

**НОВЫЕ БИОУДОБРЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВЫХ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР****Т.К. Шешегова**, доктор биологических наук**Л.М. Щеклеина**, кандидат сельскохозяйственных наук**Г.А. Серкова**, аспирант*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, Киров, Россия***E-mail:** immunitet@fanc-sv.ru

Ключевые слова: пшеница, ячмень, овес, биоудобрения, грибные болезни, биологическая эффективность, урожайность.

Реферат. Исследования выполнены в 2021–2022 гг. в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. В статье приведены данные по урожайности и фитосанитарному состоянию посевов яровой пшеницы Награда, ячменя Боярин и овса Кировский 2, в технологии возделывания которых применены новые биоудобрения (Азолен, Азотовит, Фосфатовит, Калийвит, Нитрозлак) и биопрепараты (Псевдобактерин, Флавобактерин, Алирин), в сравнении с контролем (без обработки) и химическим фунгицидом Ламадор. Средства химизации в виде жидкости использовали для обработки семян и посевов в фазы кущения и колошения. Площадь делянок 2,7 м², повторность четырехкратная. Выявлено, что в защите от корневых гнилей эффективным для всех культур является протравливание семян фунгицидом Ламадор, обработка посевов Азотовитом в фазу кущения и Фосфатовитом – в фазу колошения. Однако в зависимости от культуры отмечали избирательный характер действия препаратов на распространение и развитие болезни. На овсе лучшую защиту обеспечила обработка посевов в фазу колошения препаратом Калийвит (биологическая эффективность 70,4 и 73,0%), на ячмене – обработка семян Нитрозлаком (40,4 и 60,5%), на пшенице – обработка в фазу кущения Фосфатовитом (61,9 и 58,8%). Препараты Калийвит (обработка посевов) и Нитрозлак (обработка семян) в наибольшей для опыта степени снижали развитие септориоза, темно-бурой, сетчатой и красно-бурой пятнистости (биологическая эффективность от 12,8 до 37,5%). Наиболее высокая урожайность получена в вариантах с обработкой посевов препаратами Азолен, Азотовит, Фосфатовит и обработкой семян Калийвитом, которая у пшеницы составила 3,26–3,58 т/га, ячменя – 2,85–3,33, овса – 3,88–4,31 т/га. Прибавка урожайности обусловлена более высокой сохранностью растений к уборке и крупностью зерна, о чем свидетельствует положительная связь между урожайностью и сохранностью ($r = 0,30–0,50$), урожайностью и массой 1000 семян ($r = 0,18–0,43$).

**NEW BIOFERTILIZERS IN THE TECHNOLOGY OF CULTURING SPRING GRAIN
CROPS****T.K. Sheshhegova**, Doctor of Biological Sciences**L.M. Shchekleina**, PhD in Agricultural Sciences**G.A. Serkova**, PhD student*Federal Agrarian Research Center of the North East named after N.V. Rudnitsky, Kirov, Russia***E-mail:** immunitet@fanc-sv.ru

Keywords: wheat, barley, oats, bio fertilisers, fungal diseases, biological efficiency, productivity.

Abstract. The studies were conducted in 2021–2022 at FGBNU FARC of the North East. The article presents data on the yield and phytosanitary condition of crops of spring wheat Nagrada, barley Boyarin and oats Kirovsky 2, in the cultivation technology of which new bio fertilisers (Azolen, Azotovit, Phosphatovit, Kaliyvit, Nitrozlak) and biological products (Pseudobacterin, Flavobacterin, Alirin) are used, in compared with the control (no treatment) and the chemical fungicide Lamador. Chemicalization agents in liquid were used to treat seeds and crops in the tillering and heading phases. The area of the plots is 2.7 m², and the repetition is fourfold. It was revealed that in protection against root rot, seed dressing with Lamador fungicide, treatment of crops with Azotovit in the tillering phase, and Phosphatovit in the heading phase are effective for all crops. However, depending on the culture, the selective nature of the effect of drugs on the spread and development of the disease was noted. On oats, the best protection was provided by the treatment of crops in the heading phase with Kaliyvit (biological

