

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.2.306-316>
УДК 633.13:632.4(470.1)



Эффективность отбора овса пленчатого на устойчивость к пыльной головне

© 2025. О. А. Жуйкова ✉, Г. А. Баталова

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

Цель исследований – оценить эффективность отбора овса пленчатого на искусственном инфекционном фоне *U. avenae* на устойчивость к пыльной головне при создании селекционных линий. Исследования проводили в Кировской области в годы с различными гидротермическими условиями вегетации: 2023 г. (ГТК – 1,66); 2024 г. (ГТК – 1,10). По устойчивости к пыльной головне изучены 13 линий овса пленчатого, созданных методом массового отбора иммунных к пыльной головне форм на искусственном инфекционном фоне *Ustilago avenae* (Jens. Pers.) из образцов генофонда ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. В. Вавилова» (ВИР). На естественном фоне развития патогена у созданных линий и коллекционных образцов поражение отсутствовало, а уровень признака у индикаторного сорта Медведь составил 0,77 %. При искусственной инокуляции семян выявлены практически устойчивые линии (11h10, 14h10, 16h10, 18h10, 20h10, 22h10 – поражение до 2 %), что значительно ниже исходных форм, а также иммунные линии (6h10 и 19h10) при поражении индикаторного сорта 74,8 %. Линия 20h10 на инфекционном фоне достоверно превышала по урожайности стандарт – высокоустойчивый к пыльной головне сорт Архан. На обоих фонах головневой инфекции выявлена достоверная (при $p \leq 0,05$) корреляционная зависимость урожайности от основных элементов продуктивности растений: высоты растений ($r = 0,37 \dots 0,50$), длины метелки ($r = 0,47 \dots 0,52$) и ее массы ($r = 0,58 \dots 0,72$), количества колосков ($r = 0,56 \dots 0,65$), массы зерна с метелки ($r = 0,60 \dots 0,72$) и растения ($r = 0,51 \dots 0,84$). Установлена значимая связь (при $p \leq 0,05$) между поражением растений овса пыльной головней и массой метелки ($r = -0,40$), количеством колосков ($r = -0,37$), количеством зерен ($r = -0,36$), массой зерна с метелки ($r = -0,37$) и растения ($r = -0,38$). При инфицировании семян выявлена высокая вредоносность пыльной головни: снижение массы метелки на 18,3 %, количества колосков – на 16,6 %, количество зерен – на 18,3 %, массы зерна с метелки – на 22,0 %, массы зерна с растения – на 27,6 %. Таким образом, созданы устойчивые к пыльной головне (5h10, 6h10, 11h10, 14h10, 16h10, 18h10, 19h10, 20h10 и 22h10) и высокоурожайные (6h10 и 20h10) линии овса пленчатого.

Ключевые слова: *Avena sativa* L., *Ustilago avenae* (Jens. Pers.), погодные условия, инфекционный фон, урожайность, количество зерен, масса 1000 зерен

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № FNWE-2022-0007).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Жуйкова О. А., Баталова Г. А. Эффективность отбора овса пленчатого на устойчивость к пыльной головне. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025;26(2):306–316. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.2.306-316>

Поступила: 23.12.2024

Принята к публикации: 06.03.2025

Опубликована онлайн: 29.04.2025

The effectiveness of covered oat selection for resistance to dusty smut

© 2025. Olga A. Zhuikova ✉, Galina A. Batalova

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

The purpose of the research is to evaluate the effectiveness of the selection of covered oats on an artificial infectious background of *U. avenae* for resistance to dust smut when creating breeding lines. The studies were conducted in the Kirov region in years with different hydrothermal vegetation conditions: 2023 (HTC – 1.66); 2024 (HTC – 1.10). In terms of resistance to smut, there have been studied 13 lines of covered oats, created by the method of mass selection of forms immune to smut on an artificial infectious background of *Ustilago avenae* (Jens. Pers.) from the samples of the gene pool of the Federal State Budgetary Institution "Federal Research Center All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. V. Vavilov" (VIR). Against the natural background of the pathogen development, there was no damage in the created lines and collection samples, and the level of the trait in the indicator cultivar 'Medved' was 0.77 %. Artificial inoculation of seeds revealed practically stable lines (11h10, 14h10, 16h10, 18h10, 20h10, 22h10 – damage up to 2 %), which is significantly lower than the initial forms, as well as immune lines (6h10 and 19h10), with damage to the indicator cultivar of 74.8 %. Among them, the 20h10 line significantly exceeded the standard yield on an infectious background – the 'Arhan' cultivar highly resistant to dust smut. There

was a significant (at $p < 0.05$) correlation dependence of yields on both backgrounds of the smut infection of the study on the main elements of plant productivity: plant height ($r = 0.37...0.50$), panicle length ($r = 0.47...0.52$) and its mass ($r = 0.58...0.72$), the number of spikelets ($r = 0.56...0.65$), grain weight from the panicle ($r = 0.60...0.72$) and from the plant ($r = 0.51...0.84$). A significant relationship was established (at $p < 0.05$) between the dusty smut damage of oat plants and the mass of the panicle ($r = -0.40$), the number of spikelets ($r = -0.37$), the number of grains ($r = -0.36$), the mass of grain from the panicle ($r = -0.37$) and from the plant ($r = -0.38$). When the seeds were infected, a high harmfulness of dusty smut was detected: a decrease in the mass of the panicle by 18.3 %, the number of spikelets by 16.6 %, the number of grains by 18.3 %, the mass of grain from the panicle by 22.0 %, and the mass of grain from the plant by 27.6 %. Thus, there have been created resistant to dust smut (5h10, 6h10, 11h10, 14h10, 16h10, 18h10, 19h10, 20h10 and 22h10) and high-yielding (6 h10 and 20h10) covered oat lines.

