

УДК 633.13:632.938.1

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ОВСА К ПЫЛЬНОЙ ГОЛОВНЕ

Т. П. Градобоева¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета, tp.gradoboeva@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8712-3083;

Г. А. Баталова², доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, зав. отделом селекции и семеноводства овса, g.batalova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3491-499X

¹ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 612500, Кировская обл., п. г. т. Фаленки, ул. Тимирязева, 3;

²ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 610007, г. Киров, ул. Ленина, 166А; e-mail: fss.nauka@mail.ru

Пыльная головня (*Ustilago avenae* (Pers.) Rostr.) – наиболее опасное и вредоносное заболевание с широким ареалом распространения. Цель наших исследований – провести скрининг генотипов овса ярового по устойчивости к пыльной головне и стабильности этого признака на искусственном инфекционном фоне, выявить устойчивые формы. Установлено, что наиболее высокая зависимость поражения сортов была в первые 5–10 дней после посева зараженными семенами от отрицательных температур на поверхности почвы (коэффициент корреляции (r) составил 0,95 и 0,90 соответственно), среднесуточной температуры воздуха ($r = 0,94–0,76$), минимальной на поверхности почвы ($r = 0,86$ и 0,82) и температуры почвы на глубине 5 см ($r = 0,87$ и 0,78). Влияние осадков отмечено в более поздний период – 30–60 дней после посева ($r = 0,88–0,72$). На инфекционном фоне оценено 296 сортов пленчатого и голозерного овса. Среди них выделены генотипы с очень высокой (188h12, 256h12, И-4845, 213h13, 233h13 и 256h13) и практической (119h11, 178h13, 194h13, 245h14, И-4857 и И-4903) устойчивостью с поражением от 0 до 5%. В условиях естественного развития болезни среди сортов с отсутствием признаков поражения из зарубежных сортов преобладали образцы из США и Германии, из отечественных – из Кировской и Ульяновской областей, Краснодарского края. Сорта 188h12, 256h12, И-4845 не реагировали на изменение среды ($b_i = 0$). Параметры изменчивости (V), стабильности (S^2) и стрессоустойчивости ($x_{\min} - x_{\max}$) данных генотипов равнялись 0. У сорта 119h11 отмечены высокая стабильность ($S^2 = 2,2$) и стрессоустойчивость ($x_{\min} - x_{\max} = -3,7$) признака. Сорта овса, выделенные по устойчивости к пыльной головне и стабильности данного признака на инфекционном фоне, актуально использовать в селекции на устойчивость к болезни.

Ключевые слова: овес, пыльная головня, сорт, устойчивость, стабильность.

Для цитирования: Градобоева Т. П., Баталова Г. А. Влияние факторов среды на устойчивость овса к пыльной головне // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 72–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-72-76



THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON OATS RESISTANCE TO LOOSE SMUT

T. P. Gradoboeva¹, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for immunity, tp.gradoboeva@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8712-3083;

G. A. Batalova², Doctor of Agricultural Sciences, professor, academician of RAS, head of the department of rye breeding and seed production, g.batalova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3491-499X

¹Federal Agricultural Research Center of the North-East, a branch of FSBSI Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky, 612500, Kirov region, v. of Falenkii, Timiryazev Str., 3;

²Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky, 610007, Kirov, Lenin Str., 166A; e-mail: fss.nauka@mail.ru

