

АДАПТИВНОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ СЕЛЕКЦИИ ФАНЦ СЕВЕРО-ВОСТОКА

Т. К. Шешегова, доктор биологических наук,
И. Н. Щенникова, член-корреспондент РАН,
Л. М. Щекленна, кандидат сельскохозяйственных наук,
Е. В. Дягилева, магистр

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого,
610007, Киров, ул. Ленина, 166а
E-mail: immunitet@fanc-sv.ru

Исследования проводили с целью анализа адаптивного потенциала сортов ярового ячменя селекции Федерального аграрного научного центра Северо-Востока по урожайным свойствам и устойчивости к грибным болезням. Работу выполняли в 2018–2021 гг. в условиях Кировской области. Материалом для исследований были 9 сортов ярового ячменя, созданных в период с 1992 по 2021 гг., и наиболее востребованных в производстве. Оценку статистических параметров b_i и S_i^2 проводили по методике S.A. Eberhart, W.A Russell (1966) в изложении В.А. Зыкина и др. (1984); коэффициент адаптивности (K_a) определяли методом Л.А. Животковой и др. (1994). Выявлена индивидуальная реакция изучаемых сортов ячменя на условия среды. Наиболее высокоурожайным был новый сорт Боярин (5,7 т/га), наименее урожайным – Эколог (4,4 т/га). Интенсивные сорта с широкой нормой реакции и высоким продукционным потенциалом – Тандем ($b_i = 1,32$; $S_i^2 = 0,27$) и Боярин ($b_i = 0,89$; $S_i^2 = 0,34$). Они отзывчивы на улучшение условий среды, но отличаются экологической нестабильностью. Поэтому их следует высевать в наиболее благоприятные годы и на высоком агрофоне. Пластичностью и высоким адаптивным потенциалом отличаются сорта Новичок ($b_i = 1,22$; $S_i^2 = 0,05$), Родник Прикамья ($b_i = 1,10$; $S_i^2 = 0,02$) и Добряк ($b_i = 1,34$; $S_i^2 = 0,001$). Их можно высевать в более сложных агроэкологических условиях, где они дадут максимальную отдачу при минимуме затрат. Лучшее иммунологическое состояние отмечено у сортов Памяти Родины, Добряк, Боярин и новых перспективных линий 52-12 и 94-13. При этом достоверное (при $P \geq 0,95$) негативное влияние на элементы продуктивности растений установлено только в связи с развитием сетчатой пятнистости ($r = -0,42... - 0,73$).

ADAPTABILITY OF SPRING BARLEY CULTIVARS BRED IN FARC OF THE NORTH-EAST

T. K. Sheshegova, I. N. Shchennikova, L. M. Shchekleina, E. V. Diaghileva

Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky,
610007, Kirov, ul. Lenina, 166a
E-mail: immunitet@fanc-sv.ru

The work was carried out at the Federal Agricultural Research Center of the North-East in 2018–2021., and most in demand in production. The research material was 9 cultivars of spring barley, created from 1992 to 2021. The purpose of the research: analysis of the adaptive potential of cultivars for yielding properties and resistance to fungi diseases. Evaluation of statistical parameters b_i and S_i^2 was carried out according to the methodology of S.A. Eberhart, W.A Russell (1966) in the presenting of V.A. Zykina and others (1984); adaptive coefficient (K_a) – according to the method of L.A. Zhivotkova and others (1994). The individual reaction of the studied barley cultivars to environmental conditions was revealed. The most high-yielding is the new cv. Boyarin (5.7 tons/ha), and the least productive is cv. Ecolog (4.4 tons/ha). Cv. Tandem ($b_i = 1.32$; $S_i^2 = 0.27$) and Boyarin ($b_i = 0.89$; $S_i^2 = 0.34$) are both of intensive type with high yield potential with a wide reaction rate. They are responsive to improving environmental conditions, so they should be sown in the most favorable years and on a high agrophone but are environmentally unstable. Plasticity and high adaptive potential differ in cv. Novichok ($b_i = 1.22$; $S_i^2 = 0.05$), Rodnik Prikamya ($b_i = 1.10$; $S_i^2 = 0.02$) and Dobryak ($b_i = 1.34$; $S_i^2 = 0.001$). So they can be sown in more complex agro-ecological conditions where they will give maximum returns at a minimum costs. The best immunological condition was noted for the cv. Pamyaty Rodinoy, Dobryak, Boyarin and the new promising lines 52-12 and 94-13. At the same time, a reliable (at $P \geq 0.95$) negative effect on the elements of plant productivity was established only for development of net blotch ($r = -0.42... - 0.73$).