Keywords: *Avena sativa* L., *Ustilago avenae* (Jens. Pers.), weather conditions, infectious background, yield, number of grains, mass of 1000 grains

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky (theme No. FNWE-2022-0007).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citation: Zhuykova O. A., Batalova G. A. The effectiveness of covered oat selection for resistance to dusty smut. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2025;26(2):306–316. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.2.306-316>

Received: 23.12.2024

Accepted for publication: 06.03.2025

Published online: 29.04.2025

В северо-восточном регионе Европейской части РФ проявление головневой инфекции на посевах зерновых культур отмечают ежегодно [1]. По данным ФГБУ «Россельхозцентр» по Кировской области, поражение посевов овса пыльной головней (*Ustilago avenae* (Jens. Pers.)) прогрессирует, и в отдельные годы уровень признака в среднем по сортам составляет около 0,4 %. Пораженное зерно становится непригодным как для продовольственных, так и фуражных целей. В связи с высокой вредоносностью головневой инфекции повышаются требования к технологии возделывания овса и использованию устойчивых сортов [2]. В селекции овса на иммунитет следует ориентироваться на создание сортов, устойчивых, прежде всего, к пыльной головне. Развитию *U. avenae* благоприятствует повышенная температура почвы на глубине заделки семян, а также наличие инфекции в почве и семенах [3].

Известно, что адаптированные к местным экологическим условиям линии овса являются перспективным конкурентоспособным исходным материалом при создании будущего сорта, так как служат источниками иммунологических и селекционных признаков [4, 5]. Поиск и создание таких форм – одна из важнейших задач в селекции овса на устойчивость к грибным болезням.

Цель исследований – оценить эффективность отбора овса пленчатого на искусственном инфекционном фоне *U. avenae* на устойчивость к пыльной головне при создании селекционных линий.

Научная новизна – созданы новые генотипы овса пленчатого, которые характеризуются устойчивостью или иммунитетом к пыльной головне, высокими параметрами элементов структуры продуктивности (число и масса зерна с метелки, масса 1000 зерен) и являются ценными для селекции.

Материал и методы. Исследования проводили в 2023-2024 гг. в ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока) в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур¹. Материалом служили 13 линий овса пленчатого, созданных в 2009-2010 гг. методом отбора иммунных к пыльной головне форм из образцов ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. В. Вавилова» (ВИР) (табл. 1). По происхождению исходные формы относились к США, Канаде, Украине и РФ. Стандартом являлся высокоустойчивый к пыльной головне сорт Архан, индикатором – умеренно восприимчивый сорт Медведь.

Метеорологические условия описаны по данным Кировского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Влагообеспеченность оценивали по показателю гидротермического коэффициента (ГТК), рассчитанного по формуле А. И. Селянинова².

¹Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 2. Ч. 2. 230 с.

²Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата. Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928;20:165–177.

Таблица 1 – Материал исследований овса пленчатого /
Table 1 – Research material of covered oats

Исходная форма / Initial form			Линия / Line
номер каталога ВИР / the FRC VIR catalog number	название образца / name of the sample	страна происхождения / country of origin	номер каталога отбора ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока / the number of the selection catalog of FARC North-East
к-14732	IL 85-1538	США / USA	4h10
к-14555	83AB 3119		5h10
к-14780	Иртыш 21 / 'Irtysh 21'	Россия / Russia	6h10
к-14838	'Rodeo'	США / USA	7h10
к-14022	'Riel'	Канада / Canada	11h10
к-14779	Тарский 2 / 'Tarsky 2'	Россия / Russia	14h10
к-14787	Привет / 'Privet'		15h10
к-14696	'AC Hunter'	Канада / Canada	16h10
к-14319	IL 86-5698	США / USA	17h10
к-14775	Деснянский / 'Desnyansky'	Украина / Ukraine	18h10
к-14752	'Zephyr'	США / USA	19h10
к-14762	CI 5558		20h10
к-14746	'Eaton'		22h10

Агроклиматические характеристики в годы исследований значительно различались по количеству осадков и тепловым ресурсам. Погодные условия в период вегетации овса 2023 г. были в целом благоприятны для роста и развития растений, о чем косвенно свидетельствует ГТК, равный 1,66. Посев питомника провели 16 апреля. Среднемесячная температура воздуха составила 6,8 °С (отклонение от нормы +2,7 °С), осадков выпало 30 мм (77 % нормы). В мае наблюдали неустойчивую по температуре погоду с продолжительными сухими периодами. Среднесуточная температура воздуха составила 13,8 °С, выше нормы на 1,9 °С. Июнь характеризовался неустойчивой погодой – от очень теплой до холодной, преимущественно сухой с небольшими осадками. Среднесуточная температура воздуха составила 14,1 °С, что ниже климатической нормы на 2,3 °С. В июле наблюдали прохладную, временами жаркую погоду с редкими обильными дождями. Среднесуточная температура воздуха была близка к норме – 18,7 °С, осадков выпало 180 мм (221 % нормы). Среднесуточная температура воздуха в августе превысила среднемноголетнее значение на 2–8 °С и составила 20,5 °С, осадков не было.