Loose smut (*Ustilago avenae* (Pers.) Rostr.) is the most dangerous and harmful disease with a wide distribution area. The purpose of the current study was to screen spring oat genotypes for resistance to loose smut and the stability of this trait on an artificial infectious background, and to identify resistant forms. There has been established that the large varieties damage in the first 5–10 days after sowing infected seed was caused by negative temperatures on the soil surface (correlation coefficient (r) was 0.95 and 0.90, respectively), and by average daily air temperature ($r = 0.94–0.76$), the minimum temperature on the soil surface ($r = 0.86$ and 0.82) and soil temperature at a depth of 5 cm ($r = 0.87$ and 0.78). The effect of precipitation was noted in a later period of 30–60 days after sowing ($r = 0.88–0.72$). On an infectious background there have been estimated 296 chaffy and hulled oats varieties. Among them there have been identified the genotypes with very high (188h12, 256h12, I-4845, 213h13, 233h13 and 256h13) and practical (119h11, 178h13, 194h13, 245h14, I-4857 and I-4903) resistance to the pathogen of 0 to 5%. In conditions of the natural development of the disease, the samples from the USA and Germany prevailed among foreign varieties with a lack of damage signs. Among the domestic ones the best results were identified in the varieties from Kirov and Ulyanovsk regions, Krasnodar Territory. The varieties 188h12, 256h12, I-4845 did not respond to changes in the environment ($b_i = 0$). The parameters of variability (V), stability (S^2), and stress resistance ($x_{\min} - x_{\max}$) of these genotypes were 0. The varieties 119h11 showed high stability ($S^2 = 2.2$) and stress resistance ($x_{\min} - x_{\max} = -3.7$) of the trait. The oats varieties, selected due to loose smut resistance and due to stability of this trait on an infectious background are of great importance in breeding varieties with resistance to this disease.

Keywords: oats, loose smut, variety, resistance, stability.

Введение. Овес – одна из основных зерновых культур кормового и продовольственного назначения. По распространению овес занимает пятое место в мире после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя. Он возделывается преимущественно в зонах умеренного климата

Европы, Северной Америки и Австралии. Зерно содержит 10–15% белка, 40–45% крахмала, 5–6% жира, богато витамином B₁ (тиамином), соединениями железа, кальция, фосфора. Переработанное зерно овса включают как обязательный компонент в комбикорма (Ба-

талова, 2018). Овес широко применяется на зеленый корм, сено и силос как в чистых посевах, так и в смеси с бобовыми культурами. В пищевой промышленности из зерна изготавливают крупу, муку, толокно, суррогат кофе, галеты, печенье и др. Продукты, изготовленные из зерна овса, хорошо усваиваются организмом и имеют диетическое значение (Юдин и др., 2018). Однако, несмотря на ценность этой культуры, по данным Росстата, в 2018 г. по сравнению с 2017 г. посевные площади овса снизились на 1,3%, или на 38,6 тыс. га. За 5 лет этот показатель уменьшился на 14,8% (на 493,1 тыс. га). По отношению к 2017 г. валовые сборы сократились на 13,7% (на 748,9 тыс. т), за 5 лет – на 4,9% (на 240,2 тыс. т). Болезни, наряду с изменениями климата и нарушением агротехнологий, лимитируют получение стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур (Санин, 2016).

Пыльная головня (*Ustilago avenae* (Pers.) Rostr.) среди многочисленных болезней овса является наиболее опасным и вредоносным заболеванием с широким ареалом распространения (Zuo et al., 2019). Потери урожая от пыльной головни, в зависимости от степени поражения, варьируют от 10 до 90% и даже полной гибели посевов (Градобоева и Баталова, 2016). При сильном поражении колоски метелки чаще всего разрушаются полностью, превращаясь в черную пылящую массу. При частичном поражении из-за продуктов жизнедеятельности патогена крупность зерна и его качество снижаются (Кабашов и др., 2017). В естественных условиях заражение растений происходит летом во время и после цветения овса, а также во время уборки. Телиоспоры, попадая на цветок, завязь и под чешуи, прорастают и образуют споридии. Споридии прорастают в гифы, которые проникают в ростки овса во время прорастания зерна. В период формирования метелки патоген обильно разрастается, образуя новое поколение телиоспор.