efficiency 70.4% and 73.0%), on barley - treatment of seeds with Nitrozlak (40.4 and 60.5%), on wheat - treatment in the tillering phase Phosphatovit (61.9 and 58.8%). Preparations Kaliyvit (crop treatment) and Nitrozlak (seed treatment) reduced the development of septoria, dark brown, net and red-brown spotting to the greatest extent for the experiment (biological efficiency from 12.8 to 37.5%). The highest yield was obtained in the variants with the treatment of crops with Azolen, Azotovit, and Phosphatovit and the treatment of seeds with Kaliyvit, which amounted to 3.26–3.58 t/ha for wheat, 2.85–3.33 for barley, and 3.88 for oats. -4.31 t/ha. The yield increase is due to the higher survival of plants for harvesting and grain size, as evidenced by the positive relationship between yield and safety ($r = 0.30–0.50$), yield and weight of 1000 seeds ($r = 0.18–0.43$).

Специфичность агроклиматических условий Кировской области заключается в повышенной кислотности почв (рН преимущественно 5,0) и их низком естественном плодородии и биологической активности [1]. Эти факторы снижают адаптивность и резистентность сельскохозяйственных растений к комплексу стрессоров биотической и абиотической природы. Поскольку устойчивость к неспецифическим инфекциям определяется не столько генотипом, сколько его физиологическим состоянием и средовыми факторами, то особое внимание нужно уделять растению-хозяину с точки зрения улучшения условий выращивания культуры [2].

Сельскохозяйственное производство Кировской области крайне заинтересовано в оптимизации технологических процессов, поиске экологически безопасных и наукоемких элементов технологий возделывания яровых зерновых культур: пшеницы, ячменя, овса. В последнее время активизируются исследования по обеспечению коммерческих перспектив их урожайности и болезнеустойчивости [3]. Современная концепция ресурсосбережения, реализации продукционного потенциала сорта и получения биологически полноценных продуктов питания отдаст предпочтение стратегии использования биоудобрений и биопрепаратов с фиторегуляторными, фунгицидными и иммуномодулирующими свойствами [4]. В качестве биоагентов таких пестицидов и агрохимикатов выступают биологические фиксаторы азота, калия и фосфора, эндо- и эктомикоризные грибы, цианобактерии, ризобактерии и другие полезные микроскопические организмы [5]. Биоудобрения сами по себе не исключают минеральные удобрения, а повышают эффективность их использования, снижают количество химикатов на полях и в продукции. В этой связи они особенно актуальны во многих регионах РФ из-за недостаточного применения дорогостоящих минеральных удобрений и восполнения почвенных запасов элементами питания [6]. Их применение приводит к улучшению питания, роста и развития растений, позволяет в полной мере раскрыть генетический потенциал в реализации адаптивности и про-

дуктивности. В агротехнологиях биоудобрения и биопрепараты используются, как правило, для обработки семенного материала и посевов в разные фазы развития [7–9]. Далее изучаются особенности онтогенеза растений в этих условиях, характер межорганизменных взаимодействий с аборигенной семенной и почвенной микрофлорой, урожайность и показатели качества продукции. В случае положительного результата биоудобрения и биопрепараты могут стать достойной альтернативой химическим пестицидам и агрохимикатам в технологиях возделывания яровых зерновых культур и позволяют осуществить переход от современного «химического» земледелия к конструированию агробиоценозов на биологической основе.

Цель исследований – изучить влияние новых биоудобрений на фитосанитарное состояние посевов, урожайность и качество семян пшеницы, ячменя и овса; выявить наиболее эффективные биоудобрения для сортовых агротехнологий.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в ФГБГНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2021–2022 гг. Материалом являлись химический фунгицид Ламадор, КС (действующее вещество протиконазол + тебуконазол), биофунгициды: Псевдобактерин, Ж (*Pseudomonas aureofaciens*, BS 1393), Флавобактерин, Ж (*Flavobacterium* sp. L-30), Алирин, Ж (*Bacillus subtilis* штамм В-10 ВИЗР), микробиологические препараты: Азолен, Ж (*Azotobacter vinelandii*, ИБ-4), Азотовит, Ж (*Azotobacter croococcum*), Фосфатовит, Ж (*Bacillus mucilaginosus*, Bac 10), Калийвит, Ж (*Paebacillus mucilaginosus*), Нитрозлак, Ж (*Agrobacterium radiobacter* + *Bacillus megaterium*). Нормы расхода препаратов взяты в соответствии со списком разрешенных к применению пестицидов и агрохимикатов [10]. Объектом изучения были новые сорта селекции ФАНЦ Северо-Востока: овес Кировский 2, ячмень Боярин и яровая пшеница Награда.

