

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СЕВЕРО-ВОСТОКА имени Н. В. РУДНИЦКОГО»**

**ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
РАСТЕНИЙ имени Н. И. ВАВИЛОВА»**

**БИОРЕСУРСЫ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО
ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ НОВЫХ КОММЕРЧЕСКИХ СОРТОВ
В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА**

Методическое руководство

**КИРОВ
2022**

УДК 633.16;631.527:631.526.32 (470.34)
ББК 42.112+41.3
Б 63

Биоресурсы ячменя ярового для селекции новых коммерческих сортов в условиях Волго-Вятского региона. Методическое руководство
Б 63 / Под редакцией академика РАН Г. А. Баталовой. Киров: ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2022. 28 с. (Электронный ресурс). Режим доступа:
<http://fanc-sv.ru/uploads/docs/2022/Биоресурсы-ячменя-2022.pdf>

ISBN 978-5-7352-0165-6

Утверждено Ученым советом ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого, протокол № 5 от 6 декабря 2021 г.

Методическое руководство подготовили: **И. Н. Щенникова**, доктор с.-х. наук, чл.-корр. РАН, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией селекции и первичного семеноводства ячменя, **Т. К. Шешегова**, доктор биол. наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией иммунитета и защиты растений, **Л. П. Кокина**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя, **И. Ю. Зайцева**, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя (ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого); **О. Н. Ковалева**, кандидат биол. наук, ведущий научный сотрудник отдела генетических ресурсов овса и ячменя (ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова»)

Рецензенты:

Е. И. Уткина, доктор с.-х. наук, заведующая отделом озимой ржи ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого;

Л. В. Волкова, кандидат биол. наук, заведующая лабораторией селекции яровой пшеницы ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого

Методическое руководство содержит обширную информацию о состоянии селекционных и иммунологических признаков 840 образцов ячменя ярового из коллекции генетических ресурсов ВИР, изученных в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров). Приведенные в издании селекционно ценные образцы могут быть использованы для разных направлений селекции этой культуры. Руководство может представлять интерес для научных работников, селекционеров, преподавателей и студентов высших учебных заведений биологического и сельскохозяйственного профиля.

ISBN 978-5-7352-0165-6

УДК 633.16;631.527:631.526.32 (470.34)
ББК 42.112+41.3

© ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2022.
© ФГБНУ ВИР, 2022.

ВВЕДЕНИЕ

Основной причиной широкого распространения ячменя (*Hordeum vulgare* L.) по всему земному шару является универсальность его использования. Не менее важную роль играют его биологические особенности. Высокие адаптивные свойства ячменя обеспечивают возможность выращивания этой культуры в разных почвенных и климатических условиях – от крайнего севера до субтропиков. Ячмень превосходит все зерновые культуры по вертикальному распространению, возделывается в горах Тибета на высоте 4500 метров над уровнем моря [1].

Замена старых сортов более продуктивными, обладающими высокой адаптацией к агроэкологическим факторам, – один из наиболее действенных и эффективных способов повышения урожаев. Несмотря на то, что в результате селекции урожайность ячменя возросла на 50-60%, реализация генетического потенциала новых сортов остается на уровне 30-40% [2]. В условиях Волго-Вятского региона это обусловлено стрессовыми климатическими и эдафическими факторами в период вегетации растений, современными агротехнологиями, направленными на тотальное энерго- и ресурсосбережение, и несовершенством возделываемых сортов по отдельным признакам (восприимчивость к болезням, низкая засухо- и кислотоустойчивость, полегание и пр.). Следовательно, для современного сельскохозяйственного производства в конкретных почвенно-климатических и экономических условиях актуальна адресная селекция ячменя [3, 4], которая успешно ведется в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого [5]. Вновь создаваемые сорта, как правило, адаптивны к многообразному консорциуму средовых

факторов Волго-Вятского региона, что в конечном итоге способствует реализации их продукционного потенциала.

Селекция таких сортов сопряжена с постоянным поиском эффективных источников и доноров селекционно ценных признаков как основы для синтеза новых генотипов. Донорный фонд признаков, особенно по фитоиммунитету, постоянно меняется вследствие изменения условий вегетации и появления в популяциях патогенов вирулентных рас. Поэтому для длительного использования сортов важным является получение генетически разнообразного материала, у которого устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам разумно сочетается с высокими показателями продуктивности [6]. Одним из основных резервов эффективных генов ярового ячменя являются образцы из мировой коллекции ВИР, характеризующиеся широким полиморфизмом по многим признакам и свойствам [7, 8].

Анализ и описание коллекционных образцов в настоящей работе представлены с учетом региональных особенностей селекции ярового ячменя, где основными лимитирующими урожайность факторами являются: продолжительность вегетационного периода и его отдельных фаз, низкое естественное плодородие и повышенная кислотность почв, весенне-летние засухи, а также многочисленные болезни. Это негативно отражается на степени выраженности количественных признаков, определяющих продуктивность растений и урожайность агроценозов ячменя, т. е. количество зерен в колосе, масса 1000 зерен, продуктивность колоса и растения, количество растений на единице площади, устойчивость к полеганию.

1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований в 2007-2020 гг. служили 840 коллекционных образцов ячменя ярового различного эколого-географического происхождения: РФ, страны Европы, Азии, Америки, Африки и Австралии. В ботаническом отношении коллекционный материал представлен обширным разнообразием пленчатых и голозерных ячменей.

