ИММУНИТЕТ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Научная статья
УДК 633.16:632.7
DOI: 10.30901/2227-8834-2025-4-234-243

CC BY

Устойчивость местных форм ячменя из Передней Азии к шведской мухе и листовым патогенам

А. Г. Семенова[1], А. В. Анисимова[2], О. Н. Ковалева[3]

[1] Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия

[2] ООО «РБМ Реконструкция», Ленинградская область, Россия

[3] Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Ольга Николаевна Ковалева o.kovaleva@vir.nw.ru

Актуальность. В Северо-Западном регионе Российской Федерации наблюдаются значительные потери урожая ячменя от шведской мухи и листовых болезней: сетчатой и темно-бурой пятнистостей, карликовой ржавчины, мучнистой росы.

Материал и методы. Начиная с 2013 г. изучено 377 местных образцов ячменя из Передней Азии. Каждые три года изучали конкретную группу образцов: из Дагестана (225), Грузии и Азербайджана (50), Турции (22), Ирана (27) и Афганистана (53). Полевые исследования проводили на полях НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР». Для обеспечения высокой численности шведской мухи на посеве создавали провокационный фон. Оценку устойчивости образцов ячменя к патогенам (листовые пятнистости, мучнистая роса и карликовая ржавчина) проводили на естественном инфекционном фоне.

Результаты и заключение. Изучение местных образцов из Передней Азии свидетельствует о более высокой вероятности обнаружения устойчивых образцов к шведской мухе и листовым патогенам в Дагестане и Турции. Местные образцы ячменя из Афганистана, устойчивые к изучаемым вредным организмам, не выявлены. Однако местные афганские образцы к-19756 и к-31119 при сильном поражении карликовой ржавчиной в 2023 г. проявили умеренную устойчивость к шведской мухе. При эпифитотии в 2023 г. выявлены устойчивые к карликовой ржавчине образцы: к-20667, к-22421, к-26822. Исходя из многолетней оценки местных форм ячменя из Передней Азии по устойчивости к вредным организмам на фоне контрастных погодных условий, выделены образцы с комплексной устойчивостью из Дагестана, Турции, Ирана и Грузии, а также устойчивые к шведской мухе – из Азербайджана и Афганистана. Образцы, выделенные по устойчивости к вредным организмам, представляют интерес как источники устойчивости к отдельным вредным организмам и комплексу патогенов.

Ключевые слова: *Hordeum vulgare* L., шведская муха, мучнистая роса, листовые пятнистости, карликовая ржавчина, устойчивость, селекция

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № FGEM-2022-0009 «Структурирование и раскрытие потенциала наследственной изменчивости мировой коллекции зерновых и крупяных культур ВИР для развития, оптимизированного генбанка и рационального использования в селекции и растениеводстве».
Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы

Для цитирования: Семенова А.Г., Анисимова А.В., Ковалева О.Н. Устойчивость местных форм ячменя из Передней Азии к шведской мухе и листовым патогенам. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2025;186(4):234-243. DOI: 10.30901/2227-8834-2025-4-234-243

© Семенова А.Г., Анисимова А.В., Ковалева О.Н., 2025

Original article
DOI: 10.30901/2227-8834-2025-4-234-243

Resistance of local barley forms from Western Asia to frit fly and leaf pathogens

Alla G. Semenova[1], Anna V. Anisimova[2], Olga N. Kovaleva[3]

[1] St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russia

[2] RBM Rekonstruktsiya LLC, Leningrad Province, Russia

[3] N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

Corresponding author: Olga N. Kovaleva, o.kovaleva@vir.nw.ru

Background. Barley harvests suffer significant losses in Northwest Russia from frit fly, net and spot blotches, leaf rust, and powdery mildew.
Materials and methods. A study of 377 local barley accessions from Western Asia started in 2013. Every three following years were dedicated for testing a group of accessions from various regions: Dagestan (225), Georgia and Azerbaijan (50), Turkey (22), Iran (27), and Afghanistan (53). Field studies were conducted at Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR. A provocative background was introduced to ensure high numbers of frit fly on plants. The resistance of barley accessions to pathogens (leaf blotches, powdery mildew, and leaf rust) was assessed under natural infection pressure.
Results and conclusions. The study of a set of local accessions from Western Asia showed a higher probability of identifying barley forms resistant to frit fly and leaf pathogens among the barleys from Dagestan and Turkey. Resistance to the studied diseases and pests was not found in local barley accessions from Afghanistan. However, two local Afghan accessions k-19756 and k-31119, despite severe leaf rust infestation in 2023, demonstrated moderate resistance to frit fly. During the 2023 epidemic, accessions k-20667, k-22421, and k-26822 were resistant to leaf rust. The long-term evaluation of local barley forms from Western Asia for pest and disease resistance under contrasting weather conditions resulted in identifying accessions with complex resistance from Dagestan, Turkey, Iran, and Georgia, as well as accessions resistant to frit fly from Azerbaijan and Afghanistan. The identified barley accessions are of interest as sources of resistance to individual pathogens and a complex of harmful organisms.

***Keywords*:** *Hordeum vulgare* L., frit fly, powdery mildew, leaf blotches, leaf rust, resistance, breeding

***Acknowledgements*:** the study was carried out within the framework of the state task according to the thematic plan of VIR, Project No. FGEM-2022-0009 “Structuring and disclosing the potential of hereditary variation in the global collection of cereal and groat crops at VIR for the development of an optimized genebank and its sustainable utilization in plant breeding and crop production”.
The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Semenova A.G., Anisimova A.V., Kovaleva O.N. Resistance of local barley forms from Western Asia to frit fly and leaf pathogens. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2025;186(4):234-243. (In Russ.). DOI:10.30901/2227-8834-2025-4-234-243

Введение

В Северо-Западном регионе России большое число вредных организмов оказывают негативное влияние на растения, что приводит к снижению урожайности. Наиболее вредоносными являются шведская муха (*Oscinella frit* L.) и листовые болезни культуры: темно-бурая (*Cochliobolus sativs* Ito et Kurib) пятнистость, карликовая ржавчина (*Puccinia hordei* G.H. Otth.), мучнистая роса (*Blumeria graminis* (DC.) Golovin ex Speer f. sp. *hordei* Em. Marchal).