Протравитель семян Ламадор эффективен против грибной микрофлоры и обеспечивает защиту от видов головни, корневых инфекций, гельминтоспориозов, септориоза и других болезней.

Биопрепараты: Алирин, Псевдобактерин, Флавобактерин характеризуются не только фунгицидными и иммуномодулирующими свойствами, но и фиторегуляторными, обеспечивая хорошее развитие вегетативной массы и корневой системы растений, устойчивость к полеганию и улучшение продукционного процесса; способствуют экологичности производства зерна.

Биоудобрения: Азолен, Азотовит, Фосфатовит, Калийвит, Нитрозлак – за счет лучшего использования растениями минеральных и органических удобрений обеспечивают их дополнительными элементами питания и участвуют в формировании плодородного слоя почвы, что положительно влияет на онтогенез растений и формирование продуктивности; иммуномодулирующие и фунгицидные свойства способствуют подавлению некоторых грибных и бактериальных болезней.

Изучение агрохимикатов проводили в полевом опыте на делянках площадью 2,7 м² в четырехкратной повторности. Норма высева семян – 6 млн всхожих зерен на 1 га. Почва в опыте типичная для Кировской области – дерново-подзолистая среднесуглинистая со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,43%, подвижного фосфора – 360 мг/кг, обменного калия – 210 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки – 5,7. Технология возделывания яровых зерновых культур – общепринятая для Волго-Вятского региона: посев по чистому пару, отвальная вспашка (ПЛН-3-35), культивация (КПС-4), боронование (СГ-8), прикатывание (КЗК-6). В течение вегетации растений проводили рыхление междурядий и дорожек с целью аэрации почвы и удаления сорняков.

Закладку полевых опытов проводили согласно «Методике полевого опыта» [11]. Учет пятнистостей грибной этиологии (септориоз, сетчатая, темно-бурая, красно-бурая, фузариоз) проводили однократно – в период наибольшего их развития; корневых гнилей – 3 раза за вегетацию, приурочивая к фазам «выход в трубку», «колошение (выметывание)», «восковая спелость». Далее рассчитывали относительный показатель ПКРБ (площадь под кривой развития болезни) и по скорости нарастания инфекции анализировали характер растительно-микробных взаимодействий в вариантах опыта [12]. При оценке поражённости болезнями пользова-

лись шкалами Е.Е. Saari, J.M. Prescott [13], М.Ф. Григорьева [14], Н.А. Родиной, З.Г. Ефремовой [15], О.С. Афанасенко, О.С. Петрова [16], О.С. Афанасенко [17]. Определение сортовых и посевных качеств семян сельскохозяйственных культур в соответствии с ГОСТ: 52325-2005 [18].

Погодные условия в 2021 г. характеризовались недостатком влаги в период вегетации (ГТК 1,23, сумма эффективных температур 1207,2°C); в 2022 г. условия для роста и развития растений были в целом благоприятными (ГТК 2,20, сумма эффективных температур 938,9°C).

Статистическая обработка проведена методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07) и программы Microsoft Office Excel 2013.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе полевых и лабораторных исследований получены свидетельства о перспективности использования некоторых биоудобрений и биопрепаратов в технологии возделывания яровых зерновых культур. При этом прослеживается явный избирательный характер их действия на фитосанитарное состояние посевов и продукционный процесс тест-сортов. Несмотря на относительно невысокое развитие листовых пятнистостей в годы исследований (не более 18,0%), отдельные средства химизации обеспечивали существенную защиту от грибной инфекции. Наиболее отзывчивым на применение изучаемых препаратов был ячмень: в 15 вариантах опыта отмечали достоверное (при $P \geq 0,05$) снижение сетчатой пятнистости, а в 6 – темно-бурой. Существенное снижение септориоза на яровой пшенице отмечено в 5 вариантах; красно-бурой пятнистости на овсе – в 2 вариантах, а фузариоза метелки – в 6. На всех культурах наиболее эффективными в контроле всех листовых болезней были биоудобрения Калийвит и Нитрозлак. Обнаружено также, что фунгитоксичность Калийвита сильнее проявляется при обработке посевов, как в фазу кущения, так и колошения (выметывания), а Нитрозолака – при обработке семян. Биологическая эффективность Калийвита в защите от септориоза в этих вариантах была наибольшей для опыта и составила 12,8–29,5%, от сетчатой пятнистости – 25,0–37,5, темно-бурой – 22,2, красно-бурой – 21,3, фузариоза

метелки – 40,0%; Нитрозлака – 23,1; 37,5; 22,2; 21,3 и 36,0% соответственно.

