

4. Golovachev V.I. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur / pod red. V.I. Golovacheva, E.V. Kirilovskoj. M.: Kolos, 1989. 267 s.
5. Goncharenko A.A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur // Vestnik RASHN. 2005. № 6. S. 49–53.
6. Zhivotkov L.A., Morozova Z.A., Sekutaeva L.I. Metodika vyavleniya potencial'noj produktivnosti i «Urozhajnost'» // Selekcija i semenovodstvo. 1994. № 2. S. 3–6.
7. Zhuchenko A.A. Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoj sistemy selekcii rastenij // Sel'skohozyajstvennaya biblioteka. 2000. № 3. S. 3–29.
8. Levakova O.V., Bannikova M.I. Analiz geneticheskikh istochnikov cennykh priznakov sortov ozimoi myagkoj pshenicy v celyah sozdaniya iskhodnogo materiala // Agrarnaya nauka. 2019. № 7–8. S. 38–40.
9. Levakova O.V. Izuchenie iskhodnogo materiala yarovogo yachmenya v celyah ispol'zovaniya ego v selekcionnom processe dlya Central'nogo regiona RF // Zernobobovye i krupnyanye kul'tury. 2018. № 2 (26). S. 61–65.
10. Nettevich E.D., Morgunov A.I., Maksimenko M.I. Povyshenie effektivnosti otbora yarovoi pshenicy na stabil'nost', urozhajnost' i kachestvo zerna // Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 1985. № 1. S. 66–73.
11. Nettevich E.D. Selekcija i semenovodstvo yarovykh zernovykh kul'tur // Izbrannye trudy. M.; Nemchinovka: izd.-vo NIISH CRNZ, 2008. 348 s.
12. Rahaev H.M., Bakkuev E.S., Eneeva M.N. i dr. Areal i povedenie centra zernovogo podkompleksa Rossii v 2000–2020 godah // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2023. № 4. S.4–9.
13. Rusanov I.A. Sovremennye sorta ozimoi pshenicy kak iskhodnyj material dlya selekcii v usloviyah lesostepi CChR: dis. kand. s-h. nauk: 06.01.05. Voronezh, 2004. 248 s.
14. Filippov E.G., Bragin R.N., Doncov D.P. Analiz pokazatelej adaptivnosti sortov i linij yarovogo yachmenya v ekologicheskome sortoispytanii // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2022. № 4 (32). S. 221–230.
15. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. 1966. № 6.

Поступила в редакцию 17.05.2024

Принята к публикации 31.05.2024

УДК 537.533.9:633.16:632.4

DOI: 10.31857/S2500208224050026, EDN: zuaafd

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕМЯН ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ФИТОПАТОГЕННУЮ МИКРОФЛОРУ

**Ольга Владимировна Сулова, младший научный сотрудник
Надежда Николаевна Лой, кандидат биологических наук**

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

E-mail: belovol-1983@mail.ru

Аннотация. В условиях модельного вегетационного эксперимента изучали действие электронного облучения на фитопатогенную микрофлору корней и листьев растений. Исследования проводили на семенах ярового ячменя сорта Владимир (репродукция 1), пораженных гельминтоспориозом (возбудитель *Vipolaris sorokiniana* Shoem.) – естественный инфекционный фон. Данный возбудитель вызывает корневую гниль, а также поражение листьев темно-бурой пятнистостью. Зерно облучали на широкоапертурном электронном ускорителе «Дуэт» с сетчатым плазменным катодом и выводом генерируемого пучка большого сечения в атмосферу, дозы – 1, 2, 3, 4 и 5 кГр. Суммарная введенная доза набиралась при изменении количества импульсов. Мощность – 100 Гр/импульс, энергия электронов – 130 (режим 1) и 160 кэВ (режим 2). Глубина поглощения дозы не превышала 300 мкм. В фазах кущения и колошения при облучении посевного материала 2 кГр (режим 1, 130 кэВ) пораженность и распространенность болезни снизилась более чем в 1,5 раза, по сравнению с необлученным контролем. В фазе полной спелости зерна зафиксированы наибольшая пораженность корней (45–50%) и распространенность (95–100%) *Vipolaris sorokiniana*, но статистически значимые различия между облученными вариантами и контролем отсутствовали. Изучение вегетирующих растений показало, что в фазе кущения по всем вариантам облучения в режиме 1 степень поражения первого-третьего листов увеличилась на 23%, по сравнению с контролем, а в фазе колошения превышала контроль при облучении 2–5 (режим 1) и 1–5 кГр (режим 2) – в 2,1–2,8 раза по первому листу, 1,9–2,0 – второму, 1,2 раза – третьему.