Шведская муха – опасный внутристеблевой вредитель, относится к семейству Chloropidae (злаковые мухи). В это семейство преимущественно входят мелкие двукрылые, личинки которых (фитофаги) в своем развитии связаны с однодольными растениями – злаками и осоковыми. Насекомые из данного семейства обитают на лугах разной степени увлажнения, опушках и полянах в лесу, в степях. Многие виды мезогигрофильны и гигрофильны, встречаются на болотах, заболоченностях и на околоводной растительности, распространены на всей территории бывшего СССР в районах возделывания хлебных злаков. В горах Кавказа неоднократно наблюдали повреждения личинками овсяной шведской мухи колосков овса и ячменя (Nartshuk, 2007).

На Северо-Западе обычно отмечается три поколения вредителя, но в холодные и дождливые годы второе поколение выпадает. Зимует фитофаг в фазе личинки последнего, третьего возраста внутри стеблей культурных и дикорастущих злаков. Лёт имаго весеннего поколения в Ленинградской области происходит в последней декаде мая. После дополнительного питания в течение примерно двух недель самки откладывают яйца на всходы зерновых культур, предпочитая фазу двух-трех листьев. Личинки проникают внутрь стебля, питаясь меристемными тканями конуса нарастания, вызывая усыхание центрального листа. Гибель главного стебля приводит к снижению урожая на 40%, а одного-двух придаточных – к прибавке урожая или не вызывает снижения урожая (Belyaev, 1974). Ухудшение ситуации с данным вредителем можно ожидать в годы с повышенным температурным режимом в период откладки яиц самками на яровых зерновых культурах (Shpanev, 2022). В благоприятные для его развития годы можно наблюдать до 70% и более поврежденных растений в посеве (Velibekova et al., 2017). В производстве принято высевать злаки в начале мая. К моменту откладки яиц вредителем растения находятся в фазе полного кущения, и личинки развиваются в подгоне, не принося ущерба урожаю. В настоящее время наблюдается тенденция потепления климата, что может привести к ускорению развития шведской мухи, вследствие чего уязвимая фаза у растений и агрессивная фаза насекомого совпадут (Shpanev, 2022). Скрытный образ жизни вредящей фазы шведской мухи определяет сложность организации химической борьбы. Поэтому самозащита культуры, то есть создание и использование устойчивых сортов, является неотъемлемой частью интегрированной защиты растений.

Серьезную опасность в Северо-Западном регионе представляют возбудители пятнистостей. На восприимчивых сортах в годы эпифитотий потери урожая от этой болезни могут достигать 20–60% (Polityko et al., 1996).

Последнее время в условиях Северо-Западного региона РФ в посевах ячменя прогрессируют мучнистая роса и карликовая ржавчина. В эпифитотийные годы недоборы урожая у восприимчивых сортов от этих болезней могут составлять 10–35% (Velibekova et al., 2017).

Возбудители мучнистой росы и карликовой ржавчины поражают листья, стебли и колос. Оптимальными условиями для эпифитотий мучнистой росы являются: температура воздуха +15…+18°C (максимальная +29…+30°C), влажность воздуха – 75–99% (Krivchenko et al., 2008); для карликовой ржавчины – температура +15…+25°C, влажность 98–100% и обильные ночные росы (Danilova et al., 2014).

Н. И. Вавилов центры происхождения культурных растений рассматривал и как центры формообразования и разнообразия возделываемых растений (Vavilov, 1926). Одной из генетических предпосылок к определению центров происхождения видов Н. И. Вавилов считал сосредоточение к периферии ареала растений с рецессивными признаками, а в центре – с доминантными. Теория доминирования признаков исходит из гипотезы, что гены, действующие благоприятно на рост и развитие организма, в процессе эволюции под влиянием отбора становятся доминантными, а неблагоприятно – рецессивными (Turbin, 1967).

Ныне признано влияние ячменей Передней Азии на эволюцию этой культуры во всем мире. Вертикальная зональность и разнообразие почвенно-климатических факторов способствовали экологической дифференциации ячменей Передней Азии. На этой территории насчитывается 8 агроэкологических групп и множество ботанических разновидностей культурного ячменя. Здесь сформировались двурядные пленчатые и голозерные разновидности с различной окраской зерна, а также шестирядные ячмени с рыхлым (var. *pallidum* Ser.) и плотным (var. *parallelum* Koern.) колосом с длинными остями. Двурядные пленчатые ячмени представлены разновидностями с зазубренными (var. *nutans* Schubl.) и гладкими (var. *medicum* Koern.) остями (Batasheva et al., 2013).

Ячмени армяно-грузинской агроэкологической группы характеризуются комплексной устойчивостью к ржавчинным грибам, пыльной головне и бактериальной пятнистости, а также выносливостью к повреждениям шведской мухой. На территории Армении найдены дву- и шестирядные ячмени с широкими колосковыми чешуями, что свойственно эндемичным расам Эфиопии и Средиземноморья. Эти факты указывают на их филогенетические связи с древнейшим генцентром Передней Азии.

Отмечены ценные свойства ячменей Малой Азии по продуктивности растений и устойчивости к засухе, повышенному засолению почв. Обнаружены популяции, устойчивые к грибным болезням. Существенный недостаток ячменей Малой Азии – их склонность к полеганию (Zhukovsky, 1971). Изучение образцов ячменя из данного центра представляет интерес для выявления источников устойчивости к болезням. На этой территории сосредоточен ареал *Hordeum spontaneum* K. Koch, и некоторых других более отдаленных диких видов рода *Hordeum* L.

Селекция на иммунитет считается наиболее выгодным и экологически безопасным способом борьбы с вредными организмами. Богатым источником исходного материала для селекции является мировая коллекция Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР). Хорошо изученный и правильно подобранный материал обеспечивает успех при создании устойчивых сортов.

