

- области, обладающими высоким процентным содержанием белка и жира в соевых бобах // Вестник аграрной науки. 2023. № 1(100). С. 154–160.
10. Филимонов Я.И., Коцарева Н.В. Повышение белка сои агротехническими приемами // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 2. С. 18–21.
 11. Юсова О.А., Николаев П.Н., Васюкевич В.С. и др. Уровень качества зерна омских сортов овса ярового в контрастных экологических условиях // Вестник НГАУ. 2020. № 2 (55). С. 84–96.
<https://doi.org/10.31677/2072-6724-2020-55-2-84-96>
 12. Gureeva E.V., Levakova O.V. Remote monitoring of chlorophyll content in soybean crops in the conditions of the Ryazan region // BIO Web of Conferences. 2023. 71. 01090.
<https://doi.org/10.1051/bioconf/20237101090>
 13. Jiang H., Egli D.B. Soybean seed number and crop growth rate during flowering // Agronomy Journal. 1995. Vol. 87. PP. 264–267.
 5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 352 s.
 6. Zhivotkov L.A., Morozova Z.A., Sekatueva L.I. Metodika vyyavleniya potencial'noj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionnyh form ozimoy pshenicy po pokazatelyu urozhajnosti // Selekcija i semenovodstvo. 1994. № 2. S. 3–6.
 7. Zubareva K.Yu., Bobkov S.V., Hrykina T.A. Vliyanie organomineral'nyh mikroudobrenij na nakoplenie belka v organah rastenij i kachestvo zerna soi // Zernobobovye i krupy-anye kul'tury. 2022. № 2 (42). S. 5–15.
<https://doi.org/10.24412/2309-348X-2022-2-5-15>
 8. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Korneva S.P. Metodika rascheta parametrov ekologicheskoy plastichnosti sel'skohozyajstvennyh rastenij po discipline «Ekologicheskaya genetika». Omsk, 2008. 36 s.
 9. Sidorova E.K., Fedoseeva V.V. Effektivnoe uvelichenie proizvodstvennyh posevov pod soej v Orlovskoj oblasti, obladayushchimi vysokim procentnym sodержанием белка i zhira v soevykh bobah // Vestnik agrarnoy nauki. 2023. № 1(100). S. 154–160.
 10. Filimonov Ya.I., Kocareva N.V. Povyshenie belka soi agrotekhnicheskimi priemami // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2023. № 2. S. 18–21.
 11. Yusova O.A., Nikolaev P.N., Vasyukevich V.S. i dr. Uroven' kachestva zerna omskih sortov ovsa yarovogo v kontrastnykh ekologicheskikh usloviyakh // Vestnik NGAU. 2020. № 2 (55). S. 84–96.
<https://doi.org/10.31677/2072-6724-2020-55-2-84-96>
 12. Gureeva E.V., Levakova O.V. Remote monitoring of chlorophyll content in soybean crops in the conditions of the Ryazan region // BIO Web of Conferences. 2023. 71. 01090. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237101090>
 13. Jiang H., Egli D.B. Soybean seed number and crop growth rate during flowering // Agronomy Journal. 1995. Vol. 87. PP. 264–267.

REFERENCES

Поступила в редакцию 01.10.2024
Принята к публикации 15.10.2024

УДК 537.53:633.11+632

DOI: 10.31857/S2500208225020058, EDN: HUNBEI

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВИТИЯ ПРОРОСТКОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ПОРАЖЕННОСТЬ БОЛЕЗНЯМИ

Надежда Николаевна Лой, кандидат биологических наук

Наталья Ивановна Санжарова, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

E-mail: loy.nad@yandex.ru

Аннотация. В лабораторных условиях климатической камеры изучено действие предпосевного низкоэнергетического электронного облучения семян на показатели развития проростков яровой пшеницы сорта Ирень. В эксперименте использовали семена, естественно пораженные корневой гнилью (возбудители — *Drechslera teres* и *Fusarium spp.*). Облучали в диапазоне 1–5 кГр на электронном ускорителе «Дуэт» в ИСЭ СО РАН, мощность излучения — 100 Гр/импульс, при двух энергиях электронов — 100 (режим 1) и 120 кэВ (режим 2). Семена проращивали в рулонах фильтровальной бумаги через 9 и 12 сут. после облучения. Контроль — необлученные семена, повторность трехкратная. При пострадиационном периоде 9 сут. отмечено достоверное увеличение на 1% лабораторной всхожести при дозах 2 и 4 кГр (режим 1) и 1 и 4 кГр (режим 2), длины корней — 1 и 5 кГр (режим 1) на 4,3 и 3,4% и при 1–3 кГр (режим 2) на 4–5%, а также отсутствие достоверного влияния на содержание свободного пролина и активность каталазы в семисуточных проростках. При пострадиационном периоде 12 сут. облучение в дозе 2 кГр (режим 1) стимулировало длину роста на 11,2%, а при 5 (режим 1) и 2–5 кГр (режим 2) угнетало на 12,2 и 20,4–32,0% соответственно. При дозах 3 и 5 кГр (режим 2) длина корней проростков снизилась на 7,6 и 6,1%. Облучение увеличило сырую массу проростков при 1–5 кГр (режим 1) на 6,7–11,7%, 1 и 2 кГр (ре-