Ключевые слова: электронное облучение, степень поражения, корневая гниль, распространенность заболевания

INFLUENCE OF ELECTRON RADIATION OF SPRING BARLEY SEEDS ON PHYTOPATHOGENIC MICROFLORA

**O.V. Suslova, Junior Researcher
N.N. Loy, PhD in Biological Sciences**

Russian Institute of Radiology and Agroecology of National Research Centre “Kurchatov Institute”, Obninsk, Kaluga region, Russia
E-mail: belovol-1983@mail.ru

Abstract. Under the conditions of a model pot experiment, the effect of electron irradiation on the phytopathogenic microflora of plant roots and leaves was studied. The studies were carried out on spring barley seeds of the Vladimir variety (reproduction 1), affected by helminthosporiosis

(pathogen *Bipolaris sorokiniana* Shoem.), (natural infectious background). This pathogen causes root rot and leaf spot. The grain was irradiated using a wide-aperture electron accelerator "Duet" with a mesh plasma cathode and the output of the generated beam of a large cross-section into the atmosphere in doses of 1, 2, 3, 4 and 5 kGy. The total administered dose was increased by changing the number of pulses. The radiation dose rate was 100 Gy/pulse, the electron energy was 130 keV (mode 1) and 160 keV (mode 2). The depth of dose absorption did not exceed 300 μm . Based on the conducted studies on the effect of electron irradiation on root rot (pathogen *Bipolaris sorokiniana*) of spring barley, it was noted that in the tillering and heading phases, when irradiating seed material with a dose of 2 kGy in mode 1 (130 keV), the disease incidence and prevalence decreased by more than 1.5 times compared to the non-irradiated control. In the phase of full grain maturity, the highest value of root infestation (45–50%) and prevalence (95–100%) of *Bipolaris sorokiniana* were recorded, but statistically significant differences between the irradiated variants and the control were absent. The records of the damage of vegetative plants showed that in the tillering phase, for all irradiation variants in mode 1, the degree of damage to leaves 1–3 increased by 23% compared to the control, and in the heading phase, the degree of damage to the upper leaves (1–3) exceeded the control when irradiated at doses of 2–5 kGy (mode 1) and 1–5 kGy (mode 2) – 2.1–2.8 times for 1 leaf, 1.9–2.0 times for 2 leaves and 1.2 times for 3 leaves.

Keywords: electron irradiation, degree of damage, root rot, prevalence of the disease

В соответствии со «Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации», утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642, в ближайшие 10...15 лет приоритетами научно-технологического развития России будут направления, которые позволят создать технологии, считающиеся основой инновационного развития страны, и обеспечат переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования. [13]

Стратегия развития зернового комплекса России до 2035 года направлена на формирование высокоэффективной, конкурентоспособной и инвестиционно привлекательной системы производства, переработки, хранения и реализации основных зерновых и зернобобовых культур, а также продуктов их переработки. При этом гарантируется обеспечение внутренних потребностей страны и создание экспортного потенциала.

Реализация стратегии поможет повысить эффективность и технологичность предприятий отечественного зернового комплекса, усилить позиции страны на мировом рынке.

В публикациях ряда авторов говорится о новом методе предпосевной подготовки семян, основанном на использовании энергии электромагнитных излучений. Он получил распространение вместе с традиционными способами воздушно-теплого обогрева, характеризующегося высокой энерготрудоемкостью. Энергия электромагнитных излучений помогает решить важные агроэкологические и социально-экономические проблемы, направленные на дальнейшее увеличение производства продукции растениеводства, снижение энергозатрат, предотвращение загрязнения окружающей среды. [2, 7, 8, 11]

Высокотехнологичная обработка низкоэнергетическими электронными пучками с энергиями до 300 кэВ воздействует на материалы, не оказывая существенного влияния на глубине более 1 мм. [3, 12]

При предпосевной подготовке семян важно применять методы дезинфекции, не повреждающие зародыш и обеспечивающие стимуляцию прорастания. Низкоэнергетическим электронным пучком можно снизить пораженность семян фитопатогенами без влияния на их всхожесть. [6, 19]