В 2024 г. метеорологические условия вегетационного периода были недостаточно благоприятными для роста и развития расте-

ний (ГТК – 1,1). Посев питомника провели 30 апреля в прогретую влажную почву. После теплого апреля наступил аномально холодный май при среднесуточной температуре воздуха 7,5 °С, ниже обычных значений на 4,4 °С. Осадки часто выпадали в виде мокрого снега. Июнь характеризовался неустойчивой погодой – от очень теплой до теплой, преимущественно сухой. Среднесуточная температура воздуха составила 18,8 °С, выше климатической нормы на 2,4 °С. В июле отмечена неустойчивая по температуре погода – от жаркой до умеренно теплой, преимущественно сухая при средней температуре воздуха 19,8 °С. В августе среднесуточная температура была на 1,5 °С выше климатической нормы – 17,4 °С, количество осадков – 15 мм, или 20 % нормы.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая на элювии пермских глин. Содержание гумуса в пахотном слое низкое – 2,43...2,51 % (по методу Тюрина), подвижного фосфора и обменного калия – очень высокое и высокое соответственно 334...339 и 200...245 мг/кг почвы (по методу Кирсанова), средне- и слабокислая реакция среды – 4,7...5,8 ед. рН_{сол}.

Инфекционный фон на пыльную головню создавали путем заsporения семян телиоспорами местной популяции *U. avenae* по методике ВИР³ (рис. 1). Для этого использовали инокулюм,

³Кривченко В. И., Щелко Л. Г., Тимошенко З. В. Методы изучения устойчивости ячменя и овса к головнёвым болезням. Методы фитопатологических и энтомологических исследований в селекции растений. Под ред. Ю. Н. Фадеева, А. А. Кузьмичева. М.: Колос, 1977. С. 51–57.

собранный в предыдущий перед заражением семян год, поскольку всхожесть спор и эффективность заражения при их хранении снижается [6]. Споровую суспензию готовили непосредственно перед инокуляцией. Для этого в жидкую питательную среду, состоящую из 6%-го раствора пивного сусла, 0,2%-го агарагара и 1%-го декстрина, вносили 2 г/л спор патогена. Для нарушения целостности оболочки зерна вместо прибора РТ-1 использовали шелушитель лабораторный «МИНИ» с резиновым эластичным валиком при пониженных оборотах вращения, что минимизирует травмированность зерновки (рис. 2). Учеты образцов и линий на восприимчивость к головне проводили при достижении молочной спелости зерна

по количеству поражённых и непоражённых растений и/или метёлок в соответствии с методикой ВИР⁴.

Изучение новых линий и исходных форм овса проводили в фитопатологическом питомнике на делянках площадью 1 м² в трехкратной повторности. При оценке эффективности отбора сравнивали иммунологические и селекционные признаки со стандартом и исходной формой – коллекционным образцом овса.

Результаты исследований обрабатывали методами дисперсионного и корреляционного анализа с использованием пакета селекционно-ориентированных и биометрико-генетических программ AGROS, версия 2.07 и пакета прикладных программ Microsoft Excel.



*Рис. 1. Сбор телиоспор с метелок овса, пораженных *U. avenae* (а), готовый инокулюм для заражения семян (б) /*

*Fig. 1. Collecting of teliospores from oat panicles affected by *U. avenae* (a), ready-made inoculum for seed infection (b)*

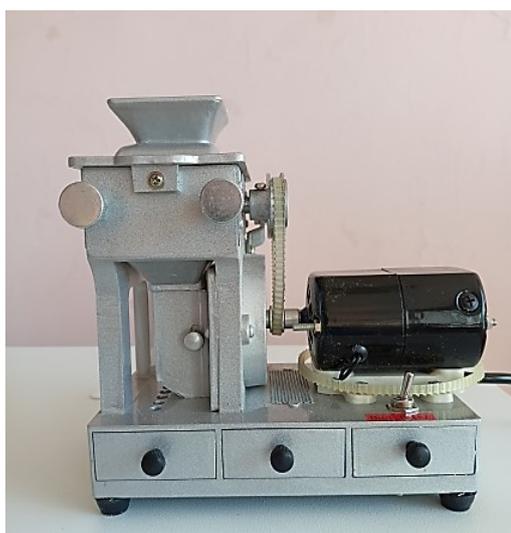


Рис. 2. Шелушитель зерна «МИНИ» / Fig. 2. "MINI" grain husker

⁴Кривченко В. И., Щелко Л. Г., Тимошенко З. В. Указ. соч.

Результаты и их обсуждение. При поиске источников устойчивости к грибным болезням следует учитывать, что оценка на естественном фоне развития патогена может быть далека от объективной [7]. Изучение на инфекционном фоне – эффективный метод тестирования селекционного материала, который позволяет определить реакцию генотипа к конкретной расе или популяции патогена и оценить расоспецифическую и неспецифическую устойчивость [8, 9, 10]. Инфекционный фон считается достаточно жестким, если степень поражения индикаторного (восприимчивого) сорта превышает 60 % [11].

Значимым фактором, влияющим на развитие грибных болезней у яровых зерновых культур, являются погодные условия (температура воздуха и почвы, количество осадков) в период вегетации растений [3].

В 2023 г. оптимальные температура воздуха и низкая влажность почвы в период прорастания семян (ГТК – 0,7) благоприятствовали развитию *U. avenae*. В этих условиях, даже на естественном фоне *U. avenae*, у большинства новых линий и всех исходных форм овса отмечены признаки поражения до 1,19 %, а на фоне инокуляции семян – до 8,2 %, при поражении индикаторного сорта – 74,8 %.