жим 2) — на 8,7–17,8%, а при дозах 3–5 кГр (режим 2), напротив, уменьшило на 21,6–32,3%. Учет пораженности семисуточных проростков пшеницы болезнями при закладке в разные сроки после облучения семян показал, что в пострadiaционном периоде 12 сут. развитие болезней было ниже, чем при 9 сут.

Ключевые слова: электронное облучение, яровая пшеница, развитие проростков, содержание пролина, активность каталазы, пораженность болезнями

INFLUENCE OF PRE SEEDING ELECTRONIC IRRADIATION TO THE SPRING WHEAT SEEDLINGS AND DISEASES INCIDENCE INDICATORS

N.N. Loy, *PhD in Biological Sciences*

N.I. Sanzharova, *Grand PhD in Biological Sciences, Corresponding Member of the RAS*

Russian Institute of Radiology and Agroecology of National Research Centre «Kurchatov Institute», Obninsk, Kaluga region, Russia

E-mail: loy.nad@yandex.ru

Abstract. In the laboratory conditions of the climate chamber, a model experiment was conducted to study the effect of pre-sowing low-energy electron irradiation of seeds on the development indicators of spring wheat seedlings of the Iren variety. In the experiment, seeds naturally affected by root rot (pathogens *Drechslera teres* and *Fusarium spp*) were used. Irradiation in the range of 1–5 kGy was carried out on the electronic accelerator “Duet” at the ISE SB RAS, the radiation power is 100 100 Gy/pulse, at two electron energies — 100 keV (mode 1) and 120 keV (mode 2). The seeds were germinated in rolls of filter paper 9 and 12 days after irradiation. Unirradiated seeds served as a control. The repetition in the experiments is threefold. During the irradiation period of 9 days, there was a significant 1% increase in laboratory germination at doses of 2 and 4 kGy (electron energy 100 keV, mode 1) and at doses 1 and 4 kGy (electron energy 120 keV, mode 2), root lengths at doses 1 and 5 kGy (mode 1) by 4.3 and 3.4% and at doses of 1–3 kGy (mode 2) by 4–5% and there is no significant effect on the content of free proline and catalase activity in 7 daily wheat seedlings. During the irradiation period of 12 days, irradiation stimulated the length of the sprout at a dose of 2 kGy (mode 1) by 11.2%, and at doses of 5 kGy (mode 1) and 2–5 kGy (mode 2) it depressed by 12.2 and 20.4–32%, respectively. At doses of 3 and 5 kGy (mode 2), the length of the roots of seedlings decreased by 7.6 and 6.1%. Irradiation caused an increase in the crude mass of seedlings at doses of 1–5 kGy (mode 1) by 6.7–11.7% and at doses of 1 and 2 kGy (mode 2) by 8.7–17.8%, and at doses of 3–5 kGy (mode 2), on the contrary, a decrease of 21.6–32.3%. Taking into account the infestation of 7 daily wheat seedlings with diseases when laying at different times after irradiation of seeds showed that during the irradiation period of 12 days, the development of diseases was lower than during the period of 9 days.

Keywords: electron irradiation, spring wheat, seedling development, proline content, catalase activity, disease incidence

В системе мероприятий, направленных на повышение производства зерна и улучшение его качества, определенную роль играет предпосевная обработка семян с целью защиты сельскохозяйственных растений от патогенной микрофлоры.

Актуальность данного приема важна из-за того, что возбудители грибных и бактериальных болезней после высева семян в почву поражают растения, угнетают развитие, снижают урожайность.

Загрязненность патогенной микрофлорой почвы и семенного материала достигает в Российской Федерации высоких значений. В семенном фонде хозяйств практически отсутствует здоровый материал. [5]

Современные исследования направлены на использование ионизирующих излучений (ИИ) для предпосевной обработки семян с целью борьбы с возбудителями болезней. Применение технологии предпосевной обработки до недавнего времени было ограничено невозможностью излучения с высокой проникающей способностью и необходимостью применения больших доз облучения, при которых повреждались клетки семян, отвечающие за их прорастание. С развитием низкоэнергетического электронного облучения (до 300 кэВ) эту проблему удастся разрешить (e-ventus технология). В этом случае на поверхности зерна, проходящего через электронный пучок, формируется доза облучения, достаточная для инактивации патогенов, а внутри пространства семени она минимальна.