Сезонный мониторинг корневых гнилей показал, что достоверное снижение распро-

странения и развития болезни у зерновых культур отмечено в шести (ячмень), семи (пшеница) и восьми (овес) опытных вариантах, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Препараты, эффективные в защите зерновых культур от корневых гнилей
Preparations effective in protecting crops from root rot

Препарат / способ обработки	Поражение*			Развитие болезни*		
	%	ПКРБ	Биологическая эффективность, %	%	ПКРБ	Биологическая эффективность, %
<i>Овес Кировский 2</i>						
Контроль	29,1	1091		7,6	276	
Ламадор – ОС	17,0	444	41,6	4,2	111	44,7
Азолен – ОПкол	13,8	266	52,6	4,7	87	38,1
Азотовит – ОПкущ	17,1	356	41,0	4,3	90	44,0
Фосфатовит–ОПкущ	15,6	389	46,4	5,8	123	23,7
Фосфатовит – ОПкол	17,0	308	41,6	4,2	83	44,7
Калийвит – ОС	14,4	603	50,5	3,5	152	53,9
Калийвит – ОПкущ	14,5	291	50,3	3,6	73	53,5
Калийвит – ОПкол	8,6	218	70,4	2,1	53	73,0
НСР ₀₅	12,7			3,8		
<i>Ячмень Боярин</i>						
Контроль	37,1	2069		15,7	1647	
Ламадор – ОС	33,5	660	11,0	10,0	318	31,6
Азолен – ОПкущ	27,0	785	27,2	8,7	242	44,6
Азотовит – ОПкущ	27,1	664	27,0	8,1	195	48,4
Фосфатовит– ОПкол	31,3	709	15,6	8,5	197	45,8
Калийвит – ОПкол	25,0	606	32,6	8,3	180	47,1
Нитрозлак – ОС	22,0	613	40,4	6,2	471	60,5
НСР ₀₅	13,5			5,5		
<i>Пшеница Награда</i>						
Контроль	30,7	1545		8,5	485	
Ламадор – ОС	14,0	515	52,1	4,7	147	44,7
Азотовит – ОПкущ	22,7	592	26,0	5,7	147	32,9
Фосфатовит – ПС	17,0	956	44,6	5,0	275	41,2
Фосфатовит–ОПкущ	11,7	269	61,9	3,5	75	58,8
Фосфатовит – ОПкол	22,2	494	27,8	5,3	119	37,6
Калийвит – ОС	17,0	871	44,6	4,1	290	51,8
Нитрозлак - ОС	17,8	512	42,0	4,5	130	47,0
НСР ₀₅	11,5			3,8		

Примечание. Здесь и в табл. 2: ОС – обработка семян; ОПкущ – обработка посевов в фазу кушения; ОПкол – обработка посевов в фазу колошения.

* Данные последнего учета болезни.

Note. Here and in Table. 2: OS - seed treatment; OPkushch - processing crops in tillering; OPkol - processing crops in the heading phase.

* Data of the last registration of the disease.

Среди них следует отметить варианты, эффективные для всех культур: протравливание семян химическим фунгицидом Ламадор, обработка посевов Азотовитом в фазу кущения и Фосфатовитом – в фазу колошения. Судя по показателю ПКРБ, у овса и ячменя медленное нарастание инфекции было при обработке посевов Калийвитом в фазу колошения (ПКРБ = 218 и 606), пшеницы – при обработке Фосфатовитом в фазу кущения (ПКРБ = 269). В этих же вариантах распространение и развитие болезни было минимальным для опыта.

