
ГЕНЕТИКА, БИОТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

**Оценка устойчивости к вредителям сортов
генетической коллекции яровой пшеницы**

Вячеслав Владимирович Гриценко✉, Рита Каррум

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

✉ **Автор, ответственный за переписку:** vaceslavgricenkol@gmail.com

Аннотация

Яровая пшеница – важнейшая продовольственная культура в РФ и в мире, занимающая площадь примерно в 80 млн га. Однако количество и качество урожая снижаются ввиду различных вредителей. Таким образом, концепция интегрированной защиты растений подчеркивает системный подход, объединяющий превентивные и профилактические меры вмешательства, среди которых устойчивость пшеницы к вредителям играет ключевую роль. В исследованиях выполнена оценка генетической коллекции яровой мягкой пшеницы кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева к вредителям в разные фазы развития пшеницы в 2022–2024 гг. с использованием 2 разных методик (кошение сачком и визуальный учет). Определен видовой состав вредителей яровой пшеницы, среди которых доминировали шведские мухи (*Oscinella spp.*), хлебный клопик (*Trigonotylus ruficornis*), злаковые тли (*Sitobion avenae*), злаковые трипсы (*Haplothrips spp.*). Анализ трехлетних данных показал значительное варьирование степени устойчивости растений к вредителям, однако для отдельных сортов и линий отмечена относительная стабильность данного показателя, что свидетельствует о воспроизводимости их устойчивости. Данные генотипы представляют особый интерес как источники устойчивости к вредителям. Сорта Ирень, Злата, Алтайская Жница, Мандарина, а также линии № 57 и № 220 устойчивы к шведской мухе. Сорта Обская 2, Алтайская Жница и линии № 57, № 79, № 217 устойчивы к хлебному клопику. Сорта Фаворит, Алтайская Жница, Гранова, Золушка и линии № 65, № 152 устойчивы к злаковым тлям. К злаковым трипсам устойчивы сорта Фаворит, Обская 2, Гранова, линии № 221 и № 223.

Ключевые слова

Устойчивость к вредителям, шведские мухи, хлебный клопик, злаковые тли, злаковые трипсы, генетическая коллекция, яровая пшеница

Благодарности

Авторы выражают благодарность ведущему научному сотруднику ГБС РАН, доктору биологических наук В.С. Рубец и и.о. заведующего кафедрой генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Е.А. Вертиковой за предоставление возможности для работы и оказание помощи при ее проведении.

Для цитирования

Гриценко В.В., Каррум Р. Оценка устойчивости к вредителям сортов генетической коллекции яровой пшеницы // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 3. С. 52–74.

Assessment of insect resistance in a spring wheat genetic collection

Vyacheslav V. Gritsenko[✉], Rita Karroum

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

[✉]Corresponding author: vaceslavgricenkol@gmail.com

Abstract

Spring wheat is one of the most important food crops both in Russia and worldwide, occupying approximately 80 million hectares in developing countries. However, sap-sucking pests are significantly impacting spring wheat yield and quality. This highlights the importance of integrated pest management (IPM), a holistic approach combining preventive and curative measures. Host-plant resistance is a cornerstone strategy within IPM. This study assesses pest resistance levels in a spring wheat (*Triticum aestivum* L.) genetic collection. The collection belongs to the Department of Genetics, Breeding and Seed Production of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. Assessments were conducted across different growth stages from 2022–2024 using two methodologies: sweep net sampling and visual counts. The pest species complex was identified, with frit flies (*Oscinella* spp.), bread bugs (*Trigonotylus ruficornis*), grain aphids (*Sitobion avenae*), and grain thrips (*Haplothrips* spp.) dominating the spring wheat varieties. Analysis of multi-year data revealed significant variation in pest infestation levels across plants. However, certain cultivars and lines demonstrated relative stability in this parameter, indicating reproducible resistance. These genotypes are of particular interest as sources of pest resistance. Research confirmed The varieties Iren, Zlata, Altayskaya Zhnitsa, Mandarinina, and lines 57 and 220 are resistant to frit flies (*Oscinella* spp.). The varieties Obskaya 2 and Altayskaya Zhnitsa, along with lines 57, 217, and 79, show high resistance to bread bugs (*Trigonotylus ruficornis*). The varieties Favorit, Altayskaya Zhnitsa, Granova, Zolushka, and lines 65 and 152 are resistant to grain aphids (*Sitobion avenae*), while Favorit, Obskaya 2, Granova, and lines 221 and 223 demonstrated resistance to grain thrips (*Haplothrips* spp.).

Keywords

Pest resistance, frit fly, bread bug, grain aphid, grain thrips, genetic collection, spring wheat

Acknowledgments

The authors thank Valentina S. Rubets, DSc (Bio), Leading Research Associate at the Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, and Elena A. Vertikova, DSc (Ag), Professor, Acting Head of the Department of Genetics, Breeding and Seed Production of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, for providing opportunities and assistance with this work.

For citation

Gritsenko V.V., Karroum R. Assessment of insect resistance in a spring wheat genetic collection. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 3. P. 52–74.

Введение Introduction

Мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) является одной из наиболее ценных продовольственных и кормовых культур и одним из основных источников пищевых белков и углеводов. Россия стала ведущей страной-экспортером пшеницы и вносит значительный вклад в удовлетворение спроса на зерно [6, 9, 14]. В 2016 г. производство

пшеницы в России составило 73,3 млн т в год (третье место в мире), из которых 61% ее произведен в Европейской части России [15–17].

Мягкая яровая пшеница – одна из основных продовольственных культур Российской Федерации. Она возделывается почти во всех регионах страны и является основой питания, переработки продуктов, составляет кормовую базу животноводства [2, 3, 10, 11]. Площадь под яровой пшеницей в 2021 г. в России составила 3,1 млн т, или на 4,3% больше, чем в 2020 г. [1]. К основным характеристикам современных отечественных сортов относятся высокая урожайность и качество зерна, адаптивность к условиям среды, устойчивость к болезням [8].

Зерновые культуры значительно поражаются широким кругом вредоносных организмов, в том числе разнообразными вредными насекомыми. Наиболее повреждаемой культурой является яровая и озимая пшеница. Вредные фитофаги на зерновых культурах представлены как многоядными, так и специализированными вредителями. Из многоядных вредят проволочники, гусеницы подгрызающих совок, личинки ростковых мух и др. Более разнообразны специализированные вредители: злаковые мухи, злаковые тли, трипсы, клопы, цикадки, пьявицы, хлебные блошки, стеблевые пилильщики, зерновые совки и др. Некоторые из них (цикадки, трипсы и тли) являются переносчиками возбудителей вирусных болезней растений [12].

В условиях северной части Центрального региона РФ комплекс вредителей зерновых культур ограничен, однако сохраняет разнообразие и значимость. Основное значение здесь имеют злаковые мухи, хлебные блошки и группа сосущих вредителей (насекомые с колюще-сосущим ротовым аппаратом), представленная злаковыми тлями и трипсами, хлебными клопами, цикадками. Злаковые мухи и блошки проявляют наибольшую вредоносность в начале вегетации зерновых как внутрестеблевые и листогрызущие вредители молодых растений. Сосущие вредители, за исключением цикадок, обычно достигают максимума численности и вредоносности к середине – второй половине вегетации, нанося повреждения листьям, колосьям, зерновкам развитых растений.

В условиях крупных посевных площадей зерновых культур основными направлениями их защиты от вредителей являются агротехнический и селекционный методы, оказывающие сдерживающее, профилактическое действие. Обработку химическими средствами применяют при настоятельной необходимости, в случаях угрозы развития вспышек численности, распространения и вредоносности насекомых.

Устойчивость сортов по отношению к вредителям наиболее разработана на зерновых культурах, однако и здесь известна и применяется еще недостаточно широко [13]. Необходимым первичным этапом изучения сортоустойчивости служит оценка заселения сортовых коллекций вредителями. Ее следует проводить на фоне высокой численности вредителя. При этом важно рассматривать воспроизведение оценок, полученных в разное время и разными способами учета. Выделяемые в итоге наименее заселенные образцы рассматриваются как перспективные кандидаты на роль устойчивых сортов или источников устойчивости. Подобное исследование проведено на селекционной коллекции яровой пшеницы в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва).

Цель исследований: дифференцированная оценка заселения основными вредителями генетической коллекции яровой мягкой пшеницы с выделением устойчивых сортов и линий.