В течение многих лет на полях научно-производственной базы (НПБ) «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» Санкт-Петербургским аграрным универси-

тетом (кафедра защиты и карантина растений) в содружестве с сотрудниками отдела генетических ресурсов овса, ржи и ячменя ВИР исследуются коллекционные образцы ячменя различного происхождения. Объектами исследований являются перспективные, районированные сорта ячменя, образцы с ценными хозяйственными признаками, а также местные формы культуры из разных стран.

Материал и методы

Начиная с 2013 г. изучено 377 местных образцов ячменя из Передней Азии. Последовательно, каждые три года, изучали конкретную группу образцов из Дагестана (225), Грузии и Азербайджана (50), Турции (22), Ирана (27). В 2021 г. были начаты исследования местных форм из Афганистана (53).

Полевые исследования проводили на полях НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР». Для обеспечения высокой численности шведской мухи на посеве изучаемых образцов создавали провокационный фон, который предполагает разреженный посев, располагаемый вблизи озимых злаков и дикой злаковой растительности. Набор образцов высевали в более поздние сроки относительно принятых в производстве. Использование такого приема учитывает поведенческие реакции насекомого и позволяет обеспечить максимальное заселение продуктивных стеблей растений ячменя личинками вредителя для надежной дифференциации образцов культуры по устойчивости к фитофагу.

Изучаемые образцы ячменя высевали в течение нескольких лет, сначала каждый образец по 2 рядка в однократной повторности, а на 3-й год выделившиеся по устойчивости образцы – в трехкратной повторности. Через каждые 20 образцов помещали контрольные сорта: устойчивый к вредителю сорт ‘Белогорский’ (к-22089, Ленинградская область) и неустойчивый ‘Криничный’ (к-27605, Беларусь). Учеты проводили в фазу «кущение», определяя процент повреждения главных (наиболее продуктивных) стеблей, в фазу «выход в трубку» – поврежденность всех стеблей; в фазу налива зерна оценивали продуктивную кустистость как признак, коррелирующий с устойчивостью. Конкретные показатели поврежденности образцов варьируют по годам и зависят от биотических и абиотических факторов, в частности от перезимовки фитофага. Поэтому к устойчивым относили сорта, у которых поврежденность главных стеблей и всех стеблей фитофагом была ниже неустойчивого стандарта ‘Криничный’ и близка к устойчивому сорту-стандарту ‘Белогорский’, который принимали за единицу.

Оценку образцов ячменя по устойчивости к патогенам проводили на естественном инфекционном фоне в межфазный период «цветение – начало молочной спелости» по проценту пораженности листьев по следующим шкалам: к карликовой ржавчине – по модифицированной шкале Кобба (Peterson et al., 1948; Roelfs et al., 1992), к сетчатой, темно-бурой пятнистостям и мучнистой росе – по шкале Э. Гешеле (Geshele, 1971, 1978). Пораженность растений ячменя определяли глазомерно, количество оцениваемых растений на делянке составляло не менее 25 шт.

Шкала для оценки устойчивости к темно-бурой пятнистости ячменя (Geshele, 1971):

– 0% – признаки болезни отсутствуют – иммунный;

– поражено 5–10% поверхности органа (единичные пятна) – высокая устойчивость;

– поражено 11–25% поверхности органа, нижний и средний ярусы листьев поражены более чем на 25%, на верхнем ярусе единичные пятна – устойчивость;

– поражено 26–50% поверхности органа, нижний ярус листьев поражен более чем на 50%, листья отмирают, средний ярус – до 30% и выше, верхний – до 20% – средняя устойчивость;

– поражено 51–75% поверхности органа, нижние листья отмирают, средний ярус поражен более чем на 50%, верхний ярус – до 50% и выше – восприимчивость;

– поражено 76–100% поверхности органа, нижний и средний ярусы листьев отмирают, верхний ярус поражен более чем на 80% – высокая восприимчивость.

Шкала для оценки устойчивости к карликовой ржавчине ячменя (Peterson et al., 1948; Roelfs et al., 1992):

0% – заболевание отсутствует, иммунный;

1–10% – в месте пустул образуются четко выраженные хлорозные пятна – устойчивость;

11–30% – пустулы очень мелкие, окружены хлоротичной зоной – средняя устойчивость;

31–50% – пустулы мелкие – восприимчивость;

51–100% – пустулы крупные – высокая восприимчивость.

Статистическую обработку полученных данных проводили, используя компьютерную программу Microsoft Excel.

