

АГРОНОМИЯ

УДК 633.11:631.52:581.5

Д.А. Глушаков, В.С. Юсов, М.Г. Евдокимов,
М.Н. Кирьякова, А.Л. Шпигель
D.A. Glushakov, V.S. Yusov, M.G. Evdokimov,
M.N. Kiryakova, A.L. Shpiegel

ОЦЕНКА СОРТОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ К СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЕ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

ESTIMATION OF DURUM WHEAT VARIETIES TO STEM RUST IN WESTERN SIBERIA

Ключевые слова: твердая пшеница, стеблевая ржавчина, устойчивость, клейковина, урожайность, качество.

В исследовании представлены результаты изучения сортов яровой твердой пшеницы в 2018-2019 гг. по устойчивости к стеблевой ржавчине, продуктивности и признакам качества зерна (клейковина, стекловидность, белок) в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Материалом исследований служили 18 сортов яровой твердой пшеницы питомника экологического сортоиспытания. В 2018-2019 гг. проведен генетический анализ популяции посредством анализа устойчивости сортов коллекции с известными Sr генами. В ходе исследований установлена эффективность генов Sr23, Sr31, Sr38, Sr39, Sr40 и комбинации генов Sr6, 24, 36 и 1RS-Am, Sr21, Sr31. Изучение устойчивости за 2 года в полевых условиях показало, что резистентностью характеризовались образцы Омский коралл, Триада, Odisseo. Среднюю восприимчивость к заболеванию стеблевой ржавчины продемонстрировали сорта Омский изумруд, Луч 25. В ходе исследований выявлены сорта твердой пшеницы с низким показателем развития болезни (ПКРБ): Омский изумруд, Омский коралл, Триада. Изучение индивидуальной устойчивости позволило выявить высокоустойчивые сорта: Омский изумруд, Омский коралл, Омская степная, Odisseo, Триада, Лавина. В результате анализа были отобраны сорта по основным показателям качества зерна, демонстрировавшие высокие значения по признаку стекловидности: Омский корунд, Луч 25, Памяти Янченко; по содержанию белка в зерне: Омский циркон, Саратовская золотистая, Лавина, Наурыз 6; по признаку цвет макарон: Жемчужина Сибири, Омская бирюза, Омский изумруд, Омский

коралл, Омский корунд, Омская степная, Омский циркон, Омская янтарная, Памяти Чеховича, Оазис, Солнечная. Изучение урожайности сортов позволило выявить высокоурожайные образцы твердой пшеницы: Омский изумруд, Омский коралл, Триада.

Key words: durum wheat, stem rust, resistance, gluten, yield, quality.

This article describes the results of studying hard spring wheat varieties in 2018-2019 in terms of resistance to stem rust, productivity, and grain quality characteristics (gluten, vitreous, protein) under the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia. The research material was made up of 18 varieties of hard spring wheat of the ecological variety-testing nursery. In 2018 - 2019, a genetic analysis of the population was carried out by analyzing the hardiness of the collection varieties with known genes Sr. In the course of studies, the effectiveness of genes Sr23, Sr31, Sr38, Sr39, Sr40 and the combination of genes Sr6, 24, 36, and genes 1RS-Am, Sr21, Sr31 was determined. A two-year study of disease resistance in the field showed that the resistance was a characteristic of the varieties named Omskiy Korall, Triada, Odisseo. The average susceptibility to the pathogen of stem rust was demonstrated by the varieties named Omskiy Izumrud, Luch 25. In the course of the research, varieties of hard wheat with a low indicator of disease development were identified; they were Omskiy Izumrud, Omskiy Korall, Triada. The study of individual resistance allowed us to identify highly resistant varieties: Omskiy Izumrud, Omskiy Korall, Omskaya Steppnaya, Odisseo, Triada, Lavina. As a result of the analysis, varieties were selected according to the main indicators of grain quality. Omskiy Korund, Luch 25, Pamyati YAnchenko showed high values of

such a quality as vitreosity. Omskiy Tsirkon, Saratovskaya Zolotistaya, Lavina, Nauryz 6 were best according to the content of protein in the grain. ZHemchuzhina Sibiri, Omskaya Biryuza, Omskiy Izumrud, Omskiy Korall, Omskiy Korund, Omskaya Stepnaya, Omskiy

TSirkon, Omskaya Yantamaya, Pamyati SHekhovicha, Oasis, Solnechnaya were best according to the colour of pasta. The study of the yielding capacity of the varieties allowed us to identify high-yielding varieties of hard wheat such as Omskiy Izumrud, Omskiy Korall, Triada.