Применение химических средств защиты экономически не всегда рентабельно и экологически безопасно. Устойчивость к инфекционным болезням рассматривается как один из первостепенных критериев оценки адаптивной способности растений (Свиркова и др., 2016). Несмотря на успехи селекции растений на иммунитет, многие районированные сорта различных сельскохозяйственных культур и сорта, перспективные для районирования в будущем, характеризуются неустойчивостью к возбудителям болезней (Градобоева, 2018). В 2020 г. в Государственном реестре селекционных достижений по Волго-Вятскому региону допущено к использованию 39 сортов овса. Практически все они в той или иной степени поражаются пыльной головней. Создание устойчивых сортов усложняется приспособляемостью патогена к хозяину в процессе эволюции: появление новых рас патогена, поражающих уже созданные сорта, и др. При этом временные отрезки приспособляемости достаточно коротки для того, чтобы сорт снизил или потерял устойчивость. Решение вопроса пораженности овса по-прежнему остается актуальным. Кроме того, по мнению А. А. Старцева и др. (2016), реакция генотипов на изменения внешних условий разная и на межсортном уровне значительна, а возбудители болезней еще сильнее подвержены влиянию внешних факторов. Показатели устойчивости у большинства сортов варьируют по годам. Исходя из этого, важным является стабильное проявление устойчивости у перспективных сортов.

Цель исследований – проведение скрининга генотипов овса ярового по устойчивости к пыльной головне, оценка стабильности этого признака на искусственном инфекционном фоне и выявление устойчивых форм.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2016–2019 гг. в лабораторных и полевых условиях естественного развития болезни и на искусственном инфекционном фоне Фаленской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Инфекционный фон создавали путем заражения семян спорами гриба за месяц до посева, заспорение семян проводили методом ВИР (1978) в модификации (Градобоева и Баталова, 2016). Семена инокулировали смесью хламидоспор Кировской и фаленской популяций возбудителя, собранных на делянках селекционных питомников и на участках оригинального семеноводства.

На инфекционном фоне изучено 296 сортов плевчатого и голозерного овса. При тестировании сортов определяли количество больных и здоровых растений и метелок. При иммунологической характеристике сорта использовали максимальный показатель из полученных данных.

Метеорологические условия периода от посева до окончательной оценки генотипов овса на устойчивость к пыльной головне изменялись в годы исследований от засушливых и жарких в 2016 г. (ГТК = 0,7) до прохладных с избыточным увлажнением в 2019 (ГТК = 2,6) и 2015 гг. (ГТК = 1,9). В 2017 и 2018 гг. гидротермический коэффициент (Селянинов, 1928) составил в этот период 1,7 и 1,5 соответственно.

Стабильность сортов определяли по S. A. Eberhart, W. A. Russel (1966) в изложении В. З. Покудина (1973); устойчивость к стрессу – по А. А. Rossielle, J. Hemblin (1981) в изложении А. А. Гончаренко (2005); коэффициент адаптивности – по Л. А. Животову (1994). Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета селекционно ориентированных программ Agros 2.07.

Результаты и их обсуждение. Развитие патогенов и их жизнеспособность в большой степени зависят от условий окружающей среды, особенно в период контакта с растением-хозяином. Для развития возбудителя пыльной головни необходима определенная температура, особенно в первые 5–10 дней после посева. Оптимальная температура прорастания спор 20–25 °С, минимальная – 5 °С, максимальная – 30–35 °С. Характерной особенностью Кировской области является большая вероятность возврата заморозков до первой декады июня. При сравнении показателей поражения растений овса пыльной головней и метеорологических условий 2011–2019 гг. установлена высокая зависимость среднего по опыту поражения от отрицательных температур на поверхности почвы ($r = 0,95–0,90$) в первые 5–10 дней после посева. Степень поражения зависела от среднесуточной температуры воздуха за первые 5 дней после посева ($r = 0,94$) и за 10 дней ($r = 0,76$), от минимальной температуры за первые 5 дней на поверхности почвы и температуры почвы на глубине 5 см (соответственно $r = 0,86$ и $r = 0,87$) и 10 дней ($r = 0,82$ и $r = 0,78$). В последующем периоде различия по этим факторам были незначительны. Известно, что в начальный период прорастания спор зависит от влажности почвы. Влияние осадков на уровень поражения овса пыльной головней было отмечено в более поздний период, через 30–60 дней после посева ($r = 0,88–0,72$).