В 2024 г. погодные условия в значимые периоды развития возбудителя пыльной головни были неблагоприятными как при прорастании семян (ГТК – 3,1), так и в период «цветение-молочная спелость» растений (ГТК – 0,4). Все линии и исходные формы не имели признаков поражения на естественном фоне (ЕФ), за исключением американского образца Rodeo и линии 7h10. На искусственном инфекционном фоне (ИИФ) поражение исходных форм к-14555, к-14738, к-14696 и стандарта Архан достигало 3,5 %, индикаторного сорта Медведь – 64,4 %.

За два года исследований на естественном фоне развития *U. avenae* поражение отсутствовало у шести линий овса – 6h10, 11h10, 18h10, 19h10, 20h10, 22h10, шести исходных форм – к-14555, к-14780, к-14779, к-14319, к-14752, к-14746 и у стандарта Архан (табл. 2). При искусственном заражении линии 6h10 и 19h10 проявили иммунитет к пыльной головне, а их исходные формы к-14780 и к-14752 –

практическую устойчивость. Созданы линии (11h10, 14h10, 16h10, 18h10, 20h10, 22h10) с незначительным поражением на инфекционном фоне (до 2 %). Слабая восприимчивость (поражение 5,15–8,65 %) выявлена у трех линий (4h10, 7h10, 15h10).

Обнаружено, что три иммунные на естественном фоне линии 4h10, 11h10, 18h10 проявили восприимчивость к болезни при искусственной инокуляции. Однако у шести линий 5h10, 6h10, 11h10, 16h10, 18h10, 22h10 восприимчивость к пыльной головне на ИИФ была значительно ниже исходных форм, что свидетельствует об эффективности целевого отбора.

Депрессия устойчивости к болезни на обоих фонах проявилась у четырех линий 7h10, 15h10, 17h10, 20h10.

Исследователи отмечают, что у многих сортов в условиях повышенной инфекционной нагрузки фитопатогенов ухудшаются показатели селекционных признаков [12]. Основным агрономически значимым свойством генотипа является его продуктивный потенциал. В наших исследованиях семь линий 4h10, 5h10, 7h10, 15h10, 18h10, 19h10, 20h10 на обоих фонах инфекции *U. avenae* сформировали урожайность на уровне или выше исходной формы. Наилучшие показатели у линии 20h10, которая на инфекционном фоне превысила стандарт Архан по данному признаку на 103 г (табл. 3). При повышении инфекционной нагрузки урожайность по отношению к стандарту снизили почти все линии и исходные формы, депрессия признака составила от 1,1 до 67,0 %. Исключением являются линии 6h10, 20h10 и исходные формы к-14779 и к-14762, урожайность которых на искусственном инфекционном фоне *U. avenae* превысила сорт-стандарт на 1–103 г/м², что характеризует данные генотипы как толерантные к пыльной головне.

Известно, что показатель урожайности находится в сложной корреляционной зависимости от совокупности различных элементов структуры продуктивности растений [13, 14].

В наших исследованиях установлена достоверная связь средней и сильной степени между урожайностью овса и высотой растений, длиной и массой метелки, количеством колосков, массой зерна с метелки и растения (табл. 4).

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ /
ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: PLANT PROTECTION**

*Таблица 2 – Иммунологическая характеристика линий овса пленчатого и их исходных форм по устойчивости к пыльной головне (максимальное поражение за 2023-2024 гг.) /
Table 2 – Immunological characteristics of lines and initial forms of covered oats for resistance to dusty smut (maximum infection for 2023-2024)*

<i>Линия / Line Исходная форма / Initial form</i>	<i>Максимальное поражение, % / Maximum infection, %</i>		<i>Характеристика устойчивости (оценка по ИИФ) / Resistance characteristics (AIB assessment)</i>
	<i>ЕФ / NB</i>	<i>ИИФ / AIB</i>	
<u>4h10</u> к-14732	<u>0,17</u> 0,45	<u>8,20</u> 1,03	<u>Слабовосприимчивый / Weakly sensitive</u> Практически устойчивый / Practically stable
<u>5h10</u> к-14555	<u>0,66</u> 0,00	<u>3,30</u> 6,40	<u>Практически устойчивый / Practically stable</u> Слабовосприимчивый / Weakly sensitive
<u>6h10</u> к-14780	<u>0,00</u> 0,00	<u>0,00</u> 3,00	<u>Иммунный / Immune</u> Практически устойчивый / Practically stable
<u>7h10</u> к-14738	<u>6,10</u> 3,20	<u>8,65</u> 6,40	<u>Слабовосприимчивый / Weakly sensitive</u> Слабовосприимчивый / Weakly sensitive
<u>11h10</u> к-14022	<u>0,00</u> 1,19	<u>0,35</u> 3,54	<u>Практически устойчивый / Practically stable</u> Практически устойчивый / Practically stable
<u>14h10</u> к-14779	<u>0,10</u> 0,00	<u>1,72</u> 2,79	<u>Практически устойчивый / Practically stable</u> Практически устойчивый / Practically stable
<u>15h10</u> к-14787	<u>0,21</u> 0,20	<u>5,15</u> 3,11	<u>Слабовосприимчивый / Weakly sensitive</u> Практически устойчивый / Practically stable
<u>16h10</u> к-14696	<u>0,45</u> 0,23	<u>1,40</u> 1,68	<u>Практически устойчивый / Practically stable</u> Практически устойчивый / Practically stable
<u>17h10</u> к-14319	<u>0,75</u> 0,00	<u>3,11</u> 0,07	<u>Практически устойчивый / Practically stable</u> Практически устойчивый / Practically stable
<u>18h10</u> к-14775	<u>0,00</u> 0,17	<u>0,17</u> 0,64	<u>Практически устойчивый / Practically stable</u> Практически устойчивый / Practically stable
<u>19h10</u> к-14752	<u>0,00</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,27	<u>Иммунный / Immune</u> Практически устойчивый / Practically stable
<u>20h10</u> к-14762	<u>0,00</u> 0,00	<u>0,37</u> 0,24	<u>Практически устойчивый / Practically stable</u> Практически устойчивый / Practically stable
<u>22h10</u> к-14746	<u>0,00</u> 0,00	<u>0,50</u> 4,99	<u>Практически устойчивый / Practically stable</u> Практически устойчивый / Practically stable
Архан – стандарт / 'Archan' – standard	0,00	3,50	Практически устойчивый / Practically stable
Медведь – индикатор / 'Medved' – indicator	0,77	74,8	Сильновосприимчивый / Highly sensitive