Методика исследований

Research method

Исследования проводили в 2022–2024 гг. в генетической коллекции яровой мягкой пшеницы кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени

К.А. Тимирязева. Генетическая коллекция яровой мягкой пшеницы в определенной степени отражает разнообразие генофонда культуры (табл. 1). Она содержит всего 45 сортов и линий в 3 блоках, по 15 образцов в каждом, в мелкоделяночных (1×1 м) посевах, в 3-кратной повторности. В блоке № 1 содержались образцы преимущественно отечественных сортов; в блоке № 2–9 отечественных и иностранных сортов, 6 линий мексиканской коллекции СИММУТ (Международного центра улучшения пшеницы и кукурузы) [2]; в блоке № 3–14 линий мексиканской коллекции. Селекционным стандартом во всех блоках служил сорт Злата. В коллекции содержатся один сорт яровой твердой пшеницы (Ласка) и один сорт озимой мягкой пшеницы (Золушка).

Таблица 1

Перечень сортов и линий генетической коллекции мягкой яровой пшеницы

Table 1

List of varieties and lines of the soft spring wheat genetic collection

№ п/п	Сорта и линии	№ п/п	Сорта и линии	№ п/п	Сорта и линии
Блок № 1		Блок № 2		Блок № 3	
1	Саратовская 74	16	Бомбона	31	Линия № 70
2	Агата	17	Линия 57 (Лисий Хвост)	32	Линия № 79
3	Тулайковская 108	18	Ласка	33	Линия № 147
4	Симбирцит	19	Арабелла	34	Линия № 150
5	Тюменская 29	20	Гранова	35	Линия № 151
6	Обская 2	21	Мандарина	36	Линия № 152
7	Тобольская	22	Золушка	37	Линия № 153
8	Злата (стандарт)	23	Злата (стандарт)	38	Злата (стандарт)
9	Алтайская Жница	24	Канюк	39	Линия № 178
10	Маргарита	25	Линия № 23	40	Линия № 187
11	Учитель	26	Линия № 35	41	Линия № 215
12	Фаворит	27	Линия № 59	42	Линия № 217
13	Гранни	28	Линия № 65	43	Линия № 220
14	Тризо	29	Линия № 66	44	Линия № 221
15	Ирень	30	Линия № 67	45	Линия № 223

Оценку общего состава энтомофауны травостоя яровой пшеницы одновременно с оценкой заселения сортов и линий вредителями проводили путем регулярных учетов по методу кошения энтомологическим сачком. За каждый год проведено по 2 учета – в фазу колошения и в фазу цветения растений. Учетная проба включала в себя 10 двойных взмахов сачком при обходе по периметру делянки. Полученные пробы фиксировали, упаковывали, подписывали. Определение и подсчет насекомых проводили на кафедре защиты растений, пользуясь стереомикроскопом Zeiss Stemi 508.

По достижении растениями фаз молочной – восковой спелости проводили визуальные учеты тлей и трипсов на колосьях. По каждому образцу в каждой повторности просматривали по 10 случайно взятых колосьев. Колосья лущили вручную с непосредственным подсчетом обнаруженных насекомых.

Для статистической обработки данных использовали t-критерий Стьюдента и дисперсионный анализ в соответствии с общепринятыми методиками [5].

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Для анализа заселения коллекции яровой пшеницы рассматривали 4 доминирующие группы вредителей: шведские мухи (*Oscinella sp.*); хлебный клопик (*Trigonotylus ruficornis*); злаковые тли, в подавляющем большинстве – большая злаковая тля (*Sitobion avenae*); злаковые трипсы – пшеничный трипс (*Haplothrips tritici*), пустоцветный трипс (*Haplothrips aculeatus*), тонкоусый трипс (*Frankliniella tenuicornis*) [7]. Шведские мухи были стабильно значимой группой во всех учетах, кроме первого в 2023 г. Хлебный клопик доминировал во всех учетах, кроме первого в 2022 г.; при этом в первых учетах преобладали имаго, во вторых учетах – личинки. Численность злаковых тлей значительно возрастала от колошения к цветению и была достаточной для анализа во вторых учетах. Злаковые трипсы были достаточно многочисленны во всех учетах. В первых учетах встречаются только имаго трипсов, во вторых учетах появляются также личинки. В 2022 г. численность трипсов возрастает от колошения к цветению; в 2023 г., напротив, снижается.

В течение трех лет в генетической коллекции яровой пшеницы проведено по два регулярных учета численности вредителей кошанием сачком в фазу колошения и фазы цветения – завязывания зерновок, а также по одному визуальному учету численности вредителей на колосьях в фазы молочной – восковой спелости зерна.

Данные учетов кошанием сачком анализировали по всем основным вредоносным объектам. В визуальных учетах рассматривали численность злаковых тлей и трипсов. Таким образом, всего за период исследований по шведским мухам и хлебному клопику произведено 6 учетов; по злаковым тлям и трипсам – 9 учетов.

Оценку заселения сортовых образцов вредителями выполняли отдельно по каждому учету и блоку коллекции для объектов, имеющих достаточный для статистического анализа фон численности. Поэтому заселение коллекции каждым из вредителей удалось проанализировать не в каждом учете.

В целом на протяжении наблюдений численность шведских мух сохранялась на относительно стабильном умеренном уровне. Численность сосущих вредителей: клопов, тлей и трипсов – чрезвычайно варьировала по годам и учетам (рис. 1, 2). Амплитуда колебаний достигала 30-кратного уровня.

По данным учетов кошанием сачком, численность хлебного клопика достигала высоких значений ко второму учету в 2022 г., и особенно – в 2024 г. Злаковые

тли имели максимальную численность во втором учете 2023 г. Высокая численность злаковых трипсов наблюдалась в первом учете 2023 г., и максимально – во втором учете 2024 г.

В визуальных учетах наибольшая, хотя и умеренная, численность злаковых тлей на колосьях была отмечена в 2022 г. Высокая и нарастающая численность злаковых трипсов отмечалась в 2023–2024 гг.

В наиболее концентрированном виде влияние годичных колебаний и сортового (генотипического) состава коллекции на численность вредителей можно выразить путем двухфакторного дисперсионного анализа данных, обобщенных по учетам в пределах года и блокам коллекции (табл. 2).

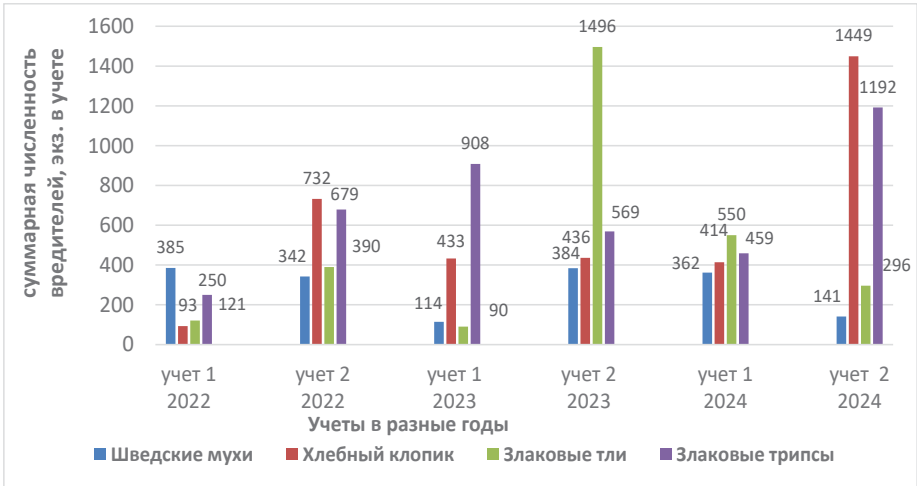


Рис. 1. Колебания суммарной численности вредителей в учетах кошением сачком

Figure 1. Fluctuations in total pest abundance from sweep-net sampling

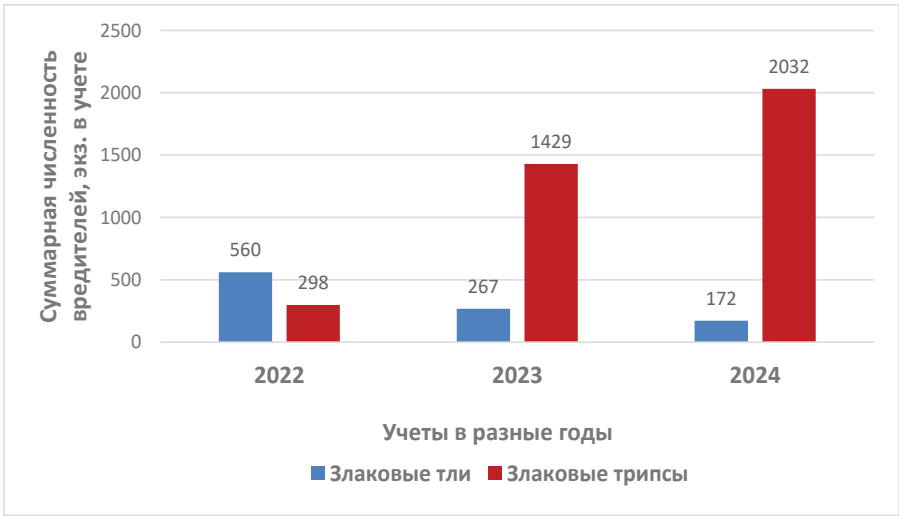


Рис. 2. Колебания суммарной численности вредителей в визуальных учетах на колосьях