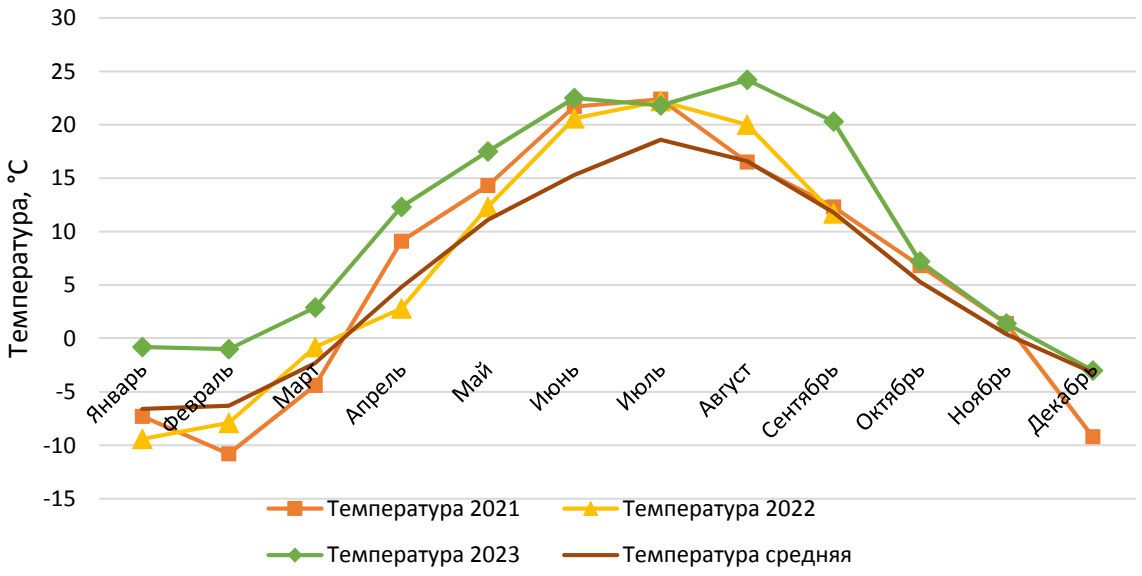
Результаты и обсуждение

В предыдущие годы проведено изучение устойчивости ряда местных образцов из Дагестана, Грузии и Азербайджана, Турции и Ирана к поражению шведской мухой и фитопатогенами в Северо-Западном регионе РФ (Semenova et al., 2017; Semenova, 2018; Vasilyeva et al., 2020). В дагестанской группе выделено 4 образца с устойчивостью к комплексу названных вредных организмов, 2 образца с групповой устойчивостью к болезням и 4 образца, обладающих иммунитетом к вредителю. В закавказской группе ячменей обнаружено 6 комплексно устойчивых форм и 5 – к шведской мухе. Получены данные по устойчивости к вредным организмам пяти местных образцов из Турции и трех из Ирана.

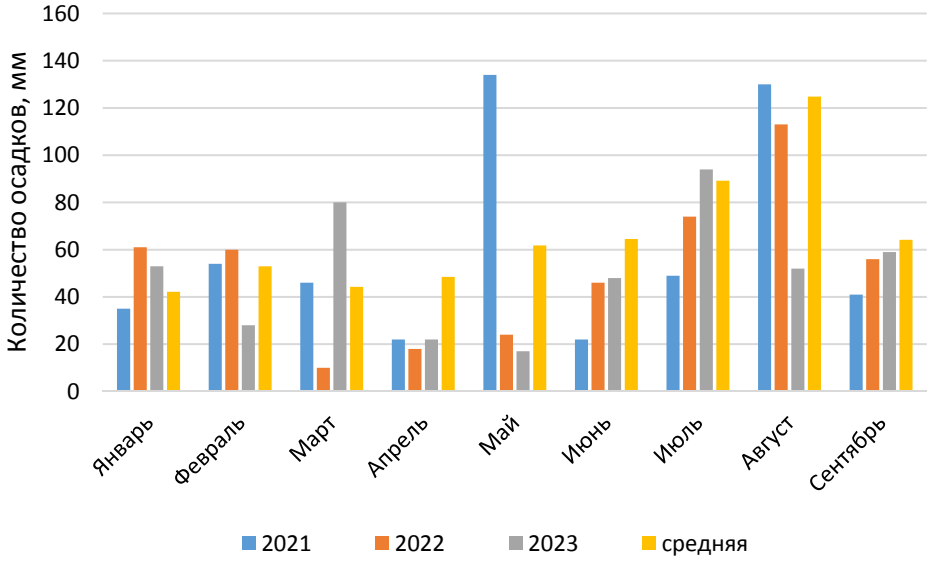
В 2021–2023 гг. для полного охвата района Передней Азии провели полевую оценку местных форм ячменя из Афганистана по устойчивости к вредным организмам. На третий год изучения из 53 образцов отобрали 18 форм, имеющих положительные иммунологические характеристики. На диаграммах представлена характеристика погодных условий за период изучения (рис. 1) (http://www.pogodaiklimat.ru).

Как свидетельствуют данные диаграмм (см. рис. 1), в течение трех лет температура была выше, чем средняя многолетняя, количество осадков в целом близко к норме. Исключение составляет 2021 г., который характеризовался высокой температурой в мае, июне и июле, аномально высоким количеством осадков в мае (134 мм против 64,5 мм в среднем) и недостатком влаги в июне и июле.

Формы, выделившиеся по устойчивости ранее, также подвергались проверке. В изменяющихся погодных условиях наблюдали нарастание численности и вредоносности шведской мухи от 2013 г. к 2018 г., максимальная заселенность посевов вредителем отмечена в 2019 г. В последние годы вредоносность фитофага снизилось более чем в 3 раза. Так, средняя поврежденность главных стеблей растений на посевах провокационного фона со-



А



Б

Рис. 1. Погодные условия: А – температура воздуха; Б – количество осадков (Пушкин, 2021–2023 гг.)

Fig. 1. Weather conditions: A – air temperatures; Б – precipitation amounts (Pushkin, 2021–2023)

ставляла соответственно в 2013 г. 7,3%, 2018 г. – 29,4%, 2019 г. – 53%, 2023 г. – 13,7% (рис. 2). (Semenova et al., 2017; Semenova, 2018; Vasilyeva et al., 2020).

По результатам трехлетней оценки местных форм ячменя из Афганистана с 2021 по 2023 г. установлена их низкая устойчивость к шведской мухе. Среди 53 образцов изученных местных форм можно выделить только два: к-19640 и к-31119, поврежденность главных стеблей которых находилась на уровне контроля (‘Белогорский’), при этом все стебли этих образцов были повреждены значительно.

Сравнение результатов оценки образцов из Передней Азии по устойчивости к шведской мухе при сопоставлении с поврежденностью устойчивого сорта (‘Белогорский’), которая была принята за 1, показало, что среди изученных местных форм ячменя меньше повреждаются образцы из Дагестана и Турции, наиболее повреждаемыми оказались образцы из Афганистана. Поврежденность главных стеблей растений из данных районов относительно сорта ‘Белогорский’ составляет соответственно 1; 0,9; 1,6 (рис. 3) (Semenova et al., 2017; Semenova, 2018; Vasilyeva et al., 2020).