Примечания: ЕФ – естественный фон; ИИФ – искусственный инфекционный фон /
Notes: NB – natural background; AIB – artificial infectious background

В то же время выявлена значимая ($p \leq 0,05$) обратная связь между поражением изучаемых генотипов пыльной головней и показателями структуры продуктивности растений

овса: массой метелки ($r = -0,40$); количеством колосков ($r = -0,37$); количеством зерен ($r = -0,36$); массой зерна с метелки ($r = -0,37$) и растения ($r = -0,38$).

Таблица 3 – Урожайность исходных форм и линий овса плечатого на фонах инфекции *U. avenae* (в среднем за 2023–2024 гг.) /
Table 3 – Yield of initial forms and lines of covered oats on the backgrounds of *U. avenae* infection (average for 2023-2024)

Линия / Line Исходная форма / Initial form (IF)	Естественный фон / Natural background			Искусственный инфекционный фон / Artificial infectious background			
	$z/M^2 / g/m^2$	\pm к исходной форме / \pm to the IF	\pm к стандарту / \pm to the standard	$z/M^2 / g/m^2$	\pm к исходной форме / \pm to the IF	\pm к стандарту / \pm to the standard	депрессия признака к стандарту, % / depression of the trait to the standard, %
<u>4h10</u> к-14732	<u>680±113</u> 397±17	<u>+283</u> -	<u>+64</u> -219	<u>324±45</u> 162±61	<u>+162</u> -	<u>-112</u> -274	<u>25,7</u> 62,8
<u>5h10</u> к-14555	<u>453±13</u> 437±65	<u>+16</u> -	<u>-163</u> -179	<u>309±26</u> 264±55	<u>+45</u> -	<u>-127</u> -127	<u>29,1</u> 39,4
<u>6h10</u> к-14780	<u>644±31</u> 660±14	<u>-16</u> -	<u>+28</u> +44	<u>474±42</u> 332±14	<u>+142</u> -	<u>+38</u> -104	<u>-8,7</u> 23,9
<u>7h10</u> к-14738	<u>633±108</u> 428±24	<u>+205</u> -	<u>+17</u> -188	<u>330±18</u> 230±57	<u>+100</u> -	<u>-106</u> -206	<u>24,3</u> 47,2
<u>11h10</u> к-14022	<u>428±14</u> 475±13	<u>-47</u> -	<u>-188</u> -141	<u>217±25</u> 334±32	<u>-117</u> -	<u>-219</u> -102	<u>50,2</u> 23,4
<u>14h10</u> к-14779	<u>428±114</u> 649±21	<u>-221</u> -	<u>-188</u> +33	<u>281±41</u> 437±4	<u>-156</u> -	<u>-155</u> +1	<u>35,6</u> -0,2
<u>15h10</u> к-14787	<u>730±51</u> 543±20	<u>+187</u> -	<u>+144</u> -73	<u>422±14</u> 334±35	<u>+88</u> -	<u>-14</u> -102	<u>3,2</u> 23,4
<u>16h10</u> к-14696	<u>590±42</u> 622±68	<u>-32</u> -	<u>-26</u> +6	<u>431±13</u> 428±32	<u>+3</u> -	<u>-5</u> -8	<u>1,1</u> 1,8
<u>17h10</u> к-14319	<u>426±125</u> 570±88	<u>-144</u> -	<u>-190</u> -46	<u>408±79</u> 357±14	<u>+51</u> -	<u>-28</u> -79	<u>6,4</u> 18,1
<u>18h10</u> к-14775	<u>491±91</u> 365±97	<u>+126</u> -	<u>-125</u> -251	<u>363±112</u> 325±8	<u>+38</u> -	<u>-73</u> -111	<u>16,7</u> 25,5
<u>19h10</u> к-14752	<u>507±29</u> 481±88	<u>+26</u> -	<u>-109</u> -135	<u>281±33</u> 256±50	<u>+25</u> -	<u>-155</u> -180	<u>35,6</u> 41,3
<u>20h10</u> к-14762	<u>595±30</u> 533±22	<u>+62</u> -	<u>-21</u> -83	<u>539±51</u> 448±15	<u>+91</u> -	<u>+103</u> +12	<u>-23,6</u> -2,8
<u>22h10</u> к-14746	<u>290±121</u> 523±54	<u>-233</u> -	<u>-326</u> -93	<u>144±29</u> 465±31	<u>-321</u> -	<u>-292</u> +29	<u>67,0</u> -6,7
Архан – стандарт / 'Archan' – standard	616±28	-	-	436±15	-	-	-
Индикатор – Медведь / Indicator – 'Medved'	525±72	-	-91	323±63	-	-113	25,9
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	109	-	-	98	-	-	-

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: PLANT PROTECTION

Таблица 4 – Коэффициенты парных корреляций между урожайностью и элементами структуры продуктивности исходных форм и линий овса пленчатого (в среднем за 2023-2024 гг.) /