Обращает на себя внимание наиболее высокая биологическая эффективность биоудобрений: Калийвита на овсе (50,3–70,4 и 53,5–73,0%) и Фосфатовита (27,8–61,9 и 37,6–58,8%) – на пшенице в контроле корневых гнилей при всех способах применения. Можно полагать, что интродуцированные в фитоценоз вместе с биоудобрением штаммы *Bacillus* spp. обладают пролонгированным фунгицидным действием по отношению к аборигенным почвенным фитопатогенам. В исследованиях T.V. Ivanchenko и G.I. Rezanova [19] Фосфатовит повышал не только выносливость к снежной плесени, но и в целом улучшал перезимовку растений озимой пшеницы. На ячмене, как более восприимчивой к корневым инфекциям культуре, значимый защитный эффект проявился при обработке посевов этими биоудобрениями в фазу колошения. Использование агрохимиката Нитрозлак, содержащего бинарную смесь микроорганиз-

мов, в защите от корневых и листовых микозов наиболее эффективно при обработке семян.

Безусловно, одним из основных критериев эффективности микробиологических препаратов является урожайность зерна. В наших исследованиях достоверное превышение признака над контролем получено в 6 опытных вариантах пшеницы, 9 – ячменя и 10 – овса (табл. 2). На всех культурах наиболее высокая урожайность получена в вариантах при обработке посевов препаратами Азолен, Азотовит, Фосфатовит и обработке семян Калийвитом, которая у пшеницы составила 3,26–3,58 т/га, ячменя – 2,85–3,33, овса – 3,88–4,31 т/га. При этом максимальный для каждой культуры уровень урожайности получен при обработке посевов биоудобрением Азотовит в фазу кущения и/или колошения растений. Аналогичные результаты получены при использовании Азотовита и Фосфатовита на озимой пшенице [18]. Прибавка урожайности в наших исследованиях обусловлена преимущественно более высокой сохранностью растений к уборке и крупностью зерна. Выявлена также слабая положительная связь между урожайностью культур и этими признаками, которая составила $r = 0,30–0,50$ (сохранность) и $r = 0,18–0,43$ (масса 1000 семян). Можно полагать, что снижение химического прессинга за счет использования биоагентов и иммуномодуляторов положительно влияет на онтогенез и гомеостаз растений и продукционный процесс тест-культур.

Таблица 2

Лучшие варианты применения новых биоудобрений и биопрепаратов на посевах зерновых культур
The best options for the use of new biofertilisers and biological products on crops of grain crops

Препарат / способ обработки	Урожайность, т/га	Сохранность к уборке, %	Натурная масса, г/л	Масса 1000 семян, г
1	2	3	4	5
<i>Овес Кировский 2</i>				
Контроль	2,81	83,4	537	35,8
Псевдобактерин – ОС	3,98	82,5	528	37,6
Азолен – ОС	4,11	83,2	540	36,3
Азолен – ОПкущ	4,29	85,9	531	37,4
Азолен – ОПкол	3,88	90,1	538	35,9
Азотовит – ОПкущ	4,31	96,0	540	35,9
Азотовит – ОПкол	4,23	91,2	532	36,4
Фосфатовит – ОС	3,71	86,5	549	36,4
Фосфатовит – ОПкол	4,31	86,6	541	35,6
Калийвит – ОС	4,21	86,0	537	36,9
Нитрозлак – ОПкущ	4,21	77,6	538	35,9
НСР ₀₅	1,20	6,8	9,8	1,3

1	2	3	4	5
<i>Ячмень Боярин</i>				
Контроль	1,88	71,0	709	46,3
Ламадор – ОС	3,19	92,1	718	48,4
Азолен – ОС	3,00	73,4	715	45,7
Азолен – ОПкущ	2,85	74,5	716	45,4
Азолен – ОПкол	2,97	84,2	697	48,7
Азотовит – ОПкущ	3,20	86,5	712	46,4
Азотовит – ОПкол	3,33	82,7	714	48,3
Фосфатовит – ОПкол	3,17	79,3	695	43,3
Калийвит – ОС	3,11	74,6	699	48,0
Нитрозлак – ОПкущ	3,08	84,0	705	47,9
НСР ₀₅	1,00	10,5	8,0	1,9
<i>Пшеница Награда</i>				
Контроль	2,67	73,1	834	37,7
Азолен – ОПкущ	3,45	78,8	843	38,6
Азолен – ОПкол	3,26	77,4	842	39,2
Азотовит – ОПкущ	3,58	89,4	836	38,0
Азотовит – ОПкол	3,58	80,9	846	40,0
Фосфатовит – ОПкол	3,36	81,8	832	37,4
Калийвит – ОС	3,26	87,6	842	39,0
НСР ₀₅	0,70	6,9	6,0	1,8

Слабая отрицательная связь выявлена между урожайностью и поражением корневыми гнилями: $r = -0,21$ (пшеница), $r = -0,36$ (ячмень) и $r = -0,18$ (овес). При этом следует отметить вариант обработки посевов Азотовитом, при котором у всех культур отмечали наилучшее иммунологическое состояние корневой системы растений и высокую для опыта урожайность. Влияние листовых болезней на признак в целом незначимо вследствие невысокого их развития в годы исследований.