Сильно различающиеся по средним показателям температуры и количеству осадков погодные условия в годы исследований повлияли и на развитие листовых болезней. В 2015, 2022 и 2023 г. наблюдали эпифитотии мучнистой росы. В 2018 г. благоприятные условия сложились для эпифитотийного развития карликовой ржав-

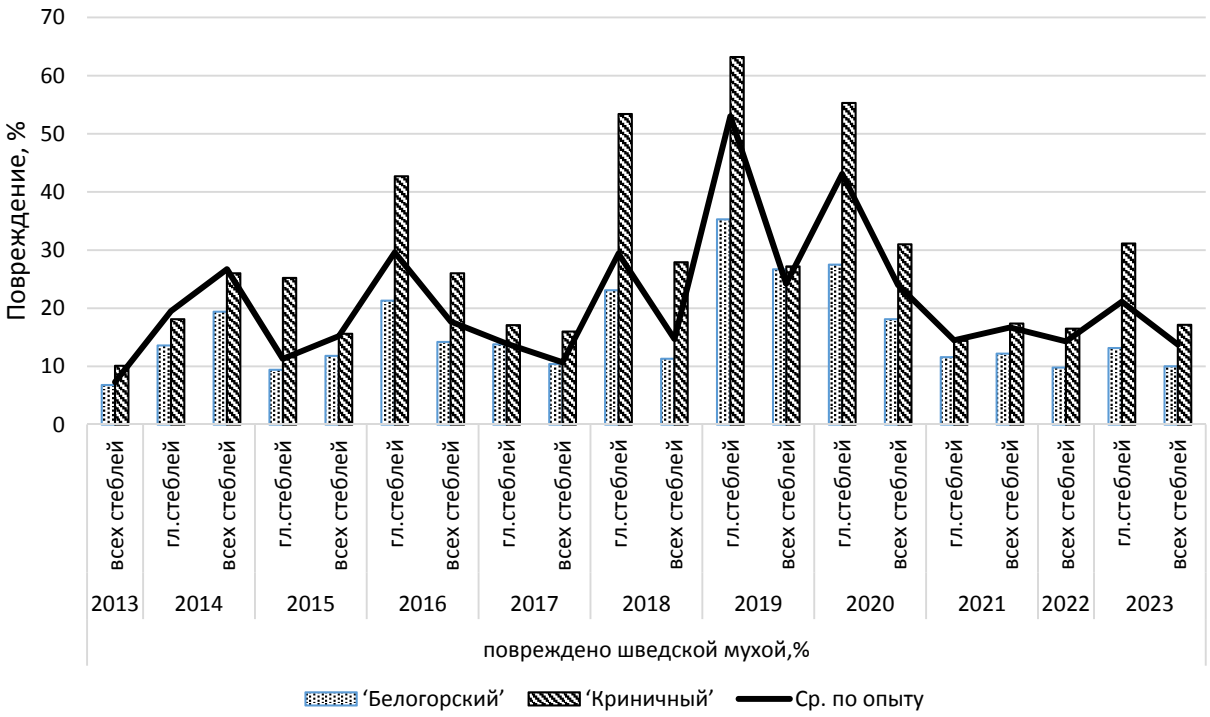


Рис. 2. Повреждение контрольных сортов по устойчивости ячменя к шведской мухе и в среднем по опыту (Пушкин, 2013–2023 гг.)

Fig. 2. Frit fly damage on barley accessions: reference cultivars, and on average for the experiment (Pushkin, 2013–2023)

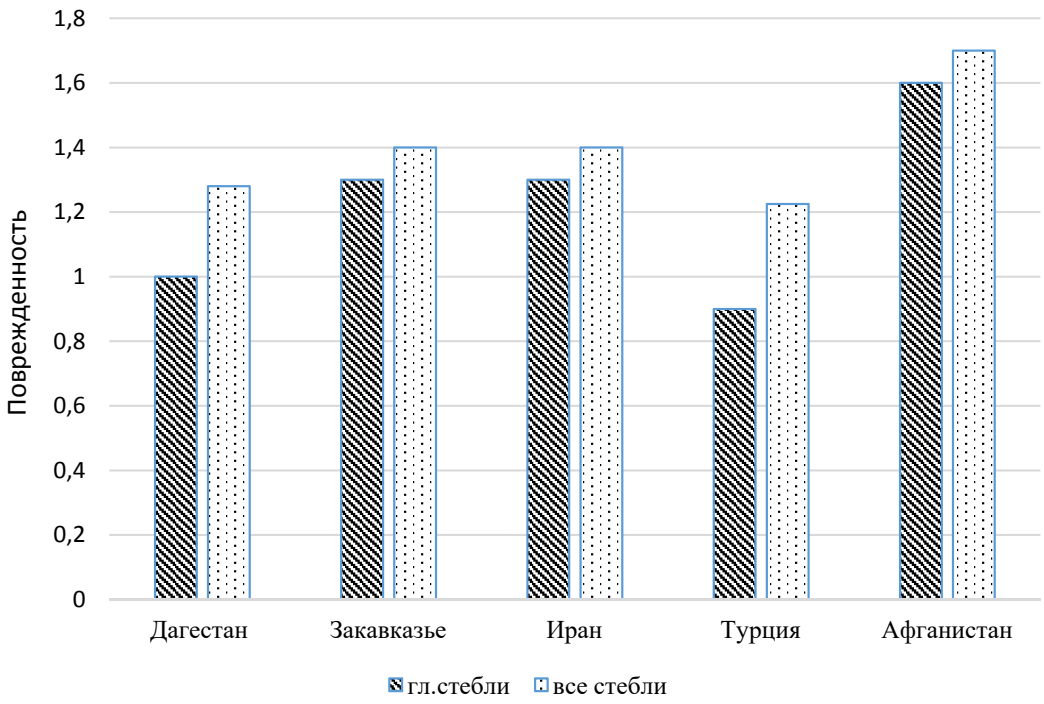


Рис. 3. Поврежденность шведской мухой местных форм ячменя из Передней Азии относительно устойчивого контроля

Fig. 3. Frit fly damage on local barley forms from Western Asia versus a resistant reference

чины в фазу молочно-восковой спелости зерна. (Semenova et al., 2017; Semenova, 2018; Vasilyeva et al., 2020). Развития сетчатой пятнистости в период изучения афганских образцов не наблюдали. Необходимо отметить, что июль 2021 г. характеризовался высокими температурами и низкой влажностью воздуха, посевы ячменя практически высохли, диагностировать болезни возможности не было, и учеты не проводили. Значительное поражение ячменя мучнистой росой отмечено в 2022 и 2023 г. Развитие болезни на изучаемых образцах достигало 50–80%, на сортах-стандартах – 50–60%. Среди изученного материала из Афганистана образцы с той или иной степенью устойчивости к возбудителю мучнистой росы не выявлены.