Figure 2. Fluctuations in total pest abundance from visual ear counts

Таблица 2

**Двухфакторный дисперсионный анализ численности вредителей
в учетах кошением сачком в 2022–2024 гг.**

Table 2

**A two-factor analysis of variance (ANOVA) applied
to sweep net sampling in 2022–2024**

Фактор	SS	df	MS	F
	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера, *значимость
Хлебный клопик				
А. Годы	8382,7	2	4191,4	504,9***
В. Генотип	948,9	44	21,6	2,60***
АВ. Взаимодействие	1343,3	88	15,3	1,84***
Е. Ошибка	2246,7	270	8,3	—
Шведские мухи				
А. Годы	12,0	2	6,0	1,40
В. Генотип	773,4	44	17,6	4,09***
АВ. Взаимодействие	698,5	88	7,9	1,83**
Е. Ошибка	1157,3	270	4,3	—
Злаковые тли				
А. Годы	7164,6	2	3582,3	511,8***
В. Генотип	780,9	44	17,7	2,53***
АВ. Взаимодействие	1537,8	88	17,5	2,50***
Е. Ошибка	1894,8	270	7,0	—
Злаковые трипсы				
А. Годы	5062,8	2	2531,4	284,4***
В. Генотип	1194,8	44	27,2	3,06***
АВ. Взаимодействие	2006,3	88	22,8	2,56***
Е. Ошибка	2404,7	270	8,9	—

*P<0,05.

**P<0,01.

***P<0,001.

Здесь очевидны отмеченные выше тенденции. Годичные колебания, будучи несущественными для численности шведских мух, играют ведущую роль для численности сосущих вредителей. Однако на этом фоне всегда значимым является влияние сортов и линий (генотипов) коллекции, ее генетической гетерогенности. Это доказывает обоснованность задачи выделения относительно устойчивых к вредителям сортов и линий. Также всегда значимы и нередко сопоставимы по эффектам сортов компоненты взаимодействия, отражающие лабильность проявления устойчивости сортов в разные годы.

Аналогичный анализ, проведенный по обобщенным данным визуальных учетов тлей и трипсов на колосьях, демонстрирует сходную картину (табл. 3).

Таблица 3

Двухфакторный дисперсионный анализ численности вредителей по данным визуальных учетов на колосьях в 2022–2024 гг.

Table 3

A two-factor analysis of variance (ANOVA) based on visual ear counts in 2022–2024

Фактор	SS	df	MS	F
	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера, *значимость
Злаковые тли				
А. Годы	1285,0	2	642,5	86,8***
В. Генотип	545,1	44	12,4	1,68*
AB. Взаимодействие	896,5	88	10,2	1,38*
Е. Ошибка	1988,7	270	7,4	–
Злаковые трипсы				
А. Годы	12144,9	2	6072,4	158,1***
В. Генотип	16294,2	44	370,4	9,64***
AB. Взаимодействие	11452,2	88	130,1	3,39***
Е. Ошибка	10380,7	270	38,4	–

Компоненты дисперсии сортов и взаимодействия значимы, но менее выражены для злаковых тлей и сильнее проявляются для злаковых трипсов.

Дифференциация генетической коллекции яровой пшеницы и выделение относительно устойчивых сортовых образцов. Одной из основных задач данной работы является выделение устойчивых к вредителям сортовых образцов, перспективных в качестве источника иммунитета. Главной интегральной мерой устойчивости в данном случае является численность вредителей при заселении растений и развитии на них.

Первоначально в каждом учете и блоке коллекции для каждого сорта и линии оценивали среднюю численность вредителей на учетную единицу (в учетах кошением сачком – 10 двойных взмахов сачком; в визуальных учетах – 10 просмотренных колосьев). Далее образцы блока ранжировали по этому показателю и произвольно дифференцировали на три стандартных группы: слабо, средне и сильно заселенных вредителями. Первая группа представляет наибольший интерес и содержит устойчивые сорта и линии. В зависимости от характера распределения численности вредителя в эту группу попадало от 1 до 5 образцов из 15 образцов блока.

Сорта и линии третьей группы могут иметь значение в качестве эталонов чувствительности к вредителям в сортоиспытаниях. Значимость различий между средними значениями выделенных групп оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Различия между образцами в пределах каждой группы несущественны. При эффективной дифференциации различия между образцами из разных групп статистически значимы. В случаях слишком низкого общего уровня численности вредных объектов в отдельных учетах и блоках процедуру дифференциации не осуществляли. Учитывая существенные различия по сортовому составу, а иногда и по фону численности, дифференциацию сортов и линий проводили отдельно в пределах каждого блока коллекции. В итоге по каждому вредному объекту получено от 4 до 9 частных (по отдельным годам и учетам) оценок.

Серьезной проблемой подобных оценок является высокая лабильность численности вредителей по повторностям, блокам, учетам, методам учетов и годам, приводящая к непостоянству самих оценок. Поэтому в итоговой характеристике выделения образцов следует обратить особое внимание на воспроизведение, повторяемость их рейтинговых оценок. Другим важным моментом является общий уровень фона заселения растений, при котором производили учет. Более существенными здесь следует считать оценки, полученные на фоне высокой численности.

Сопоставление частных оценок выделения слабо заселяемых вредителями сортов и линий по всем проведенным учетам представляет весьма пеструю варьирующую картину с отдельными элементами повторяемости. Поэтому проведен дополнительный обобщенный анализ дифференциации генотипов по суммарной для всех однотипных учетов численности вредителей. В данном подходе основным показателем является среднее суммарное количество особей вредителя, полученное по повторностям каждого образца. При этом по каждому вредителю суммировались данные всех однотипных учетов, в том числе тех, где фон численности был низким. Для злаковых тлей и трипсов суммарные данные учетов кошением сачком и визуальных учетов рассматривали отдельно ввиду различий методов и учетных единиц. Данные этих учетов можно сопоставлять только по рейтинговым оценкам сортовых образцов. Такая обобщенная оценка может нивелировать некоторые эксцессы, возникающие в частных оценках.

Суммарные данные по блокам коллекции и разным типам учетов приведены на рисунках 3–8.

Для итогового выделения наиболее перспективных сортов и линий, представляющих интерес в качестве источников устойчивости к вредителям, проводили сопоставление частных и обобщенных оценок заселения вредителями, отбирая образцы более надежные, с наибольшим воспроизведением, стабильностью оценок.

Далее итоговое выделение устойчивых сортов и линий последовательно рассмотрено по основным вредителям.

Шведские мухи. На протяжении периода исследований шведские мухи отмечались на относительно стабильном, умеренном уровне численности. Всего в блоке № 1 коллекции проанализировано 4 учета, в блоках № 2 и № 3 – по 3 учета. По обобщенным данным, в каждом блоке коллекции выделялось от 2 до 3 слабо заселенных образцов (рис. 3). Во всех случаях анализа заселения выделение группы слабо заселенных образцов статистически значимо.

Сопоставление частного и обобщенного выделения слабо заселенных сортов и линий показывает определенное воспроизведение оценок (табл. 4).

