

ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ЭКСИЛАМП НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА И ЗАРАЖЕННОСТЬ СЕМЯН ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

НУЖНЫХ Светлана Анатольевна, Национальный исследовательский Томский государственный университет

СОСНИН Эдуард Анатольевич, ФГБУН «Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук»

АСТАФУРОВА Татьяна Петровна, Национальный исследовательский Томский государственный университет

БАБЕНКО Андрей Сергеевич, Национальный исследовательский Томский государственный университет

*Приведены результаты изучения влияния ультрафиолетового (УФ) излучения эксилламп ХеСl, ХеВr, КrСl на посевные качества семян (энергию прорастания, лабораторную всхожесть, заболеваемость семян) яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Ирень (урожай 2016–2018 гг.). Показано, что из трех грибковых заболеваний семян пшеницы лучшим образом с использованием эксилламп подавляется пенициллез. Обработка семян пшеницы, зараженных пенициллезом, эксиллампами ХеВr или КrСl (доза 43,2 Дж/см²) дает дезинфицирующий эффект. При этом сохраняется такой показатель семян, как всхожесть. Это имеет решающее значение для дальнейшего использования изучаемого физического фактора в посевных целях. Такой же эффект отмечен по отношению к альтернариозу, но показатели прорастания семян при этом снижаются. Ни один из вариантов воздействия эксиллампой на семена пшеницы, зараженные гельминтоспориозом, не показал достоверного снижения зараженности при сохранении всхожести на уровне контроля.*

Введение. Яровая пшеница – ведущая зерновая культура в России, в том числе и в Томской области. В условиях региона семенной материал яровой пшеницы сильно подвержен заболеваниям. По данным Филиала ФГБУ «Россельхозцентр», в Томской области общая зараженность семян в последние пять лет составила около 40 %. Лидером среди заболеваний семян пшеницы является альтернариоз (поражено порядка 20 % семян). На втором месте стоит гельминтоспориоз, инфицировано около 10 % семян, но данное заболевание более вредоносно.

Для улучшения роста и всхожести семян широко используются различные физические и химические способы воздействия, включая электрические или магнитные поля [3, 6, 9].

В настоящее время ассортимент источников электромагнитного поля (ЭМП) с управляемыми параметрами (спектр, интенсивность) существенно расширился. Большое количество исследований посвящено детальному изучению действия ЭМП различных диапазонов на развитие растений. Происходит переход на комплексное использование полей, в том числе электромагнитных излучений и их комбинаций с другими типами полей [2, 5, 7].

Показано, что низкий уровень УФБ-излучения влияет на прорастание семян, характер роста, урожайность, содержание азота, белка, хлорофилла, ферментативную активность и анатомию частей растений [13, 14]. Широкополосное УФ-излучение также усиливает синтез хлорофилла, скорость фотосинтеза, содержание белка таких объектов обработки, как мягкие и твердые сорта пшеницы [11, 12]. Однако из результатов исследований не следует, являются ли описанные реакции растений интегральным ответом на облучение или они обусловлены конкретным типом ультрафиолета в

составе излучения лампы ДРТ-400, использованной в экспериментах.

Наши эксперименты [4, 8] выявили, что УФБ-излучение оказывает стимулирующее действие на самые разные культуры при предпосевной обработке семян.

Целью нашего исследования было определение влияния излучения эксилламп на молекулах ХеСl*, ХеВr*, КrСl* на посевные качества (энергию прорастания, лабораторную всхожесть) и заболевания семян яровой мягкой пшеницы.

