

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ АГРОХИМИКАТОВ НА РАЗВИТИЕ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Т.К. Шешегова, доктор биологических наук

Л.М. Щекленна, кандидат сельскохозяйственных наук

Е.Н. Носкова, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого», Киров, Россия

E-mail: immunitet@fanc-sv.ru

Ключевые слова: *Hordeum vulgare* L., КАС-28, Амино Старт, Альфастим, обработка посевов, степень поражения, показатель ПКРБ, эффективность агрохимиката.

Реферат. Исследования выполнены в 2020–2023 гг. в ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого» (ФАНЦ Северо-Востока). Цель исследований – изучить биологическую эффективность новых агрохимикатов с фиторегуляторными, адаптивными и иммуномодулирующими свойствами при возделывании ярового ячменя в условиях нестабильности климатических факторов в период вегетации растений. Сорты селекции ФАНЦ Северо-Востока Новичок, Памяти Родины, Родник Прикамья в фазу кущения растений обрабатывали органоминеральным удобрением Амино Старт (1 л/га) и карбамидно-аммиачным удобрением КАС-28 (1 л/га), в колошение – регулятором роста Альфастим (0,05 л/га). Проводили учет сетчатой и темно-бурой пятнистости, корневых гнилей по общеизвестным методикам. Сравнение экспериментальных данных вели с контролем (без обработки). Наиболее отзывчивым на химизацию является сорт Памяти Родины, слабо отзывчивым – Родник Прикамья. В защите от сетчатой пятнистости у этих сортов достаточно эффективен регулятор роста Альфастим (развитие болезни в среднем $11,8 \pm 3,61$ % и $16,6 \pm 2,35$ %; на контроле – $13,8 \pm 5,34$ % и $20,3 \pm 3,91$ %), у сорта Новичок – Амино Старт ($6,8 \pm 2,68$ %; на контроле – $8,8 \pm 2,39$ %). Препарат Альфастим обладает также более пролонгированным защитным действием по отношению ко всем гельминтоспориозным болезням, о чем свидетельствует меньшее, чем на контроле, значение показателя ПКРБ: на 5–96 у сорта Памяти Родины, на 30–120 – Родник Прикамья, на 32–118 – Новичок. Можно выделить ингибирующее действие препаратов КАС-28 и Амино Старт у сорта Новичок (развитие болезни $11,8 \pm 3,85$ % и $11,5 \pm 2,16$ %; на контроле – $15,7 \pm 3,79$ %) и КАС-28 у сорта Родник Прикамья (развитие болезни $12,7 \pm 1,65$ %; на контроле – $14,5 \pm 2,89$ %). Установлено, что наибольший вклад в развитие пятнистостей листьев (40,0 и 48,5 %) оказывает совокупное действие факторов «сорт–год–препарат»; корневых гнилей – взаимодействие факторов «сорт–препарат» (23,7 %). Вклад генотипа в развитие гельминтоспориозных болезней ячменя составил от 19,0 до 22,0 %.

INFLUENCE OF NEW AGROCHEMICALS ON THE DEVELOPMENT OF FUNGAL DISEASES OF SPRING BARLEY

T.K. Sheshegova, Doctor of Biological Sciences

L.M. Shchekleina, Candidate of Agricultural Sciences

E.N. Noskova, Candidate of Agricultural Sciences

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Kirov, Russia

E-mail: immunitet@fanc-sv.ru

Keywords: *Hordeum vulgare* L., KAS-28, Amino Start, Alfastim, crop treatment, degree of damage, PCRB index, effectiveness of agrochemical.

Abstract. The research was carried out in 2020–2023. at the Federal State Budgetary Institution FANTS of the North-East. The purpose of the research is to study the biological effectiveness of new agrochemicals with phyto-regulatory, adaptive and immunomodulatory properties when cultivating spring barley under conditions of instability of climatic factors during the plant growing season. The FANC North-East selection varieties Novichok, Pamyati Rodinoy, Rodnik Prikamye were treated during the tillering phase of the plants with the organomineral fertilizer Amino Start (1 l/ha) and the urea-ammonium fertilizer KAS-28, (1 l/ha) at heading - with the growth regulator Alfastim (0.05 l/ha). Net and dark brown spotting and root rot were recorded using well-known meth-

ods. The experimental data were compared with the control (without treatment). The variety Pamyati Rodinoy is the most responsive to chemicalization; the least responsive is Rodnik Prikamye. The growth regulator Alfastim is quite effective in protecting against net spot in these varieties (disease development on average 11.8 ± 3.61 % and 16.6 ± 2.35 %; on control – 13.8 ± 5.34 % and 20.3 ± 3.91 %), in the Novichok variety – Amino Start (6.8 ± 2.68 %; on the control – 8.8 ± 2.39 %). The drug Alfastim also has a more prolonged protective effect against all helminthosporium diseases, as evidenced by the lower PCRП value than in the control: by 5-96 for the Pamyati Rodinoy variety, by 30-120 for Rodnik Prikamye, by 32-118 for the variety Pamyati Rodinoy. Newbie. It is possible to highlight the inhibitory effect of the drugs CAS 28 and Amino Start in the Novichok variety (disease development 11.8 ± 3.85 % and 11.5 ± 2.16 %; on the control – 15.7 ± 3.79 %) and CAS-28 in the Rodnik Prikamya variety (disease development 12.7 ± 1.65 %; on control – 14.5 ± 2.89 %). It was found that the greatest contribution to the development of leaf spots (40.0 and 48.5 %) is made by the combined effect of the “variety-year-preparation” factors; root rot – variety-drug interaction (23.7 %). The contribution of the genotype to the development of helminthosporium diseases of barley ranged from 19.0 to 22.0 %.