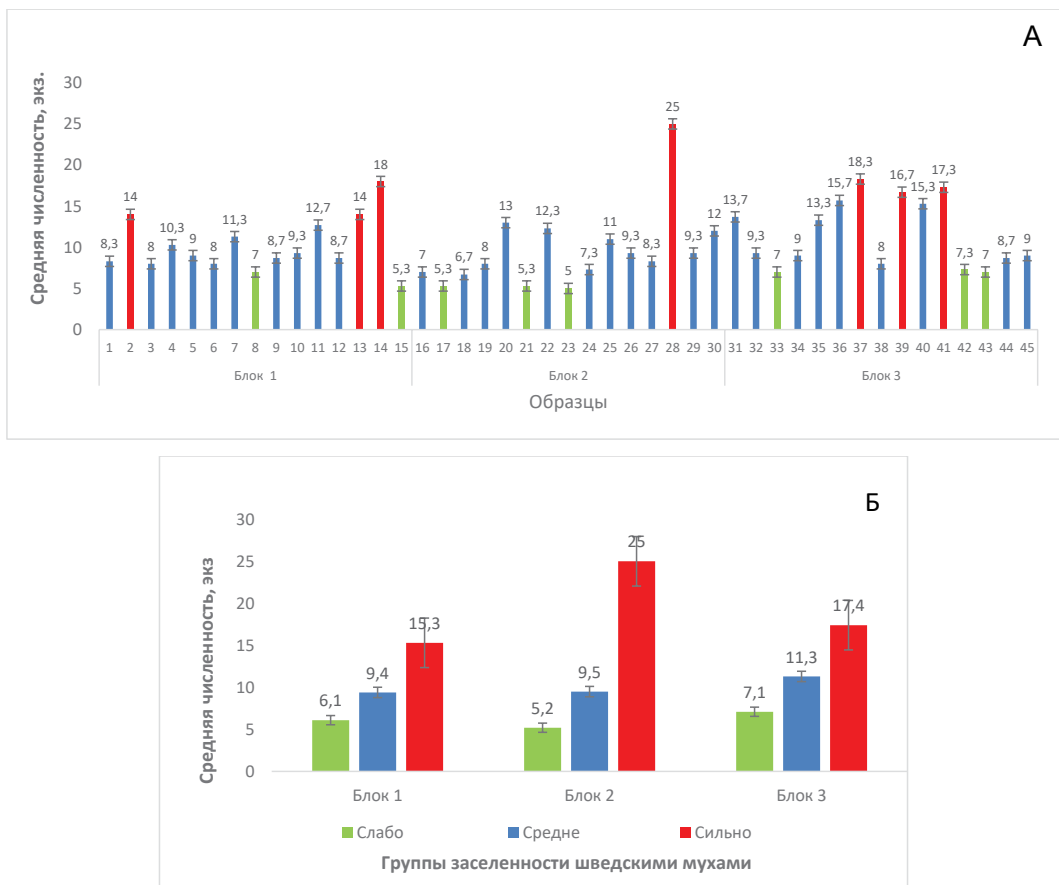


Рис. 3. Суммарные данные по заселению генетической коллекции яровой пшеницы шведскими мухами в учетах кошением сачком (2022–2024 гг.):

a – заселенность вредителями сортов и линий;

b – дифференциация коллекции по степени заселения вредителями

Figure 3. Aggregated data (2022–2024) on frit fly infestation in the spring wheat genetic collection obtained by sweep-net sampling:

a – infestation of varieties and lines by pests;

b – differentiation of the collection based on pest infestation levels

Таблица 4

**Выделение сортов и линий яровой пшеницы (№ образцов),
устойчивых к шведским мухам**

Table 4

Selection of frit fly-resistant spring wheat varieties and lines

Год	Учет	Блок		
		№ 1	№ 2	№ 3
2022	КС 1	8, 12, 6, 9, 15*	21, 30, 17, 29***	34, 44, 37***
	КС 2	3, 4, 15, 8, 9**	–	–
2023	КС 1	–	–	–
	КС 2	9, 7, 10, 15**	17, 16, 18***	44, 43, 42***
2024	КС 1	5, 6, 3, 15**	21, 23, 18***	39, 43, 45***
	КС 2	–	–	–
По сумме данных 2022–2024	КС	15, 8**	23, 17, 21***	33, 43, 42***

Примечание. Порядок сортовых образцов в группе соответствует увеличению средней численности заселения.

Статистическая значимость выделения группы: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ – анализ заселения сортовых образцов не проводили ввиду низкого фона численности. КС 1,2 – учеты кошением сачком.

В блоке № 1 следует отметить, как устойчивые, сорта № 15 (сорт Ирень) и № 8 (сорт Злата). Сорт Злата в данной коллекции служит селекционным стандартом и, кроме блока № 1, присутствует в блоках № 2 (№ 23) и № 3 (№ 38) блоках. В блоке № 2 этот сорт также попадает в группу слабо заселенных, а в блоке № 3 с него начинается группа средне заселенных. Это указывает на определенное воспроизведение результатов. К этим образцам следует добавить № 9 (сорт Алтайская Жница), оценка которого воспроизводится в 3 из 4 учетов. Наиболее заселенный сорт в блоке – № 14 (сорт Тризо).

В блоке № 2 устойчивость к шведским мухам стабильно демонстрируют: № 23 (сорт Злата), № 21 (сорт Мандарина) и № 17 (линия 57, Лисий Хвост). Среди неустойчивых образцов в этом блоке – № 28 (линия 65).

В блоке № 3 следует выделить № 43 (линия 220) и № 42 (линия 217), оценки которых воспроизводятся как по некоторым частным, так и по обобщенным данным. Также отметим № 33 (линия 147). По частным оценкам, он не попадал в группу слабо заселенных, однако выделен при суммировании данных среди линий, неустойчивых к шведским мухам. В этом блоке отмечен № 37 (линия 153).

По обобщенным данным, в группе слабо заселенных сортов и линий численность вредителей снижалась на 44–52% относительно остальных образцов.

Хлебный клопик. Численность хлебного клопика динамично варьировала по годам и учетам, достигая высокого уровня во вторых учетах 2022 и 2024 гг. Низкий уровень численности отмечен только в первом учете 2022 г. Обобщенные по годам результаты представлены на рисунке 4.

В каждом блоке выделялись от 2 до 4 слабо заселенных образцов.

Частные оценки заселения варьируют в значительной степени (табл. 5).

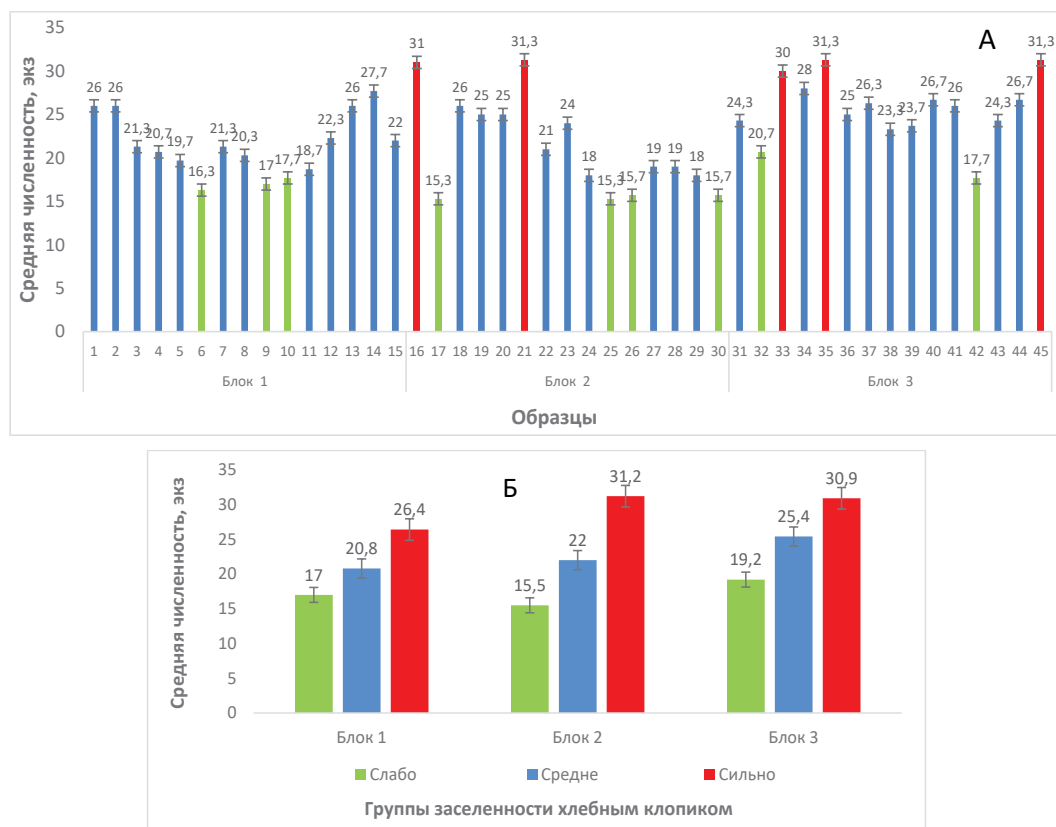


Рис. 4. Суммарные данные по заселению генетической коллекции яровой пшеницы хлебным клопиком в учетах кошением сачком (2022–2024 гг.):

a – заселенность вредителями сортов и линий;

b – дифференциация коллекции по степени заселения вредителями

Figure 4. Aggregated data (2022–2024) on bread bug infestation in the spring wheat genetic collection obtained by sweep-net sampling:

a – infestation of varieties and lines by pests;

b – differentiation of the collection based on pest infestation levels

Таблица 5

**Выделение сортов и линий яровой пшеницы (№ образцов),
устойчивых к хлебному клопику**

Table 5

Selection of bread bug-resistant spring wheat varieties and lines

Год	Учет	Блок		
		№ 1	№ 2	№ 3
2022	КС 1	—	—	—
	КС 2	7, 8, 9, 5**	30, 24, 22, 27, 28*	32, 37, 40
2023	КС 1	9, 3, 6, 14	23, 18***	38, 31, 41**
	КС 2	8, 12	25, 28, 26, 27***	42, 32, 39**
2024	КС 1	3, 4, 10	25, 17, 29***	32, 31, 42***
	КС 2	6, 7**	17, 28, 30***	39, 32, 34, 42**
По сумме данных 2022–2024 гг.	КС	6, 9, 10*	17, 25, 26, 30***	42, 32*