В работе [9] показано, что при обработке семян пшеницы электронным пучком с энергией 305 кэВ наблюдается экспоненциальное снижение всхожести семян при поглощенной дозе 0,8 кГр, большее об-

лучение провоцирует полную невосхожесть. Снижая энергию электронного пучка до 200 кэВ в диапазоне поглощенных доз 0,8...5,6 кГр всхожесть остается на уровне контроля, однако с увеличением дозы этот показатель снижается. При энергии электронов 200 кэВ и поглощенной дозе 0,8...4,0 кГр происходит дезинфицирующий эффект и сохраняются нормальные показатели всхожести и энергии прорастания. Дезинфекция происходит, если энергия электронов (300 кэВ) и поглощенная доза (0,8...8,0 кГр) высокие, но страдают показатели всхожести и энергии прорастания. Авторы рекомендуют предпосевную обработку семян пшеницы низкоэнергетическим электронным излучением энергией 200 кэВ (0,8...4 кГр). [9]

Другими учеными установлено, что использование поглощенных доз для облучения *Triticum L.* выше 2 кГр вызывает ингибирование всхожести и роста при энергии пучка 500 кэВ и 10 МэВ. [6]

Цель работы — изучить действие предпосевого электронного облучения на показатели развития проростков яровой пшеницы в зависимости от величины пострadiaционного периода.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект изучения — семена пшеницы яровой (*Triticum aestivum L.*) сорта *Ирень* (первая репродукция), созданного на Красноуфимской селекционной станции совместно с Уральским НИИСХ (разновидность мильтурум, раннеспелый, вегетационный период — 70...80 дн.). Высокоустойчив к полеганию, устойчив к мучнистой росе и пыльной головне.

Семена облучали на электронном ускорителе «Дуэт» в ИСЭ СО РАН по методике. [10] Дозы облучения в диапазоне 1...5 кГр с шагом в 1 кГр при двух энергиях электронов – 100 (режим 1) и 120 кэВ (режим 2).

Навеска семян на каждую дозу составляла 15 г. Семена рассыпали одним слоем в чашке Петри и помещали на расстоянии 20 мм от выводного окна ускорителя. Мощность излучения – 100 Гр/импульс. Суммарную введенную дозу набирали изменением количества импульсов, глубина поглощения дозы не превышала 300 мкм.

После облучения семена проращивали в рулонах фильтровальной бумаги в течение 7 сут. в термостате при температуре 20 °С по методике. [3] Проведено два лабораторных опыта: в первом семена заложили на проращивание через 9 сут. после облучения, во втором – через 12 сут. Повторность – трехкратная.

При проведении лабораторных опытов оценивали следующие показатели: лабораторную всхожесть (ЛВ), силу роста семян (СРС), длину ростка и корешка (Лр и Лк), сырую и сухую массу проростков (Мсыр. и Мсух.), процент содержания воды в проростках. Учет пораженности (степень поражения и распространенность) проростков болезнями осуществляли по общепринятым методикам. [2, 4]

В побегах семидневных проростков ячменя находили содержание свободного пролина и активность каталазы. [7, 8] Для определения содержания каталазы брали 0,5 г сырых листьев пшеницы и растирали на льду в ступке с небольшим количеством 1,5...2,0 мл 0,1 М фосфатного буферного с добавлением стеклянного песка. Гомогенат переносили в центрифужную пробирку, обмывая ступку (0,5 мл) буферным раствором. Общий объем использованного буфера составляет 5 мл. Гомогенат центрифугировали в течение 20 мин. (8000 оборотов при 4°С). Супернатант переносили в чистую пробирку, помещенную в стакан со льдом, для предотвращения потери активности. Его использовали как фермент при проведении реакции. В таком виде супернатант хранят в холодильнике не более 2 ч.

Активность каталазы определяли в кюветах для СФ (спектрофотометр) при температуре 30°С. Все растворы хранили в термостатированной ванне. В кювету (3 мл) добавляли 2,8 мл реакционной среды. Реакцию запускали введением 0,2 мл супернатанта. Смесь быстро встряхивали и измеряли на спектрофотометре изменение оптической плотности при длине волны 340 нм каждые 10 сек. в течение 2...3 мин.