Глушаков Денис Александрович, аспирант, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск, Российская Федерация, e-mail: denis189539@gmail.com.

Юсов Вадим Станиславович, к.с.-х.н., ФГБНУ «Омский АНЦ» г. Омск, Российская Федерация, e-mail: VS_YSOV@RAMBLER.RU.

Евдокимов Михаил Григорьевич, д.с.-х.н., гл. н.с., ФГБНУ «Омский АНЦ» г. Омск, Российская Федерация, e-mail: misha-mg@rambler.ru.

Кирьякова Марина Николаевна к.с.-х.н., ст. н.с., ФГБНУ «Омский АНЦ» г. Омск, Российская Федерация, e-mail: m_kiriakova@mail.ru.

Шпигель Анна Ленгардтовна магистрант, ФГБОУ ВО «Омский ГАУ», г. Омск, Российская Федерация, e-mail: anna.shpigel@mail.ru.

Glushakov Denis Alexandrovich, post-graduate student, Omsk State Agricultural University, Omsk, Russian Federation, e-mail: denis189539@gmail.com

Yusov Vadim Stanislavovich, PhD, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk, Russian Federation, e-mail: VS_YSOV@RAMBLER.RU

Evdokimov Mikhail Grigoryevich, Dr. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk, Russian Federation, e-mail: misha-mg@rambler.ru

Kiryakova Marina Nikolaevna, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk, Russian Federation, e-mail: m_kiriakova@mail.ru

Shpiegel Anna Lengardtovna, master's degree student, Omsk State Agricultural University, Omsk, Russian Federation, e-mail: anna.shpigel@mail.ru

Введение

Твердая пшеница является важной мировой сельскохозяйственной культурой. На период 2017-2018 гг. площадь посевов твердой пшеницы в мире оценивалось в 12-15 млн га (данные Международного совета по зерну) с продуктивностью в 37-40 млн т зерна, что составляет 5% от общей массы производства зерна в мире. При относительно небольших объемах возделывания, по сравнению с мягкой пшеницей, мировое потребление твердой пшеницы составило 39,1 млн т [1]. Твердая пшеница выращивается в различных регионах мира, но основные площади возделывания культуры сосредоточены в Северной Америке, а также в странах Средиземноморского бассейна [2]. В России яровая твердая пшеница также является не менее важной зерновой культурой, чем мягкая пшеница. Общий объем производства зерна твердой пшеницы в России оценивается в 650-700 тыс. т [3]. Лимитирующими факторами, влияющими на продуктивность и качество зерна твердой пшеницы, являются абиотические факторы, в частности засуха, жара и сильные дожди в критический период созревания растений, а также периодическое воздействие патогенов, которые могут способствовать эпифитотийным вспышкам [4]. Наиболее разрушительное воздействие оказывают листостебельные болезни, к которым

относятся бурая, стеблевая и желтая ржавчина, септориоз и пиренофороз, но наиболее разрушительной считается стеблевая ржавчина. Расы стеблевой ржавчины уже проникли в различные регионы мира, а при массовых вспышках заболевания потери урожая могут достигать 50-70%. Как не парадоксально, твердая пшеница до недавнего времени считалась устойчивой к стеблевой ржавчине [5].

Однако в 2016 г. в Европе была зафиксирована эпифитотийная вспышка *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, раса TTTTF поразила тысячи гектаров посевов как твердой, так и мягкой пшеницы [6]. На территории Западной Сибири стеблевая ржавчина долгое время имела слабое проявление, однако в последние годы наблюдается эпифитотический характер заболевания, что приводит к значительному экономическому ущербу производства пшеницы в регионе [7].

Целью исследований являлось изучение сортов яровой твердой пшеницы по устойчивости к стеблевой ржавчине, по основным признакам качества зерна (содержание белка, стекловидность, цвет макарон), а также по урожайности.