Яровой ячмень – высокопродуктивная зернофуражная культура, составляющая значительный удельный вес в структуре посевных площадей в Волго-Вятском регионе. При этом более 30 % площадей занято сортами селекции ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого» (ФАНЦ Северо-Востока), среди которых: кислотовыносливый Новичок, иммунный к пыльной головне Эколог, высокоурожайные Родник Прикамья, Памяти Родины, Форвард и Бионик. Специфичность сельскохозяйственного производства Кировской области, входящей в состав этого региона, заключается в повышенной кислотности почвенного раствора (рН около 5,0), низком естественном плодородии и биологической активности дерново-подзолистых почв [1]. Эти факторы снижают адаптивность ярового ячменя к региональному комплексу стрессоров биотической и абиотической природы, среди которых преобладают болезни грибной этиологии, недостаток или избыток влаги и тепла в критически важные этапы онтогенеза растений. На ячмене известно около 30 болезней, вызываемых более чем 50 видами микроорганизмов [2]. Экономическую значимость в Волго-Вятском регионе Российской Федерации представляют листовые пятнистости: сетчатая (*Drechslera teres* (Sacc.) Shoem., teliomorpha: *Pyrenophora teres* (Died Drechs.) и темно-бурая (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem, teliomorpha: *Cochliobolus sativus* (Ito et Kurib) Drechs. ex Dastur), пыльная головня (*Ustilago nuda* (Jens) Rostr.) и корневые гнили (*B. sorokiniana*+*Fusarium spp.*). Поскольку устойчивость к неспецифическим инфекциям определяется не столько генотипом расте-

ния-хозяина, сколько его физиологическим состоянием и средовыми факторами, то особое внимание нужно уделять улучшению условий выращивания культуры [3]. Современная концепция реализации продукционного потенциала сорта и получения биологически полноценных продуктов питания, экологизации и интенсификации производства заключается в расширении использования сложных удобрений комплексного действия, стимуляторов роста, в том числе с фиторегуляторными, адаптогенными и иммуномодулирующими свойствами [4]. В настоящее время на многих культурах для обеспечения коммерческих перспектив урожайности востребованы агрохимикаты КАС-28, Альфастим, Амино Старт [5–7]. Они особенно актуальны во многих регионах РФ из-за недостаточного применения дорогостоящих азотных удобрений и восполнения почвенных запасов микро- и макроэлементами питания [8, 9]. Агрохимикат КАС-28 – это единственное удобрение, содержащее нитратный, аммонийный и амидный азот без свободного аммиака, что обеспечивает постепенное и постоянное питание растений [10]. Снижение непроизводительных потерь азота за счет оптимизации азотного питания уменьшает количество химикатов на полях и в зернопродукции и повышает рентабельность производства растениеводства. Агрохимикат Амино Старт, содержащий специальный состав макро- и микроэлементов с аминокислотами и олигопептидами, усиливает стрессоустойчивость и активизирует естественный иммунитет генотипа. Стимулятор роста Альфастим обладает также свойствами антиоксиданта, адаптогена и иммуномодулятора [11]. Применение новых агрохимикатов в технологии возде-

лывания ярового ячменя приводит к улучшению питания, роста и развития растений, позволяет в полной мере раскрыть генетический потенциал в реализации повышения качества зерна, адаптивности и продуктивности растений. Однако несмотря на очевидные перспективы таких препаратов в прикладной сфере, практическое применение их является достаточно сложной задачей, часто с непредсказуемым результатом вследствие возможного влияния агроклиматических факторов на эффективность действующих веществ. Как правило, препараты используются для обработки посевов в разные фазы развития [6]. Далее изучаются особенности онтогенеза растений в этих условиях, уровень устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам, урожайность и показатели качества зерна.

Цель исследований – изучить влияние новых агрохимикатов комплексного действия на фитосанитарное состояние посевов разных сортов ярового ячменя в условиях нестабильности климатических факторов.

В задачи исследований входило:

- оценить развитие гельминтоспориозных болезней ячменя при обработке посевов в фазу кущения и колошения растений новыми агрохимикатами КАС-28, Альфастим и Амино Старт;
- на основании результатов многофакторного дисперсионного анализа рассчитать вклад факторов «генотип», «год», «агрохимикат» в развитие корневых гнилей и пятнистостей (сетчатая, темно-бурая);
- обосновать особенности применения изучаемых агрохимикатов в зависимости от сорта и климатических факторов в период вегетации растений.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в ФАНЦ Северо-Востока в 2020–2023 гг. Почва в опыте типичная для Кировской области – дерново-подзолистая, среднесуглинистая при следующих агрохимических показателях: содержание гумуса – 2,43 %, подвижного фосфора – 360 мг/кг, обменного калия – 210 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 5,7. Технология возделывания ярового ячменя 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. Опыт заложен в соответствии с методикой государственного сортоиспытания [12] на трех сортах ярового ячменя селекции ФАНЦ Северо-Востока: Новичок (кислотовыносливый, практически устойчив к пыльной головне, умеренно устойчив к корневым гнилям), Родник Прикамья и Памяти Родины (среднеустойчивы к корневым гнилям, ценные по качеству зерна). Площадь делянок 15 м² (учетная 10 м²), повторность 4-кратная. Под предпосевную культивацию вносили минеральные удобрения N₂₅P₄K₄ (азофоска). Уборка урожая проводилась селекционным комбайном Wintersteiger в фазу полной восковой спелости зерна.

