

**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ  
К ДЕЙСТВИЮ ПРЕПОСЕВНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ**  
**ASSESSMENT OF THE RESISTANCE OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI  
TO THE EFFECTS OF PRE-SOWING ELECTRON IRRADIATION**

**К. А. Московская, Н. Н. Лой, О. В. Суслова**  
**K. A. Moskovskaya, N. N. Loy, O. V. Suslova**

ФГБНУ ВНИИРАЭ  
г. Обнинск, Россия  
mimimi.po@mail.ru  
FGBNU VNIIRAE  
Obninsk, Russia

Изучено влияние предпосевного электронного облучения на фитопатогенные грибы, вызывающие болезни ярового ячменя. В ходе исследования, выполнен вегетационный эксперимент и получены новые сведения, позволяющие судить об устойчивости фитопатогенных микроорганизмов к действию различных режимов и доз облучения.

The effect of pre-sowing electron irradiation on phytopathogenic fungi causing diseases of spring barley has been studied. In the course of the study, a vegetation experiment was performed and new information was obtained that allows us to judge the resistance of phytopathogenic microorganisms to the action of various modes and doses of irradiation.

*Ключевые слова:* ионизирующее излучение, сельскохозяйственная культура, фитопатогенные грибы, облучение, болезни растений.

*Keywords:* ionizing radiation, agricultural crops, phytopathogenic fungi, irradiation, plant diseases.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-1-129-132>

Возбудители болезней ячменя распространены и наносят экономический ущерб повсеместно, где выращивается культура. Помимо потерь урожая, заболевания, вызванные фитопатогенными микроорганизмами, отрицательно сказываются на качестве зерна, его кормовых достоинствах. Одними из числа наиболее вредоносных болезней являются корневая гниль, возбудителем которой является гриб из рода *Bipolaris sorokiniana*, и темно-бурая пятнистость (возбудитель – *Bipolaris sorokiniana*). При заражении посевов темно-бурой пятнистостью свыше 80 % урожай зерна снижается наполовину [1]. Источниками первичной инфекции служат семена, почва, растительные остатки. Патогенные грибы способны сохраняться в почве в течении нескольких лет, и, обладая широкой специализацией, выживают на дикорастущих злаках и даже на растениях других семейств.

На сегодняшний день, использование предпосевной обработки ионизирующим излучением — это один из возможных способов уничтожения патогенных микроорганизмов, приносящих колоссальный вред сельскому хозяйству. Как известно, ионизирующее излучение различных видов, особенно в высоких дозах, способно наносить повреждения, нарушая функционирование организмов. Гамма-излучение, имея высокую проникающую способность, в дозе более 150 Гр может нарушить рост и развитие зародыша семени, следовательно, использование электронов в предпосевной обработке более целесообразно.

Цель исследования – оценить устойчивость фитопатогенных грибов к действию предпосевной электронной обработки.

Объект исследования – яровой ячмень сорта Владимир (*Hordeum vulgare* L.).

Работы, связанные с облучением семян, проводились совместно с институтом Сильноточной Электроники (ИСЭ) СО РАН (г. Томск). Использовался электронный ускоритель «Дуэт» с сетчатым плазменным катодом, генерирующий пучок большого сечения (ПБС) с выводом его в атмосферу через тонкую металлическую фольгу (рисунок 1) [2].

Облучали семена при единой длительности и амплитуде тока, в дозах 1-5 кГр с шагом в 1 кГр. Использовалось 2 режима облучения, отличающиеся энергиями электронов: 1 режим – 130 кэВ; 2 режим – 160 кэВ. Глубина поглощения не превышала 300 мкм. Мощность дозы излучения составляла 100 Гр/ имп. Повторность опыта по каждому варианту – 3-кратная, на которую приходилось не менее 10 растений.



Рисунок 1 – Электронный ускоритель «Дуэт»

Выращивали облученные семена ячменя в сосудах (диаметр 22 см, высота 18 см) в теплице ФГБНУ ВНИИ-РАЭ при температуре 18-24°C и относительной влажности воздуха 60-70% на дерново-подзолистой почве, влажность которой поддерживали в пределах 60% от полной влагоемкости почвы. В Таблице 1 представлены основные агрохимические показатели почвы, использовавшейся в вегетационном эксперименте. Размещение сосудов меняли ежедневно по определенной схеме, обеспечивающей равномерную освещенность растений.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы

pH (KCl)	Емкость катионного обмена, мг-экв/100 г	Гумус, %	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100 г	Содержание K <sub>2</sub> O, мг/100 г
4,6±0,01	5,3±0,01	1,22±0,01	103,3±1,9	83,7±1,3