Ключевые слова: ячмень (*Hordeum vulgare* L.), урожайные свойства, биотическая устойчивость, адаптивность, пластичность, стабильность.

Key words: barley (*Hordeum vulgare* L.), yielding properties, biological resistance, adaptability, plasticity, stability.

Специфические природные условия Евро-Северо-Востока (неустойчивая температура в летний период, недостаточное и неравномерное выпадение осадков, относительно низкое плодородие почвы и повышенная ее кислотность) провоцируют усиление вредоносности грибных болезней (корневые гнили, пыльная головня, пятнистости листьев – полосатая, сетчатая, темно-бурая), что повышает требования к новым сортам по биотической устойчивости и урожайным свойствам. Следует отметить, что современные сорта ярового ячменя селекции ФАНЦ Северо-Востока имеют достаточно высокий продукционный потенциал [1], а некоторые из них характеризуются генетически обусловленной устойчивостью к наиболее опасным фитопатогенам [2]. Однако реализацию этих свойств сдерживает чувствительность

генотипов к неблагоприятно складывающимся факторам среды (погодным, почвенным, хозяйственным), особенно, в условиях усиливающейся нестабильности климата, что увеличивает риски при производстве зерна. Поэтому селекционные программы должны быть направлены на создание селекционно- и иммунологически ценных форм с высокой приспособленностью к меняющимся средовым факторам, поскольку отзывчивость сорта на улучшение или ухудшение условий возделывания в значительной степени определяет его долговечность в производстве [3] и служит важным резервом увеличения продукции [4].

За последние 30 лет в ФАНЦ Северо-Востока создано более 20 новых пленчатых сортов ярового ячменя. На сегодняшний день семь из них районированы по 4 региону

и занимают в зерновом клине Кировской области более 30 %. Но их возделывание не всегда дает ожидаемый результат, главным образом, из-за недооценки адаптивных свойств культивируемых и вновь создаваемых сортов.

В связи с этим, целью наших исследований был анализ адаптивного потенциала сортов ячменя селекции ФАНЦ Северо-Востока по урожайным свойствам и устойчивости к основным болезням на основе расчетов основных статистических параметров.

Методика. Работу выполняли в 2018–2021 гг. на базе ФГБНУ Федеральный аграрный научный центр имени Н. В. Рудницкого (ФАНЦ Северо-Востока) в соответствии с планом НИР в рамках государственного задания № 0767-2019-0093. Изучено 9 сортов и новых линий ярового пленчатого ячменя селекции ФАНЦ Северо-Востока, созданных за 30 летний период. Среди них сорта Эколог (районирован в 1992 г.), Новичок (2002 г.), Тандем (2008 г.), Родник Прикамья (2011 г.), Памяти Родины (2014 г.), Добряк (2020 г.) Боярин (на Государственном испытании с 2021 г.), линии 52-12 и 94-13 (в питомнике конкурсного испытания – КСИ). На сегодняшний день перечисленные сорта наиболее востребованы в производстве, а линии проходят последний этап селекционного изучения. Их высевали в КСИ на делянках с учетной площадью 10 м² в 4-х кратной повторности и на фитопатологическом участке (ФПУ) на делянках 1 м² в двукратной повторности. В питомнике КСИ сорта оценивали по урожайности и элементам продуктивности растений с использованием методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985); на ФПУ растения инокулировали видами *Helminthosporium* spp. (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem, телеоморфа *Cochliobolus*

Статистическую обработку проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07.) и Microsoft Office Excel. Оценку адаптивных свойств осуществляли по методике S.A. Eberhart, W.A Russell (1966) в изложении В.А. Зыкина и др. (1984). Метод основан на расчете линейной регрессии (b_i), отражающий экологическую пластичность генотипа, и среднего квадратичного отклонения от линий регрессии (S_i^2), определяющего его стабильность в меняющихся условиях среды. Биологическое обоснование этих критериев заключается в следующем: чем больше величина b_i , тем выше реакция сорта на изменения условий среды и, наоборот, чем меньше S_i^2 , тем выше его экологическая стабильность [8, 9, 10]. Коэффициент адаптивности (Ка) рассчитывали по методу Л.А. Животковой и др. (1994) [11], который основан на сравнении урожайности сортов со средней величиной этого признака по каждому году.

