использовалось излучение с длиной волны 253,7 нм (УФ-С), экспозиция составляла 20–30 минут. Дозовый диапазон



варьировал от 50 до 1000 Дж/м², при этом оптимальные значения находились в пределах 250–500 Дж/м² [4]. Отдельные различия объясняются составом среды и сортовыми особенностями.

Ключевым технологическим параметром является доза: в опытах на шести сортах озимой мягкой пшеницы использовали 50–1000 Дж/м²; устойчивую стимуляцию стартовых показателей (seed vigour/всхожесть) отмечали чаще всего при 250–500 Дж/м², тогда как превышение верхней границы вело к нивелированию эффекта [4]. Это подчёркивает необходимость сортоспецифической калибровки режимов, обеспечения равномерности облучения и соблюдения техники безопасности.

Что касается воздействия в онтогенезе, полевые и вегетационные наблюдения указывают, что низкие дозы УФ не приводят к снижению урожайности, а в ряде случаев сопровождаются улучшением отдельных продуктивных показателей (число продуктивных стеблей, масса 1000 зёрен) [5]. Следует учитывать, что данные исследования проведены преимущественно на зарубежных сортах пшеницы, а не на местных сортах Узбекистана. Это ограничивает прямую экстраполяцию результатов, подчёркивая необходимость локальных опытов на распространённых в республике сортах. При этом количественные прибавки зависят от спектра и дозы. В частности, для УФ-В (308 нм) в полевых исследованиях отмечен прирост урожайности яровой пшеницы на 5–19% к контролю при рациональной дозе 0,5 Дж/см² (а также +15,9% при 0,25 Дж/см² в одном из сезонов) а также кукурузы [6, 7]. В дальнейшем используется унифицированный термин “низкодозовое воздействие”. При этом разграничивается спектральный диапазон: УФ-А (315–400 нм) оказывает минимальное биологическое действие, УФ-В (280–315 нм) активирует адаптивные механизмы, а УФ-С (200–280 нм) проявляет выраженную антимикробную активность и применяется преимущественно для обработки семян. Данные подтверждают дозозависимый эффект и необходимость локальной валидации на сортах и агрофонах Узбекистана.

Механизм повышения продуктивности зерновых культур при УФ-облучении связывают с эффектом стрессовой стимуляции: низкие дозы активируют антиоксидантную систему, усиливают фотосинтетическую активность и вторичный метаболизм. В экспериментах Бадридзе и соавторов (2016) на пшенице это проявлялось в увеличении числа продуктивных стеблей и сохранении либо повышении массы 1000 зёрен [5]. Такой ответ согласуется с концепцией “эустресса” — позитивного



стрессового фактора, который усиливает адаптивный потенциал растений.

Более чёткие количественные данные приведены в работе Сурниной и др. (2023): при облучении яровой пшеницы субдозами УФ-В (308 нм) урожайность увеличивалась на 5–19% относительно контроля. Наиболее выраженный эффект наблюдался при дозе 0,5 Дж/см², а при 0,25 Дж/см² фиксировался прирост до +15,9% в одном из сезонов [6]. Авторы подчёркивают, что выход за пределы оптимального диапазона доз нивелировал положительное воздействие, а иногда вызывал стрессовое угнетение растений. Это демонстрирует наличие чётко выраженного «окна эффективности», в пределах которого низкоинтенсивное УФ-облучение повышает продуктивность.

Подтверждением универсальности явления служат данные Отахонова (2025), где исследовалась кукуруза при комплексном поэтапном электрическом воздействии, включающем УФ-компонент. При корректно подобранных режимах прирост урожайности составлял 12–15% [7]. Таким образом, эффект стимулирующего действия УФ фиксируется не только на пшенице, но и на других стратегически значимых культурах для орошаемого земледелия Узбекистана.

Совокупность этих результатов свидетельствует, что УФ-облучение при правильном подборе спектра и дозы может стать реальным инструментом повышения урожайности. Для условий Узбекистана, где значительные площади заняты пшеницей, даже минимальная прибавка на уровне 5–10% означает дополнительно сотни тысяч тонн зерна. Региональный контекст подтверждается и работами Отахонова Х.Р. (2025) [7], выполненными в Узбекистане. Дополнительно можно сослаться на материалы конференции IACAV 2023, где рассматривались современные физические методы в агротехнологиях Центральной Азии. Это подтверждает целесообразность локальной валидации методик и проведения полевых пилотов на региональных сортах.