В контрольную пробу вместо супернатанта добавляли равный объем буфера. Показания снимали аналогичным способом. В опытном и контрольном вариантах повторность трехкратная.

Активность каталазы рассчитывали по формуле Биссвангера. [1]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ семисуточных проростков показал, что электронное облучение по-разному влияет на посевные качества и морфометрические показатели развития пшеницы в зависимости от пострadiaционного периода (ПП). При ПП 9 сут. отмечено достоверное увеличение на 1% лабораторной всхожести (ЛВ) при дозах 2 и 4 кГр (режим 1), 1 и 4 кГр (режим 2), отсутствие действия на силу роста семян (СРС) при режиме 1 и статистически значимое снижение СРС при 3...5 кГр (режим 2) (рис. 1а).

При пострadiaционном периоде 12 сут. облучение в режиме 1 не повлияло на лабораторную всхожесть и силу роста семян, тогда как в режиме 2 наблюдали статистически значимое снижение лабораторной всхожести на 14 и 6% соответственно и силы роста семян – 2...4% при дозах 3...5 кГр (рис. 1б).

На рисунке 2 представлены данные по влиянию электронного облучения на развитие семисуточных проростков при ПП 9 сут. Установлено, что облучение в дозах 3...5 (режим 1) и 2...5 кГр (режим 2) подавляло развитие ростка на 9,4...19,3 и 15...29,3% соответственно. Сырая масса в расчете на одно растение также снизилась при 2...5 кГр (режим 1) на 8,4...16% и 1...5 кГр (режим 2) – 14,8...26,2%.

Предпосевное облучение стимулировало развитие корневой системы – длина корней достоверно увеличилась при дозах 1 и 5 кГр (режим 1) на 4,3 и 3,4%, 1...3 кГр – на 4...5% и не оказало влияния на сухую массу проростков (рис. 2а).

При ПП 12 сут. положительное воздействие на длину ростка было отмечено только при дозе 2 кГр (режим 1) на 11,2%, тогда как при дозе 5 (режим 1) и 2...5 кГр (режим 2) наблюдали уменьшение длины ростка на 12,2 и 20,4...32% соответственно (рис. 3). При 3 и 5 кГр (режим 2) длина корня проростков снизилась на 7,6 и 6,1%. Облучение вызвало увеличение сырой массы проростков при 1...5 кГр (режим 1) на 6,7...11,7%, 1 и 2 кГр (режим 2) – на 8,7...17,8%,

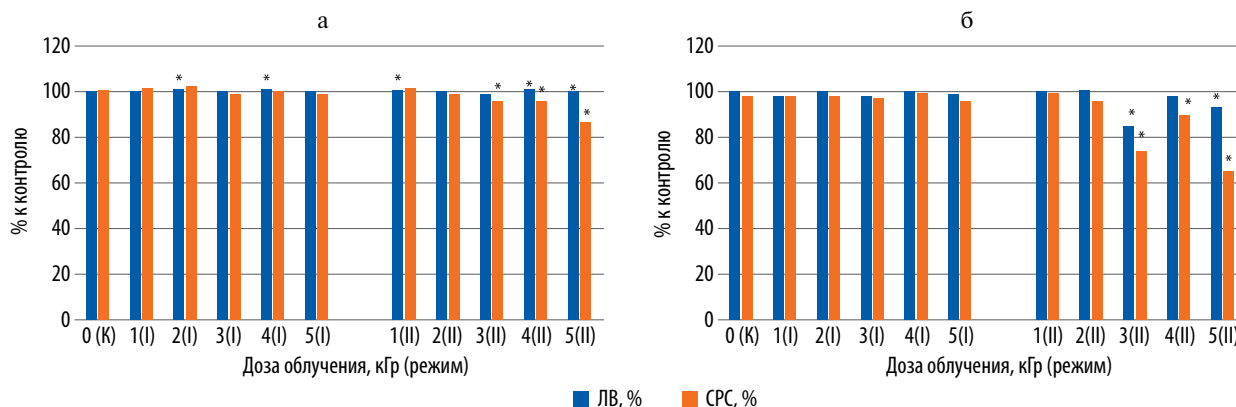


Рис. 1. Влияние облучения на посевные качества семян при ПП 9 сут. (а) и ПП 12 сут. (б). * – различия статистически значимы по сравнению с контролем при $P < 0,5$. То же на рис. 2–6.