Table 4 – Coefficients of paired correlations between productivity and elements of the productivity structure of initial forms and lines of covered oats (average for 2023-2024)

Элементы структуры продуктивности / Elements of the productivity structure	Коэффициенты корреляций / Correlation coefficients	
	естественный фон / natural background	искусственный инфекционный фон / artificial infectious background
Высота растений / Plant height	0,32*...0,52*	0,37*...0,50*
Длина метелки / Panicle length	0,29...0,47*	0,47*...0,52*
Масса метелки / Mass of a panicle	0,56*...0,77*	0,58*...0,72*
Число колосков в метелке / Number of spikelets in a panicle	0,59*...0,74*	0,56*...0,65*
Число зерен в метелке / Number of grains in a panicle	0,28...0,39*	0,56*...0,81*
Масса зерна с метелки / Grain mass from a panicle	0,34*...0,77*	0,60*...0,72*
Масса зерна с растения / Grain mass from a plant	0,61*...0,66*	0,51*...0,84*

*Корреляционная связь достоверна на уровне $p \leq 0,05$ / *Correlation is significant at $p \leq 0,05$

При изучении линий овса на естественном и инфекционном фонах *U. avenae* обнаружено значительное негативное влияние инфекции на элементы продуктивности растений. При инфицировании семян депрессия признака в среднем у всех изученных линий и образцов составила по: массе метелки – 18,3 %; количеству колосков – 16,6 %; количеству зерен – 18,3 %; массе зерна с метелки – 22,0 %; массе зерна с растения – 27,6 %. К толерантным

генотипам можно отнести лишь линии 16h10 и 20h10, у которых снижение основных элементов продуктивности отсутствовало или не превышало 10 % (табл. 5), кроме линии 16h10 – депрессия по массе зерна с растения составила 22,8 %.

Следует отметить линии 16h10, 18h10, 19h10, которые сформировали элементы продуктивности растений на уровне стандарта и своих исходных форм (табл. 6).

Таблица 5 – Депрессия некоторых элементов структуры продуктивности у устойчивых к пыльной головне линий овса пленчатого (в среднем за 2023-2024 гг.) /

Table 5 – Depression of some elements of the productivity structure in covered oat lines resistant to dusty smut (average for 2023-2024)

Линия / Line	Масса метелки, г / Mass of a panicle, g			Количество зерен в метелке, шт. / Number of grains in panicle, pcs.			Масса зерна с растения, г / Grain mass from a panicle, g			Масса 1000 зерен, г / Mass of 1000 grains, g		
	ЕФ / NB	ИИФ / AIB	Д / D	ЕФ / NB	ИИФ / AIB	Д / D	ЕФ / NB	ИИФ / AIB	Д / D	ЕФ / NB	ИИФ / AIB	Д / D
5h10	1,71	1,51	11,7	33,6	21,9	34,8	1,78	1,29	27,5	36,5	34,4	5,7
6h10	3,52	2,93	16,8	60,0	55,4	7,7	3,35	2,40	28,4	45,3	39,7	12,4
11h10	1,84	1,29	29,9	38,9	26,6	31,6	1,78	1,13	36,5	40,6	35,0	13,8
14h10	2,07	1,76	15,0	45,4	35,4	22,0	1,96	1,46	25,5	38,2	37,6	1,6
16h10	2,38	2,24	5,9	39,3	39,1	0,5	2,24	1,73	22,8	40,7	42,9	-5,4
18h10	2,11	1,78	15,6	41,8	38,0	9,1	2,10	1,58	24,8	39,1	36,7	6,1
19h10	2,34	2,00	14,5	43,3	36,2	16,4	2,81	2,23	20,6	41,8	41,4	1,0
20h10	3,1	2,98	4,0	62,6	59,7	4,6	3,49	3,54	-1,4	39,2	36,0	8,9
22h10	1,55	1,24	20,0	34,2	30,2	11,7	1,69	1,03	39,1	32,5	29,7	8,6
Архан – ст. / 'Archan' – st.	1,55	1,17	24,5	32,9	25,9	21,3	1,71	1,01	40,9	38,1	37,1	2,6
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,85	0,62	-	24,4	19,6	-	0,96	1,10	-	6,3	4,2	-

Примечания: ЕФ – естественный фон; ИИФ – искусственный инфекционный фон; Д – депрессия признака на инфекционном фоне, % /

Notes: NB – natural background; AIB – artificial infectious background; D – depression of a trait on infectious background, %

Таблица 6 – Параметры элементов продуктивности линий овса пленчатого с высокой устойчивостью к пыльной головне на искусственном инфекционном фоне (в среднем за 2023-2024 гг.) /
Table 6 – Parameters of the elements of the productivity of oat lines with high resistance to dust smut on an artificial infectious background (average for 2023-2024)