Учет проводился в момент наиболее сильного развития болезней для зерновых культур – в фазы кушения (21-сут.) и колошения (60-сут.). Фаза онтогенеза считалась наступившей, если в этой фазе находилось не менее 75 % растений. Степень поражения листьев темно-бурой пятнистостью определяли глазомерно по шкале: 0 – отсутствие поражения; 1 – следы поражения (единичные пятна); 2 – растения поражены слабо, пятна занимают 25 % поверхности листа; 3 – растения поражены средне, пятна занимают 50% поверхности листа; 4 – растения поражены сильно, пятна занимают более 50% поверхности листа. Гельминтоспориозная корневая гниль учитывалась также по пятибалльной шкале: 0 – здоровый корень; 1 балл – отдельные углубленные коричневые пятна или слабое побурение центрального корня, или слияние пятен; 2 балла – мацерация пораженной ткани; 3 балла – центральный корень, корневая шейка, корешки бурые, мацерацией охвачено до ½ корня; 4 балла – корень бурый, боковых корешков нет, размочалено более ½ корня, растение отмирает.

На рисунках 2–3 представлены результаты определения пораженности листьев ячменя в зависимости от дозы и режима предпосевного электронного облучения в фазу кушения и колошения.

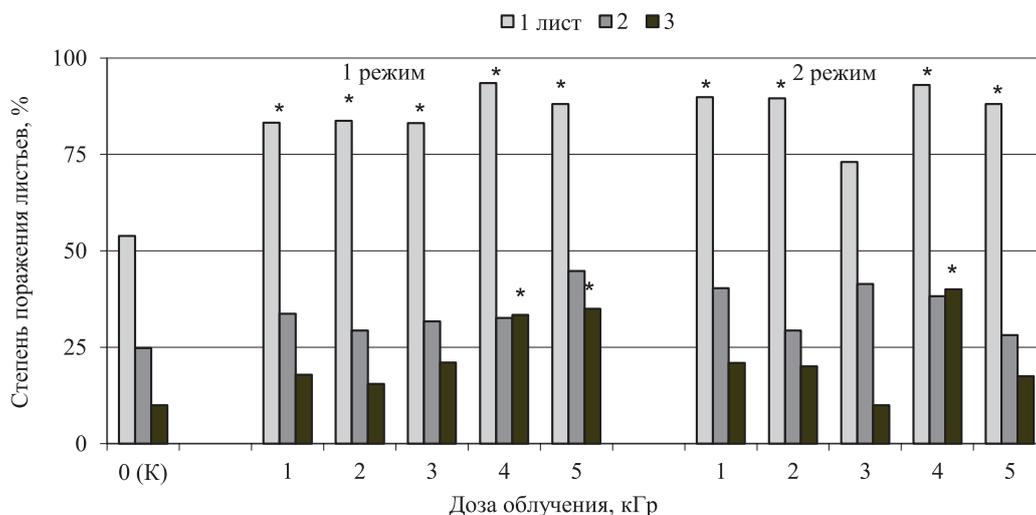


Рисунок 2 – Степень поражения листьев ячменя темно-бурой пятнистостью в зависимости от дозы и режима предпосевного электронного облучения в фазу кушения (\*- различия статистически значимы по сравнению с контролем при P < 0,5)

Установлено, что в фазу кушения развитие темно-бурой пятнистости на листьях облученных растений статистически значимо была выше, чем в контроле — по первому листу в 1,5-1,7 раза независимо от дозы и режима облучения, по третьему — в 3,3-3,5 раза при дозах 4 и 5 кГр (режим 1) и в 4 раза при дозе 4 кГр при режиме 2, а по второму листу степень поражения не отличалась от контроля при обоих режимах облучения.