Объектом исследований были: стимулятор роста Альфастим, карбамидно-аммиачное удобрение КАС-28 и органоминеральное – Амино Старт. Массовая доля азота в КАС-28 составляет 28 %, в том числе нитратного – 12,8±0,4 %, амидного – 10,6±0,3 %, аммонийного – 4,8±0,2 % [5]. В состав стимулятора роста Альфастим входят: тритерпеновые кислоты (100 г/л), L-аминокислоты (50 г/л), карбогидраты (50 г/л), ауксино-цитокининовый комплекс (10 г/л), мембранноактивные вещества (10 г/л), витамины (B1, B7, PP – 5 г/л). Препарат регулирует усвоение и использование питательных элементов, стимулирует выделения корневой системы и повышает проницаемость клеточных стенок корней. Обладает иммуностимулирующим действием. Повышает устойчивость к водному дефициту, солевому и химическому стрессам. В состав органоминерального удобрения Амино Старт входят: L-аминокислоты (200 г/л), азот (N общий – 130 г/л), фосфор (P₂O₅ – 75 г/л), калий (K₂O – 25 г/л), магний (MgO – 15 г/л), железо (Fe – 6 г/л), марганец (Mn – 3 г/л), цинк (Zn – 3 г/л), медь (Cu – 3 г/л), бор (B – 3 г/л), молибден (Mo – 1 г/л), кобальт (Co – 0,05 г/л). Препарат стимулирует рост корневой системы и продуктивное кущение, усиливает стрессоустойчивость растений.

Схема опыта:

- 1 – контроль (без обработки);
- 2 – Амино Старт, 1 л/га (подкормка в фазу кущения);
- 3 – КАС-28, 1,0 л/га (подкормка в фазу кущения);
- 4 – Альфастим, 0,05 л/га (подкормка в фазу колошения).

Расход рабочей жидкости — 300 л/га. Для обработки делянок использовали ручной ранцевый опрыскиватель «Жук-5».

В течение вегетации растений проводили фитосанитарный мониторинг и ежегодный учет основных болезней грибной этиологии (сетчатая и темно-бурая пятнистости, корневые гнили). Кроме того, для оценки динамики их нарастания под действием изучаемых препаратов в 2020 г. учет болезней проводили несколько раз за вегетацию, приурочивая к фазам: «выход в трубку», «появление флаг-листа», «колошение», «молочная спелость», «восковая спелость». Далее рассчитывали относительный показатель ПКРБ (площадь под кривой развития болезни) и по его значению оценивали скорость нарастания инфекции в вариантах опыта [13]. Чем меньше значения ПКРБ, тем медленнее идет инфекционный процесс и выше индуцированная устойчивость в конкретном сортовом биоценозе. При оценке пораженности болезнями пользовались шкалами М.Ф. Григорьева [14], Н.А. Родиной и З.Г. Ефремовой [15]. Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по Г.Т. Селянинову [16] для основных межфазных периодов онтогенеза растений, отражающих их рост и развитие, с тем, чтобы выяснить возможное влияние погодных условий на проявление болезней. Величину ГТК определяли по формуле $ГТК = Z_r / 0,1 Z_t$, где Z_r – сумма осадков за вегетационный период, мм; Z_t – сумма активных температур за тот же период. По величине ГТК определяли тип увлажнения: менее 0,4 – сухой; 0,4–0,7 – очень засушливый; 0,7–1,0 – засушливый; 1,0–1,3 – недостаточное увлажнение; 1,3–1,6 – нормальное увлажнение; более 1,6 – избыточное увлажнение.

Статистическая обработка проведена методом дисперсионного анализа с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и

селекции AGROS (версия 2.07) и программы Microsoft Excel. Для оценки информативности и значимости факторов, влияющих на фитосанитарное состояние посевов ячменя, использовали результаты многофакторного дисперсионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Следует отметить значительную нестабильность климатических факторов в период вегетации растений ячменя. Судя по уровню ГТК от всходов до восковой спелости зерна (2020 г. – 1,60; 2021 г. – 1,30; 2022 г. – 2,10; 2023 г. – 2,00), годы исследований можно считать достаточно и избыточно увлажненными. Однако в разные этапы онтогенеза растений погодные условия варьировали от остро засушливых до избыточно увлажненных. Так, в 2020 г. условия увлажнения от всходов до второго-третьего междоузлия были избыточными (ГТК = 3,93), от флаг-листа до молочной спелости – недостаточными (ГТК = 0,98). Контрастные погодные условия сложились и в 2023 г.: в начале онтогенеза растений – недостаток влаги (ГТК = 0,87), но дальнейший рост, закладка генеративных органов и колошение осуществлялось в условиях избыточного и достаточного увлажнения (ГТК = 5,23 – выход в трубку – флаг-лист; ГТК = 1,44 – флаг-лист – колошение). В 2022 г. увлажнение растений от кущения до флаг-листа было достаточным (ГТК = 1,38). От флаг-листа до колошения – избыточным (ГТК = 2,85). Налив зерна во все годы проходил при жаркой и сухой погоде (ГТК = 0,80–0,86).