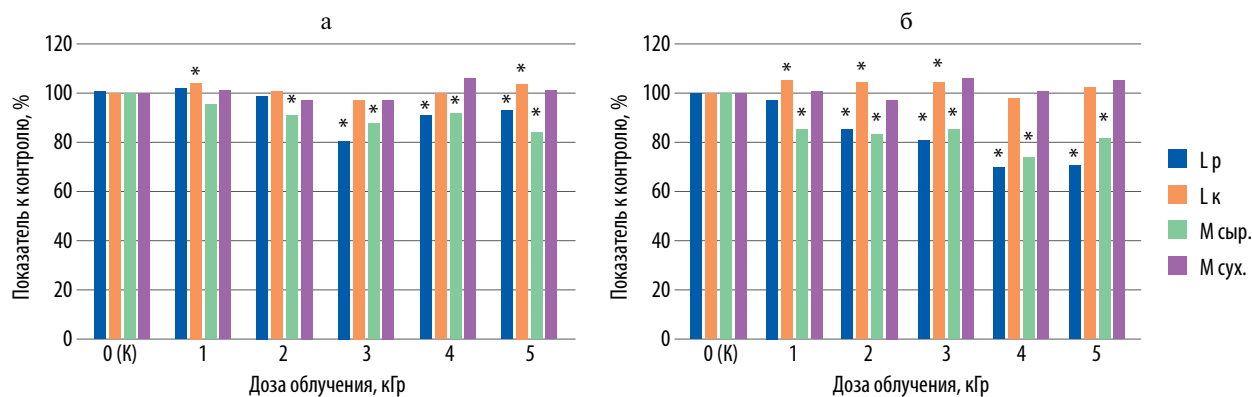


Рис. 2. Влияние облучения на развитие проростков пшеницы при ПП 9 сут.: а — режим 1 (100 кэВ), б — режим 2 (120 кэВ).

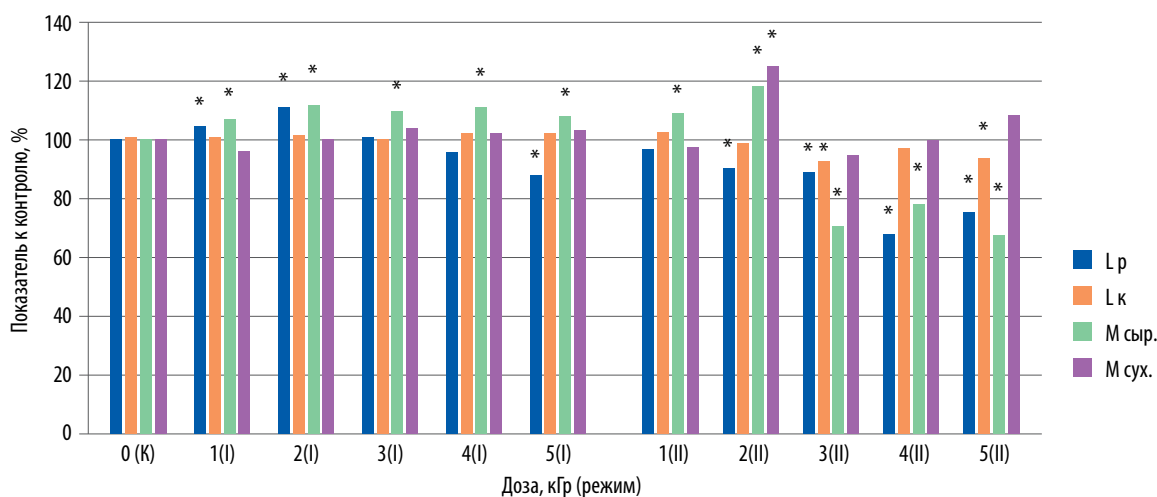


Рис. 3. Влияние облучения на развитие проростков при ПП 12 сут.

а при 3...5 кГр (режим 2), напротив, уменьшение на 21,6...32,3%. Сухая масса проростков не зависела от облучения, за исключением дозы 2 кГр (режим 2), где было увеличение на 24,3%, по сравнению с контролем (рис. 3).

Определение содержания свободного пролина в семисуточных проростках выявило снижение на уровне тенденции показателя в вариантах с облучением при ПП 9 сут. и приближение уровня пролина к значениям в контроле на 12 сут. и даже достоверное превышение в 1,6 раза при дозе 3 кГр (режим 1) (рис. 4).

Изучение влияния электронного облучения семян на активность ферментативных процессов показало, что активность каталазы была выше при режиме 1, чем при режиме 2 (см. таблицу).

Однако снижение активности каталазы при дозах 3...5 кГр и энергии электронов 120 кэВ, по сравнению с контролем, отмечено лишь на уровне тенденции, так как оно не было достоверным.