Результаты и обсуждение. Расчет параметров адаптивности изучаемых сортов по урожайным свойствам и устойчивости к болезням связан с тем, что для этих признаков характерны достаточно сильные взаимодействия в системе «генотип-среда» [11]. По результатам дисперсионного анализа установлено, что включенные в модель генотипические и средовые факторы оказывали достоверное влияние на урожайность (табл. 1). Доминировала генотипическая составляющая признака – 81,4 %, однако достаточно высоким было и взаимодействие факторов «сорт – год» – 14,3 %, что свидетельствует о необходимости оценки адаптивности у новых и старых сортов ячменя.

Табл. 1. Вклад генотипа и среды в изменчивость урожайности сортов ячменя*

Источник варьирования	ss	df	ms	F	НСР	Доля влияния фактора, %
Общее	223,34	107	–	–	–	100
Блоки	7,40	3	2,46	11,34	–	3,3
Варианты	198,96	26	7,65	35,16	0,65	89,0
Фактор А (сорт)	162,05	8	20,25	93,07	0,37	81,4
Фактор В (год)	8,38	2	4,19	19,25	0,21	4,2
Взаимодействие АВ	28,52	16	1,78	8,19	0,65	14,3
Случайные отклонения	16,97	78	0,21	–	–	7,6

*значимо при $P \geq 0,05$

sativus Ito et Kurib. – корневые гнили и темно-бурая пятнистость; *Drechslera teres*, телеоморфа *Pyrenophora teres* Shoem. – сетчатая пятнистость) и оценивали по устойчивости к этим болезням. При инокуляции и учете поражения использовали общеизвестные методики [5, 6, 7]. Метеоусловия в годы исследований значительно различались по уровню температуры и осадков в наиболее важные периоды вегетации, о чем свидетельствуют величины гидротермических коэффициентов (ГТК). В межфазный период посев–кущение величина ГТК варьировала от 0,11 до 3,41, всходы–колошение – от 0,67 до 1,87, колошение–созревание – от 1,40 до 1,82. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая окультуренная: содержание гумуса (по Тюрину, ГОСТ 26213-91) – 2,43 %, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову, ГОСТ 26207-91) – 350...504 мг/кг и 200...240 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки (ГОСТ 26212-91) – 5,7...6,7 ед.

В годы исследований наиболее благоприятным для формирования урожая ячменя был 2020 г., о чем свидетельствует относительно высокий индекс среды ($I_i = 1,70$), а условия 2018 и 2019 гг. с учетом отрицательных его величин ($I_i = -0,30$ и $-0,97$) можно считать недостаточно комфортными. Судя по коэффициенту вариации ($V = 20,9...39,1$ %), все изучаемые генотипы отличались значительной изменчивостью урожайности (табл. 2). Кроме того, для сортов Тандем и Родник Прикамья характерна также сильная вариабельность продуктивности колоса (25,0 и 37,2 %) и растения (27,4 и 34,1 %). Наименее подверженным влиянию среды элементом продуктивности была масса 1000 зерен ($V = 1,3–7,2$ %).

Максимальная в опыте урожайность отмечена в 2020 г. Она составила в среднем 6,71 т/га, варьируя от 5,67 т/га (Эколог) до 7,51 т/га (Тандем) при $НСР_{05} = 0,65$ т/га, $p = 4,66$. За годы исследований самыми продук-

Табл. 2. Динамика и изменчивость урожайных свойств сортов ячменя

Сорт	Урожайность, т/га		Масса зерна с колоса, г		Масса зерна с растения, г		Масса 1000 зерен, г	
	средняя	V, %	средняя	V, %	средняя	V, %	средняя	V, %
Эколог	3,92	25,3	0,86	6,7	1,33	16,7	42,19	4,9
Новичок	4,46	34,9	0,91	8,0	1,40	14,8	43,47	1,3
Тандем	5,31	38,0	0,80	25,0	1,00	34,1	35,40	5,0
Родник Прикамья	4,48	31,6	0,87	37,2	1,19	27,4	44,41	2,9
Памяти Родины	4,05	29,0	0,90	7,2	1,56	14,7	46,62	6,9
Добряк	4,57	38,3	0,84	9,6	1,37	27,3	44,76	4,3
Боярин	5,15	20,9	0,88	12,9	1,50	16,3	42,95	7,2
52-12	5,12	23,8	0,92	7,6	1,40	17,0	44,36	4,4
94-13	4,60	39,1	0,87	25,5	1,38	2,1	43,26	7,0
НСР	0,77		0,15		0,37		3,0	

тивными с достоверно доказанной ($P \geq 0,95$) прибавкой урожайности были сорта Боярин (5,15 т/га) и Тандем (5,31 т/га), наименее продуктивными – старый сорт Эколог (4,93 т/га) и новая линия 94-13 (4,60 т/га).