Методика исследований. Для облучения применяли сравнительно новый подкласс газоразрядных источников УФ-излучения эксилламп. Эксиллампа – обобщающее название класса устройств, излучающих спонтанное ультрафиолетовое (УФ) и/или вакуумное ультрафиолетовое (ВУФ) излучение эксимерных и эксиплексных молекул. В отличие от люминесцентных и тепловых источников излучения большая часть лучистого потока эксилламп сосредоточена в ультрафиолетовом или в вакуумно-ультрафиолетовом диапазоне, в сравнительно узкой спектральной зоне полушириной от 2 до 15 нм для эксиплексных молекул RgX* и до 30 нм для эксимеров инертных газов X₂*. Это обеспечивает селективность проведения разнообразных фотохимических реакций и соответственно широкую применимость источника излучения в задачах, где нужна узкополосность и не нужны направленность и когерентность излучения [10].

Для проведения экспериментов (урожай 2016–2018 гг. производителей Томской области) использовали семена яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Ирень. Данный сорт включен в Госреестр по Волго-Вятскому и За-





падно-Сибирскому регионам, где его средняя урожайность составляет соответственно 38,4 и 23,6 ц/га на уровне среднего стандарта. Сорт раннеспелый, вегетационный период – 77–93 дня. Он среднеустойчив к мучнистой росе, восприимчив к септориозу, корневым гнилям, стеблевой ржавчине; сильно восприимчив к пыльной и твердой головне, бурой ржавчине.

Для определения энергии прорастания и всхожести отобрано по 50–100 семян для каждого варианта. Обработку семенного материала проводили эксилампами на молекулах ХеСl*, ХеВr* и КгСl*. Изучали восемь вариантов воздействий разных доз и сочетаний эксиламп. В качестве контроля использовали необработанные семена. Опытные варианты – воздействие только одной лампой: ХеВr-эксилампа с дозами 3,74; 7,48; 43,2 Дж/см², ХеСl-эксилампа – 6,16 Дж/см², КгСl-эксилампа – 43,2 Дж/см²; совместное воздействие двух ламп: ХеВr 3,74 Дж/см² + ХеСl 0,56 Дж/см; ХеВr 3,74 Дж/см² + ХеСl 6,16 Дж/см²; ХеСl 6,16 Дж/см² + ХеВr 3,74 Дж/см².

Определение энергии прорастания и всхожести семян пшеницы, обработанных эксилампами, проводили при разных дозах. Семена проращивали согласно стандартной методике при температуре +20...22 °С [1]. На двух слоях увлажненной фильтровальной бумаги размером 10×50 см (±1 см) раскладывали семена пшеницы зародышами вниз, на расстоянии 2–3 см от верха листа бумаги. Сверху семена накрывали полоской увлажненной кальки размером 4×50 см (±1 см). Затем полосы сворачивали неплотно в рулон. Рулоны помещали вертикально в термостат. Подсчет энергии прорастания семян пшеницы осуществляли на 3-и сутки, а всхожести – на 7-е сутки.

При учете энергии прорастания подсчитывали нормально проросшие и явно загнившие семена, а при учете всхожести – нормально и ненормально проросшие семена. У пшеницы к числу нормально проросших относят семена, имеющие не менее двух нормально развитых корешков размером более длины семени и росток размером не менее половины его длины с просматривающимися первичными листочками, занимающими не менее половины длины coleoptила.

Фитоэкспертизу семян проводили с использованием рулонного метода (ГОСТ 12044–93). Инфицированность семян смотрели на 7-й день. Диагностику патогенов проводили путем обычного микроскопирования.

Статистическую значимость полученных результатов фитоанализа, энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы оценивали путем сравнения выборочных долей с учетом критерия Стьюдента для 95%-го уровня значимости для вероятностей 25–75 % включительно, с учетом критерия Фишера – для других значений вероятностей.