При ПП 9 сут. на проростках выявлено поражение корневой гнилью (возбудители *Drechslera teres* и *Fusarium spp*). На рисунке 5а видно, что при режиме 1 достоверное повышение степени поражения и распространенности было при дозе 1 кГр на 2,8 и 10,7% соответственно. В остальных вариантах развитие болезни не отличалось от контроля.

При облучении (3...5 кГр) в режиме 2 развитие гельминтоспориоза статистически значимо увеличилось

на 2,5...5,3% по степени поражения и 8,7...14,0% — распространенности болезни (рис. 5а).

Развитие фузариоза (ПП 9 сут.) наблюдали во всех вариантах опыта, но достоверных отличий по уровню пораженности между вариантами с облучением и контролем не установлено (рис. 5б).

При ПП 12 сут. проростки были поражены гельминтоспориозом (возбудитель — *Drechslera teres*), степень поражения достоверно была выше только при

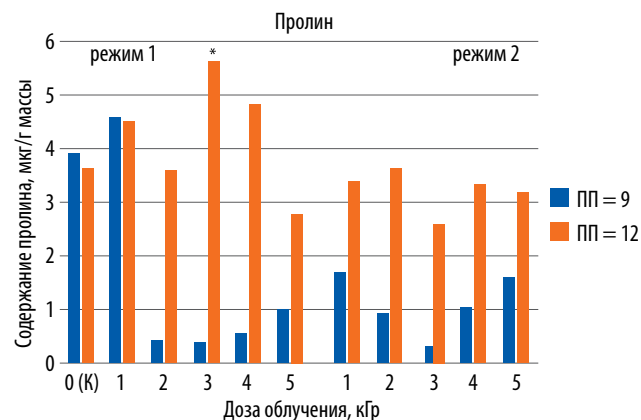


Рис. 4. Влияние облучения на содержание свободного пролина в проростках пшеницы.

Влияние электронного облучения на активность каталазы

Показатель	Доза облучения, кГр (режим)										
	0 (к)	1 (1)	2 (1)	3 (1)	4 (1)	5 (1)	1 (2)	2 (2)	3 (2)	4 (2)	5 (2)
Активность каталазы, МЕ/мл	15,09	18,30	7,49	15,84	13,27	20,87	10,92	10,49	9,95	4,92	6,10
НСР ₀₅	15,28										

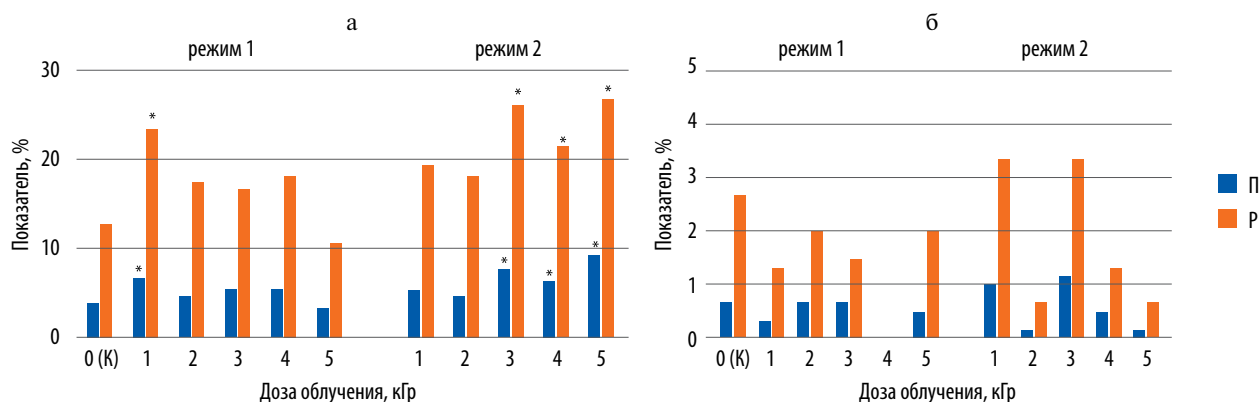


Рис. 5. Пораженность проростков гельминтоспориозом (а) и фузариозом (б), ПП 9 сут.
П — пораженность, Р — распространенность (то же на рис. 6).