В этих достаточно контрастных погодных условиях лишь сорт Новичок сохранял присущую этому генотипу устойчивость к гельминтоспориозным пятнистостям листьев при развитии болезней на контроле не более 13,5 % (табл. 1). Сорт Памяти Родиной характеризуется как высокоустойчивый к темно-бурой пятнистости и среднеустойчивый – к сетчатой (развитие болезни 10,0 и 24,0 %), а Родник Прикамья соответственно среднеустойчивый и восприимчивый (16,5 и 26,7 %).

Таблица 1

Степень поражения сортов гельминтоспориозными пятнистостями листьев, %
Degree of damage to varieties by helminthosporium leaf spots, %

Препарат	Темно-бурая пятнистость				Сетчатая пятнистость			
	2020 г.	2021 г.	2023 г.	Среднее	2020 г.	2021 г.	2023 г.	Среднее
<i>Памяти Родины</i>								
Контроль	10,0	7,6	8,4	8,7±0,71	24,0	11,3	6,0	13,8±5,34
КАС-28	12,4	8,6	8,0	9,7±1,38	22,0	10,3	6,5	12,9±4,66
Амино Старт	10,0	8,3	8,0	8,8±0,62	19,0	10,8	7,4	12,4±3,44
Альфастим	11,0	8,2	8,9	9,4±0,84	19,0	9,0	7,5	11,8±3,61
НСР ₀₅	0,3	1,0	0,4		2,2	1,5	0,5	
<i>Новичок</i>								
Контроль	12,5	8,0	8,5	9,7±1,42	5,8	13,5	7,0	8,8±2,39
КАС-28	13,2	9,9	8,8	10,6±1,32	4,0	13,4	7,0	8,1±2,77
Амино Старт	13,0	8,9	11,0	10,9±1,18	1,8	11,0	7,5	6,8±2,68
Альфастим	11,0	9,0	11,0	10,3±0,67	5,8	10,7	12,0	9,5±2,64
НСР ₀₅	0,5	0,8	0,8		2,1	1,3	2,2	
<i>Родник Прикамья</i>								
Контроль	8,8	9,4	16,5	11,6±2,47	26,7	13,2	20,9	20,3±3,91
КАС-28	11,0	11,0	16,5	12,8±1,83	25,0	14,3	20,0	19,7±3,09
Амино Старт	11,0	8,4	17,8	12,4±2,80	22,0	12,5	20,6	18,3±2,96
Альфастим	8,0	9,0	20,5	12,5±4,01	19,5	12,0	18,5	16,6±2,35
НСР ₀₅	1,7	2,1	2,0		1,1	1,7	2,9	

Фитосанитарное состояние посевов в опытных вариантах зависело как от изучаемых препаратов и сорта, так и от условий вегетации растений. Наиболее отзывчивым на варианты химизации можно считать сорт Памяти Родины, занимающий промежуточное положение по восприимчивости к гельминтоспориозным пятнистостям, у которого статистически значимое снижение степени поражения болезнями отмечено в восьми случаях из двенадцати. Слабая отзывчивость обнаружена у наиболее восприимчивого сорта Родник Прикамья при достоверном снижении болезней только в четырех случаях. В среднем за три года наиболее эффективным в защите от сетчатой пятнистости ячменя Памяти Родины и Родник Прикамья был регулятор роста Альфастим (развитие болезни 11,8±3,61 % и 16,6±2,35 %; на контроле – 13,8±5,34 % и 20,3±3,91 %), сорта Новичок – органоминеральное удобрение Амино Старт (6,8±2,68 %; на контроле – 8,8±2,39 %). Не выявлено значимых плюс-минус изменений развития темно-буры пятнистости под

действием изучаемых препаратов. Известно, что доступность азота за счет некорневой подкормки карбамидно-аммиачной смесью КАС-28 индуцирует увеличение площади листьев, особенно в нижнем ярусе стеблестоя, где формируется более благоприятный микроклимат для гембиотрофных фитопатогенов [5]. Это приводило, как правило, к усилению поражения тест-сортов гельминтоспориозными пятнистостями независимо от действия препарата и условий вегетации растений.