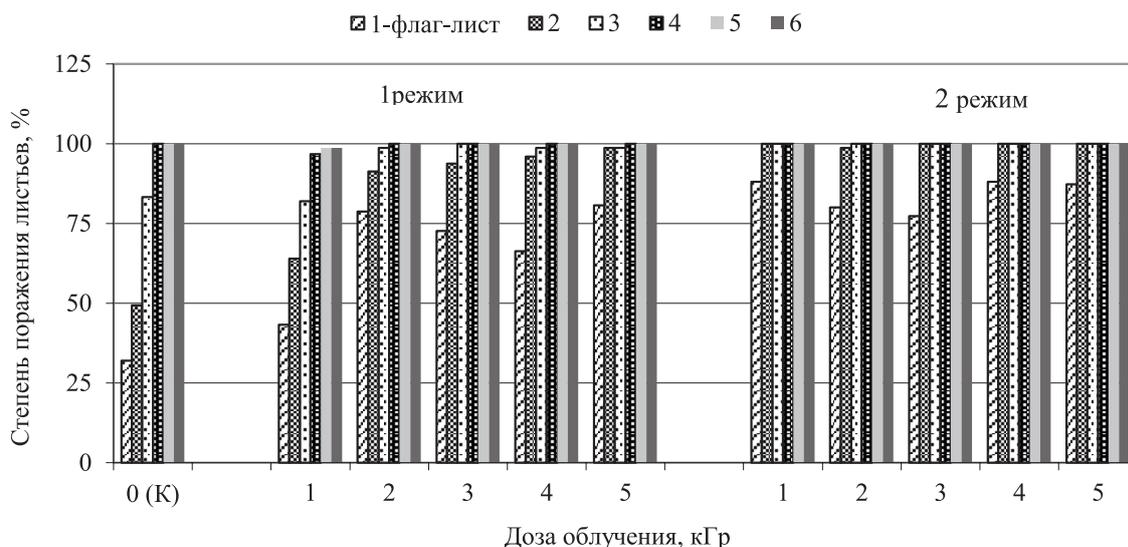


Рисунок 3 – Степень поражения листьев ячменя темно-бурой пятнистостью в зависимости от дозы и режима предпосевного электронного облучения в фазу колошения

Учет пораженности листьев темно-бурой пятнистостью в фазу колошения проводили, начиная с верхнего флаг-листа (1 лист). Показано, что нижние листья растений ячменя сорта Владимир (4-7) почти все были поражены патогенными микроорганизмами на 100%, за исключением варианта с облучением в дозе 1 кГр (режим 1), где степень поражения по листьям 4-6 достоверно была ниже контроля, но различие составляло всего 1-3 %. По верхним листьям (1-3) пораженность болезнью превышала контроль при облучении в дозах 2-5 кГр (режим 1) и 1-5 кГр (режим 2) — в 2,1-2,8 раза по 1 листу, в 1,9- 2,0 раза по 2 листу и в 1,2 раза по 3 листу. При облучении семян в дозе 1 кГр (режим 1) пораженность *Bipolaris sorokiniana* по 1-3 листьям не отличалась от контроля.

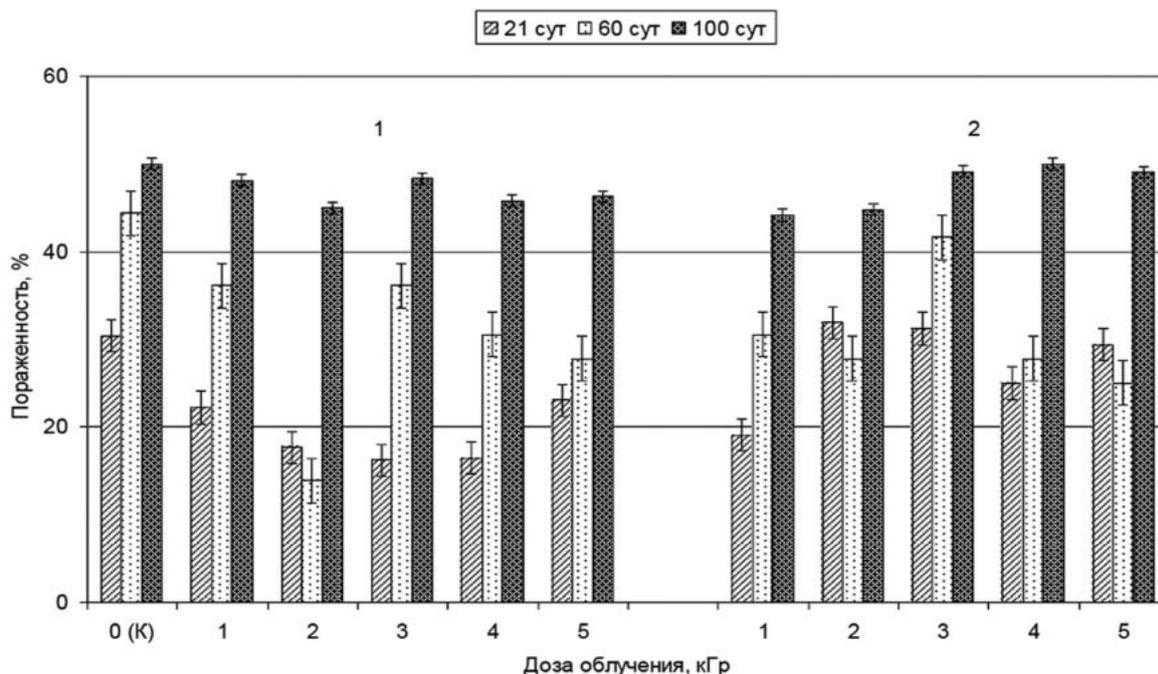


Рисунок 4 – Степень поражения корня ячменя в зависимости от дозы и режима предпосевного электронного облучения на разных этапах онтогенеза