В блоке № 1 группы слабо заселенных образцов далеко не всегда выделялись значимо (в 2 из 5 случаев). По воспроизведению частных и обобщенной оценок следует выделить как устойчивые образцы № 6 (сорт Обская 2) и № 9 (сорт Алтайская Жница). Образец № 14 (сорт Тризо) проявляет неустойчивость к клопам.

В блоке № 2 слабо заселенные сорта и линии значимо выделялись во всех случаях анализа. Здесь минимальной численностью заселения вредителем выделяются № 17 (линия 57, Лисий Хвост) и № 25 (линия 23). Наибольшая степень заселения клопиком отмечена для образцов № 21 (сорт Мандарина) и № 16 (сорт Бомбона).

Для блока № 3 значимое выделение устойчивых линий отмечалось в 4 из 5 случаев анализа. В итоге в качестве устойчивых были выделены № 42 (линия 217) и № 32 (линия 79). Наиболее заселены вредителем № 45 (линия 223) и № 35 (линия 151).

По обобщенным данным, в группе слабо заселенных образцов численность хлебного клопика снижалась на 25–34% относительно остальных.

Злаковые тли. Численность злаковых тлей варьировала по годам и учетам очень сильно, достигая высокого уровня кошением сачком во втором учете 2023 г. и умеренного уровня в визуальном учете 2022 г. Для ряда учетов анализ заселения не удалось провести ввиду низкого фона численности. Обобщенные данные по учетам разного типа представлены на рисунках 5, 6.

Сопоставление данных нередко показывает существенное расхождение оценок учетов кошением сачком и визуальных учетов. Это может объясняться различным проявлением факторов сортовой устойчивости на разных фазах развития растений и вредителя. В период учетов кошением сачком (колошение – цветение) происходит распространение и начальный рост численности тлей, представленных преимущественно имаго. В это время могут проявляться антиксенотические эффекты устойчивости. При визуальном учете (налив – созревание зерна) большинство тлей и трипсов представлено развивающимися личинками, в отношении которых проявляются антибиотические эффекты.

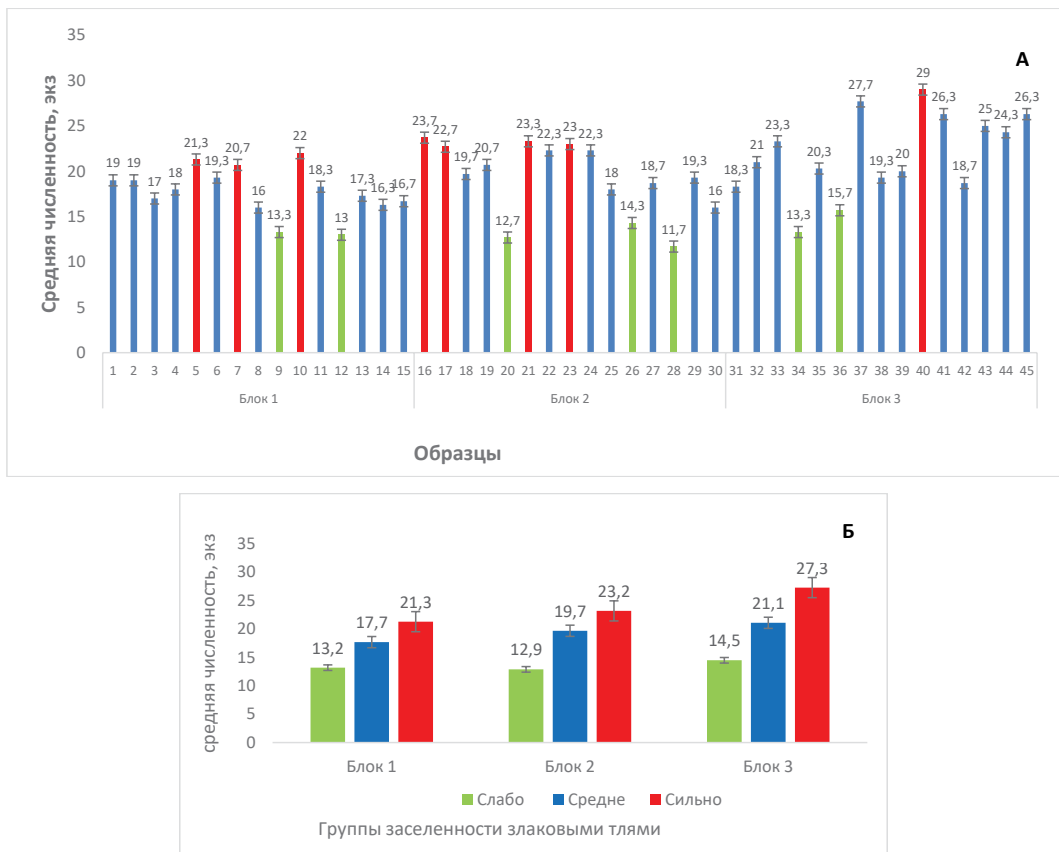


Рис. 5. Суммарные данные по заселению генетической коллекции яровой пшеницы злаковыми тлями в учетах кошением сачком (2022–2024 гг.):

a – заселенность вредителями сортов и линий;

б – дифференциация коллекции по степени заселения вредителями

Figure 5. Aggregated data (2022–2024) on grain aphid infestation in the spring wheat genetic collection obtained by sweep-net sampling:

a – infestation of varieties and lines by pests;

b – differentiation of the collection based on pest infestation levels

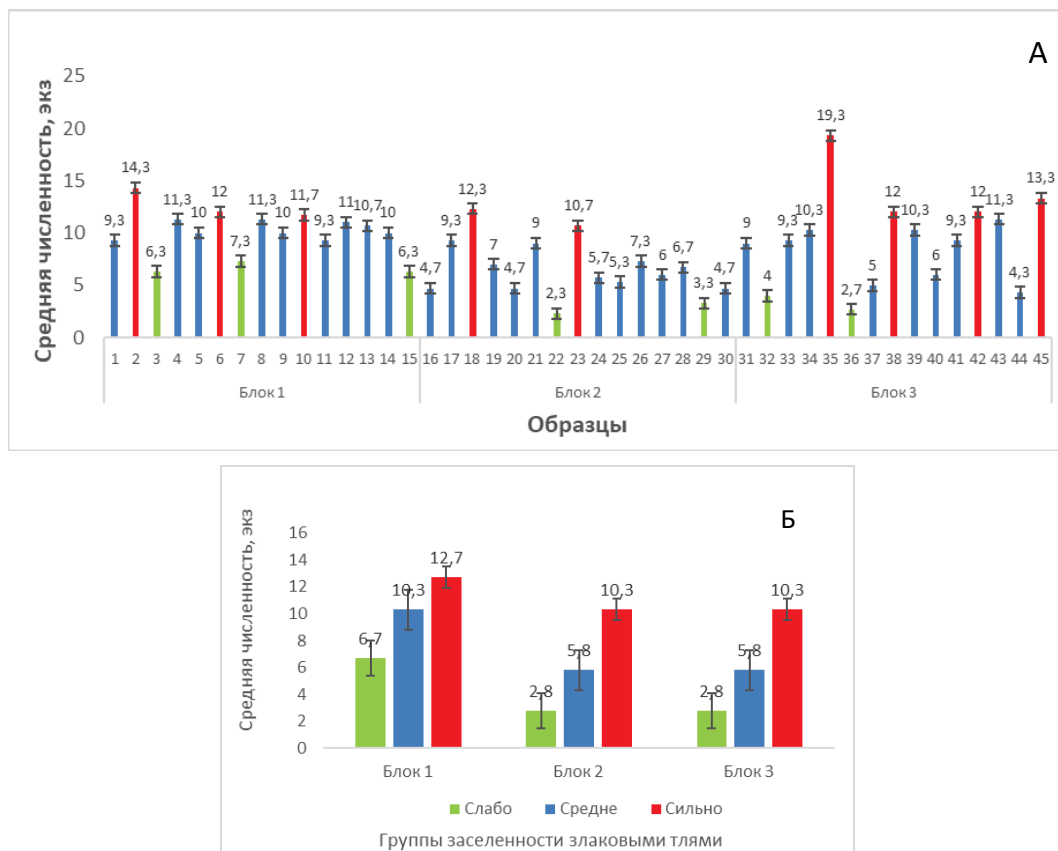


Рис. 6. Суммарные данные по заселению генетической коллекции яровой пшеницы злаковыми тлями в визуальных учетах (2022–2024 гг.):

a – заселенность вредителями сортов и линий;
б – дифференциация коллекции по степени заселения вредителями