Что касается корневых гнилей, то характер их проявления в значительной мере определяли абиотические условия (табл. 2). В наших исследованиях наибольшее распространение и развитие корневых гнилей отмечено при недостаточном увлажнении 2021 г. (ГТК–1,30), когда все тест-сорта проявили среднюю устойчивость к болезни (развитие болезни на контроле 23,8; 22,1; 24,0 %). Как правило, изменение влажности среды приводит и к изменчивости внутри-микробных консорциумов и растительно-микробных взаимоотношений. Ранее отмечалось

[17], что фитопатологическое значение основного возбудителя корневых гнилей ячменя – гриба *Bipolaris sorokiniana* возрастает в более засушливых условиях среды. С повышением влажности жизнеспособность конидий патогена сокращается под действием антагонизма со стороны другой ризосферной микрофлоры. В исследованиях В.Ю. Шахназаровой с соавторами [18] показано, что для другого возбудителя болезни – *Fusarium culmorum* также наиболее благоприятна влажность почвы на уровне 15–25 % от полной влагоемкости, при 60%-й наблюдается лизис мицелиальных гиф.

Изучаемые агрохимикаты проявили однозначное и относительно слабое защитное действие. Лишь в трех случаях из шестнадцати достоверно по отношению к контролю отмечали снижение развития корневых гнилей. При этом у сорта Новичок все препараты осуществляли значимый биоконтроль болезни в 2020 и 2023 гг., а Амино Старт – и в 2021 г.; у сортов Памяти Родины и Родник Прикамья в 2021 г. эффективными были соответственно Альфафастим и КАС-28. Однако в среднем за четыре года наблюдений влияние фактора «год»

практически нивелировалось. Можно выделить лишь ингибирующее действие препарата КАС-28 и Амино Старт у сорта Новичок (развитие болезни $11,8 \pm 3,85$ % и $11,5 \pm 2,16$ %; на контроле – $15,7 \pm 3,79$ %) и КАС-28 у сорта Родник Прикамья (развитие болезни $12,7 \pm 1,65$ %; на контроле – $14,5 \pm 2,89$ %). Следует отметить, что совокупное действие трех форм азота удобрения КАС-28 обеспечивает пролонгированное питание растений. При этом на процесс превращения азота большое влияние оказывает температура среды, поскольку в этом участвуют почвенные микроорганизмы, для которых чем она выше, тем быстрее переход одной формы в другую, а избыток влаги вымывает нитратный азот ниже корнеобитаемого слоя [19]. В избыточно увлажненном 2022 г. все изменения в распространении и развитии корневых гнилей на тест-сортах ячменя статистически не доказаны. Таким образом, можно полагать, что иммуномодулирующие свойства новых агрохимикатов сильнее проявляются в условиях недостаточного увлажнения в период вегетации растений.

Таблица 2

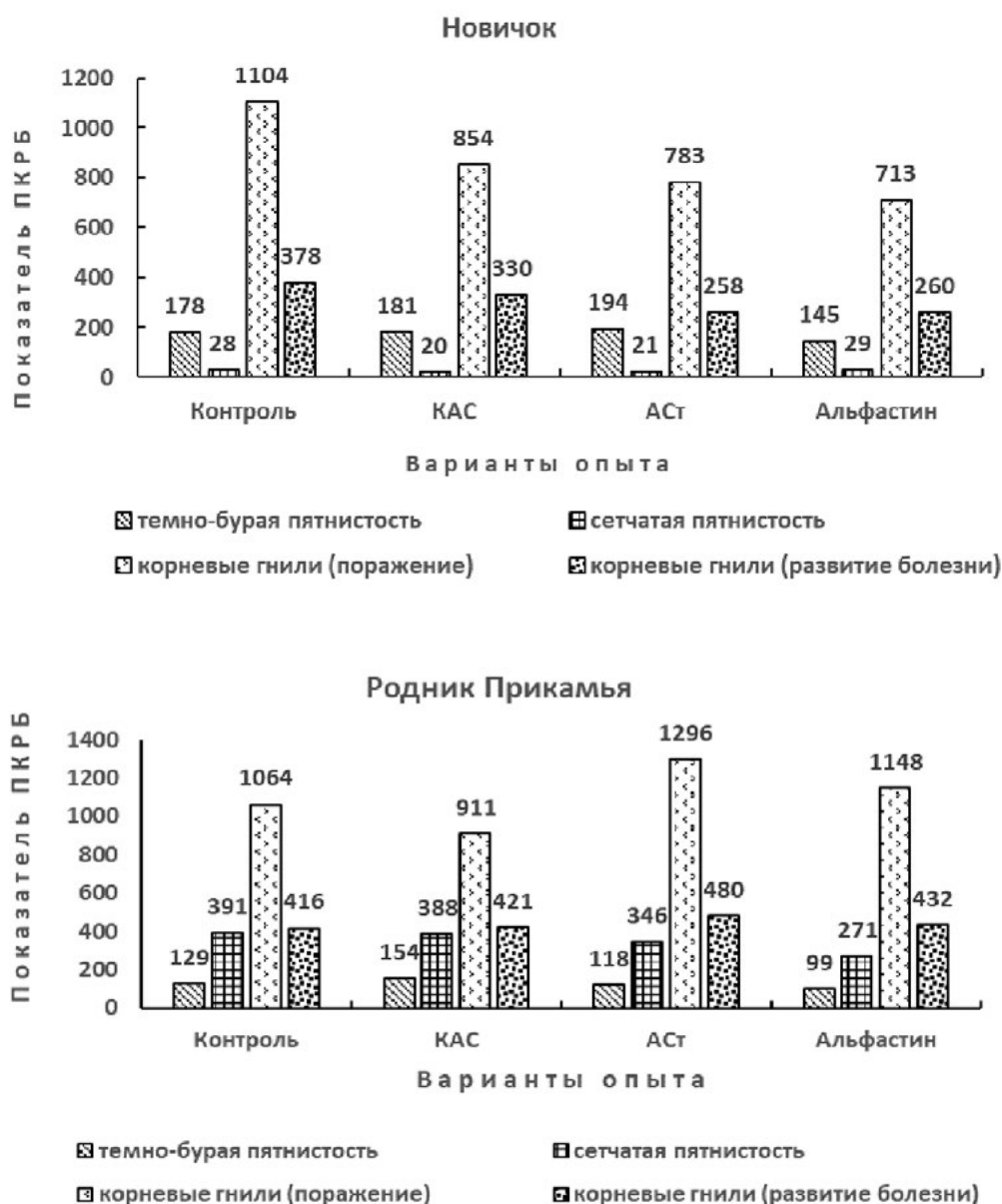
Влияние средств химизации на проявление корневых гнилей у сортов ячменя
The influence of chemical agents on the manifestation of root rot in barley varieties