ВЫВОДЫ

1. В защите посевов овса от корневых гнилей наиболее эффективна обработка посевов в фазу выметывания биоудобрением

Калийвит, пшеницы – обработка в фазу кущения Фосфатовитом, ячменя – обработка семян Нитрозлаком.

2. Снижение развития листовых пятнистостей грибной этиологии обеспечивает обработка семян Нитрозлаком и посевов Калийвитом. Наиболее высокий для каждой культуры уровень урожайности получен при обработке посевов биоудобрением Азотовит в фазы кущения и/или колошения.

3. Улучшение фитосанитарного состояния посевов и прибавка урожайности в некоторых вариантах обосновывает целесообразность включения новых биоудобрений в технологии возделывания яровой пшеницы, ячменя и овса в регионах со сходными агроклиматическими условиями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Молодкин В.Н., Бусыгин А.С. Плодородие пахотных Кировской области почв // Земледелие. – 2016. – № 8. – С. 16–18.
2. Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М. Фитопатогенная биота в условиях потепления климата (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. – 2022. – № 3. – С. 6–13. – DOI: 10.25750/1995-4301-2022-3-006-013.

3. Шешегова Т.К., Щенникова И.Н. Источники устойчивости ячменя к гельминтоспориозным болезням и их использование в ФАНЦ Северо-Востока // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2020. – № 2. – С. 76–83. – DOI: 10.31677/2072-6724-2020-55-2-76-83; <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43833019>.
4. Зыков С.А. Биопрепараты в современном земледелии // АгроФорум. – 2019. – № 3. – С. 21–27.
5. Шабает В.П. Бактерии могут заменить минеральные удобрения [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.argo-shop.com.ua/article-7780.html?ysclid=ldyb6k7is172067961> (дата обращения: 20.01.2023).
6. Федоренко В.Ф., Мишуков Н.П., Коноваленко Л.Ю. Современные технологии производства пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения // Аналитический обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 124 с.
7. Черемисин А.И., Кумпан В.Н. Применение биопрепаратов комплексного действия и биоудобрений в оригинальном семеноводстве картофеля // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (25). – С. 28–34.
8. Сулейменов Б.У., Колесникова Л.И. Эффективность применения биоудобрения в повышении продуктивности зерновых и зернобобовых культур на светло-каштановых почвах // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 3. – С. 73–82.
9. Амиров М.Ф., Толокнов Д.И. Влияние минеральных удобрений, обработки семян и посевов на продуктивность яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 2 (66). – С. 8–13. – DOI: 10.12737/2073-0462-2022-6-11.
10. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Ч. 1: Пестициды. – М.: М-во сел. хоз-ва РФ, 2021. – 803 с.
11. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. – М., 1985. – 415 с.
12. Johnson D.F., Wilcoxson R.D. A table of areas under disease progress curves // Technical Bulletin, Texas Agriculture Experiment Station. Texas. – 1981. – Vol. 137. – P. 2–10.
13. Saari E.E., Prescott J.M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease // Plant Disease Reporter. – 1975. – Vol. 59 (5). – P. 377–380.
14. Григорьев М.Ф. Методические указания по изучению устойчивости зерновых культур к корневым гнилям. – Л., 1976. – 60 с.
15. Родина Н.А., Ефремова З.Г. Методические рекомендации по селекции ячменя на устойчивость к болезням и их применение в НИИСХ Северо-Востока. – М., 1986. – 79 с.
16. Петрова О.С., Афанасенко О.С. Методические рекомендации по диагностике и методам оценки устойчивости овса к возбудителям пятнистостей листьев. – СПб.: ВИЗР, 2003. – 27 с.
17. Афанасенко О.С. Устойчивость ячменя к симбиотическим патогенам // Идентифицированный генофонд растений и селекция. – СПб.: ВИР, 2005. – С. 592–609.
18. ГОСТ 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия [Электронный ресурс]. – URL: [gost_r_52325-2005.pdf](https://gost.r_52325-2005.pdf) - Яндекс. Документы (yandex.ru) (дата обращения: 04.10.2022).
19. Ivanchenko T.V., Rezanova G.I. Prospects of silicon auxin biostimulation of grain crops. *nauchno-agronomicheskii zhurnal scientific* // Agronomy Journal. – 2016. – Т. 1, N 98. – P. 29.