Линия / Line Исходная форма / Initial form (IF)	Масса метелки / Mass of a panicle		Количество зерен в метелке / Number of grains in panicle		Масса зерна с растением / Grain mass from a panicle		Масса 1000 зерен / Mass of 1000 grains	
	г / g	± к стандарту / ± to the standard	шт. / pes.	± к исходной форме / ± to the IF	г / g	± к стандарту / ± to the standard	г / g	± к стандарту / ± to the standard
5h10	1,51	0,10	21,9	-6,9	1,29	0,09	34,4	-1,5
к-14555	1,41	0,24	28,8	-	1,20	-	35,9	-
6h10	2,93	1,76	55,4	20,2	2,40	0,64	39,7	-2,0
к-14780	2,14	0,97	35,2	-	1,76	-	41,7	-
11h10	1,29	-0,55	26,6	-9,5	1,13	-0,36	35,0	-1,9
к-14022	1,84	0,67	36,1	-	1,49	-	36,9	-
14h10	1,76	-0,40	35,4	5,2	1,46	-0,24	37,6	-5,0
к-14779	1,84	0,67	30,2	-	1,70	-	42,6	-
16h10	2,24	1,07	39,1	-2,9	1,73	0,15	42,9	6,7
к-14696	2,00	0,83	42,0	-	1,58	-	36,2	-
18h10	1,78	0,61	38,0	1,4	1,58	0,16	36,7	0,7
к-14775	1,63	0,46	36,6	-	1,42	-	36,0	-
19h10	2,00	0,83	36,2	9,4	2,23	1,11	41,4	0,0
к-14752	1,48	0,31	26,8	-	1,12	-	41,4	-
20h10	3,10	1,93	59,7	17,7	3,54	1,65	39,2	1,5
к-14762	2,02	0,85	42,0	-	1,89	-	37,7	-
22h10	1,24	0,07	30,2	-12,7	1,03	0,86	29,7	1,5
к-14746	2,32	1,15	42,9	-	1,98	-	31,0	-
Архан – стандарт / 'Archan' – standard	1,17	-	25,9	-	1,01	-	37,1	-
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,62	-	19,6	-	1,10	-	4,2	-

Две новые линии 6h10 и 20h10 характеризовались лучшими, чем у стандарта показателями по крупности зерна (свыше на 2,6 и 2,1 г соответственно), массе метелки (на 1,76 и 1,93 г), количеству зерен в метелке (на 29,5 и 33,8 шт.) и массе зерна с растения (на 1,39 и 2,53 г).

Следует отметить, что исходная форма иммунной линии 6h10 – сорт Иртыш 21 (к-14780) селекции Омского аграрного научного центра в условиях Кировской области характеризовался практической устойчивостью к пыльной головне и более высокими, чем у стандарта показателями массы метелки и крупности зерна. Исходная форма высокоустойчивой линии 20h10 – американский сорт CI 5558 (к-14762) обладал практической устойчивостью к заболеванию и достоверно превышал стандарт по массе метелки в условиях искусственного заражения семян.

Заключение. Таким образом, отбор генотипов овса пленчатого на искусственном инфекционном фоне *U. avenae* был эффективен в 60 % случаев по устойчивости к пыльной головне и в 15 % – по повышению урожайности. Созданные устойчивые (5h10, 6h10, 11h10, 14h10, 16h10, 18h10, 19h10, 20h10, 22h10) и высокоурожайные (6h10, 20h10) линии овса пленчатого рекомендуются к использованию в селекции на данный признак в регионах, где эта проблема актуальна.

Искусственное заражение семян овса телиоспорами *U. avenae* позволяет объективно оценить генотип культуры по устойчивости к пыльной головне, выявить хозяйственно и иммунологически ценные генотипы, несмотря на влияние погодных условий.

Список литературы

1. Градобоева Т. П., Баталова Г. А. Влияние факторов среды на устойчивость овса к пыльной головне. *Зерновое хозяйство России*. 2020;(3(69)):72–76. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-69-3-72-76> EDN: АНУЈVН
2. Шешегова Т. К., Щеклеина Л. М. Фитопатогенная биота в условиях потепления климата (обзор). *Теоретическая и прикладная экология*. 2022;(3):6–13. DOI: <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-3-006-013> EDN: LKVJRZ
3. Шешегова Т. К., Щеклеина Л. М., Щенникова И. Н., Мартьянова А. Н. Зависимость развития грибной инфекции зерновых культур от сезонной динамики климатических факторов. *Достижения науки и техники АПК*. 2017;31(4):58–61. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29187239> EDN: YOSHXD
4. Баталова Г. А., Шевченко С. Н., Лисицын Е. М., Тулякова М. В., Русакова И. И., Железникова В. А., Градобоева Т. П. Методология создания продуктивных, экологически устойчивых сортов овса пленчатого. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2017;(6):3–6. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30773890> EDN: ZXLBBN
5. Баталова Г. А., Шешегова Т. К., Щеклеина Л. М., Жуйкова О. А. Некоторые результаты селекции яровых зерновых на иммунитет в условиях Волго-Вятского региона России. Эколого-генетические основы селекции возделывания сельскохозяйственных культур: мат-лы Междунардн. научн.-практ. конф. и школы молодых ученых по эколого-генетическим основам растениеводства. Краснодар: ФГБНУ «ФНИЦ риса», 2022. С. 4–7. DOI: <https://doi.org/10.33775/conf-2022-4-7>
6. Лейбович Я. Г., Власенко Н. М., Колупаева А. С. Селекция овса на устойчивость к пыльной головне в ФИЦ «Немчиновка». *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2018;20(2-2(82)):245–247. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36289160> EDN: SIMFDN
7. Дмитриев А. П. Ржавчина овса. СПб: Всероссийский НИИ защиты растений (ВИЗР), 2000. 112 с. Режим доступа: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_000697284
8. Земцова Е. С., Боме Н. А., Колоколова Н. Н. Дифференциация сортов яровой пшеницы, районированных в Тюменской области, по устойчивости к фузариозу колоса. *Пермский аграрный вестник*. 2023;(2(42)):20–26. DOI: https://doi.org/10.47737/2307-2873_2023_42_20 EDN: YALIIS
9. Щеклеина Л. М., Харина А. В. Искусственный инфекционный фон с использованием местной популяции гриба *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. *Пермский аграрный вестник*. 2023;(4(44)):83–90. DOI: https://doi.org/10.47737/2307-2873_2023_44_83 EDN: VRFTUQ
10. Жуйкова О. А., Градобоева Т. П., Баталова Г. А. Эффективность инфекционных фонов при оценке овса на устойчивость к грибным болезням. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2020;(3):10–13. DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500262720030035> EDN: RTCRDP
11. Захаренко В. А., Медведев А. М., Ерохина С. А., Коваленко Е. Д., Добровольская Г. В., Михайлов А. А. Методика по оценке устойчивости сортов полевых культур к болезням на инфекционных и провокационных фонах. М., 2000. 120 с.
12. Щеклеина Л. М., Шешегова Т. К., Уткина Е. И. Иммунологическая структура и урожайность сортов озимой ржи селекции Федерального аграрного научного центра Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2024;25(2):172–180. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.2.172-180> EDN: EWZDJW
13. Иванова И. Ю., Иванова А. О., Ильина С. В. Корреляционная зависимость урожайности пшеницы мягкой яровой от элементов продуктивности. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2019;(4(32)):119–125. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11142> EDN: RPVZCI
14. Жуйкова О. А., Баталова Г. А. Анализ адаптивности сортов и линий овса по элементам продуктивности в условиях Кировской области. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2023;24(6):949–957. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.949-957> EDN: SIRCSC