Препарат	Поражение, %					Развитие болезни, %				
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Памяти Родины</i>										
Контроль	46,1	60,7	50,0	44,3	$50,3 \pm 3,67$	13,8	23,8	13,9	16,6	$17,0 \pm 2,35$
КАС-28	53,6	51,0	41,6	51,0	$49,3 \pm 2,64$	20,8	20,0	12,9	21,0	$18,6 \pm 1,94$
Амино Старт	56,7	55,4	40,1	48,4	$50,1 \pm 3,81$	17,6	22,1	13,4	20,3	$18,3 \pm 1,89$
Альфафастим	35,5	58,4	58,1	55,5	$51,8 \pm 5,50$	13,7	18,7	18,4	18,6	$17,3 \pm 1,22$
НСР ₀₅	14,9	11,0	11,9	3,8		2,8	2,0	Fф<Fт	3,9	
<i>Новичок</i>										
Контроль	48,7	57,1	25,0	31,0	$40,4 \pm 7,49$	18,8	24,0	6,2	13,8	$15,7 \pm 3,79$
КАС-28	39,4	62,5	18,3	25,0	$36,3 \pm 9,78$	11,3	22,6	4,6	8,8	$11,8 \pm 3,85$
Амино Старт	31,2	42,9	35,4	23,6	$33,2 \pm 4,03$	12,7	17,0	9,5	7,0	$11,5 \pm 2,16$
Альфафастим	34,0	66,4	30,8	25,0	$39,0 \pm 9,30$	13,3	23,0	12,1	9,0	$14,3 \pm 3,02$
НСР ₀₅	13,1	14,0	Fф<Fт	3,1		1,3	3,0	5,0	1,8	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Родник Прикамья</i>										
Контроль	43,1	57,0	25,0	28,8	38,5±7,30	15,8	22,1	10,0	10,0	14,5±2,89
КАС-28	34,8	48,2	23,3	34,4	35,2±5,09	15,9	14,4	8,3	12,4	12,7±1,65
Амино Старт	49,0	60,0	34,7	33,1	44,2±6,36	18,4	24,5	9,9	10,9	15,9±3,43
Альфастим	44,2	55,0	34,7	27,8	40,4±5,91	16,4	20,0	9,6	7,8	13,4±2,86
НСР ₀₅	7,3	10,0	Fф<Fт	Fф<Fт		0,3	5,0	Fф<Fт	Fф<Fт	

Для оценки длительности возможного защитного действия агрохимикатов в 2020 г. проведен сезонный мониторинг развития гел-

минтоспориозных болезней и проанализирована динамика нарастания их в сортовых биоценозах (рисунок).





Динамика нарастания гельминтоспориозных болезней у сортов ярового ячменя под влиянием агрохимикатов
Dynamics of increase in helminthosporium diseases in spring barley varieties under the influence of agrochemicals

Судя по показателю ПКРБ, относительно медленное нарастание всех видов микозов было после обработки посевов стимулятором роста Альфа-стим. В этом варианте значения ПКРБ были минимальными у сорта Памяти Родины по развитию корневых гнилей, темно-бурой и сетчатой пятнистостей (343; 145 и 266; на контроле – 348; 133 и 362), Родник Прикамья – по пятнистостям листьев (99 и 271; на контроле – 129 и 391), Новичок – по развитию корневых

гнилей и темно-бурой пятнистости (145 и 260; на контроле – 178 и 378). Вероятно, фитопротекторное действие этого препарата индуцирует естественный иммунитет генотипа и замедляет патологические процессы.

Статистическая обработка экспериментальных данных показала различный вклад изучаемых факторов (сорт, условия года, агрохимикат) в изменчивость иммунологических признаков ячменя (табл. 3).

Таблица 3

Вклад фиксированных и случайных факторов в изменчивость развития гельминтоспориозных болезней ячменя

Contribution of fixed and random factors to variability development of helminthosporium diseases of barley

Признак	A – сорт	B – год	C – агрохимикат	AB	AC	BC	ABC	Случайные факторы
Степень поражения сетчатой пятнистостью	22,0*	2,5	2,5	10,2	10,5	12,0	40,0*	0,3
Степень поражения темно-бурой пятнистостью	19,0*	1,0	4,7	5,7	0,6	19,8*	48,5*	0,7
Поражение корневыми гнилями	21,1*	0,5	23,7*	2,5	22,1*	8,0	21,8*	0,3
Степень поражения корневыми гнилями	19,8*	1,5	20,8*	13,9*	23,7*	3,8	16,3*	0,2

* – значимо на уровне 0,05.