Данные учетов пораженности ячменя корневой гнилью показали, что облучение способствовало на уровне тенденции снижению пораженности растений болезнью в фазу кушения при дозах 2-4 кГр (режим 1)

и дозе 1 кГр (режим 2), в фазу колошения при дозах 2 и 4 кГр (режим 1) и при дозах 2, 4 и 5 кГр (режим 2). В фазу полной спелости действие облучения на пораженность ячменя корневой гнилью почти полностью нивелировалось по сравнению с необлученным контролем (рисунок 4).

Таким образом, в результате проведенного исследования по изучению действия предпосевого электронного облучения на пораженность корней и листьев ячменя фитопатогенными грибами было установлено, что в фазу кущения облучение способствовало статистически значимому увеличению пораженности первого листа независимо от дозы и режима, а также третьего листа при дозах 4 и 5 кГр (режим 1) и при дозе 4 кГр (режим 2). Отмечено, что в фазу колошения не наблюдается статистически достоверных изменений степени поражения листьев темно-бурой пятнистостью; листья 4-7 растений ячменя все были поражены патогенными микроорганизмами на 100% (исключение – 1 кГр режим 1). Электронное облучение также не вызвало статистически значимых отличий от контроля пораженности корневой гнилью, предпосевная обработка способствовала на уровне тенденции снижению пораженности болезнью. Благодаря проведению эксперимента, получены новые сведения о действии различных режимов и доз электронного облучения на фитопатогенные микроорганизмы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кекало А.Ю. и др. Защита зерновых культур от болезней /А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян, М.Ю. Цыпышева / Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2017 – 172 с.

2. Особенности численного моделирования многолучевого источника электронов с плазменным эмиттером / В. Т. Астреин, М. С. Воробьев, А. Н. Козырев, В. М. Свешников. // Современные проблемы математического моделирования: сборник трудов XVIII Всероссийской конференции-школы молодых исследователей. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2019. — С. 156.

### **ВОЛОКНИСТЫЙ АНИОНИТ ФИБАН А-1 ДЛЯ РАДИОХИМИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛУТОНИЯ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

### **FIBROUS ANION EXCHANGER FIBAN A-1 FOR RADIOCHEMICAL DETERMINATION OF PLUTONIUM IN ENVIRONMENTAL SAMPLES**

**В. Н. Забродский<sup>1</sup>, В. Л. Самсонов<sup>1</sup>, С. В. Есипович<sup>1</sup>,  
А. Е. Матус<sup>1</sup>, Н. Н. Маскаленко<sup>1</sup>, А. П. Поликарпов<sup>2</sup>  
V. N. Zabrotski<sup>1</sup>, V. L. Samsonov<sup>1</sup>, S. V. Yesipovich<sup>1</sup>,  
A. E. Matous<sup>1</sup>, N. N. Maskalenka<sup>1</sup>, A. P. Polikarpov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии,  
контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»  
г. Минск, Республика Беларусь  
zvn@hmc.by

<sup>2</sup>Государственное научное учреждение «Институт физико-органической химии  
Национальной академии наук Беларуси»  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>1</sup>State institution «Republican center for hydrometeorology, control of radioactive contamination and  
environmental monitoring» (Belhydromet)

<sup>2</sup>State Scientific Institution «Institute of Physical and Organic Chemistry  
of the National Academy of Sciences of Belarus»  
Minsk, Republic of Belarus

Расширен перечень ионообменных сорбентов, которые могут быть использованы для радиохимического определения плутония в объектах окружающей среды. С использованием различных анионообменных сорбентов и способов приготовления счетной мишени выполнен радиохимический анализ одного и того же образца почвы; сопоставлены альфа-спектры полученных счетных образцов. Рассмотрены некоторые методические особенности радиохимического определения Pu в почве. Сделан вывод, что отечественный волокнистый анионит ФИБАН А-1 может быть использован для радиохимического определения Pu.

The list of the ion exchange sorbents to be used for the radiochemical determination of Pu in environmental samples is expanded. Different anion-exchange sorbents as well as various methods of preparation of final alpha-counting targets were used to analyze the same soil sample. The obtained alpha-spectra were compared between themselves; some methodological peculiarities of the radiochemical determination of Pu in soil were examined.