Наиболее благоприятные условия для развития заболевания наблюдали в 2015 г. Среднее поражение пыльной головней по всей выборке сортов было наиболее высоким ($33,1 \pm 2,6\%$) при индексе условий (I_j) +6,0. В 2018 г. наблюдали самое низкое значение показателя ($20,1 \pm 1,6\%$) при $I_j = -7,0$. В ряду других лет исследований наблюдали снижение поражения овса патогеном в среднем по опыту от $31,6 \pm 2,4$ до $25,5 \pm 2,5\%$ при $I_j = +4,5 \dots -1,6$. Отмечали реакцию ге-

нотипа на изменяющиеся условия среды. Коэффициент вариации (V) показателей поражения за годы исследований составил 79,9–93,8%. Наибольшая вариабельность поражения овса пыльной головней на инфекционном фоне была отмечена в 2019 г., низкая – в 2017 г. В условиях естественного развития болезни максимальное распространение пыльной головни было в 2015 г. (97,8%), минимальным – в 2018 г. (34,6%). Однако в отличие от искусственного инфекционного фона среднее по опыту поражение на фоне естественного поражения было более высоким в 2017 г. (3,6%). В 2015 и 2018 гг. эти показатели равнялись 1,2 и 1,0% соответственно. Сильное поражение в 2017 г. выявлено у пленчатых генотипов К-3006 (56,0%) и К-3712 (34,3%) из Германии; в 2019 г. – у голозерных BAYS-15 (80,2%), BAYS-157 (42,9%), BAYS-161 (35,3%) из Белоруссии, Соломон (82,2%) из Украины и PZS-LYM-01 (35,1%) из Китая. Отсутствие признаков поражения среди зарубежных сортов было отмечено у образцов из США и Германии, среди отечественных – из Кировской и Ульяновской областей, Краснодарского края.

Результаты оценки на инфекционном фоне за последние 5 лет (2015–2019 гг.) показали, что среди изученных образцов чаще всего (37,2%) встречались слабовосприимчивые к пыльной головне сорта и линии, поражение которых не превышало 25%. Доля высоко устойчивых (поражение – 0%) и прак-

тически устойчивых (поражение не превышало 5%) форм была не велика и составила соответственно 8,8 и 8,4%. Остальные образцы поразились в средней (25,3%) и в сильной (20,3%) степени с поражением соответственно не более и выше 50%. Максимальное поражение болезнью (100%) в 2015 г. выявлено у голозерных сортов Вятский, Багет и 407h06; в 2016 г. – у 683h05, 63h11 и 65h11; в 2017 г. – у И-4729 и Вятский; в 2019 г. – у 36h13 и Вятский. В 2018 г. генотипы с таким поражением не установлены. Сильнее других генотипов в 2019 г. поразился сорт 63h11 (71,4%). Во все годы исследований выделены генотипы, у которых признаки поражения пыльной головней отсутствовали. Резистентностью характеризовались только пленчатые сорта, голозерные формы не имели устойчивости к возбудителю болезни. Высокая устойчивость к местной популяции пыльной головни в течение ряда лет отмечена у сортов 188h12, 256h12, И-4845, 213h13, 233h13 и 256h13 (табл. 1). Особый интерес для селекции представляют практически устойчивые и устойчивые формы, урожайность которых превышает или находится на уровне стандартов. Практической устойчивостью характеризовались сорта 119h11, 178h13, 194h13, 245h14, И-4857 и И-4903. В качестве поражаемого стандарта в группе пленочных генотипов был принят сорт Аргамак. Он превысил по максимальному поражению пыльной головней выделившиеся по устойчивости генотипы на 60,0 и более процентов.

1. Устойчивость перспективных сортов овса конкурсного сортоиспытания к пыльной головне (2015–2019 гг.)

1. Resistance of the promising oats varieties of Competitive Variety Testing to loose smut (2015–2019)

Сорт	Максимальное поражение, %			Иммунологическая характеристика
	инфекционный фон	± к стандарту	естественный фон	
188h12	0,0	–75,0	–	И
256h12	0,0	–75,0	–	И
И-4845	0,0	–75,0	0,00	И
213h13	0,0	–75,0	–	И
233h13	0,0	–75,0	–	И
256h13	0,0	–75,0	–	И
119h11	3,7	–71,3	–	П
178h13	4,0	–71,0	–	П
194h13	2,8	–72,2	–	П
245h14	4,9	–70,1	–	П
И-4857	3,1	–71,9	0,00	П
И-4903	5,0	70,0	0,00	П
325h12	9,7	65,3	0,13	У
И-4553	13,3	61,7	0,04	У
Аргамак, ст.	75,0	–	3,30	В

Примечание: И – иммунный; П – практически устойчивый; У – слабовосприимчивый; В – восприимчивый; ст. – стандарт.