Особую ценность имеют пластичные сорта с достаточно высокой урожайностью, коэффициентом регрессии 1 и более и стабильностью, близкой к 0 [4, 12]. В этом случае показатели урожайных и прочих свойств конкретного генотипа адекватны изменению условий среды. Оценивая изучаемые генотипы ячменя по урожайности, можно выделить сорта Добряк, Новичок и Родник Прикамья с коэффициентами b_i от 1,10 до 1,34 и Si^2 – 0,001 до 0,02, которые характеризуются наибольшей для опыта экологической пластичностью и стабильностью (табл. 3). Адаптивность сорта Родник Прикамья также подтверждают соответствующие величины b_i и Si^2 элементов продуктивности растений.

Сорта интенсивного типа, которые имеют высокие значения b_i и Si^2 , высокоурожайны и хорошо отзываются на улучшение условий среды, но не отличаются стабильностью. В наших исследованиях к таким генотипам можно отнести сорта Тандем ($b_i = 1,32$; $Si^2 = 0,27$) и Боярин ($b_i = 0,89$; $Si^2 = 0,34$).

Генотипы, у которых b_i значительно меньше 1 и даже имеет отрицательную величину, не отличаются высокой пластичностью и слабо реагируют на изменения среды [13]. К этой группе можно отнести сорта Эколог ($b_i = 0,75$) и Памяти Родины ($b_i = 0,76$), а также новые линии 94-13 ($b_i = 0,79$) и 52-12 ($b_i = 0,83$), хотя для линий харак-

терна высокая стабильность в формировании элементов продуктивности растений.

Расчет коэффициента адаптивности выявил 5 сортов с $Ka > 100$ (Боярин – 117, Тандем – 104, Родник Прикамья и Новичок – 102, Добряк – 101), которые можно отнести к наиболее адаптивным. Наименьшая величина Ka (88) отмечена у сорта Эколог.

Иммунологическую характеристику сортов давали на основании наибольшего развития болезней в годы исследований. По отношению к сетчатой пятнистости 6 сортов (Эколог, Памяти Родины, Добряк, Боярин, 52-12 и 94-13) с развитием болезни до 25 % характеризовались как среднеустойчивые (табл. 4). Устойчивостью к темно-бурой пятнистости отличался сорт Эколог, сорт Родник Прикамья был отнесен к группе восприимчивых. Остальные генотипы характеризовались средней устойчивостью к болезни. По отношению к корневым гнилям выделяется устойчивая линия 94-13 и умеренноустойчивые – Новичок, Тандем и Боярин, остальные характеризовались как среднеустойчивые. Таким образом, лучшее иммунологическое состояние просматривается у сортов Памяти Родины, Добряк, Боярин, 52-12 и 94-13.

По результатам дисперсионного анализа выявлен доминирующий вклад генотипа в проявление гельминтоспориозных болезней. Однако в зависимости от вида болезни, типа инфекции (почвенная, аэрогенная) и, вероятно, возбудителя доля его существенно отличалась. Как правило, почвенная инфекция (аборигенная

Табл. 3. Параметры пластичности и стабильности сортов ячменя по урожайным свойствам

Сорт	Урожайность		Масса зерна с колоса		Масса зерна с растения		Масса 1000 зерен	
	b_i	Si^2	b_i	Si^2	b_i	Si^2	b_i	Si^2
Эколог	0,75	0,01	-0,55	0,001	-0,41	0,06	-1,10	3,98
Новичок	1,22	0,05	1,04	0,003	0,75	0,04	0,39	0,91
Тандем	1,32	0,27	1,47	0,042	1,19	0,11	1,01	2,49
Родник Прикамья	1,10	0,02	1,59	0,003	1,74	0,03	0,95	0,55
Памяти Родины	0,76	0,06	0,67	0,001	1,29	0,00	1,74	8,67
Добряк	1,34	0,001	1,02	0,000	1,96	0,04	1,33	1,58
Боярин	0,89	0,34	0,56	0,011	-0,70	0,07	1,11	11,77
52-12	0,83	0,01	0,76	0,002	1,38	0,002	1,38	1,44
94-13	0,79	1,12	2,42	0,016	1,81	0,06	2,20	2,67