Результаты исследований. В результате работы было показано влияние облучения эксилампами на энергию прорастания, всхожесть и заболеваемость семян яровой пшеницы. В на-

ших исследованиях семена пшеницы сорта Ирень (урожай 2017 г.), зараженные гельминтоспориозом, обрабатывали тремя разными эксилампами. Все испытанные нами на семенном материале эксилампы не оказали значимого влияния на зараженность семян яровой пшеницы гельминтоспориозом. Так, из вариантов с применением ХеВr-эксилампы воздействие дозой 43,2 Дж/см² максимально снизило зараженность данным патогеном – на 6 %. Воздействие КгСl-эксилампой дозой 43,2 Дж/см² позволило снизить зараженность гельминтоспориозом семенного материала яровой пшеницы с 54 до 40 % (рис. 1), при этом биологическая эффективность составила 26 %.

Партия семян пшеницы сорта Ирень (урожай 2018 г.), зараженных альтернариозом, была обработана ХеВr- или КгСl-эксилампой с дозой 43,2 Дж/см² (рис. 2). При воздействии ХеВr-эксилампой отмечали снижение зараженности данным заболеванием на 4 %, но оно статистически не значимо. При обработке КгСl-эксилампой произошло уменьшение зараженности патогенами на 15 %, а в контроле зараженность составила 17 % против 2 % в опытном варианте.

Восемь вариантов воздействия эксиламп были испытаны на семенах пшеницы сорта Ирень (урожай 2016 г.), зараженных пенициллезом. Во всех вариантах опыта зараженность обработанного зерна снизилась по сравнению с контролем. Наибольшее снижение отмечали при применении ХеВr-эксилампы с дозой воздействия 43,2 Дж/см² (рис. 3). В данном варианте зараженность уменьшилась на 23 %, а биологическая эффективность воздействия в отношении пенициллеза была на уровне 85 %.

На втором месте по эффективности отмечали вариант с применением КгСl-эксилампы с дозой 43,2 Дж/см². Инфекция после этого снизилась на 19 %. Биологическая эффективность воздействия на возбудителей пенициллеза составила 70 %.

Показатель лабораторной всхожести семян пшеницы при воздействии разными эксилампами изменялся как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Семена пшеницы сорта Ирень (урожай 2017 г.), зараженные гельминтоспориозом, обрабатывали в разных дозах, одной ХеВr-эксилампой и совместно с ХеСl-эксилампой. Всхожесть семян пшеницы данной партии

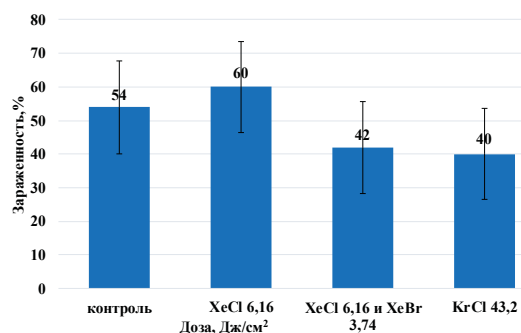


Рис. 1. Влияние эксиламп на зараженность семян пшеницы гельминтоспориозом

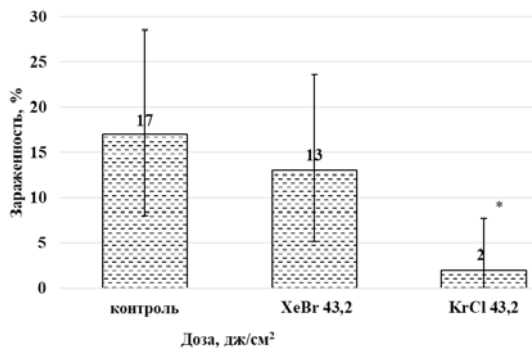


Рис. 2. Влияние эксциламп на зараженность семян пшеницы альтернариозом: * статистически значимое отличие от контроля $p < 0,05$ (здесь и далее)

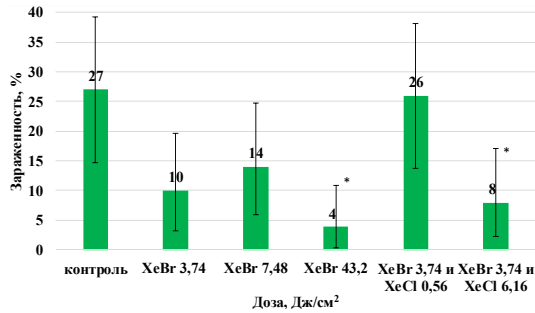


Рис. 3. Влияние эксциламп на зараженность семян пшеницы пенициллезом

всех опытных вариантов незначительно отличалась от контроля (рис. 4).