Задачи исследований заключались в анализе сортов твердой пшеницы по признакам качества зерна и устойчивости к стеблевой ржавчине, а также выявление образцов, перспективных для дальнейшей селекции.

Объекты и методы

Исследования проводили в 2018-2019 гг. Материалом исследований служили 18 сортов твердой яровой пшеницы питомника экологического сортоиспытания. Посев осуществлялся сеялкой с нормой высева 4 млн всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянки 10 м², в 2-кратной повторности. В течение вегетационного периода в полевых условиях проводилась визуальная оценка развития заболевания стеблевой ржавчины на посевах твердой пшеницы. Полевая оценка посевов производилась по шкале Петерсона [8]. На основании оценок поражения рассчитывали площадь под кривой развития болезни (ПКРБ) и индекс устойчивости (ИУ). ИУ рассчитывали как отношение ПКРБ образца к ПКРБ индикатора восприимчивости [9]. В качестве стандартов восприимчивости служили сорта как твердой, так и мягкой яровой пшеницы: Саратовская 29, Памяти Чеховича. Индикаторами поражения являлись сорта яровой мягкой пшеницы Омская 38 и Памяти Азиева. Оценку сортов по показателям качества зерна и макарон проводили по микрометодикам в лаборатории качества зерна ФГБНУ «Омский АНЦ» [10].

В 2018-2019 гг. проведена оценка устойчивости коллекции линий (47 шт.) яровой твердой пшеницы с различными генами Sr к Западно-Сибирской популяции *Russcinea graminis* f. sp. *tritici*. Оценка проводилась на естественном инфекционном фоне в условиях южной лесостепи Западной Сибири (г. Омск).

Обсуждение результатов

Оценка устойчивости набора линий с известными генами Sr показала, что в 2018 г. иммунными к популяции *R. graminis* f. sp. *tritici* в Западной Сибири (Омск) являлись линии с генами: Sr23, Sr31, Sr38. В 2019 г. высокую устойчивость к популяции *R. graminis* f. sp. *tritici* продемонстрировали линии с генами Sr38, Sr39, Sr40 и комбинациями генов Sr6, 24, 36 и 1RS-Am, Sr21, Sr31 (табл. 1) [6].

Изучение образцов твердой пшеницы питомника экологического сортоиспытания в полевых условиях показало, что большинство изученных образцов характеризовались различной устойчивостью к стеблевой ржавчине. В 2018 г. рези-

стентностью характеризовались образцы Омский коралл, Триада, а в 2019 г. – Триада и Odisseo (пораженность данных образцов варьировалась в пределах 5-10%). Оценки показали, что сорт стандарт в обоих годах исследований характеризовался 100%-ной восприимчивостью. Среднюю устойчивость продемонстрировали сорта Омский изумруд, Луч 25 2018 г. и Омский коралл 2019 г. (степень поражения 10-30%). Оставшиеся образцы характеризовались средней (40-60%) и высокой восприимчивостью (60-100%). Исследуемые данные представлены в таблице 2.

Показатель площади под кривой развития болезни является надежным критерием определения интенсивности развития инфекции. Для селекции наибольший интерес представляет материал со значениями ПКРБ, не превышающими 20%. В годы исследований лишь 3 сорта из 18 имели показатель ПКРБ меньше 20% от ПКРБ контроля (Саратовская 29): Омский изумруд, Омский коралл, Триада. Остальные формы имели значения ПКРБ, превышающие порог в 20%. Данные сорта отличаются более высокой степенью поражения, что может свидетельствовать о наличии одного-двух малых генов устойчивости эффективных или неэффективных олигогенов.