В период изучения (2021–2023) наблюдали единичное проявление темно-бурой пятнистости и нарастающее к 2023 г. поражение карликовой ржавчиной. В 2019 (Vasilyeva et al., 2020) и 2021–2023 гг. была зарегистрирована карликовая ржавчина, максимальное развитие которой отмечено в 2023 г. По результатам двух- и трехлетней оценки устойчивости к возбудителю карликовой ржавчины выделено 4 образца (развитие болезни до 5–10%) из Афганистана: к-20667, к-20686 к-22421, к-26822 (таблица).

Обобщая предыдущие и последние наблюдения, по результатам полевых оценок на фоне высоко восприимчивых образцов в годы эпифитотий (2019, 2023) выделено 5 устойчивых (развитие до 5–10%) к ржавчине об-

Таблица. Характеристика местных образцов из Афганистана по устойчивости к шведской мухе и карликовой ржавчине (Пушкин, 2021–2023 гг.)

Table. Characterization of local accessions from Afghanistan according to their resistance to frit fly and leaf rust (Pushkin, 2021–2023)

№ по каталогу ВИР / VIR catalogue No.	2021 г.		2022 г.		2023 г.		
	Повреждение шведской мухой, % / Frit fly damage, %		Повреждение шведской мухой, % / Frit fly damage, %	Поврежденность карликовой ржавчиной, % / Leaf rust damage, %	Повреждение шведской мухой, % / Frit fly damage, %		Поврежденность карликовой ржавчиной, % / Leaf rust damage, %
	главных стеблей / on main stems	всех стеблей / on all stems	всех стеблей / on all steams		главных стеблей / on main stems	всех стеблей / on all stems	
19640	16,4	25,9	**8,2**	0	12,9 ± 1,4*	12,4 ± 1,0	20
19756	**9,7**	24,2	14	0	15,8 ± 2,1	11,3 ± 2,4	15
20667	**13,2**	**4,0**	22,8	0	18,5 ± 1,7	16,5 ± 1,9	**5**
20668	**11,1**	**0,0**	15,5	5	23,6 ± 1,7	15,5 ± 0,5	40
20673	**5,1**	16,7	25,8	0	14,2 ± 1,5	15,8 ± 3,4	15
20686	**14,8**	**13,0**	26	0	13,8 ± 2,9	17,4 ± 1,7	**10**
20703	**8,6**	**5,9**	12,6	15	19,9 ± 2,5	17,4 ± 1,5	30
20714	**10,9**	15,8	13,3	0	18,1 ± 3,8	13,0 ± 1,0	50
20723	27,9	29,0	25,6	3	17,9 ± 1,6	15,9 ± 1,9	50
20725	33,3	40,0	**7,7**	0	16,5 ± 1,0	13,5 ± 0,6	30
20728	**13,2**	**8,2**	10,9	20	15,7 ± 1,5	21,2 ± 1,3	10
20729	18,5	54,5	12	15	13,7 ± 2,6	18,5 ± 1,9	**10**
20945	**10,3**	18,4	12,2	0	16,3 ± 3,1	12,1 ± 1,3	10
22421	13,3	**0,0**	13,3	0	26,0 ± 0,9	20,8 ± 2,3	**5**
22426	20,0	27,6	16,5	15	31,0 ± 2,8	20,9 ± 2,0	**10**
26822	**11,3**	24,5	**5**	10	24,8 ± 3,1	16,4 ± 2,5	**10**
31119	**11,1**	26,1	12,4	5	11,4 ± 1,8*	15,5 ± 0,6	80
31120	28,6	**10,0**	**10,5**	0	17,0 ± 4,5	24,2 ± 3,8	60
Среднее / Mean	18,0	17,1	19,2		18,3	16,4	
Контроль 22089, ‘Белогорский’	11,6 ± 3,8	12,2 ± 3,9	9,8 ± 3,3	5	13,2 ± 1,3	9,9 ± 1,9	10

разцов из Ирана: к-16996, к-10840, к-21484, к-23137, к-24928, а также 4 образца из Афганистана: к-20667, к-20686 к-22421, к-26822.

Вероятно, малая устойчивость местных образцов из Афганистана как к опасному вредителю – шведской мухе, так и к изучаемым фитопатогенам связана со своеобразными климатическими условиями страны. В Афганистане преобладают сухостепные и пустынные ландшафты, сухие степи распространены на предгорных равнинах и в межгорных котловинах, которые неблагоприятны для развития изучаемых вредных организмов. Хотя экспедицией Н. И. Вавилова на лёссовых почвах северного Афганистана найден в изобилии и разнообразии дикий ячмень *Hordeum spontaneum*, культурного ячменя обнаружено не было. Видимо, отсутствие совместного развития растения-хозяина и паразитов не позволило сформировать иммунитет к интересующему нас насекомому – шведской мухе и фитопатогену – мучнистой росе.

Выводы

Изучение группы местных образцов из Передней Азии свидетельствует о более высокой степени вероятности обнаружения устойчивых образцов к шведской мухе и листовым патогенам в Дагестане и Турции.

Устойчивые к изученным вредным организмам образцы ячменя из Афганистана выявить не удалось. Однако местные афганские образцы к-19756 и к-31119 были устойчивы к шведской мухе на уровне стандарта. Устойчивость к карликовой ржавчине проявили образцы к-20667, к-20686 к-22421, к-26822.