Воздействие одной ХеСl-эксцилампы или КrСl-эксцилампы на семена пшеницы сорта Ирень (урожай 2017 г.), зараженные гелиминтоспориозом, также статистически не значимо влияло на показатель всхожести.

Аналогичные варианты эксциламп и доз были испытаны на семенах пшеницы сорта Ирень (урожай 2016 г.), зараженных пенициллезом. Отмечено схожее влияние на лабораторную всхожесть данной партии. Статистически значимого отличия от контроля ни у одного из опытных вариантов не отмечено. В контроле лабораторная всхожесть составила 85 %.

Еще одна партия семян пшеницы сорта Ирень (урожай 2018 г.), зараженных альтернариозом, была обработана ХеВr- или КrСl-эксцилампой, доза воздействия – 43,2 Дж/см² (рис. 5). При воздействии ХеВr-эксцилампой отмечали подъем лабораторной всхожести на 3 %, но данное увеличение статистически не значимо. При обработке КrСl-эксцилампой было выявлено снижение всхожести на 18 %, что статистически достоверно по сравнению с контролем. В контроле всхожесть составила 79 %, в опытном варианте – 61 %.

Энергия прорастания семян пшеницы, обработанных разными эксцилампами, снижалась. Однако данное снижение статистически не значимо (рис. 6). При воздействии ХеВr- или КrСl-эксцилампой дозой 43,2 Дж/см² энергия прорастания уменьшалась на 6–14 %. В контроле энергия прорастания составила 84 %, в опытных вариантах – 78 и 70 %.

Заключение. Исследования показали, что из трех грибковых заболеваний семян пшеницы

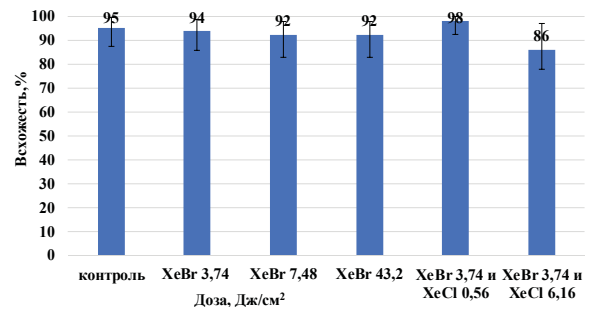


Рис. 4. Влияние эксциламп на лабораторную всхожесть семян, зараженных гелиминтоспориозом

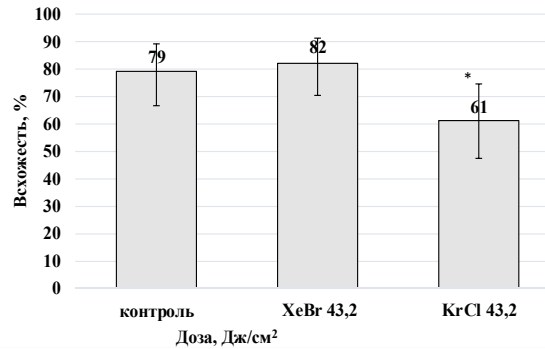


Рис. 5. Влияние эксциламп на лабораторную всхожесть семян, зараженных альтернариозом