Изучение ИУ позволило разделить сорта на группы устойчивости. За период 2018 г. в группу с высокой устойчивостью вошли сорта Омская янтарная, Омская степная, Омский изумруд, Омский циркон, Луч 25, Памяти Чеховича, Триада, Харьковская 46, Наурыз 6, Лавина, Odisseo, Саратовская золотистая, Омский коралл; оставшиеся образцы – в среднеустойчивую группу (табл. 2). Анализ ИУ 2019 г. показал, что в группу с высокой устойчивостью вошли Омская степная, Омский изумруд, Омский коралл, Триада, Лавина, Odisseo; в группу среднеустойчивых – образцы Жемчужина Сибири, Омская бирюза, Омский корунд, Омский циркон, Памяти Чеховича, Саратовская золотистая, Наурыз 6. Оставшиеся формы входят в группу высоковосприимчивых (табл. 2). Важным моментом является то, что ржавчина способна оказывать негативное воздействие на продуктивность, а также снижать качество зерна пшеницы.

Полевая оценка линий твердой пшеницы с известными генами Sr в южной лесостепи Западной Сибири (г. Омск)

Ген	Оригинатор	Линия	2018 г.	2019 г.
Sr5	CIMMYT	ISr5-Ra CI 14159	MS	S
Sr7a	CIMMYT	Na 101/6*Marquis	MS	S
Sr7b	CIMMYT	ISr7b-Ra CI 14165	MS	S
Sr8a	CIMMYT	CI 14167/9*LMPG-6 DK04	MS	S
Sr8b	CIMMYT	Barleta Benvenuto (CI 14196)	MS	S
Sr9a	CIMMYT	ISr9a-Ra CI 14169	MS	S
Sr9b	CIMMYT	Prelude*4/2/Marquis*6/Kenya 117A	MR	S
Sr9e	CIMMYT	Vernstein PI 442914	MR	MS
Sr9g	CIMMYT	Chinese Spring*7/Marquis 2B	MS	MS
Sr10	CIMMYT	W2691Sr10 CI 17388	MR	S
Sr11	CIMMYT	Lee/6*LMPG-6 DK37	MS	MS
Sr12	CIMMYT	Chinese Spring*5/Thatcher 3B	MS	S
Sr13	CIMMYT	Prelude*4/2Marquis*6/Khapstein	MS	S
Sr14	CIMMYT	W2691*2/Khapstein	MS	S
Sr15	CIMMYT	Preiude*2/Norka	MS	S
Sr16	CIMMYT	Thatcher/CS (CI14173)	MS	S
Sr17	CIMMYT	Plelude/8*Marquis*2/2/Esp 518/9	MS	S
Sr18	CIMMYT	Little Club/Sr18Mq Marquis "A"	MS	S
Sr19	CIMMYT	94A 236-1 Marquis "B"	MS	S
Sr20	CIMMYT	94A 237-1 Marguis "C"	MS	S
Sr21	CIMMYT	T. monococcum/8*LMPG-6 DK13	MS	MS
Sr22	CIMMYT	Mq*6//Stewart*3/RL 5244	MS	S
Sr23	CIMMYT	Exchange CI 12635	R	S
Sr25	CIMMYT	Agatha (CI 14048)/9*LMPG-6 DK16	MR	S
Sr26	CIMMYT	Eagle Sr26 McIntosh	MS	S
Sr27	CIMMYT	WRT 238-5 (1984) Roelfs	MR	S
Sr28	CIMMYT	Kota RL471	MS	S
Sr29	CIMMYT	Prelude/8*Marquis/2/Etiele de Choisy	MS	S
Sr30	CIMMYT	Selection from Webster F3:F4 #6	MS	MS
Sr31	CIMMYT	Sr31 (Benno)/6*LMPG-6 DK42	R	MS
Sr32	CIMMYT	ER5155 S-203 (1995)Roelfs	MS	MR
Sr33	CIMMYT	RL 5405 (1192) Kerber	MS	MR
Sr34	CIMMYT	RL 6098 (1997) Dyck	MR	MR
Sr35	CIMMYT	RL 6099 (1995) Dyck	MS	S
Sr36	CIMMYT	W2691SrTt-1 CI 17385	MS	MS
Sr37	CIMMYT	Prelude*4/Line W (W3563)	MS	MS
Sr38	CIMMYT	Trident Sr38	R	R
Sr38	CIMMYT	Trident	MR	R
Sr39	CIMMYT	RL 5711 Kerber	MR	R
Sr40	CIMMYT	RL 6087 Dyck	MS	R
Sr6, 24, 36, 1RS-Am	CIMMYT	Fleming	MS	R
Sr7a, Sr12, Sr6	CIMMYT	Chris	MS	MR
Sr21	CIMMYT	Einkorn	MR	R
Sr31	CIMMYT	Seri 82	MR	R
Sr31 absent	CIMMYT	Kubsa=Attila	MS	R
Sr31 absent	CIMMYT	Chamran=Attila	MR	R
Sr31	CIMMYT	Vacanora=Kauz's	R	R
st	НИИСХ Юго-Востока	Саратовская 29	S	S