У сортов 325h12, И-4426, 207h12, 455h08, 46h14, И-4838 (Кировская обл.), FURLONG (Канада), 100 565-3, 100 565-4 и РА 7967-3145 (США) поражение на инфекционном фоне не превысило 10%, что указывает на актуальность и их практическую значимость для использования в селекции. Поражение пыльной головней у стандарта – сорта Аргамак в период испытаний варьировало от 38,8 до 75,0%.

Коэффициент вариации (V) поражения устойчивых к пыльной головне сортов овса на инфекционном фоне варьировал по годам от 0 (И-4845) до 90,3% (2h12o), что указывает на неоднородность изученных генотипов по этому признаку. В настоящее время

особое значение имеет сочетание устойчивости овса к болезням с ее стабильным проявлением. Сорта 188h12, 256h12, И-4845, 213h13, 233h13 и 256h13 не реагировали на изменение среды ($b_i = 0$). Все рассчитанные для данных сортов параметры адаптивности указывали на их высокие приспособительные возможности (табл. 2). Коэффициент вариации является относительным показателем изменчивости, среднее квадратическое отклонение – показателем стабильности. Чем меньше их значения, тем стабильнее сорт. Разность между минимальным и максимальным поражением ($x_{\min} - x_{\max}$) определяет уровень стрессоустойчивости генотипа к различным экстремальным

условиям. Этот параметр имеет отрицательный знак. С увеличением его абсолютной величины устойчивость к стрессу ослабевает. Коэффициент адаптивности показывает реакцию отдельного сорта на сложившиеся конкретные условия вегетационного периода. При показателе $KA > 100\%$ сорт потенциально не устойчив. В данном случае сопоставление среднего поражения отдельного сорта проводили со средним

поражением всех изучаемых сортов, и чем выше это соотношение, тем сильнее поражается сорт.

У сортов 325h12, И-4426, 119h11, И-4553, И-4794 коэффициент регрессии был ниже 1, они слабо реагировали на изменение условий среды. Сорт И-4426 имел самую высокую устойчивость к стрессу ($x_{\min} - x_{\max} = -2,9$) и самую низкую изменчивость поражения пыльной головней ($V = 14,2\%$).

2 Показатели стабильности и стрессоустойчивости сортов овса 2. Indicators of stability and stress resistance of oats varieties

Сорт	$X_{\text{среднее}}$	$x_{\min} - x_{\max}$	V	b_i	S^2	KA	Сумма рангов
188h12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18
256h12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18
И-4845	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18
119h11	$1,7 \pm 1,0$	-3,7	23,9	-0,4	2,2	14,2	19
325h12	$5,5 \pm 1,4$	-6,8	52,4	-0,1	11,6	29,4	26
И-4426	$8,9 \pm 0,6$	-2,9	14,2	0,3	21,1	46,0	28
И-4553	$9,0 \pm 1,3$	-9,1	33,4	-0,3	36,1	46,4	28
2h12o	$10,6 \pm 4,3$	-24,7	90,3	1,0	308,3	58,2	38
И-4682	$12,5 \pm 1,4$	-6,9	23,0	1,6	159,0	60,2	38
И-4794	$12,4 \pm 3,3$	-14,0	53,3	-1,0	156,6	74,8	33
Аргмак, ст.	$50,5 \pm 6,5$	-36,2	29,0	1,8	841,3	248,18	42

Примечание: $x_{\text{среднее}}$ – среднее значение максимальных показателей; $x_{\min} - x_{\max}$ – показатель стрессоустойчивости сорта; V – коэффициент вариации; b_i – коэффициент линейной регрессии; S^2 – сумма квадратов отклонений от линейной регрессии; KA – коэффициент адаптивности.