Предпосевная подготовка семян позволяет уменьшить на поверхности зерна количество микромицетов, относимых к «полевым плесеням», преимущественно фитопатогенных представителей родов *Alternaria*, *Fusarium* и других, а также «плесеня хра-

нения» родов *Aspergillus* и *Penicillium*. [17] Многие из указанных микромицетов способны вызывать микозы и микотоксикозы людей, сельскохозяйственных животных и птицы из-за синтеза вторичных метаболитов-микотоксинов. [16] Общеизвестны традиционные методы снижения микробной обсемененности зерновых культур, которые предусматривают физическую, термическую и химическую стерилизацию, реже фотоэнергетическое и биологическое воздействие. [1]

В изданиях зарубежных авторов упоминается, что указанные методы могут негативно сказаться на качестве и функциональных свойствах вырабатываемых из зерна пищевых и фуражных продуктов. [20] Может быть не достигнута полная инактивация микотоксинов в отличие от электрофизических методов обработки. [18] Например, использование электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) позволило разрушить афлатоксины и сохранить качество обрабатываемого зерна. [9, 10, 14]

В литературных источниках представлены ограниченные сведения о применении электронного излучения в качестве предпосевной обработки семенного материала. Данный физический метод воздействия на семена требует всестороннего изучения.

Цель работы – оценить в условиях вегетационного опыта действие предпосевного низкоэнергетического электронного облучения семян ячменя на пораженность растений болезнями.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Вегетационный опыт закладывали по общепринятой методике. [5] Почва – дерново-подзолистая супесчаная, $\text{pH}_{\text{KCl}} - 4,6 \pm 0,01$; гумус – $1,22 \pm 0,01\%$, емкость катионного обмена – $5,3 \pm 0,01$ мг-экв/100 г; содержание $\text{P}_2\text{O}_5 - 103,3 \pm 1,9$; $\text{K}_2\text{O} - 83,7 \pm 1,3$ мг/100 г почвы.

В просянную и увлажненную до 60% полной влагоемкости (ПВ) почву при тщательном перемешивании вносили NPK в виде водных растворов солей NH_4NO_3 , K_2SO_4 и KH_2PO_4 в дозах N – 0,15; $\text{P}_2\text{O}_5 - 0,1$ и $\text{K}_2\text{O} - 0,1$ г/кг почвы, оптимальных для роста и развития зерновых культур. Почву набивали в полиэтиленовые сосуды объемом 5 л.

В экспериментах использовали семена ярового ячменя сорта *Владимир* (репродукция 1), пораженные темно-бурой пятнистостью *Bipolaris sorokiniana* Shoem. (естественный инфекционный фон).

Облучали семена за 7 сут. до посева в ИСЭ СО РАН (г. Томск) на широкоапертурном электронном уско-

рителе «Дуэт» с сетчатым плазменным катодом и выводом генерируемого пучка большого сечения в атмосферу. [21] Зерно облучали с одной стороны, дозы – 1, 2, 3, 4 и 5 кГр. Суммарную введенную дозу набирали при изменении количества импульсов. Мощность – 100 Гр/импульс, энергия электронов – 130 (режим 1) и 160 кэВ (режим 2). Глубина поглощения дозы не превышала 300 мкм.

Облученные семена высевали в почву (влажность 60% ПВ) по 30 шт./сосуд. Размещение сосудов меняли ежедневно по определенной схеме, обеспечивающей равномерную освещенность растений. Повторность – трехкратная.

Ячмень выращивали до полной спелости при температуре 18...24°C, постоянной влажности почвы и дополнительном ежедневном досвечивании в течение 3 ч. Для изучения динамики роста и развития в процессе вегетации растения отбирали на 21-е (начало кушения), 60-е (колошение) и 100-е (полная спелость) сут. после посева. За весь вегетационный период наблюдали за развитием растений, рассчитывали площадь листовой поверхности – ПЛП (см²), определяли сырую и сухую массу растений после высушивания растительного материала при температуре 65°C в течение 6 ч. [4]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В фазе кушения при дозах 2...4 кГр (режим 1) снижалась пораженность растений корневой гнилью (возбудитель *Bipolaris sorokiniana*) (рис. 1). В варианте с облучением 3 кГр, (режим 1) отмечено максимальное уменьшение данного показателя в два раза, относительно контроля. В дозе 1 кГр (режим 2) в начальной фазе роста пораженность снизилась более чем в 1,5 раза к контролю.