Показатели устойчивости и качества зерна твердой пшеницы в Западной Сибири (г. Омск)

Сорт/линия	Оригинатор	2018 г.			2019 г.			Средние значения признаков (2018-2019 гг.)			
		оценка поражения, %	ПКРБ	ИУ	оценка поражения, %	ПКРБ	ИУ	урожайность	стекловидность, %	белок, %	цвет макарон, балл
Жемчужина Сибири	Омский АНЦ	70	42,8	0,428	90	51,6	0,516	4,29	63,5	14,45	3,7
Омская бирюза		80	40,5	0,405	100	63,3	0,633	4,44	61,5	14,34	3,9
Омский изумруд		15	8,2	0,082	40	12,8	0,128	5,18	64,5	14,19	3,6
Омский коралл		10	5,8	0,058	15	14,6	0,066	5,03	62,0	14,50	4,1
Омский корунд		70	63,0	0,63	100	73,8	0,738	4,49	68,5	14,14	3,9
Омская степная		40	24,1	0,241	90	27,2	0,272	4,38	65,5	14,96	3,7
Омский циркон		60	29,2	0,292	90	45,7	0,457	4,44	63,0	15,12	4,0
Омская янтарная		50	28,8	0,288	100	66,7	0,667	4,43	64,0	15,50	4,0
Памяти Чеховича	Самарский НИИСХ	50	28,8	0,288	80	40,5	0,405	4,60	63,0	14,25	3,6
Триада		10	7,7	0,077	15	10,7	0,047	5,01	64,0	14,76	3,1
Саратовская золотистая	НИИСХ Юго-Востока	70	35,8	0,358	70	53,8	0,538	3,64	64,5	15,05	3,5
Луч 25		30	19,4	0,194	80	68,7	0,687	4,65	67,5	14,19	3,5
Лавина	НПЦ ЗИР РК	50	24,6	0,246	90	25,6	0,256	3,89	66,0	15,30	3,2
Наурыз 6		50	24,6	0,246	90	42,3	0,423	3,89	62,0	15,15	3,2
Оазис	ФАНЦА	90	56,9	0,569	100	72,3	0,723	4,33	66,0	14,23	3,6
Памяти Янченко		70	47,5	0,475	100	82,1	0,821	3,88	68,0	14,96	3,3
Солнечная		100	56,9	0,569	100	70,6	0,706	3,85	61,0	14,85	3,6
Odisseo	Италия	50	26,4	0,264	5	2,7	0,027	3,79	64,5	16,65	2,9
Омская 38	Омский АНЦ	50	28,8	0,288	50	35,3	0,353	3,78	-	-	-
Памяти Азеева		70	64,3	0,643	100	85,5	0,855	2,54	-	-	-
Саратовская 29	НИИСХ Юго-Востока	100	100,0	1	100	100,0	1	-	-	-	-

В результате исследований выявлено, что показатели урожайности в годы исследований варьировались в пределах от 3,64 т/га (Саратовская золотистая) до 5,00-5,18 т/га (Триада, Омский изумруд, Омский коралл).

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что показатели стекловидности образцов находились в диапазоне от 61,0% (Солнечная) до 68,5% (Памяти Янченко, Омский корунд). Стекловидность является важным наследственным признаком, оказывающим влияние на варочные свойства макарон и цвет пасты. Стекловидность тесно связана с технологическими свойствами зерна. Зерно твердой пшеницы с повышенным процентом стекловидности характеризуется как более

плотное по консистенции. Уменьшение процента стекловидности влияет на снижение частиц семялины [11]. Среди изученных образцов наиболее ценными являются Омский корунд, Луч 25, Памяти Янченко, так как данные образцы демонстрируют максимальные значения развития данного признака.