Практическую устойчивость, высокую стабильность признака ($S^2 = 2,2$) и стрессоустойчивость ($x_{\min} - x_{\max} = -3,7$) сочетал в этой группе сорт 119h11. У сорта 2h12o изменение поражения пыльной головней соответствовало изменению условий ($b_i = 1$). Варьирование признака по годам было очень высоким ($V = 90,3\%$), а стрессоустойчивость ($x_{\min} - x_{\max} = -24,7$) и стабильность ($S^2 = 308,3$) были самыми низкими среди выделенных сортов. Повышенной реакцией на условия года и нестабильностью признака характеризовались сорта И-4682 и Аргмак ($b_i > 1$), однако И-4682 имел большую стрессоустойчивость, чем стандарт Аргмак.

У выделенных по устойчивости сортов коэффициент адаптивности был ниже 100%. Наиболее низкое значение этого показателя имели пленчатые сорта питомника конкурсного испытания овса 188h12, 256h12, И-4845, 119h11 и 325h12 ($KA = 0-29,4$).

При определении адаптивности сортов часто используется метод ранжирования генотипов по использованным в изучении параметрам. Сорта пленчатого овса 188h12, 256h12, И-4845, 119h11 имели меньшую сумму рангов (18...19). Следовательно, эти сорта в меньшей степени реагируют на меняющиеся условия среды, они сохраняют устойчивость в варьирующих условиях среды.

Выводы. При сравнении данных о поражении растений овса пыльной головней и условий окружающей среды наиболее высокая зависимость поражения сортов в среднем по опыту наблюдалась в первые 5–10 дней после посева зараженными семенами от отрицательных температур на поверхности почвы ($r = 0,95$ и $r = 0,90$ соответственно), среднесуточной температуры воздуха ($r = 0,94-0,76$), минимальной температуры на поверхности почвы ($r = 0,86$ и $0,82$) и температуры почвы на глубине 5 см ($r = 0,87$ и $0,78$). Влияние осадков на проявление поражения овса пыльной головней отмечено в более поздний период – 30–60 дней после посева ($r = 0,88-0,72$).

Выделены перспективные пленчатые сорта конкурсного испытания 188h12, 256h12, И-4845, 213h13, 233h13 и 256h13 с высокой устойчивостью к пыльной головне и практической – 119h11, 178h13, 194h13, 245h14, И-4857 и И-4903. Установлена очень высокая изменчивость показателей поражения генотипов овса пыльной головней. Не реагировали на изменение среды сорта 188h12, 256h12, И-4845, параметры изменчивости и стабильности которых равнялись 0, а стрессоустойчивость была очень высокой. Сорта, выделенные по устойчивости к пыльной головне и стабильности признака устойчивости на инфекционном фоне, рекомендуются для использования в селекции на устойчивость к болезни.

Библиографические ссылки

- Баталова Г. А. Селекция овса на качество зерна в Волго-Вятском регионе // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 3(27). С. 81–87. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11038.
- Градобоева Т. П. Темнопятнистый аскохитоз в Кировской области // Аграрный вестник Урала. 2018. № 2. С. 22–28.
- Градобоева Т. П., Баталова Г. А. Создание инфекционного фона пыльной головни овса // Защита и карантин растений. 2016. № 6. С. 49–50.
- Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Россельхозакадемии. 2005. № 6. С. 49–53.
- Кабашов А. Д., Корелина В. А., Зинина Н. П. Устойчивость овса посевного к пыльной головне и красно-бурой пятнистости на естественном фоне развития болезни в условиях Северного региона РФ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2017. Т. 178, вып. 4. С. 43–48. DOI: 10.30901/2227-8834-2017-4-43-48.