Исходя из многолетней оценки местных образцов ячменя Передней Азии по устойчивости к вредным организмам на фоне контрастных погодных условий, выделены образцы, устойчивые к шведской мухе и с комплексной устойчивостью:

– из Дагестана (к-21809, к-21807, к-994, к-21745; к-13502 – к шведской мухе: к-11474 – к шведской мухе, темно-бурой пятнистости и карликовой ржавчине; к-11474 – к шведской мухе, мучнистой росе и темно-бурой пятнистости; к-15293 – к шведской мухе и темно-бурой пятнистости; к-14145, к-15246 – к шведской мухе и мучнистой росе);

– из Грузии (к-812, к-825, к-834, к-832, к-1000, к-10613 – к шведской мухе и темно-бурой пятнистости);

– из Азербайджана (к-25621, к-23374, к-717, к-719, к-17208 – к шведской мухе);

– из Турции (к-6821, к-6832, к-6882, к-13241к-13421 к-17736 – к шведской мухе; к-13027, к-17726 – к шведской мухе, темно-бурой пятнистости);

– из Ирана (к-10045, к-24928б к-24929) – к шведской мухе, темно-бурой пятнистости, карликовой ржавчине.

Образцы, выделенные по устойчивости к вредным организмам в течение нескольких лет, представляют интерес для селекции как источники устойчивости к отдельным вредным организмам, а также как источники комплексного иммунитета.

References / Литература

Batasheva B.A., Radchenko E.E., Kovaleva O.N., Zveinek I.A., Abdullaev R.A. Harmfulness of frit fly (*Oscinella frit* L.) in the southern plain zone of Dagestan (Vredonosnost shvedskoy mukhi (*Oscinella frit* L.) v yuzhno-ploskostnoy zone Dagestana). *Problemy razvitiya APK regiona = Problems of the Regional Agro-Industrial Complex Development*. 2013;16(4):10-13. [in Russian] (Баташева Б.А., Радченко Е.Е., Ковалева О.Н., Звейнек И.А., Абдуллаев Р.А. Вредоносность шведской мухи (*Oscinella frit* L.) в южноплоскостной зоне Дагестана. *Проблемы развития АПК региона*. 2013;16(4):10-13).

Belyaev I.M. Pests of cereal crops (Vrediteli zernovykh kultur). Moscow: Kolos; 1974. [in Russian] (Беляев И.М. Вредители зерновых культур. Москва: Колос; 1974).

Danilova A.V., Volkova G.V., Danilov R.Yu. Barley leaf rust (*Puccinia hordei* Otth. pathogen) in the North Caucasus: spread and rase composition. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2014;(101):1131-1141. [in Russian] (Данилова А.В., Волкова Г.В., Данилов Р.Ю. Карликовая ржавчина ячменя (возбудитель *Puccinia hordei* Otth.) на Северном Кавказе: распространение и расовый состав. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2014;(101):1131-1141).

Geshele E.E. Fundamentals of phytopathological evaluation in plant breeding (Osnovy fitopatologicheskoy otsenki v selektsii rasteniy). 2nd ed. Moscow; 1978. [in Russian] (Гешеле Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. 2-е изд. Москва; 1978).

Geshele E.E. Methodological guide for phytopathological evaluation of crops (Metodicheskoye rukovodstvo po fitopatologicheskoy otsenke zernovykh kultur). Odessa; 1971. [in Russian] (Гешеле Э.Э. Методическое руководство по фитопатологической оценке зерновых культур. Одесса; 1971).

Krivchenko V.I., Lebedeva T.V., Peusha Kh.O. Powdery mildew of cereals (Muchnistaya rosa zlakov). In: *Studying Genetic Resources of Cereal Crops for Resistance to Harmful Organisms. Guidelines (Izucheniye geneticheskikh resursov zernovykh kultur po ustoychivosti k vrednym organizmam. Metodicheskoye posobiye)*. Moscow: Russian Academy of Agricultural Sciences; 2008. p.86-105. [in Russian] (Кривченко В.И., Лебедева Т.В., Пеуша Х.О. Мучнистая роса злаков. В кн.: *Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие*. Москва: Россельхозакадемия; 2008. С.86-105).

Nartshuk E.P. A review of the grassflies (Diptera, Chloropidae) of the Altai Mountain, with descriptions of new species. 2. Chloropinae. *Euroasian Entomological Journal*. 2007;6(4):450-458. [in Russian] (Нарчук Э.П. Обзор злаковых мух (Diptera, Chloropidae) Горного Алтая с описанием новых видов. Сообщение 2. Oscinellinae. *Евразиатский энтомологический журнал*. 2007;6(4):450-458).

Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Research*. 1948;26(5):496-500. DOI: 10.1139/cjr48c-033

Polityko P.M., Zakharov A.N., Shukshin F.P., Yaichkin A.V. Seed treatment as a basis for protecting cereal crops (Protravlivaniye semyan – osnova zashchity zernovykh kultur). *Journal of Plant Protection and Quarantine*. 1996;(2):27-29. [in Russian] (Политыко П.М., Захаров А.Н., Шукшин Ф.П., Яичкин А.В. Протравливание семян – основа защиты зерновых культур. *Защита и карантин растений*. 1996;(2):27-29).

Roelfs A.P., Singh R.P., Saari E.E. Rust diseases of wheat: concepts and methods of disease management. Mexico: CIMMYT; 1992.

Semenova A.G. Resistance of barley accessions from Western Asia to frit fly and leaf diseases. In: *International Sci-*

entific and Practical Conference "Modern Plant Protection Technologies and Means – Platform for Innovative Development in Russian Agricultural Sector": Conference Proceedings, 8–12 October 2018, St. Petersburg – Pushkin. St. Petersburg – Pushkin; 2018. p.145-147. [in Russian] (Семенова А.Г. Устойчивость к шведской мухе и листовым болезням у ячменей из Передней Азии. В кн.: *Международная научно-практическая конференция «Современные технологии и средства защиты растений – платформа для инновационного освоения в АПК России»: материалы конференции 8–12 октября 2018 г., Санкт-Петербург – Пушкин*. Санкт-Петербург – Пушкин; 2018. С.145-147). URL: http://vizrspb.ru/assets/docs/news/2018/Confer_Sovr_techn_18-12_10_18_VIZR.pdf [дата обращения: 19.03.2025].