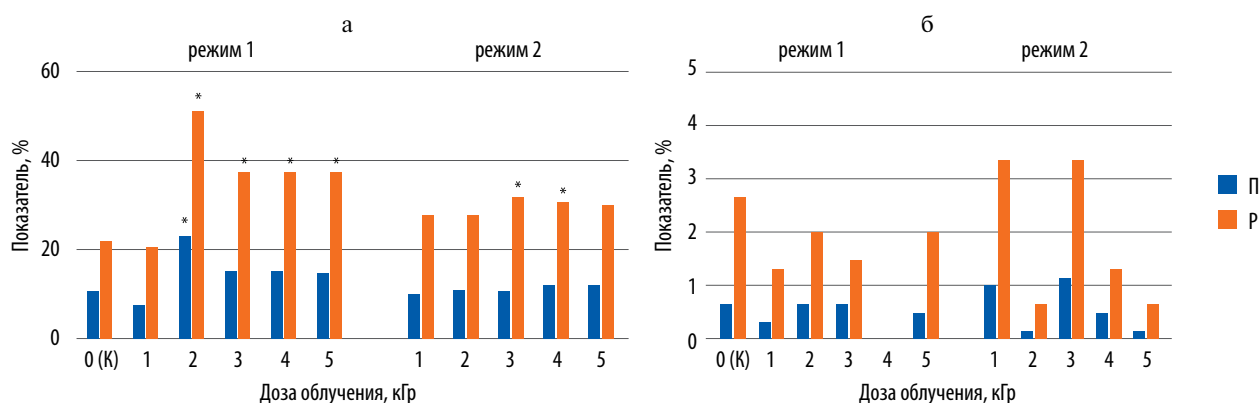


Рис. 6. Пораженность проростков гельминтоспориозом (а) и фузариозом (б), ПП 12 сут.

дозе 2 кГр (режим 1) на 11,8% и не отличалась от контроля в остальных вариантах (рис. 6а).

Облучение вызвало значительный рост распространенности болезни — при 2...5 кГр (режим 1) на 15,3...31,3%, 3 и 4 кГр (режим 2) — 7,3...10,0% (рис. 6а).

Пораженность *Fusarium* spp. при ПП 12 сут. отмечено при обоих режимах облучения на низком уровне: режим 1 — 0,33...0,66%, режим 2 — 0,16...1,16%, в контроле болезнь полностью отсутствовала (рис. 6б).

Из учетов пораженности семисуточных проростков пшеницы болезнями при закладке в разные сроки после облучения семян следует, что при ПП 12 сут. развитие болезней было ниже, чем при ПП 9 сут.

Выводы. Экспериментально установлено, что эффективность действия предпосевного низкоэнергетического электронного облучения семян яровой пшеницы сорта *Ирень* на показатели развития проростков зависит от дозы облучения, энергии электронов и величины пострadiaционного периода. При ПП 9 сут. отмечено достоверное увеличение на 1% лабораторной

всхожести (2 и 4 кГр, энергия электронов 100 кЭВ, режим 1, 1 и 4 кГр, энергия электронов 120 кЭВ, режим 2). Облучение стимулировало развитие корневой системы — длина корней достоверно увеличилась при дозах 1 и 5 кГр (режим 1) на 4,3 и 3,4% и 1...3 кГр (режим 2) — 4...5%, не влияло на содержание свободного пролина и активность каталазы в семисуточных проростках. При ПП 12 сут. стимулировали длину ростка 2 кГр (режим 1) на 11,2%, тогда как 5 кГр (режим 1) и 2...5 кГр (режим 2) ее уменьшали на 12,2 и 20,4...32,0% соответственно. При дозах 3 и 5 кГр (режим 2) длина корней проростков снизилась на 7,6 и 6,1%. Облучение вызвало увеличение сырой массы проростков при дозах 1...5 кГр (режим 1) на 6,7...11,7%, 1 и 2 кГр (режим 2) — 8,7...17,8%, а при 3...5 кГр (режим 2), напротив, уменьшение на 21,6...32,3%. Сухая масса проростков не зависела от облучения. Учет пораженности проростков пшеницы болезнями при закладке в разные сроки после облучения семян показал, что при ПП 12 сут. развитие болезней было ниже, чем при ПП 9 сут.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Биссвангер Х. Практическая энзимология. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 328 с.
2. Войтова Л.Р. Анализ семян ячменя на зараженность корневой гнилью // Защита растений. М.: Колос, 1980. № 2. С. 48–49.
3. ГОСТ 12038-84 Государственные стандарты Союза ССР. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения качества. Ч. 2. М., 1995. С. 44–101.
4. ГОСТ 12044-93 Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М., 2011. 57 с.
5. Санин С.С. Защита пшеницы от болезней в современных интенсивных технологиях ее возделывания в Центральном регионе России // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 2 (6). С. 33–40.
6. Чернобровкин Т.В., Вазиров Р.А., Соковнин С.Ю. Влияние облучения низкоэнергетическим электронным пучком на прорастание и рост вида *Triticum L.* // Современные проблемы радиобиологии, радиэкологии и агроэкологии. Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. Обнинск, 2021. С. 103–107.
7. Aebi H. Catalases Physiological and Biochemical Effects of 24-Epibrassinolide on Heat-Stress Adaptation in Maize (*Zea mays L.*) // Methods of Enzymatic Analysis. 1971. Vol. 3. P. 273–286.
8. Bates L.S. Rapid determination of free proline for water stress studies // Plant Soil. 1973. Vol. 39. P. 205–207.
9. Iseberlinova A.A., Poloskov A.V., Egorov I.S. et al. Influence of a pulsed electron beam on the sowing quality of wheat // Key Eng. Mater. 2018. Vol. 769. P. 172–180. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.769.172>.
10. Vorobyov M.S., Koval N.N., Sulakshin S.A. An electron source with a multiaperture plasma emitter and beam extraction into the atmosphere // Instrum. Exp. Tech. 2015. Vol. 58, № 5. P. 687–695.