В фазе колошения данный показатель имел более высокие значения, однако закономерности сохранялись. При дозе 2 кГр (режим 1) максимально уменьшилась пораженность в три раза, по сравнению с контролем, 2, 4 и 5 кГр (режим 2) – статистически значимо снизилась. В фазе полной спелости действие облучения на пораженность ячменя корневой гнилью почти полностью нивелировалось, по сравнению с необлученным контролем.

Распространенность корневой гнили на корнях растений ячменя изменялась в той же зависимости от дозы облучения, что и степень поражения (рис. 2). В фазе кушения 2...4 кГр (режим 1) она достоверно уменьшалась и максимально снижалась в три раза в варианте с облучением дозой 3 кГр (режим 1), по сравнению с контролем (рис. 2). При облучении семян в режиме 2 снижение распространенности болезни в фазе кушения выявлено только при дозе облучения 1 кГр более чем в 1,5 раза, по сравнению с контролем.

При облучении дозой 2 кГр (режим 1) максимально уменьшалась распространенность в два раза, а при 1, 2, 4 и 5 кГр (режим 2) зафиксировано достоверное снижение данного показателя.

В фазе полной спелости действие облучения на распространенность корневой гнили ячменя полностью нивелировалось, по сравнению с необлученным контролем.

Учет пораженности листьев ячменя темно-бурой пятнистостью (возбудитель *Bipolaris sorokiniana*) про-

водили в процессе вегетации в фазы кушения и колошения (рис. 3, 4).

По степени поражения контрольного варианта в фазе кушения установлено, что наибольшая пораженность отмечена на первом листе – 54%, наименьшая – на третьем (10%).

При электронном облучении данный показатель на первом листе существенно превышал контроль, а между опытными вариантами достоверной разницы не было. Облучение третьего листа 5 кГр (130 кэВ, режим 1) способствовало увеличению степени поражения на 23 %, а при 4 кГр (160 кэВ, режим 2) на 30% (рис. 3).

Учет пораженности листьев темно-бурой пятнистостью в фазе колошения проводили, начиная с верхнего флаг-листа (рис. 4).

Показано, что нижние листья растений ячменя сорта *Владимир* (четвертый-седьмой) почти все поражены *Bipolaris sorokiniana* на 100%, за исключением варианта с облучением 1 кГр (режим 1), где степень поражения по листьям (четвертый-шестой) достоверно ниже контроля, различие составляло всего 1...3% (рис. 4). По первому-третьему листьям пораженность болезнью превышала контроль при облучении 2...5 кГр (режим 1) и 1...5 кГр (режим 2) – в 2,1...2,8 раза по первому листу, 1,9...2,0 – второму и 1,2 раза – третьему. При облучении семян в дозе 1 кГр (режим 1) пораженность *Bipolaris sorokiniana* по первому-третьему листьям не отличалась от контроля.

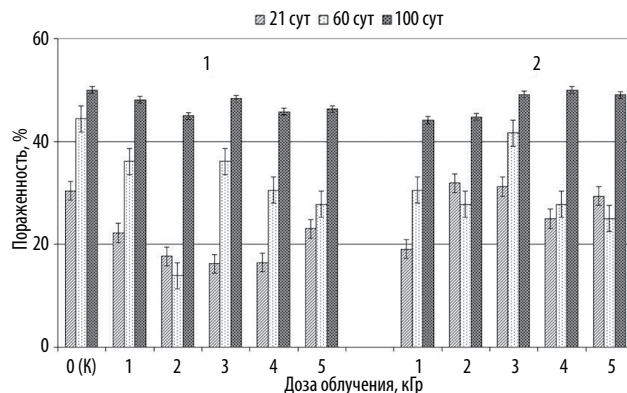


Рис. 1. Динамика пораженности корней ярового ячменя *Bipolaris sorokiniana*. 1 и 2 – режимы облучения (то же на рис. 2–4).