Так, на развитие гельминтоспориозных пятнистостей наибольшее влияние оказывает совокупное действие всех факторов – доля ABC 40,0 и 48,5 %. Существенный вклад в изменчивость этого признака оказывает также сорт – 22,0 и 19,0 %, а в развитии темно-бурой пятнистости – взаимодействие «год-агрохимикат» – 19,8 %. Вклад других факторов в проявление пятнистостей листьев несущественен. Поражение ячменя корневыми гнилями практически в равной мере определяют: сорт – 21,1 %, агрохимикат – 23,7 % и их взаимодействие – 22,1%, а также влияние всех факторов – 21,8 %. На степень поражения корневыми гнилями достоверно влияют пять факторов: сорт – 19,8 %, агрохимикат – 20,8 % и их взаимодействие – 23,7 %, а также взаимодействия АВ – 13,9 % и ABC – 16,3 %. Влияние условий года на изменчивость иммунологических признаков статистически незначимо, что свидетельствует о выраженной генетической детерминированности устойчивости и биологической эффективности изучаемых агрохимикатов. Однако следует отметить, что данные, приведенные в табл. 3, не являются обобщающими. Они отражают основные тенденции в изменении вклада генотипа, агрохимиката и абиотических условий в общую совокупность фиксированных факторов, степень влияния которых может изменяться при увеличении периода наблюдений и с расширением сортимента и агрохимикатов.

ВЫВОДЫ

1. В целом работа с новыми агрохимикатами носит индивидуальный характер в зависимости от сорта ячменя и средовых факторов. Наиболее отзывчивым на варианты химизации можно считать среднеустойчивый к гельминтоспориозным пятнистостям сорт Памяти Родины, слабо отзывчивым – восприимчивый Родник Прикамья. У этих сортов в защите от сетчатой пятнистости достаточно эффективен регулятор роста Альфастим (развитие болезни – $11,8 \pm 3,61$ % и $16,6 \pm 2,35$ %; на контроле – $13,8 \pm 5,34$ % и $20,3 \pm 3,91$ %), у сорта Новичок – органоминеральное удобрение Амино Старт (развитие болезни – $6,8 \pm 2,68$ %; на контроле – $8,8 \pm 2,39$ %). При этом препарат Альфастим обладает более пролонгированным защитным действием по отношению ко всем гельминтоспориозным болезням ячменя.

2. Обнаружено повышение биоконтроля корневых гнилей под действием изучаемых препаратов в условиях некоторого недостатка влаги во второй половине вегетации растений. Наибольший вклад в развитие пятнистостей листьев оказывает совокупное действие факторов «сорт–год–препарат» (доля фактора 40,0–48,5 %), а корневых гнилей – взаимодействие «сорт–препарат» (доля фактора 22,1–23,7 %).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Молодкин В.Н., Бусыгин А.С. Плодородие пахотных Кировской области почв // Земледелие. – 2016. – № 8. – С. 16–18.
2. Афанасенко О.С. Устойчивость ячменя к гембиотрофным патогенам // Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб.: ВИР, 2005. – С. 592–615.
3. 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.
4. Зыков С.А. Биопрепараты в современном земледелии // АгроФорум. – 2019. – № 3. – С. 21–27.
5. Изменение параметров фотосинтетического аппарата и продуктивности пленчатого овса при использовании жидкого минерального удобрения / Г.А. Баталова, Е.М. Лисицын, Е.Н. Вологжанина, Г.П. Журавлева // Вестник Марийского государственного университета. Сер. Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2020. – Т. 6, № 2. – С. 137–146. – DOI: 10.30914/2411-9687-2020-6-2-137-146.
6. Влияние дозы и времени обработки препаратом «КАС 28» на развитие растений овса / Г.А. Баталова, Е.М. Лисицын, Е.Н. Вологжанина, Г.П. Журавлева // Таврический вестник аграрной науки. – 2021. – № 4 (28). – С. 9–21. – DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-9-21.
7. Отзывчивость ярового ячменя сорта Новичок на основные элементы технологии возделывания / Е.Н. Носкова, Л.М. Козлова, Ф.А. Попов, Е.В. Светлакова // Методы и технологии в селекции