Отмечено, что содержание белка в зерне твердой пшеницы у всех исследуемых образцов, за исключением Омский циркон, Саратовская золотистая, Лавина, Наурыз 6, Odisseo (15,05-16,65), находилось в пределах нормы (13,5-15%) (табл. 2).

Цвет сухих макарон является одним из показателей качества макаронной продукции [2]. По

оценке цвета сухих макарон высокие значения наблюдались у сортов: Жемчужина Сибири, Омская бирюза, Омский изумруд, Омский коралл, Омский корунд, Омский циркон, Омская степная, Омская янтарная, Памяти Чеховича, Оазис, Солнечная (3,6-4,05). У оставшихся образцов признак варьировался в пределах 3-3,5 (табл. 2).

Выводы

1. В условиях Западной Сибири иммунитет к популяции стеблевой ржавчины проявили линии твердой пшеницы с генами Sr: Sr23, Sr31, Sr38, Sr39, Sr40 и комбинациями генов Sr6, 24, 36 и 1RS-Am, Sr21, Sr31.

2. Анализируя устойчивость к стеблевой ржавчине, установлено, что резистентность продемонстрировали сорта Триада, Odisseo, Омский коралл. Средней восприимчивостью обладали сорта Омский изумруд, Луч 25.

3. По значениям ИУ сорта разделены на группы устойчивости. В группу высокоустойчивых вошли сорта: Омский изумруд, Омский коралл, Омская степная, Лавина, Триада, Odisseo. В группу со средней устойчивостью – Жемчужина Сибири, Омская бирюза, Омский корунд.

4. По значениям ПКРБ к высокоустойчивым образцам можно отнести Триада, Омский изумруд, Омский коралл.

5. Выявлены сорта, демонстрировавшие высокие значения по признакам:

- урожайность: Омский изумруд, Омский коралл, Триада;
- стекловидность: Луч 25, Омский корунд, Памяти Янченко;
- содержание белка в зерне: Лавина, Наурыз 6, Омский циркон, Саратовская золотистая;
- цвет макарон: Жемчужина Сибири, Омская бирюза, Омский изумруд, Омский коралл, Омский корунд, Омская степная, Омский циркон, Омская янтарная, Оазис, Памяти Чеховича, Солнечная.

6. По комплексу признаков выделены сорта: Триада, Омский коралл, Омский изумруд.

Библиографический список

1. URL: <https://www.world-grain.com/articles/8777-global durum-wheat-use-trending-up-ward> [accessed Sep. 12, 2020]. – Текст: электронный.
2. Ляпунова, О. А. Сорта и линии, пополнившие генофонд твердой пшеницы ВИР в 2000-2019 гг. / О. А. Ляпунова, А. С. Андреева. – Текст: электронный // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – № 181 (1) – С. 7-16. – doi.org/10.30901/2227-8834-2020-1-7-16.
3. Гончаров, С. В. Перспективы развития российского рынка твердой пшеницы / С. В. Гончаров, М.Ю. Курашов. – Текст: электронный // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (57). – С. 66-75. – doi.org/10.17238/issn2071-2243.2018.2.66.
4. Evaluation of resistance of spring durum wheat germplasm from Russia and Kazakhstan to fungal foliar pathogens / E. Gulyaeva, E. Gulyaeva, V. Yusov [et al.] // Cereal research communications. – 48. – P. 71-79. – doi.org/10.1007/s42976-019-00009-9.
5. Характеристика устойчивости образцов твердой пшеницы из питомников КАСИБ к возбудителю стеблевой ржавчины в условиях Западной Сибири / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, Л. В. Мешкова [и др.]. – Текст: непосредственный // АгроЭкоинфо. – 2018. – № 2 (32).
6. URL: <http://rusttracker.cimmyt.org/?p=7143> [accessed Sep. 12, 2020]. – Текст: электронный.
7. Стеблевая ржавчина в Западной Сибири – расовый состав и эффективные гены устойчивости / В. П. Шаманин, И. В. Потоцкая, С. С. Шепелев [и др.]. – Текст: электронный // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2020. – Т. 24, № 2. – С. 131-138. – doi.org/10.18699/VJ20.608/
8. Peterson, R. F. (1948). A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals / R. F. Peterson, A. B. Campbell, A. E. Hannah // Canadian Journal of Research, Section A, 26. – P. 26: 496-500. – doi.org/10.1139/cjr48c-033.