Табл. 4. Развитие гельминтоспориозных болезней и параметры пластичности и стабильности

Сорт	Сетчатая пятнистость				Темно-бурая пятнистость				Корневые гнили			
	lim, %	X, %	b_i	Si^2	lim, %	X, %	b_i	Si^2	lim, %	X, %	b_i	Si^2
Эколог	7,6...18,3	13,6	0,80	1,73	9,5...11,0	10,4	0,16	0,04	16,9...22,9	19,9	6,84	6,32
Новичок	8,5...45,0	19,4	2,16	202,0	11,0...21,0	15,4	1,10	4,34	12,0...14,0	12,8	0,64	1,06
Тандем	18,0...30,0	22,3	0,46	31,33	4,5...17,1	11,9	1,33	1,47	12,5...13,8	13,3	1,60	0,26
Родник Прикамья	16,5...26,0	19,5	0,46	19,32	7,2...27,0	14,8	1,75	21,68	10,6...18,4	14,8	7,64	12,12
Памяти Родины	10,5...20,2	15,4	0,55	8,89	7,0...20,4	13,1	1,23	3,53	16,0...18,5	17,6	5,45	0,30
Добряк	4,5...23,7	14,6	1,51	1,23	4,5...16,5	12,3	1,19	3,95	11,0...19,0	14,1	4,16	17,62
Боярин	8,5...23,0	15,2	1,27	3,22	6,0...20,4	12,2	0,90	30,06	14,3...16,0	15,4	3,72	0,17
52-12	7,2...20,0	13,8	0,80	11,89	11,1...19,3	14,9	0,63	5,60	15,5...19,0	17,1	7,39	0,02
94-13	10,0...23,2	14,7	0,99	7,60	8,0...15,0	12,0	0,71	0,14	9,5...10,8	10,2	1,86	0,23

и интродуцированная) менее подвержена влиянию климатических факторов [14]. Так, в развитии корневых гнилей и темно-бурой пятнистости, обусловленных паразитизмом *B. sorokiniana*, вклад генотипа составлял 86,4 % и 64,3 % соответственно, сетчатой пятнистости (*D. teres*) – 48,2 %. Кроме того, в степени поражения пятнистостями велика доля взаимодействий генотипа с условиями года (35,2 % – темно-бурая, 45,5 % – сетчатая), а также случайных, неучтенных факторов (10,7 % – темно-бурая, 17,5 % – сетчатая).

При оценке изучаемого генофонда по уровню линейной регрессии просматриваются более высокие значения b_i по развитию сетчатой пятнистости у сортов Новичок, Добряк и Боярин; темно-бурой пятнистости – Новичок, Тандем, Родник Прикамья, Памяти Родины и Добряк; корневых гнилей – Эколог, Тандем, Родник Прикамья и 52-12. Это свидетельствует о большом влиянии среды на проявление тех или иных гельминтоспориозных болезней у этих сортов. Необходимо постоянное проведение фитосанитарного мониторинга и своевременных защитных мероприятий для их ограничения. Слабая генотипическая реакция (при $b_i < 1$) в связи с изменением условий среды по признаку «развитие сетчатой пятнистости» выявлена у сортов Эколог, Тандем, Родник Прикамья, Памяти Родины, 52-12 и 94-13; «развитие темно-бурой пятнистости» – Эколог, Боярин, 52-12 и 94-13; «развитие корневых гнилей» – Новичок, Памяти Родины, Добряк, Боярин, 94-13. Фитосанитарное состояние их посевов было достаточно стабильным при разных условиях среды.

К числу наименее поражаемых относят и генотипы с невысокими значениями Si^2 стабильно устойчивые во времени и пространстве. Этим свойством отличаются Добряк, Эколог и Боярин (сетчатая пятнистость), Эколог, Тандем и 94-13 (темно-бурая пятнистость), 52-12, 94-13, Боярин, Памяти Родины и Тандем (корневые гнили).

В ходе корреляционного анализа установлено, что достоверное (при $P \geq 0,95$) отрицательное влияние на элементы продуктивности растений оказывало развитие только сетчатой пятнистости: на массу зерна с колоса – $r = -0,42$, на массу 1000 зерен – $r = -0,60$, на массу зерна с растения – $r = -0,73$. Однако отрицательная зависимость между развитием болезней и урожайностью сортов статистически не доказана: сетчатая пятнистость – $r = -0,39$, корневые гнили – $r = -0,28$, темно-бурая пятнистость – $r = -0,17$.