- растений и растениеводстве: мат-лы VII Междунар. науч.-практ. конф. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, – 2021. – С. 258–263.
8. Шабает В.П. Бактерии могут заменить минеральные удобрения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.argo-shop.com.ua/article-7780.html?ysclid=ldy6p6k7is172067961> (дата обращения: 20.01.2023).
 9. Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М., Серкова Г.А. Новые биоудобрения в технологии возделывания яровых зерновых культур // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2023. – № 2. – С. 125–132. – DOI: 10.31677/2072-6724-2023-67-2-125-132.
 10. Evaluation of urea ammonium nitrate application on the performance of wheat / P.K. Sundaram, I. Mani, S.D. Lande, R.A. Parray // Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. – 2019. – Vol. 8 (01). – P. 1956–1963. – DOI: 10.20546/ijcmas.2019.801.205.
 11. Стимуляторы роса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pr-agro.ru/catalog/alfastim/> (дата обращения: 24.01.2024).
 12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2, Ч. 2. – М., 1985. – 230 с.
 13. 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.
 14. Григорьев М.Ф. Методические указания по изучению устойчивости зерновых культур к корневым гнилям. – Л., 1976. – 60 с. (In Russ.)
 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. Чирков Ю.И. Агрометеорология: учеб., – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 296 с.
 17. Сидоров А.А. Корневые гнили зерновых культур (этиология, патогенез, сортоустойчивость, защита от болезни): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2003. – 34 с.
 18. Шахназарова В.Ю., Струнникова О.К., Вишневская Н.А. Влияние влажности на развитие *Fusarium culmorum* в почве // Микология и фитопатология. – 1999. – Т. 33. – Вып. 1. – С. 53–59.
 19. Филиппова Л.С. Круговорот азота и его соединений в почве // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 8 (134). – DOI: 10.23670/IRJ.2023.134.37. – URL: <https://research-journal.org/archive/8-134-2023-august/10.23670/IRJ.2023.134.37> (дата обращения: 21.01.2024).

REFERENCES

1. Molodkin V.N., Busygin A.S., *Zemledelie*, 2016, No. 8, pp. 16–18. (In Russ.)
2. Afanasenko O.S., *Identificirovannyj genofond rastenij i selekciya* (Identified gene pool of plants and selection), Sanct-Peterburg: VIR, 2005, pp. 592–609.
3. Sheshegova T.K., Shchekleina L.M., *Teoreticheskaya i prikladnaya ehkologiya*, 2022, No. 3, pp. 6–13, DOI: 10.25750/1995-4301-2022-3-006-013. (In Russ.)
4. Zykov S.A., *AgrOForum*, 2019, No. 3, pp. 21–27. (In Russ.)
5. Batalova G.A., Lisitsyn E.M., Vologzhanina E.N., Zhuravleva G.P., *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Sel'skokhozyaistvennyye nauki. Ehkonomicheskie nauki*, 2020, T. 6, No. 2, pp. 137–146. DOI: 10.30914/2411-9687-2020-6-2-137-146. (In Russ.)
6. Batalova G.A., Lisitsyn E.M., Vologzhanina E.N., Zhuravleva G.P., *Tavrisheskii vestnik agrarnoi nauki*, 2021, No. 4(28), pp. 9–21, DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-9-21. (In Russ.)
7. Noskova E.N., Kozlova L.M., Popov F.A., Svetlakova E.V., *Metody i tekhnologii v selektsii rastenii i rastenievodstve* (Methods and technologies in plant breeding and crop production), Proceedings of the Conference Title, 2021, pp. 258–263. (In Russ.)
8. Shabaev V.P., *Bakterii mogut zamenit' mineral'nye udobreniya* (Bacteria can replace mineral fertilizers), Ehlektronnyi resurs: <https://www.argo-shop.com.ua/article-7780.html?ysclid=ldy6p6k7is172067961> (data obrashcheniya 20.01.2023). (In Russ.)
9. Sheshegova T.K., Shchekleina L.M., Serkova G.A., *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)*, 2023, No. 2, pp. 125–132, <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2023-67-2-125-132>. (In Russ.)

10. Sundaram P.K., Mani I., Lande S.D., Parray R.A., Evaluation of urea ammonium nitrate application on the performance of wheat, *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 2019, Vol. 8(01), pp. 1956–1963, DOI: 10.20546/ijemas.2019.801.205.
11. *Stimulyatory rosta*, Ehlektronnyi resurs: <https://pr-agro.ru/catalog/alfastim/> (data obrashcheniya 24.01.2024 g.). (In Russ.)
12. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* (Methodology of state variety testing of agricultural crops), Moscow, 1985, Vyp. 2, CH. 2, 230 p.
13. 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.
14. Grigor'ev M.F., *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu ustoichivosti zernovykh kul'tur k kornevym gnil'yam* (Guidelines for studying the resistance of grain crops to root rot), Leningrad, 1976, 60 p.
15. Rodina N.A., Efremova Z.G., *Metodicheskie rekomendatsii po selektsii yachmenya na ustoichivost' k boleznyam i ikh primenenie v NIISKH Severo-Vostoka* (Methodical recommendations for breeding barley for resistance to diseases and their application in the North-East Research Institute of Agriculture), Moscow, 1986, 79 p.
16. Chirkov YU.I., *Agrometeorologiya* (Agrometeorology), Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986, 296 p.
17. Sidorov A.A., *Kornevye gnili zernovykh kul'tur* (ehtiologiya, patogenez, sortoustoichivost', zashchitv ot bolezni), Doctor Thesis. Moscow., 2003, 34 p.
18. Shakhnazarova V.YU., Strunnikova O.K., Vishnevskaya N.A., *Mikologiya i fitopatologiya*, 1999, T. 33, Vyp. 1, pp. 53–59. (In Russ.)
19. Filippova L.S., *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2023, No. 8 (134), DOI: 10.23670/IRJ.2023.134.37. (In Russ.)