9. Койшыбаев, М. Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням: методические указания / М. Койшыбаев, В. П. Шаманин, А. И. Моргунов. – Анкара, 2014. – 58 с. – Текст: непосредственный.

10. Синицын, С. С. Новая методика массового определения макаронных свойств пшеницы / С. С. Синицын, Ю. В. Колмаков, А. И. Юферова. – Текст: непосредственный // Селекция и семеноводство. – 1972. – № 2. – С. 30-34.

11. Евдокимов, М. Г. Стекловидность зерна твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири / М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов, И. В. Пахотина, М. Н. Кирьякова. – Текст: электронный // Зерновое хозяйство России – 2019. – № 5 (65). – С. 24-28. – doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-24-28.

References

1. URL: <https://www.world-grain.com/articles/8777-global-durum-wheat-use-trending-upward> [accessed Sep. 12, 2020].

2. Lyapunova, O. A. Sorta i linii, popolnivshie genofond tverdoj pshenitsy VIR v 2000–2019 gg. / O. A. Lyapunova, A. S. Andreeva // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selektsii. – 2020. – № 181(1) – S. 7-16. doi.org/10.30901/2227-8834-2020-1-7-16.

3. Goncharov, S. V. Perspektivy razvitiya rossijskogo rynka tverdoj pshenitsy / S. V. Goncharov, M. Yu. Kurashov. – Текст: непосредственный // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 2 (57). – S. 66-75. doi.org/10.17238/issn2071-2243.2018.2.66

4. Evaluation of resistance of spring durum wheat germplasm from Russia and Kazakhstan to fungal foliar pathogens / E. Gulyaeva, E. Gulyaeva, V. Yusov [et al.] // Cereal research communications. – 48. – P. 71-79. – doi.org/10.1007/s42976-019-00009-9.

5. Harakteristika ustojchivosti obraztsov tverdoj pshenitsy iz pitomnikov KASIB k vozбудителю steblevoj rzhavchiny v usloviyah Zapadnoj Sibiri / V. S. Yusov, M. G. Evdokimov, L. V. Meshkova [i dr.]. – Текст: непосредственный // AgroEkoinfo. – 2018. – № 2 (32).

6. URL: <http://rusttracker.cimmyt.org/?p=7143> [accessed Sep. 12, 2020].

7. Steblevaya rzhavchina v Zapadnoj Sibiri – rasovyy sostav i effektivnye geny ustojchivosti / V. P. Shamanin, I. V. Potockaya, S. S. Shepelev [i dr.]. – Текст: непосредственный // Vavilovskij zhurnal genetiki i selektsii. – 2020. – Т. 24. № 2. – S. 131-138. doi.org/10.18699/VJ20.608.

8. Peterson, R. F. (1948). A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals / R. F. Peterson, A. B. Campbell, A. E. Hannah // Canadian Journal of Research, Section A, 26. – P. 26: 496-500. – doi.org/10.1139/cjr48c-033.

9. Kojshybaev, M. Skrininng pshenitsy na ustojchivost' k osnovnym boleznyam: metodicheskie ukazaniya / M. Kojshybaev, V. P. Shamanin, A. I. Morgunov. – Анкара, 2014. – 58 с. – Текст: непосредственный.

10. Sinitsyn, S. S. Novaya metodika massovogo opredeleniya makaronnyh svoystv pshenitsy / S. S. Sinitsyn, Yu. V. Kolmakov, A. I. Yuferova. – Текст: непосредственный // Seleksiya i semenovodstvo. – 1972. – № 2. – S. 30-34.

11. Evdokimov, M. G. Steklovidnost' zerna tverdoj yarovoj pshenitsy v usloviyah Zapadnoj Sibiri / M. G. Evdokimov, V. S. Yusov, I. V. Pahotina, M. N. Kir'yakova. – Текст: непосредственный // Zernovoe hozyajstvo Rossii – 2019. – № 5 (65). – S.24-28. doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-24-28.