References

1. Gradoboeva T. P., Batalova G. A. The effect of environmental factors on oats resistance to loose smut. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2020;(3):72–76. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-69-3-72-76>
2. Sheshegova T. K., Shchekleina L. M. Phytopathogenic biota in the conditions of climate warming (review). *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* = Theoretical and Applied Ecology. 2022;(3):6–13. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-3-006-013>
3. Sheshegova T. K., Shchekleina L. M., Shchennikova I. N., Mart'yanova A. N. Dependence of fungal infection development of cereals on seasonal dynamics of climate factors. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2017;31(4):58–61. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29187239>
4. Batalova G. A., Shevchenko S. N., Lisitsyn E. M., Tulyakova M. V., Rusakova I. I., Zheleznikova V. A., Gradoboeva T. P. Breeding methodology of ecologically resistant varieties of covered oat. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka*. 2017;(6):3–6. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30773890>

5. Batalova G. A., Sheshegova T. K., Shchekleina L. M., Zhuykova O. A. Some results of spring grain breeding for immunity in the Volga-Vyatka region of Russia. Ecological and genetic bases of breeding of agricultural crops: Proceedings of International scientific and practical conference and school of young scientists on the ecological and genetic foundations of crop production. Krasnodar: FGBNU «FNTs risa», 2022. pp. 4–7.

DOI: <https://doi.org/10.33775/conf-2022-4-7>

6. Leybovich Ya. G., Vlasenko N. M., Kolupaeva A. S. Seleksiya ovsa na ustoychivost' k pyl'noy golovne v FITs «Nemchinovka». *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018;20(2-2(82)):245–247. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36289160>

7. Dmitriev A. P. Oat Rust. Saint-Petersburg: *Vserossiyskiy NII zashchity rateniy (VIZR)*, 2000. 112 p.

URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_000697284

8. Zemtsova E. S., Bome N. A., Kolokolova N. N. Differentiation of spring wheat varieties recognized in the Tyumen region by resistance to fusarium ear blight. *Permskiy agrarnyy vestnik* = Perm Agrarian Journal. 2023;(2(42)):20–26. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.47737/2307-2873_2023_42_20

9. Shchekleina L. M., Kharina A. V. Artificial infection background with the use of local population of the fungus *Claviceps purpurea* (Fr.) tul. *Permskiy agrarnyy vestnik* = Perm Agrarian Journal. 2023;(4(44)):83–90. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.47737/2307-2873_2023_44_83

10. Zhuykova O. A., Gradoboeva T. P., Batalova G. A. Effectiveness of infectious backgrounds in evaluating oat for resistance to fungal diseases. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka*. 2020;(3):10–13. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500262720030035>

11. Zakharenko V. A., Medvedev A. M., Erokhina S. A., Kovalenko E. D., Dobovol'skaya G. V., Mikhailov A. A. Methodology for assessing the resistance of field crop cultivars to diseases on infectious and provocative backgrounds. Moscow, 2000. 120 p.

12. Shchekleina L. M., Sheshegova T. K., Utkina E. I. Immunological structure and yield of winter rye varieties bred by the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(2):172–180. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.2.172-180>

13. Ivanova I. Yu., Ivanova A. O., Il'ina S. V. Correlation dependence of soft spring wheat productivity on productivity elements. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2019;(4(32)):119–125. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11142>

14. Zhuikova O. A., Batalova G. A. Analysis of adaptability of oat varieties and lines by productivity elements in the conditions of Kirov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(6):949–957. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.949-957>

Сведения об авторах

✉ **Жуйкова Ольга Анатольевна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией селекции овса, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166 а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3290-4827>, e-mail: zhuikova_o@mail.ru

Баталова Галина Аркадьевна, доктор с.-х. наук, академик РАН, заведующая отделом селекции овса, заместитель директора по селекционной работе, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166 а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3491-499X>

Information about the authors

✉ **Olga A. Zhuikova**, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Head of the Laboratory of Oat Breeding, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin Str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3290-4827>, e-mail: zhuikova_o@mail.ru

Galina A. Batalova, DSc in Agricultural Science, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Oat Breeding, Deputy Director for Breeding Work, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin Str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3491-499X>

✉ – Для контактов / Corresponding author