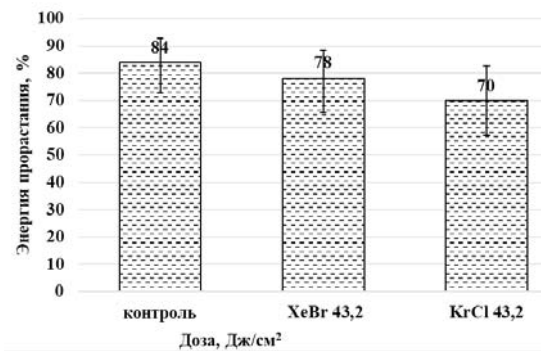


Рис. 6. Влияние эксциламп на энергию прорастания семян пшеницы, зараженных альтернариозом

при применении эксциламп лучше всего подавляется пенициллез. Облучение ХеВr- или КrСl-эксцилампой дозой 43,2 Дж/см² семян пшеницы, зараженных пенициллезом, не только снижает их заболеваемость, но и сохраняет всхожесть. Это имеет решающее значение для дальнейшего использования изучаемого физического фактора в посевных целях. Данная обработка семян также подавляет развитие альтернариоза, но показатели прорастания семян при этом снижаются.

Ни один из восьми вариантов воздействия разных доз и сочетаний эксциламп на семена пшеницы, зараженные гелиминтоспориозом, достоверно не снизил зараженность, хотя тенденция снижения наблюдалась. При этом всхожесть сохранялась на уровне контроля.

Полученные данные являются первичными. Впоследствии планируется изучение влияния УФС-излучения на зараженность семян при расширении диапазона исследований, но с сохранением указанного физического фактора.

Исследования выполнены в рамках Программы повышения конкурентоспособности ТГУ Проект № 8.1.29.2018 и при частичной поддержке



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М.: Стандартинформ, 2011. – 64 с.

2. Зейналов А.А., Четокин А.М., Тихонов В.Н., Буртасов Ю.В., Иванов И.А. Установка для предпосевной обработки сельскохозяйственных культур // Полезная модель к патенту RU 82510. Опубликовано: 10.05.2009. Бюл. № 13.

3. Красавцев Б.Е., Александрова Э.А., Александров Б.Л., Хадисова Ж.Т., Родченко Г.Т. Способ предпосевной обработки семян озимой пшеницы // Патент RU 2634278. Опубликовано: 24.10.2017. Бюл. № 30.

4. Перспективы применения ХеСл-эксиламп в сельском хозяйстве / Э.А. Соснин [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 3(24). – С. 8–17.

5. Потапенко И.А., Андрейчук В.К., Кремянский В.Ф., Вербицкая С.В. Установка для предпосевной обработки семян // Патент RU 2134501. Опубликовано: 30.10.1997. Бюл. № 11.

6. Разработка способа предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур импульсным электрическим полем (ИЭП) и экономическое обоснование его использования / Г.П. Стародубцева [и др.] // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 75(01). – С. 1–15.

7. Соснин Э.А., Кульчин Ю.Н., Астафурова Т.П. Становление агробиофотоники как закономерное развитие научных направлений // Фотон-экспресс-наука. – 2019. – № 6. – С. 70–71.

8. Соснин Э.А., Тарасенко В.Ф., Панарин В.А., Чудинова Ю.В., Викторова И.А., Чеглоков А.Е. Устройство для ультрафиолетовой обработки семян // Патент RU № 139005. Приоритетная дата 27.11.2013. Опубликовано 27.03.2014. Бюл. № 9.

9. Стрижков И.Г., Потапенко И.А., Стрижков В.Л., Чеснюк Е.Н., Черноярлова О.А. Устройство для предпосевной обработки семян // Патент RU 2278490. Опубликовано: 26.06.2006. Бюл. № 18.

10. Ультрафиолетовые и вакуумно-ультрафиолетовые эксилампы: физика, техника и применение / А.М. Бойченко [и др.]. – Томск: STT, 2011. – 512 с.