Таким образом, в результате исследований выявлена индивидуальная реакция изучаемых сортов ячменя на условия среды. Эти знания приобретают важное

практическое значение, особенно, в современных экономических реалиях при определенной конъюнктуре на семена. Наиболее высокую урожайность формирует новый сорт Боярин (5,7 т/га), самую низкую – Эколог (4,4 т/га). К интенсивным сортам с высоким генетическим потенциалом продуктивности можно отнести Тандем ($b_i = 1,32$; $Si^2 = 0,27$) и Боярин ($b_i = 0,89$; $Si^2 = 0,34$). Они одинаково реагируют как на улучшение, так и на ухудшение условий среды. Поэтому с учетом нестабильности урожайных свойств их следует высевать в наиболее благоприятных условиях.

Пластичностью и высоким адаптивным потенциалом характеризуются сорта Новичок ($b_i = 1,22$; $Si^2 = 0,05$), Родник Прикамья ($b_i = 1,10$; $Si^2 = 0,02$) и Добряк ($b_i = 1,34$; $Si^2 = 0,001$). Их можно высевать в более сложных агроэкологических условиях.

Лучшее иммунологическое состояние отмечено у сортов Памяти Родины, Добряк, Боярин и новых линий 52-12 и 94-13. При этом достоверное (при $P \geq 0,95$) негативное влияние на элементы продуктивности растений установлено только в связи с развитием сетчатой пятнистости.

Литература.

- Щенникова И.Н., Зайцева И.Ю., Носкова Е.Н. Современные подходы к моделированию сортов ячменя для Волго-Вятского региона // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 2. С. 20-24. doi: 10.31857/S2500262721020046.
- Шешигова Т.К., Щенникова И.Н., Щеклеина Л.М., Коккина Л.П. Источники устойчивости ярового ячменя к гельминтоспориозным болезням и их использование в селекции // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 54. С. 9-14. doi: 10.30766/2072-9081.2016.54.5.09-14.
- Пономарева С.В. Экологическая пластичность и стабильность по урожайности семян и зеленой массы гороха полевого в условиях Волго-Вятского региона // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2 (30). С. 43-48. doi: 10.24411/2309-348X-2019-11086.
- Глаз Н.В., Васильев А.А., Дергилева Е.Е., Удлвицкий А.С., Тайков В.В., Мушинский А.А., Рутц А.В. Экологическая пластичность и стабильность сортов картофеля селекции Костанайского НИИСХ // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 2 (50). С. 13-22. doi: 10.24411/1999-6838-2019-12015.
- Григорьев М.Ф. Методические указания по изучению устойчивости зерновых культур к корневым гнилям. Ленинград: ВИР, 1976. 60 с.

6. Родина Н.А., Ефремова З.Г. Методические рекомендации по селекции ячменя на устойчивость к болезням и их применение в НИИСХ Северо-Востока. М.: ВАСХНИЛ, 1986. 79 с.
7. Афанасенко, О.С. Устойчивость ячменя к гемибактериальным патогенам / О.С. Афанасенко // Идентифицированный генофонд растений и селекция: Сб. науч. трудов. СПб.: ВИР, 2005. С. 592-609.
8. Потанин В.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 3. С. 548-552.
9. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов ярового ячменя / Е.Г. Филиппов, Р.Н. Брагин, А.А. Донцова и др. // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 3 (27). С. 172-179. doi: 10.33952/2542-0720-2021-3-27-172-179.
10. Оценка экологической пластичности и стабильности перспективных сортов и линий озимого ячменя в конкурсном сортоиспытании / Е.Г. Филиппов, А.А. Донцова, Д.П. Донцов и др. // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 4 (76). С. 8-14. doi: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-8-14.
11. Животкова Л.А., Морозова З.Н., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности» // *Селекция и семеноводство*. 1994. № 2. С. 3-6.
12. Марухняк А. Я. Оценка адаптивных особенностей сортов ярового ячменя // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018. № 1. С. 67-72.
13. Максимов Р.А., Киселев Ю.А. Сравнительная оценка адаптивности и стабильности нового сорта ячменя памяти Чепелева // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 6. С. 33-36. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10608.
14. Левитин М.М. Защита растений от болезней при глобальном потеплении // *Защита и карантин растений*. № 8. 2012. С. 16-17.

Поступила в редакцию 14.02.2022

После доработки 10.03.2022

Принята к публикации 22.03.2022