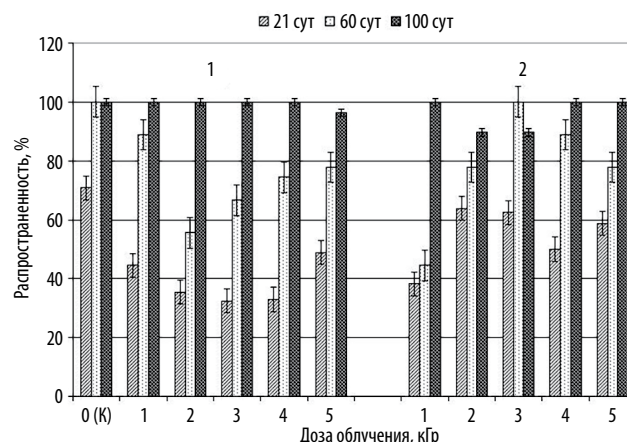


Рис. 2. Динамика распространенности *Bipolaris sorokiniana* на корнях ячменя.

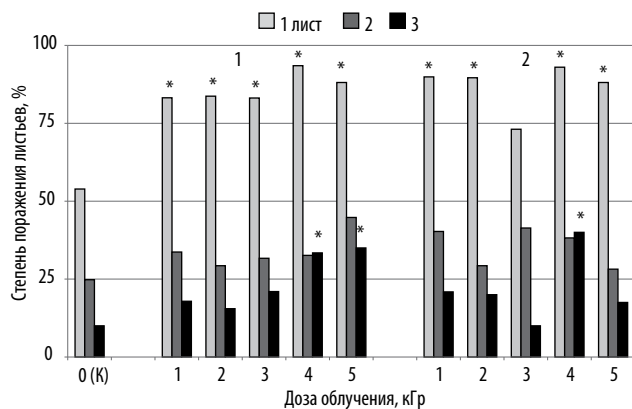


Рис. 3. Степень поражения листьев ячменя *Bipolaris sorokiniana* в фазе кущения (* – различия статистически значимы, по сравнению с контролем при $P < 0,5$).

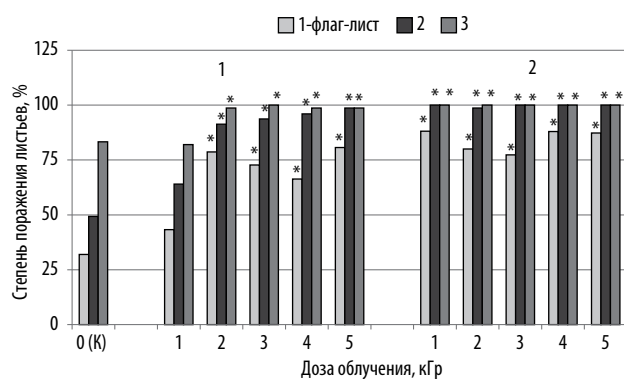


Рис. 4. Степень поражения листьев ячменя *Bipolaris sorokiniana* в фазе колошения.

Выводы. Установлено, что предпосевная обработка семян статистически значимо снижает степень поражения и распространенность болезни на корнях в фазах кущения и колошения в 1,5 раза при энергии электронов 130 кэВ (режим 1), повышает пораженность первого-третьего листьев в фазе кущения на 23%, независимо от дозы и режима облучения, верхних листьев в фазе колошения при облучении 2...5 (режим 1) и 1...5 кГр (режим 2) – 2,1...2,8 раза по первому листу, 1,9...2,0 – второму и 1,2 раза – третьему.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бастрон А.В., Долгов И.В. Постановка проблемы обеззараживания зерна пшеницы ЭМП СВЧ в послуборочный период и пути ее решения // Эпоха науки. 2016. № 5. С. 9.
2. Беспалько В.В., Буряк Ю.И. Влияние предпосевной обработки семян микроволновым полем в сочетании с регулятором роста и биопрепаратом на посевные качества и урожайные свойства ячменя ярового // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». 2014. № 4 (12). С. 133–138.
3. Воробьев М.С., Денисов В.В., Коваль Н.Н. и др. Радиационная обработка натурального латекса с использованием широкоапертурного ускорителя электронов с плазменным эмиттером // Химия высоких энергий. 2015. Т. 49. № 3. С. 169–172.
4. Довнар В.С. К методике измерения площади листьев у злаковых культур // С.-х. биология. 1979. Т. 14. № 2. С. 235–237

5. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода. М.: Наука, 1968. 206 с.
6. Козьмин Г.В., Гераськин С.А., Санжарова Н.И. Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Обнинск: ВНИИРАЭ, 2015. 400 с.
7. Котин А.И., Новикова Г.В., Зайцев П.В. и др. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 1 (52). С. 89–93.
8. Лавринова В.А., Чекмарев В.В., Гусев И.В. Общие принципы развития исследований по защите зерновых культур от болезней в Тамбовской области // Земледелие. 2018. № 1. С. 27–31.
9. Соболева О.М. Экологическая оценка действия электромагнитного поля на семена озимых злаков // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 11. С. 47–49.
10. Соболева О.М., Кондратенко Е.П., Витязь С.Н. Влияние электромагнитного поля на аминокислотный состав и биологическую ценность зерна новой озимой культуры // Вестник АГАУ. 2015. № 11. С. 58–64.
11. Соболева О.М. Динамика численности микроорганизмов на поверхности зерновок ржи и ячменя после электромагнитной обработки // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 9. С. 21–23.
12. Соковнин С.Ю. Наносекундные ускорители электронов и радиационные технологии на их основе. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 224 с.
13. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642).
14. Толмачева Т.А. Афлатоксины, их влияние на продовольственное сырье и методы обеззараживания // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2013. Т. 1. № 2. С. 40–44.
15. Физика. Технологии. Инновации / Под ред. Рычкова В.Н., Екатеринбург: УРФУ, 2015. 358 с.
16. Bianchini A., Bullerman L.B. Biological control of molds and mycotoxins in foods. In mycotoxin prevention and control in agriculture // ACS symposium series, American Chemical Society, Washington: DC, 2010. P. 1–16.
17. Hocking A.D. Microbiological facts and fictions in grain storage // Proceedings of the Australian postharvest technical conference. Canberra: CSIRO, 2003. P. 55–58.
18. Karlovsky P., Suman M., Berthiller F. Impact of food processing and detoxification treatments on mycotoxin contamination // Mycotoxin research. 2016. Vol. 32. №. 4. P. 179–205.
19. Loy N.N., Sanzharova N.I., Gulina S.N. et al. Influence of electronic irradiation on the affection of barley by root rot // J. Phys.: Conf. Ser., 2019. V. 1393. 012107.
20. Oghbaei M., Prakash J. Effect of primary processing of cereals and legumes on its nutritional quality: A comprehensive review // Cogent Food & Agriculture. 2016. Vol. 2. № 1. P. 1–14. <https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1136015>
21. 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. No. 5. P. 687–695.

REFERENCES

1. Bastron A.V., Dolgov I.V. Postanovka problemy obezrazhivaniya zerna pshenicy EMP SVCh v posleuborochnyj period i puti ee resheniya // Epoha nauki. 2016. № 5. S. 9.
2. Bespal'ko V.V., Buryak Yu.I. Vliyanie predpesevnoy obrabotki semyan mikrovolnovym polem v sochetanii s regulyatorom rosta