6. Покудин В. З. Оценка экологической пластичности сортов // Генетический анализ количественных и качественных признаков с помощью математико-статистических методов. М.: ВНИИЕЭИСХ, 1973. С. 40–44.
7. Санин С. С. Проблемы фитосанитарии на современном этапе // Известия ТСХА. 2016. № 6. С. 45–55.
8. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 165–177.
9. Старцев А. А., Заушинцева А. В., Свиркова С. В. Реакция сортов овса на изменчивость метеофакторов на юге Западной Сибири // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. С. 331.
10. Юдин А. А., Султанов Ф. С., Константинова Т. В., Мищук Г. А., Габрахимов О. Б. Селекция овса посевного в условиях Иркутской области // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филлипова. 2018. № 3. С. 27–32.
11. Zuo W., Ökmen B., Depotter J. R. L., Ebert M. K., Redkar A., Villamil J. M., Doehlemann G. Molecular Interactions Between Smut Fungi and Their Host Plants // Annual Review of Phytopathology. 2019. Vol. 57. Pp. 411–430.

References

1. Batalova G. A. Selekcija ovsa na kachestvo zerna v Volgo-Vyatskom regione [Oats breeding for grain quality in the Volga-Vyatka region] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2018. № 3(27). S. 81–87. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11038.
2. Gradoboeva T. P. Temnopyatnistyj askohitoz v Kirovskoj oblasti [Ascochyta leaf blight in the Kirov region] // Agrarnyj vestnik Urala. 2018. № 2. S. 22–28.
3. Gradoboeva T. P., Batalova G. A. Sozdanie infekcionnogo fona pyl'noj golovni ovsa [Development of an infectious background of loose smut oats] // Zashchita i karantin rastenij. 2016. № 6. S. 49–50.
4. Goncharenko A. A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur [Adaptability and environmental sustainability of grain crop varieties] // Vestnik Rossel'hoz akademii. 2005. № 6. S. 49–53.
5. Kabashov A. D., Korelina V. A., Zinina N. P. Ustojchivost' ovsa posevnogo k pyl'noj golovne i krasno-buroj pyatnistosti na estestvennom fone razvitiya bolezni v usloviyah Severnogo regiona RF [Resistance of oats to smut and red-brown leaf spot on the natural background of the disease development in the Northern region of the Russian Federation] // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2017. T. 178, vyp. 4. S. 43–48. DOI: 10.30901/2227-8834-2017-4-43-48.
6. Pokudin V. Z. Ocenka ekologicheskoy plastichnosti sortov // Geneticheskij analiz kolichestvennykh i kachestvennykh priznakov s pomoshch'yu matematiko-statisticheskikh metodov [Estimation of the environmental adaptability of varieties]. М.: ВНИИЕЭИСХ, 1973. С. 40–44.
7. Sanin S. S. Problemy fitosanitarii na sovremennom etape [Problems of phytosanitary conditions at present] // Izvestiya TSKHA. 2016. № 6. S. 45–55.
8. Selyaninov G. T. O sel'skohozyajstvennoj ocenke klimata // Trudy po sel'skohozyajstvennoj meteorologii [On agricultural climate estimation]. 1928. Vyp. 20. S. 165–177.
9. Starcev A. A., Zaushincena A. V., Svirnova S. V. Reakcija sortov ovsa na izmenchivost' meteofaktorov na yuge Zapadnoj Sibiri [The reaction of oat varieties to variability of weather factors in the south of Western Siberia] // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2016. № 5. S. 331.
10. Yudin A. A., Sultanov F. S., Konstantinova T. V., Mishchuk G. A., Gabrahimov O. B. Selekcija ovsa posevnogo v usloviyah Irkutskoj oblasti [Oats breeding in the conditions of the Irkutsk region] // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V. R. Fillipova. 2018. № 3. S. 27–32.
11. Zuo W., Ökmen B., Depotter J. R. L., Ebert M. K., Redkar A., Villamil J. M., Doehlemann G. Molecular Interactions Between Smut Fungi and Their Host Plants // Annual Review of Phytopathology. 2019. Vol. 57. Pp. 411–430.

Поступила: 12.03.20; принята к публикации: 22.05.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Градобоева Т. П., Баталова Г. А. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Градобоева Т. П. – подготовка опыта, выполнение полевых и лабораторных опытов и сбор данных, их интерпретация.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.