Figure 6. Aggregated data (2022–2024) on the grain aphid infestation in the spring wheat genetic collection obtained by visual surveys:

a – infestation of varieties and lines by pests;
b – differentiation of the collection based on pest infestation levels

Итоговое выделение перспективных образцов проведено путем сопоставления оценок частных и обобщенных данных (табл. 6).

В блоке № 1 среди устойчивых сортов по данным учетов кошением сачком следует выделить № 12 (сорт Фаворит) и № 9 (сорт Алтайская Жница). К ним следует добавить № 3 (сорт Тулайковская 108), занимающий среднее положение по численности тлей при кошении сачком, но наиболее устойчивый в визуальных учетах. Группы сильно заселенных образцов в этом блоке по суммарным данным обоих типов учета значимо не выделялись.

В блоке № 2 наибольший интерес представляют № 28 (линия 65) и № 20 (сорт Гранова), устойчивые по учетам кошением сачком, а также № 22 (сорт Золушка), наиболее устойчивый при визуальных учетах. Неустойчивыми, по данным учетов кошением сачком, оказались № 16 (сорт Бомбона), по визуальным учетам – № 18 (сорт Ласка).

В блоке № 3 коллекции выделяется как устойчивый в обоих типах учета № 36 (линия 152). По данным кошения сачком устойчивость проявил образец

№ 34 (линия 150), а по визуальным учетам – № 32 (линия 79). Неустойчивыми к тлям оказались № 40 (линия 187) при кошении сачком и № 35 (линия 151) – при визуальном учете.

По обобщенным данным учетов кошением сачком, в группе слабо заселенных образцов численность злаковых тлей снижалась на 29–38% относительно остальных образцов блока. По данным визуальных учетов, аналогичное снижение достигало 65%.

Злаковые трипсы. Злаковые трипсы за период исследований чаще других достигали достаточных для анализа уровней численности, и по ним получены наиболее полные данные, в обобщенном виде представленные на рисунках 7, 8.

Таблица 6

Выделение сортов и линий яровой пшеницы (№ образцов), устойчивых к злаковым тлям

Table 6

Selection of grain aphid-resistant spring wheat varieties and lines

Год	Учет	Блок		
		№ 1	№ 2	№ 3
2022	КС 1	–	–	–
	КС 2	3, 7, 6, 15	–	–
	Виз	7, 11, 3, 15*	16, 22, 28***	36, 32, 40, 44*
2023	КС 1	–	–	–
	КС 2	12, 8, 9, 13***	28, 20***	36, 34*
	Виз	3, 10, 12	24, 29, 30***	37, 44, 33, 32*
2024	КС 1	2, 1, 7***	26, 17*	39, 38, 31, 34*
	КС 2	4**	27, 23, 28*	31, 34, 41**
	Виз	–	–	–
По сумме данных 2022–2024 гг.	КС	12, 9***	28, 20, 26***	34, 36***
	Виз	3, 15, 7***	22, 29**	36, 32, 44***

Примечание. КС 1,2–1,2 – учеты кошением сачком; Виз – визуальный учет.

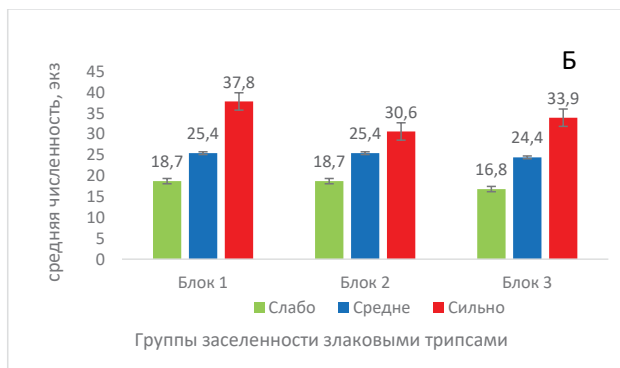
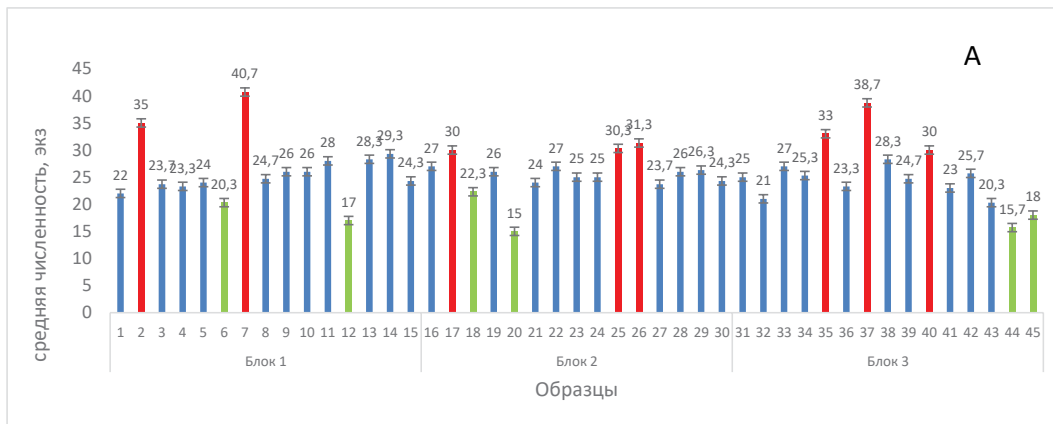


Рис. 7. Суммарные данные по заселению генетической коллекции яровой пшеницы злаковыми трипсами в учетах кошением сачком (2022–2024 гг.):

a – заселенность вредителями сортов и линий;

б – дифференциация коллекции по степени заселения вредителями

Figure 7. Aggregated data (2022–2024) on the grain thrips infestation in the spring wheat genetic collection obtained by sweep-net sampling:

a – infestation of varieties and lines by pests;

b – differentiation of the collection based on pest infestation levels

Наряду с отмеченными для злаковых тлей различиями оценок в разных типах учетов здесь проявляется и некоторое их воспроизведение. Эти образцы заслуживают первоочередного выделения в качестве возможных источников устойчивости.

Итоговое выделение перспективных образцов проведено путем сопоставления оценок частных и обобщенных данных (табл. 7).

Среди устойчивых сортов блока № 1 в первую очередь следует выделить № 12 (сорт Фаворит), наиболее стабильно проявляющий устойчивость в обоих типах учетов. По данным кошения сачком, также отмечен № 6 (сорт Обская 2), а по визуальным учетам – № 10 (сорт Маргарита) и № 15 (сорт Ирень). Наиболее сильно заселялись трипсами при кошении сачком № 7 (сорт Тобольская), в визуальных учетах – № 3 (сорт Тулайковская 108).

В блоке № 2 устойчивость к трипсам (подтвержденная обоими методами учета) характерна для образца № 20 (сорт Гранова), также представляют интерес № 18 (сорт Ласка) и № 24 (сорт Канюк). Наиболее сильно заселен трипсами в период учетов кошением сачком № 26 (линия 35), при визуальных учетах – № 17 (линия 57, Лисий Хвост).