REFERENCES

1. Molodkin V.N., Busygin A.S., *Zemledelie*, 2016, No. 8, pp. 16–18. (In Russ.)
2. Sheshhegova T.K., Shchekleina L.M., *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*, 2022, No. 3, pp. 6–13, DOI: 10.25750/1995-4301-2022-3-006-013. (In Russ.)
3. Sheshhegova T.K., Shchennikova I.N., *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet)*, 2020, No. 2, pp. 76–83, DOI: 10.31677/2072-6724-2020-55-2-76-83, <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43833019>. (In Russ.)
4. Zykov S.A., *AgroForum*, 2019, No. 3, pp. 21–27. (In Russ.)

5. Shabaev V.P., <https://www.argo-shop.com.ua/article-7780.html?ysclid=ldy6p6k7is172067961> (data obrashcheniya 20.01.2023).
6. Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Konovalenko L.YU., *Sovremennye tekhnologii proizvodstva pesticidov i agrokhimikatov biologicheskogo proiskhozhdeniya* (Modern technologies for the production of pesticides and agrochemicals of biological origin), Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2018, 124 p.
7. Cheremisin A.I., Kumpan V.N., *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, No. 1 (25), pp. 28–34. (In Russ.)
8. Sulejmenov B.U., Kolesnikova L.I., *Pochvovedenie i agrokimiya*, 2020, No. 3, pp. 73–82. (In Russ.)
9. Amirov M.F., Toloknov D.I., *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022, Vol. 17, No. 2 (66), pp. 8–13, DOI: 10.12737/2073-0462-2022-6-11. (In Russ.)
10. *Gosudarstvennyj katalog pesticidov i agrokhimikatov, razreshennyh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii* (State catalog of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation), CHast' 1: Pesticidy, Moscow: Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, 2021, 803 p.
11. Dospekhov V.A., *Metodika polevogo opyta* (Field experiment methodology), Moscow, 1985, 415 p.
12. Johnson D.F., Wilcoxson R.D., A table of areas under disease progress curves, *Technical Bulletin, Texas Agriculture Experiment Station*, Texas, 1981, Vol. 137, pp. 2–10.
13. Saari E.E., Prescott J.M., A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease, *Plant Disease Reporter*, 1975, Vol. 59 (5), P. 377–380.
14. Grigor'ev M.F., *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu ustojchivosti zernovyh kul'tur k kornevym gnilyam* (Guidelines for the study of the resistance of cereal crops to root rot), Leningrad, 1976, 60 p.
15. Rodina N.A., Efremova Z.G., *Metodicheskie rekomendacii po selekcii yachmenya na ustojchivost' k bolezniam i ih primenenie v NIISKH Severo-Vostoka* (Guidelines for barley breeding for disease resistance and their application in the Research Institute of Agriculture of the North-East), Moscow, 1986, 79 p.
16. Petrova O.S., Afanasenko O.S., *Metodicheskie rekomendacii po diagnostike i metodam ocenki ustojchivosti ovsa k vozbuditelyam pyatnistostej list'ev* (Guidelines for the diagnosis and methods for assessing the resistance of oats to leaf spot pathogens), Sankt-Peterburg: VIZR, 2003, 27 p.
17. Afanasenko O.S., *Identifitsirovannyj genofond rastenij i selekciya*, Sankt-Peterburg: VIR, 2005, pp. 592–609. (In Russ.)
18. GOST 52325-2005. *Semena sel'skohozyajstvennyh rastenij. Sortovye i posevnye kachestva. Obshchie tekhnicheskie usloviya*: URL: [gost_r_52325-2005.pdf](https://yandex.ru/gost_r_52325-2005.pdf) - YAndeks.Dokumenty (yandex.ru) (data obrashcheniya 04.10.2022).
19. Ivanchenko T.V., Rezanova G.I., *Agronomy Journal*, 2016, T. 1, No. 98, pp. 29. (In Russ.)