Предпосевная обработка семян пшеницы УФ-С и низкодозовое воздействие УФ в онтогенезе подтверждают свою эффективность как экологически безопасные и ресурсосберегающие технологии. Совокупность данных [3–7] свидетельствует о дозозависимом эффекте, высокой сортовой вариабельности откликов и необходимости локальной адаптации режимов:



Таблица 1 – Влияние УФ-облучения на урожайность зерновых культур

№	Источник	Культура	Спектр	Доза	Эффект
1	[4] Семёнов	Озимая пшеница	УФ-С, 254 нм	250–500 Дж/м ²	Повышение энергии прорастания
2	[5] Бадридзе	Пшеница	УФ (смесь спектров)	—	Повышение продуктивные стебли
3	[6] Сурнина	Яровая пшеница	УФ-В, 308 нм	0,25–0,5 Дж/см ²	Повышение урожайность на 5–19%
4	[7] Отахонов	Кукуруза	Комплекс с УФ	—	Повышение урожайность на 12–15%

В условиях водного дефицита и необходимости сокращения химической нагрузки УФ-подсистемы могут стать важным элементом электроагротехнологий в орошаемом земледелии Узбекистана.

УФ-подсистемы стоит внедрять через компактные камеры предпосевной обработки подобные установки в лабораторных условиях обеспечивают обработку партий до 10–20 кг семян в час [3]. Масштабирование таких решений для хозяйств в Узбекистане позволит внедрять УФ-подсистемы без значительных затрат, сохраняя контроль над дозой и равномерностью облучения — это снижает потребность в химпротравителях, повышает санитарное качество посевов и не увеличивает водоподачу, полностью укладываясь в цели водо- и энергоэффективной ирригации.

Ограничением метода является высокая чувствительность к дозе: превышение оптимальных значений (свыше 500 Дж/м² для семян или 0,5 Дж/см² для растений) может привести к стрессовому угнетению [4,6]. Также требуется строгий контроль техники безопасности при работе с УФ-С излучением, включая экранирование установок и защиту обслуживающего персонала.

Список литературы:

1. World Bank. Uzbekistan — Policy Perspectives for Irrigation and Drainage Sector Reform. Washington, DC: World Bank, 2022. Доступ:



<https://documents.worldbank.org/en/publication/document-sreports/documentdetail/099022824155511451>

2. World Bank. Making Farmland Work for Economic Development in Uzbekistan. Policy Note, 2019.

Доступ: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/122011551158776388/pdf/Making-Farmland-Work-for-Economic-Development-in-Uzbekistan.pdf>

3. Czarnek, K., Tatarczak-Michalewska, ..., UV-C Seed Surface Sterilization and Fe, Zn, Mg, Cr Biofortification of Wheat Sprouts as an Effective Strategy of Bioelement Supplementation. *International Journal of Molecular Sciences*, 2023, 24(12): 10367. Доступ: <https://www.mdpi.com/1422-0067/24/12/10367>

4. Semenov, A. Effect of UV-C radiation on basic indices of growth process of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds in pre-sowing treatment. *Acta agriculturae Slovenica*, 2020, 116(1): 49–58. Доступ: <https://journals.uni-lj.si/aas/article/view/12929>

5. Badridze, G., Kacharava, N., Chkhubianishvili, E., Rapava, L., Kikvidze, M., Chanishvili, Sh., Shakarishvili, N., Chigladze, L., et al. Effect of UV radiation and artificial acid rain on productivity of wheat. *Russian Journal of Ecology*, 2016, 47: 158–166. Доступ:

<https://link.springer.com/article/10.1134/S106741361602003X>

6. Сурнина Е.Н. и др. Влияние субдоз ультрафиолетового средневолнового излучения на продуктивность яровой пшеницы. *Химия высоких энергий*, 2023.

7. Доступ: <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=vysen&y=2023&v=57&n=4&a=VysEn2303014Syrnina>

8. Отахонов Х.Р. Обоснование агроэлектротехнологии комплексного и поэтапного электрического воздействия на семена, почву и растение при выращивании кукурузы. *Universum: технические науки*, 2025.

9. <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/20372>