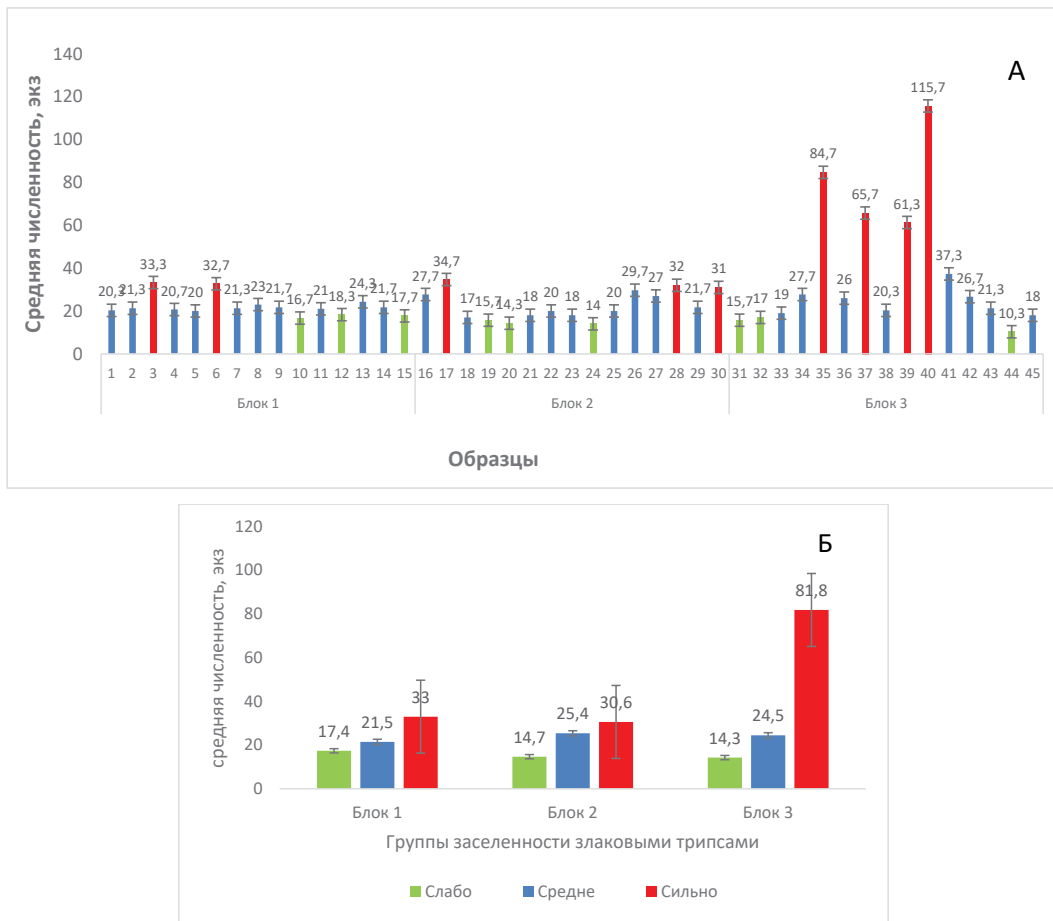


Рис. 8. Суммарные данные по заселению генетической коллекции яровой пшеницы злаковыми трипсами в визуальных учетах (2022–2024 гг.):

a – заселенность вредителями сортов и линий;

б – дифференциация коллекции по степени заселения вредителями

Figure 8. Aggregated data (2022–2024) on the grain thrips infestation in the spring wheat genetic collection obtained by visual surveys:

a – infestation of varieties and lines by pests;

b – differentiation of the collection based on pest infestation levels

В блоке № 3 наиболее примечательным образцом со стабильным воспроизведением слабого заселения трипсами почти во всех учетах является № 44 (линия 221). Кроме него, представляют интерес слабо заселяемые № 45 (линия 223), № 31 (линия 70) и № 32 (линия 79). Наиболее заселенными трипсами в обоих типах учетов оказались № 37 (линия 153), № 35 (линия 151) и № 40 (линия 187). В визуальном учете 2024 г. на этих линиях отмечали экстраординарный уровень численности, в 3,7 раза превышающий среднюю численность по коллекции.

По обобщенным данным учетов кошением сачком, в группе слабо заселенных сортов и линий численность злаковых трипсов снижалась на 30–37% относительно остальных сортов и линий в блоке. По данным визуальных учетов, аналогичное снижение достигало 67%.

Таблица 7

**Выделение сортов и линий яровой пшеницы (№ образцов),
устойчивых к злаковым трипсам**

Table 7

Selection of grain thrips-resistant spring wheat varieties and lines

Год	Учет	Блок		
		№ 1	№ 2	№ 3
2022	КС 1	1, 10, 8, 9**	18, 19, 21, 24, 25, 30	33, 45, 35, 44**
	КС 2	15, 14, 6, 12, 5*	30, 27, 24, 20	40, 41, 44, 45***
	Виз	5, 15, 12, 4**	—	—
2023	КС 1	6, 15, 5, 14*	23, 24, 19, 22*	36, 44***
	КС 2	12, 4, 8, 11*	16, 18, 20, 21, 30	31, 45, 33, 32*
	Виз	13, 4, 15, 11, 12***	19, 24, 23***	44, 31, 36, 38***
2024	КС 1	1, 5***	28, 21, 23**	39, 38, 43, 44***
	КС 2	12, 13, 6**	30, 18, 27, 17***	44, 32, 43**
	Виз	10, 1, 9	20, 25, 18**	44, 32, 31*
По сумме данных 2022–2024 гг.	КС	12, 6***	20, 18*	44, 45**
	Виз	10, 15, 12	24, 20, 19*	44, 31, 32***

Сопоставляя результаты по разным вредителям, нетрудно заметить элементы комплексной устойчивости для некоторых сортов. Так, проявили устойчивость в блоке № 1: сорт № 9 (Алтайская Жница) – к шведским мухам, хлебным клопикам и злаковым тлям; № 15 (сорт Ирень) – к хлебным мухам и злаковым трипсам; № 6 (сорт Обская 2) – к хлебным клопикам и злаковым трипсам; № 12 (сорт Фаворит) – к злаковым тлям и трипсам. В блоке № 2 комплексные эффекты проявляет сорт № 20 (Гранова), в блоке № 3 – № 32 (линия 79) и № 42 (линия 217).

Следует отметить более редкие обратные комбинации. Так, образец № 17 (линия 57, Лисий Хвост) характеризуется устойчивостью к шведским мухам и хлебному клопику и сильно заселен злаковыми трипсами. Все это может свидетельствовать о разнообразии и комбинировании механизмов устойчивости яровой пшеницы к вредителям.

Выводы

Conclusions

В генетической коллекции яровой пшеницы кафедры генетики, селекции и семеноводства, включающей в себя 45 сортов и линий, в течение 2022–2024 гг. проведено 9 учетов заселения вредителями в разные фазы развития растений с использованием 2 разных методик. Заселение сортов и линий коллекции проанализировано для 4 доминирующих групп вредителей. Выделение групп, слабо заселенных вредителями, то есть устойчивых, сортов и линий, оказалось статистически значимым в 55 из 65 случаев проведенного анализа, а при использовании обобщенных по годам данных – в 17 из 18 случаев. Сорта и линии, устойчивые к вредителям, составляли от 13 до 20% коллекции. В целом снижение численности вредителей на выделенных сортах и линиях составило от 25 до 67%, что в основном соответствует уровню средней, относительной устойчивости.

На фоне значительного варьирования оценок заселения по учетам и годам для некоторых сортов и линий проявляются относительная стабильность, воспроизведение. Эти сорта и линии заслуживают первоочередного выделения в качестве источников устойчивости. Так, Сорта Ирень, Злата, Алтайская Жница, Мандарина, линии № 57, № 220 устойчивы к шведским мухам. Сорта Обская 2, Алтайская Жница, линии № 57, № 217, № 79 устойчивы к хлебному клопику. Сорта Фаворит, Алтайская Жница, Гранова, Золушка, линии № 65, № 152 отмечены как устойчивые к злаковым тлям. Сорта Фаворит, Обская 2, Гранова, линии № 221, № 223 устойчивы к злаковым трипсам. Для некоторых сортов очевидны эффекты комплексной устойчивости одновременно к разным вредителям.

Список источников

1. Афанасьев Р.А., Иванчик В.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Нечерноземья при внесении минеральных удобрений // *Плодородие*. 2019. № 6 (111). С. 11–14. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2019.111.03>
2. Бородий С.А., Виноградова В.С., Макаров С.С. Имитационно-динамическая модель прогноза продуктивности яровой пшеницы сорта Любава с корректировкой на эффективность гуминового комплекса «Экобиосфера Б» // *Аграрный вестник Нечерноземья*. 2024. № 2 (14). С. 6–20. https://doi.org/10.52025/2712-8679_2024_02_6
3. Виноградова В.С., Бородий С.А., Макаров С.С. Ростовая модель прогноза продуктивности яровой пшеницы Любава на фоне предпосевной обработки семян препаратом «Экобиосфера Б» // *АгроЭкоИнфо*. 2024. № 2. URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_207.pdf (дата обращения: 20.12.2024)
4. Ворончихина И.Н., Рубец В.С., Котенко Ю.Н., Пыльнев В.В. Селекционная оценка яровой мягкой пшеницы коллекции СИММУТ по урожайности и качеству зерна в условиях Московской области // *Международная научная конференция «Агробиотехнология-2021»*. Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. С. 805–809. <https://doi.org/10.26897/978-5-9675-1855-3-2021-169>
5. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*: Учебник. Изд. 6-е. Москва: Альянс, 2011. 350 с.