REFERENCES

1. Bissvanger H. Prakticheskaya enzimologiya. M.: BINOM. Laboratoriya znanij, 2013. 328 s.
2. Vojtova L.R. Analiz semyan yachmenya na zarazhennost' kornevoj gnilyu // Zashchita rastenij. M.: Kolos, 1980. № 2. S. 48–49.
3. GOST 12038-84 Gosudarstvennye standarty Soyuz SSR. Semena sel'skhozaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya kachestva. Ch. 2. M., 1995. S. 44–101.
4. GOST 12044-93 Mezhgosudarstvennyj standart. Semena sel'skhozaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya zarazhennosti boleznyami. M., 2011. 57 s.
5. Sanin S.S. Zashchita pshenicy ot boleznej v sovremennykh intensivnykh tekhnologiyah ee vozdel'yvaniya v Central'nom regione Rossii // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2013. № 2 (6). S. 33–40.
6. Chernobrovkin T.V., Vazirov R.A., Sokovnin S.Yu. Vliyanie oblucheniya nizkoenergeticheskim elektronnym puchkom na prorastanie i rost vida *Triticum L.* // Sovremennye problemy radiobiologii, radioekologii i agroekologii. Sbornik докладов IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Obninsk, 2021. S. 103–107.
7. Aebi H. Catalases Physiological and Biochemical Effects of 24-Epibrassinolide on Heat-Stress Adaptation in Maize (*Zea mays L.*) // Methods of Enzymatic Analysis. 1971. Vol. 3. P. 273–286.
8. Bates L.S. Rapid determination of free proline for water stress studies // Plant Soil. 1973. Vol. 39. P. 205–207.
9. Iseberlinova A.A., Poloskov A.V., Egorov I.S. et al. Influence of a pulsed electron beam on the sowing quality of wheat // Key Eng. Mater. 2018. Vol. 769. P. 172–180. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.769.172>.
10. Vorobyov M.S., Koval N.N., Sulakshin S.A. An electron source with a multiaperture plasma emitter and beam extraction into the atmosphere // Instrum. Exp. Tech. 2015. Vol. 58, № 5. P. 687–695.

Поступила в редакцию 19.12.2024
Принята к публикации 19.01.2025

УДК 635.356 (470.67-13)

DOI: 10.31857/S2500208225020065, EDN: HUNECW

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРОДУКТИВНОСТИ КАПУСТЫ ЦВЕТНОЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ДАГЕСТАНА

Евгения Гусейновна Гаджимустапаева, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Дагестанская опытная станция — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр — Всероссийский институт генетических ресурсов растений
имени Н.И. Вавилова», с. Вавилово, Дербентский район, Россия
E-mail: vir-evg-gajimus@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по основным параметрам среды по признакам «средняя масса головки» и «количество листьев» капусты цветной при испытании в пяти точках Республики Дагестан: г. Дербент (17 м н.у.м.), Магарамкентский район (220 м н.у.м.), Левашинский район с. Ахкент (1200 м н.у.м.) и с. Леваши (1220 м н.у.м.), Акушинский район (1500 м н.у.м.). Из-за разнообразия почвенно-климатических условий республики необходимо выводить сорта и гибриды овощных культур. Установлено, что наиболее ценные для выращивания по адаптации к климатическим и почвенным условиям разных зон сорта: Шаласи, Ариэль, Ранняя грибовская 1355. Благоприятные условия для возделывания капусты цветной в с. Ахкент (1200 м н.у.м.), с. Леваши (1220 м н.у.м.) и с. Усиша (1500 м н.у.м.).

Ключевые слова: Республика Дагестан, капуста цветная, адаптивность, вертикальная зональность, селекционная ценность, пластичность, стабильность