- i biopreparatom na posevnye kachestva i urozhajnye svojstva yachmenya yarovogo // Nauchno-proizvodstvennyj zhurnal «Zernobovoye i krupyanye kul'tury». 2014. № 4 (12). S. 133–138.
3. Vorob'ev M.S., Denisov V.V., Koval' N.N. et al. Radiation processing of natural latex using a wide-aperture electron accelerator with a plasma emitter // Himiya vysokih energij. 2015. T. 49. № 3. S. 169–172.
 4. Dovnar V.S. K metodike izmereniya ploshchadi list'ev u zlakovyh kul'tur // S.-h. biologiya. 1979. T. 14. № 2. S. 235–237
 5. Zhurbickij Z.I. Teoriya i praktika vegetacionnogo metoda. M.: Nauka, 1968. S. 206.
 6. Koz'min G.V., Geras'kin S.A., Sanzharova N.I. Radiacionnye tekhnologii v sel'skom hozyajstve i pishchevoj promyshlennosti. Obninsk: VNIIRAE, 2015. S. 400.
 7. Kotin A.I., Novikova G.V., Zajcev P.V. i dr. Issledovanie i razrabotka ustanovki dlya predposadochnoj obrabotki klubnej kartofelya vozdeystviem elektrofizicheskikh faktorov // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. T. 14. № 1 (52). S. 89–93.
 8. Lavrinova V.A., Chekmarev V.V., Gusev I.V. Obschie principy razvitiya issledovanij po zashchite zernovyh kul'tur ot boleznej v Tambovskoj oblasti // Zemledelie. 2018. № 1. S. 27–31.
 9. Soboleva O.M. Ekologicheskaya ocenka dejstviya elektromagnitnogo polya na semena ozimyh zlakov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. T. 31. № 11. S. 47–49.
 10. Soboleva O.M., Kondratenko E.P., Vityaz' S.N. Vliyanie elektromagnitnogo polya na aminokislotnyj sostav i biologicheskuyu cennost' zerna novoj ozimoy kul'tury // Vestnik AGAU. 2015. № 11. S. 58–64.
 11. Soboleva O.M. Dinamika chislennosti mikroorganizmov na poverhnosti zernovok rzhii i yachmenya posle elektromagnitnoj obrabotki // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018. T. 32. № 9. S. 21–23.
 12. Sokovnin S.Yu. Nanosekundnye uskoriteli elektronov i radiacionnye tekhnologii na ih osnove. Ekaterinburg: UrO RAN, 2007. S. 224
 13. Strategiya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii (utv. Ukazom Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 1 dekabrya 2016 g. № 642).
 14. Tolmacheva T.A. Aflatoksiny, ih vliyanie na prodovol'stvennoe syr'e i metody obezrazhivaniya // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii. 2013. T. 1. № 2. S. 40–44.
 15. Fizika. Tekhnologii. Innovacii / Pod red. Rychkova V. N., Ekaterinburg: URFU, 2015. 358 s.
 16. Bianchini A., Bullerman L.B. Biological control of molds and mycotoxins in foods. In mycotoxin prevention and control in agriculture // ACS symposium series, American Chemical Society, Washington: DC, 2010. P. 1–16.
 17. Hocking A.D. Microbiological facts and fictions in grain storage // Proceedings of the Australian postharvest technical conference. Canberra: CSIRO, 2003. P. 55–58.
 18. Karlovsky P., Suman M., Berthiller F. Impact of food processing and detoxification treatments on mycotoxin contamination // Mycotoxin research. 2016. Vol. 32. №. 4. P. 179–205.
 19. Loy N.N., Sanzharova N.I., Gulina S.N. et al. Influence of electronic irradiation on the affection of barley by root rot // J. Phys.: Conf. Ser., 2019. V. 1393. 012107.
 20. Oghbaei M., Prakash J. Effect of primary processing of cereals and legumes on its nutritional quality: A comprehensive review // Cogent Food & Agriculture. 2016. Vol. 2. №. 1. P. 1–14. <https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1136015>
 21. 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. No. 5. P. 687–695.

Поступила в редакцию 27.04.2024

Принята к публикации 11.05.2024

УДК 633.34+631.155.1

DOI: 10.31857/S2500208224050037, EDN: ztwjvg

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СОИ В РОССИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Михаил Олегович Синеговский, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник
Хабаровский Федеральный исследовательский центр ДВО РАН – обособленное подразделение**

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, с. Восточное, Хабаровский край, Россия
E-mail: sin-msk@yandex.ru

Аннотация. В статье представлен анализ современного состояния производства сои в Российской Федерации. В России в 2023 году был установлен рекорд по валовому сбору сои за всю историю, с общим намолотом зерна 6,8 млн т. При этом сменился и лидер производства: с традиционного Дальнего Востока, где соя возделывается более 100 лет, на Центральный Федеральный округ, достигший самых больших валовых сборов сои в стране около 3,0 млн т. Рост производства реализуется не только из-за экстенсивных путей развития, но и повышения урожайности культуры. В 2023 году средняя урожайность по стране – 1,92 т/га (исторический максимум). Следует отметить, что в повышении урожайности взято направление, согласно Доктрине продовольственной безопасности, на увеличение до 75% доли семян отечественных сортов в общем объеме к 2030 году, и для этого имеются все необходимые ресурсы.

Ключевые слова: сорт, селекция, валовый сбор, урожайность, посевная площадь, растениеводство, белок, масло

SOYBEAN CULTIVATION IN RUSSIA UNDER MODERN CONDITIONS

M.O. Sinegovsky, PhD in Economic Sciences, Senior Researcher

Khabarovsk Federal Research Centre of DVO RAN, Isolating Subdivision the Far East Scientific-Research Institute of Agriculture, Vostochnoye village, Khabarovsk Krai, Russia

E-mail: sin-msk@yandex.ru

Abstract. The article presents an analysis of the current state of soybean production in the Russian Federation. It is shown that the production of this valuable high-protein oilseed crop over the previous years has made a huge breakthrough in conquering the market and increasing its share