6. Зимняков В.М., Курочкин А.А., Богомазов С.В., Варламова Е.Н. Производство пшеницы в России // *Нива Поволжья*. 2020. № 1 (54). С. 15–21. <https://doi.org/10.36461/NP.2020.54.1.003>
7. Каррум Р., Гриценко В.В. Видовой состав трипсов (Insecta: Thysanoptera) на селекционных посевах яровой пшеницы в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2023. Вып. 1. С. 57–65. <https://doi.org/1-2023.10.268970021-342X-2023-1-57-65>
8. Кинчаров А.И., Дёмина Е.А., Муллаянова О.С. Актуальные проблемы адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в среднем Поволжье и пути их решения // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2018. Т. 20, № 2-3. С. 459–463. <https://doi.org/10.24411/1990-5378-2018-00148>
9. Ковтун В.И., Ковтун Л.Н. Новый продуктивный, устойчивый к основным болезням юга России сорт пшеницы мягкой озимой приз // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020. № 3 (83). С. 43–47. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-83-3-43-47>
10. Кузьменко Н.В., Муругова Г.А., Клыков А.Г., Коновалова И.В. Продуктивность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в условиях Приморского края // *Аграрная наука*. 2023. Т. 9. С. 79–83. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-79-83>
11. Макарова Л. Яровая пшеница: 100 ц/га уже не предел // *Поле Августа*. 2015. Вып. 2. № 135. С. 1–2. URL: https://www.avgust.com/services/newspaper/yarovaya_pshenitsa_100_ts_ga_uzhe_ne_predel/ (дата обращения: 01.04.2025)
12. Поскребышева М.М., Исмаилов Р.Р. Темпы роста и развития яровой пшеницы в зависимости от гидротермических условий // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2020. № 1. С. 38–42. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-1-38-42>
13. Разина А.А., Луценко С.А., Корзинников Ю.С. Устойчивость зерновых культур к болезням и вредителям // *Сельскохозяйственная биология*. 2013. № 5. С. 93–99. <https://www.agrobiology.ru/articles/5-2013razina-rus.pdf>
14. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2024 г. и прогноз развития вредных объектов в 2025 г. Москва: Россельхозцентр, 2025. 1239 с. URL: <https://rosselhoccenter.ru/upload/iblock/b09/1wq6yn5wwxblbqurgeidj203rg5ekduc/2024-2025.pdf> (дата обращения: 01.04.2025)
15. Astarkhanova T. Effect of thiamethoxam seed treatment on insect pest prevalence and grain yield in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. 2024;56(3):1072-1082. <https://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.3.15>
16. Pavlova V. Future changes in spring wheat yield in the European Russia as inferred from a large ensemble of high-resolution climate projections. *Environmental Research Letters*. 2019;14:034010. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaf8be>
17. Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A., Bogomazov S.V., Varlamova E.N. Wheat production trends in Russia. *Volga Region Farmland*. 2020;1:12-16. <https://doi.org/10.26177/VRF.2020.1.5.003>

References

1. Afanasev R.A., Ivanchik V.A. Influence of mineral fertilizers on the yield and quality of spring wheat under conditions of Non-Chernozem zone. *Plodородie*. 2019;(6(111)):11-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.25680/S19948603.2019.111.03>
2. Borodiy S.A., Vinogradova V.S., Makarov S.S. Simulation-dynamic model forecasting the productivity of spring wheat variety Lyubava with adjustment for the

- efficiency of the humic complex “Ecobiosphere B”. *Agrarian Bulletin of the Non-Chernozem Zone*. 2024;(2(14)):6-20. (In Russ.) https://doi.org/10.52025/2712-8679_2024_02_6
3. Vinogradova V.S., Borodiy S.A., Makarov S.S. Growth model for forecasting the productivity of spring wheat Lyubava against the background of pre-sowing seed treatment with the preparation “Ecobiosphere B”. *AgroEcoInfo*. 2024;(2):17. (In Russ.) URL: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_207.pdf (accessed: December 20, 2024)
 4. Voronchikhina I.N., Rubets V.S., Kotenko Yu.N., Pylnev V.V. Breeding evaluation of spring soft wheat of the cimmyt collection by yield and grain quality in the conditions of the Moscow region. *International Scientific Conference “Agrobiotechnology-2021”*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2021:805-809. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/978-5-9675-1855-3-2021-169>
 5. Dospekhov B.A. *Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)*: a textbook. 6th ed. Moscow, Russia: Alyans, 2011:350. (In Russ.)
 6. Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A., Bogomazov S.V., Varlamova E.N. Wheat production in Russia. *Niva Povolzhya*. 2020;(1(54)):15-21. (In Russ.) <https://doi.org/10.36461/NP.2020.54.1.003>
 7. Karrum R., Gritsenko V.V. Species composition of thrips (Insecta: Thysanoptera) on selection crops of spring wheat in the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2023;(1):57-65. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-1-57-65>
 8. Kincharov A.I., Demina E.A., Mullayanova O.S., Actual problems of adaptive breeding of spring bread wheat in the Middle Volga region and their solutions. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2018;20(2-3):459-463. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/1990-5378-2018-00148>
 9. Kovtun V.I., Kovtun L.N. The new Prize variety of soft winter wheat, which is resistant to the basic diseases of southern Russia. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020;(3(83)):43-47. (In Russ.) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-83-3-43-47>
 10. Kuzmenko N.V., Murugova G.A., Klykov A.G., Konovalova I.V. Productivity of soft and hard spring wheat varieties under the conditions of Primorsky Krai. *Agrarian Science*. 2023;9:79-83. (In Russ.) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-79-83>
 11. Makarova L., Pinegin V., Timchenko I. Spring wheat: 100 centners per hectare is no longer the limit. *Pole Avgusta*. 2015;2(135):1-2. (In Russ.) URL: https://www.avgust.com/services/newspaper/yarovaya_pshenitsa_100_ts_ga_uzhe_ne_predel/ (accessed: April 01, 2025)
 12. Poskrebysheva M.M., Ismagilov R.R. Speeds of spring wheat growth and development depending on hydrothermal conditions. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2020;(1):38-42. (In Russ.) <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-1-38-42>
 13. Razina A.A., Lutsenko S.A., Korzinnikov Yu.S. Damage to spring wheat due to harmful organisms in connection with sowing time and growth regulators application in the conditions of Pre-Baikal region. *Agricultural Biology*. 2013;(5):93-99. (In Russ.) <https://www.agrobiology.ru/articles/5-2013razina-rus.pdf>
 14. *Review of phytosanitary condition of agricultural crops in the Russian Federation in 2024 and forecast of pest development in 2025*. Moscow, Russia: Rosselkhoztsentr, 2025:1239. (In Russ.) URL: <https://rosselkhozcenter.ru/upload/iblock/b09/1wq6yn5wwxb1bqurgeidj203rg5ekduc/2024-2025.pdf> (accessed: April 01, 2025)

15. Astarkhanova T. Effect of thiamethoxam seed treatment on insect pest prevalence and grain yield in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. 2024;56(3):1072-1082. <https://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.3.15>
16. Pavlova V. Future changes in spring wheat yield in the European Russia as inferred from a large ensemble of high-resolution climate projections. *Environmental Research Letters*. 2019;14:034010. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaf8be>
17. Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A., Bogomazov S.V., Varlamova E.N. Wheat production trends in Russia. *Volga Region Farmland*. 2020;1:12-16. <https://doi.org/10.26177/VRF.2020.1.5.003>

Сведения об авторах

Вячеслав Владимирович Гриценко, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры защиты растений, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: vaceslavgricenkol@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7528-2987>

Рита Каррум, аспирант кафедры защиты растений, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: rita.karroum28@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-5007-3976>

Information about the authors

Vyacheslav V. Gritsenko, DSc (Bio), Associate Professor, Professor at the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: vaceslavgricenkol@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7528-2987>

Rita Karroum, postgraduate student of the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: rita.karroum28@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-5007-3976>