Semenova A.G., Anisimova A.V., Yudin I.O Immunological evaluation of barley accessions from Western Asia in relation to harmful organisms (Immunologicheskaya otsenka obraztsov yachmenya iz Peredney Azii po otnosheniyu k vrednym organizmam). In*: Scientific Support for the Development of Agriculture and Reduction of Technological Risks in the Food Sector: Collection of Scientific Papers. Part 1 (Nauchnoye obespecheniye razvitiya sel'skogo khozyaystva i snizheniya tekhnologicheskikh riskov v prodovolstvennoy sfere: sbornik nauchnykh trudov. Chast 1)*. St. Petersburg; 2017. p.127-131. [in Russian] (Семенова А.Г., Анисимова А.В., Юдин И.О. Иммунологическая оценка образцов ячменя из Передней Азии по отношению к вредным организмам. В кн.: *Научное обеспечение развития сельского хозяйства и снижения технологических рисков в продовольственной сфере: сборник научных трудов. Часть 1*. Санкт-Петербург; 2017. С.127-131).

Shpanev A.M. Frit flies (Diptera: Chloropidae, *Oscinella* spp.) in the agrocenoses of agricultural crops of the North-West of Russia. *Proceedings of the Russian Entomological Society*. 2022;93:178-186. [in Russian] (Шпанев А.М. Шведские мухи (Diptera: Chloropidae, *Oscinella* spp.) в агроценозах сельскохозяйственных культур Северо-Запада России. *Труды Русского энтомологического общества*. 2022;93: 178-186). DOI: 10.47640/1605-7678_2022_93_178

Turbin N.V. Genetics of heterosis and methods of plant breeding for combination value (Genetika geterozisa i metody selektsii rasteniy na kombinatsionnuyu tsennost). *Agrarian Science*. 1967;(3):16-21. [in Russian] (Турбин Н.В. Генетика гетерозиса и методы селекции растений на комбинационную ценность. *Аграрная наука*. 1967;(3):16-21).

Vasilyeva N.A., Semenova A.G., Anisimova A.V. Sources of barley forms resistant to harmful organisms from Iran and Turkey (Istochniki ustoychivykh form yachmenya k vrednym organizmam iz Irana i Turtsii). In: *The Role of Young Scientists and Researchers in Solving Urgent Problems of the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference for Young Scientists and Students (March 26–28 2020). Part I (Rol molodykh uchenykh i issledovateley v reshenii aktualnykh zadach APK: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i obuchayushchikhsya (26–28 marta 2020 goda). Chast I).* St. Petersburg; 2020. p.27-30. [in Russian] (Васильева Н.А., Семенова А.Г., Анисимова А.В. Источники устойчивых форм ячменя к вредным организмам из Ирана и Турции. В кн.: *Роль молодых ученых и исследователей в решении актуальных задач АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся (26–28 марта 2020 года). Часть I.* Санкт-Петербург; 2020. С.27-30). URL: https://spbgau.ru/upload/iblock/7eb/7svirct9nvj1f973i41hhfyffiujbui9.pdf [дата обращения: 19.03.2025].

Vavilov N.I. Studies on the origin of cultivated plants. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 1926;16(2): 1-248. [in Russian] (Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1926;16(2):1-248).

Velibekova E.I., Ershova L.A., Malokostova E.I. Resistance of spring wheat and barley genotypes to harmful organisms. *Journal of Plant Protection and Quarantine*. 2017;(10):13-15. [in Russian] (Велибекова Е.И., Ершова Л.А., Малокостова Е.И. Устойчивость генотипов яровой пшеницы и ячменя к вредным организмам. *Защита и карантин растений*. 2017;(10):13-15).

Weather and Climate (Pogoda i klimat: [website]. [in Russian] (Погода и климат: [сайт]). URL: http://www.pogodaiklimat.ru [дата обращения: 25.03.2025].

Zhukovsky P.M. Cultivated plants and their relatives: systematics, geography, cytogenetics, immunity, ecology, origin, utilization (Kulturnye rasteniya i ikh sorodichi: sistematika, geografiya, tsitogenetika, immunitet, ekologiya, proiskhozhdeniye, ispolzovaniye). 3rd ed. Leningrad: Kolos; 1971. [in Russian] (Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи: систематика, география, цитогенетика, иммунитет, экология, происхождение, использование. 3-е изд. Ленинград: Колос; 1971).

Информация об авторах

Алла Георгиевна Семенова, кандидат биологических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 196601 Россия, Санкт-Петербург, Пушкин, Петербургское шоссе, 2, a.g.semenova@rambler.ru, https://orcid.org/0000-0002-2817-8615

Анна Владимировна Анисимова, кандидат биологических наук, ООО «РБМ Реконструкция», 188516 Россия, Ленинградская область, с. Русско-Высоцкое, Промышленная ул., 1, офис 14г, ankaannushka123@mail.ru

Ольга Николаевна Ковалева, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44, o.kovaleva@vir.nw.ru, https://orcid.org/0000-0002-3990-6526

Information about the authors

Alla G. Semenova, Cand. Sci. (Biology), Associate Professor, St. Petersburg State Agrarian University, 2 Peterburgskoye Hwy., Pushkin, St. Petersburg 196601, Russia, a.g.semenova@rambler.ru, https://orcid.org/0000-0002-2817-8615

Anna V. Anisimova, Cand. Sci. (Biology), RBM Rekonstruktsiya LLC, 1, Office 14g, Promyshlennaya St., Russko-Vysotskoye, Leningrad Province 188516, Russia, ankaannushka123@mail.ru

Olga N. Kovaleva, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, o.kovaleva@vir.nw.ru, https://orcid.org/0000-0002-3990-6526

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации
Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 21.04.2025; одобрена после рецензирования 01.09.2025; принята к публикации 24.10.2025.
The article was submitted on 21.04.2025; approved after reviewing on 01.09.2025; accepted for publication on 24.10.2025.