11. Badridze G., Kacharava N., Chkhubianishvili E., Rapava L., Kikvidze M., Chanishvili S.H., Chigladze L. Influence of ultraviolet irradiation and acid precipitations on the content of antioxidant ts in wheat leaves // Applied Ecology and Environmental Research., 2015, Vol. 13(4), P. 993–1013.

12. Badridze G., Kacharava N., Chkhubianishvili E., Rapava L., Kikvidze M., Chanishvili S., Shakarishvili N., Mazanishvili L., Chigladze L. Effect of UV radiation and artificial acid rain on productivity of wheat // Russian Journal of Ecology, 2016, Vol. 47(2), P. 158–166.

13. Kacharava N., Chanishvili S., Badridze G., Chkhubianishvili E., Janukashvili N. Effect of seed irradiation on the content of antioxidants in leaves of kidney bean, cabbage and beet cultivars // Australian Journal of Crop Science, 2009, Vol. 3(3), P. 137.

14. Rai R., Meena R.P., Smita S.S., Shukla A., Rai S.K., Pandey-Rai S. UV-B and UV-C pre-treatments induce physiological changes and artemisinin biosynthesis in *Artemisia annua* (L.) an antimalarial plant // J. Photochem., Photobiol., Biol., 2011, Vol. 105(3), P. 216–225.

Нужных Светлана Анатольевна, канд. биол. наук, доцент кафедры «Сельскохозяйственная биология», Национальный исследовательский Томский государственный университет. Россия.

634050, г. Томск, просп. Ленина, 36.

Тел.: (8382) 52-98-53.

Соснин Эдуард Анатольевич, д-р физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук». Россия.

634055, г. Томск, просп. Академический, 2/3.

Тел.: (3822) 49-15-44.

Астафурова Татьяна Петровна, д-р биол. наук, проф. кафедры «Сельскохозяйственная биология», Национальный исследовательский Томский государственный университет. Россия.

Бабенко Андрей Сергеевич, д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой «Сельскохозяйственная биология», Национальный исследовательский Томский государственный университет. Россия.

634050, г. Томск, просп. Ленина, 36.

Тел.: (8382) 52-98-53.

Ключевые слова: яровая пшеница; фитопатогены; эксилампы; прорастание семян.

INFLUENCE OF EXCILAMP RADIATION ON SOWING INDICATORS AND DISEASE OF WHEAT SEED

Nuzhnykh Svetlana Anatolyevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the chair "Agricultural Biology", National Research Tomsk State University. Russia.

Sosnin Eduard Anatolievich, Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Leading Researcher. Institute of High Current Electronics of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Russia.

Astafurova Tatyana Petrovna, Doctor of Biological Sciences, Professor of the chair "Agri-cultural Biology", National Research Tomsk State University. Russia.

Babenko Andrei Sergeevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the chair "Agricultural Biology", National Research Tomsk State University. Russia.

Keywords: spring wheat; phytopathogens; excilamps; seed germination

The results of studying the influence of a relatively new subclass of gas discharge sources of ultraviolet (UV) radi-

ation-excilamp (XeCl, XeBr, KrCl) on the sowing qualities of seeds (germination energy, laboratory germination, seed morbidity) of soft spring wheat are presented. The objects of research are wheat seeds (*Triticum aestivum* L.) of the Irena variety (harvest 2016–2018), infected with the most common diseases in the Tomsk region. The studies have shown that among the three fungal diseases of wheat seeds, penicilliosis was the best suppress using excilamps. Treatment of a batch of wheat seeds infected with penicilliosis, XeBr or KrCl excilamp with a dose of 43.2 j/cm² gives a disinfecting effect. In addition, this preserves the seed germination rate, which is crucial for their further use for sowing purposes. The same disinfecting effect is observe when the seeds are exposed to excilamp in relation to alternariosis, but the indicators of seed germination are reduced. None of the options impact of the excilamp on wheat seeds infected with *Helminthosporium*, showed no significant reduction of the infestation while preserving the germination level of control.