Изучение генофонда проведено в соответствии с методическими указаниями [9]. Оценку сортов ячменя в лабораторных условиях по устойчивости к осмотическому и алюмокислотному стрессам проводили согласно методическому руководству [10] и методике [11].

Устойчивость сортов к пыльной головне (*Ustilago nuda* (Jens) Rostr.) проводили при искусственной инокуляции цветков в фазу зеленых и желтых пыльников. Листовые болезни (полосатая – *Drechlera graminea* (Rab.ex Schlecht) Shoem, сетчатая – *Drechlera teres* (Sacc.) Schoem и темно-бурая пятнистость – *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Schoem) оценивали в естественных провокационно-инфекционных условиях развития возбудителей, когда поражение индикаторов (наиболее восприимчивых сортов) было на уровне 40-60 %. Характеристику генотипу по устойчивости к головне давали на основании шкалы В. И. Кривченко с соавт. [12], к листовым болезням – по шкалам Н. А. Родиной и З. Г. Ефремовой [13], О. С. Афанасенко [14], О. С. Петровой и О. С. Афанасенко [15]. Каждый сорт изучали в течение двух и более лет. Иммунологическую ценность представляли генотипы со стабильно высоким уровнем устойчивости (7-9 баллов), которые с учетом других признаков вовлекались в дальнейшую селекцию в качестве источников.

Оценка комбинационной способности проводилась по результатам скрещивания перспективных по ряду хозяйственно ценных признаков образцов с тестерными сортами Новичок и Дина.

2. ИСТОЧНИКИ СЕЛЕКЦИОННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

2.1. Скороспелость как хозяйственно полезный признак

Продолжительность вегетационного периода определяется генетической природой сорта и зависит от агроклиматических условий. По данному признаку можно определить пригодность сорта для возделывания в конкретном регионе. Для каждой экологической зоны существует своя оптимальная продолжительность вегетационного периода, которая, в свою очередь, связана с большинством признаков и свойств, определяющих величину и качество урожая.

Скороспелость ячменя сопряжена со скоростью прохождения двух важнейших периодов – «всходы-колошение» и «колошение-созревание», продолжительность которых определяет не только генотип, но и погодные условия вегетации. При этом скороспелость зерновых

культур в большей степени зависит от продолжительности межфазного периода «колошение-восковая спелость», чем «всходы-колошение» [1]. Поэтому изучение вегетационного периода растений рекомендуется проводить с учетом продолжительности межфазных периодов.

Одновременно созревающие сорта часто значительно различались по продолжительности межфазных периодов. Некоторые сорта имели более короткий вегетационный период за счет сокращения продолжительности прохождения фазы «всходы-колошение», другие – за счет ускоренного периода «налив-созревание» зерна. В связи с изменяющимися климатическими условиями, возникновением длительных засух в весенне-летний период, следует сконцентрировать усилия на создании новых селекционных форм, у которых наступление и продолжительность фаз «всходы-колошение» и «колошение-созревание» протекает при благоприятных погодных условиях для роста и развития растений ячменя.

На продолжительность вегетационного периода значительное влияние оказывала температура воздуха. Высокая температура, превысившая климатическую норму в 2007, 2010, 2018 и 2020 гг., значительно ускорила созревание растений ячменя в эти годы. Установлено, что длительность межфазных периодов зависит от сорта и сложившихся погодных условий (табл. 1).

Таблица 1

**Продолжительность основных межфазных периодов
у коллекционных образцов ячменя ярового, дни**

Год	Всходы-созревание	Всходы-колошение				Колошение-созревание			
		min	max	амплитуда изменчивости	среднее	min	max	амплитуда изменчивости	среднее
2007	73	36	45	9	41	26	37	11	32
2009	82	38	49	11	43	35	43	8	39
2010	72	29	50	21	39	26	41	15	33
2012	77	35	44	9	40	25	43	18	34
2013	74	35	46	11	40	22	30	8	27
2014	85	37	47	10	37	43	53	10	48
2018	73	41	45	4	43	29	33	4	31
2020	72	35	43	8	35	33	41	8	37

Следует отметить, что в наших исследованиях не выявлено достоверной зависимости урожайности от продолжительности вегетационного периода ($r = -0,15 \dots -0,29$). Это можно объяснить тем, что в изучаемом наборе преобладали среднеспелые образцы и практически отсутствовали позднеспелые, как правило, более продуктивные сорта. В то же время образцы, сочетающие скороспелость и урожайность, представляют вполне определенную селекционную ценность.

Для использования в селекционной работе на сокращение вегетационного периода выделены источники, представленные в таблице 2.

Таблица 2

**Источники для селекции на сокращение вегетационного периода
ячменя ярового**

Селекционно ценный признак	Источник
Скороспелость	<p><u>Россия</u>: Заветный (к-30959), Баган (к-29040), Полярный 14 (к-15619), Наран (к-30892), Щедрый (к-31046), Казьминский (30926), Форвард (я-389), 999-93 (я-6); <u>Украина</u>: Адапт (к-30364); <u>Финляндия</u>: Botnia (к-30458); <u>Казахстан</u>: Медикум 11 (к-31138), Медикум 125 (к-31139), Медикум 176 (к-31140); <u>США</u>: Missouri (к-15407), С.І. 13664 (к-26419), Нахбу (к-31053); <u>Австралия</u>: Makbo (к-5210); <u>Эфиопия</u>: Jet (к-18703), местный (к-3282), местный (к-8730); <u>Китай</u>: Local (к-2930), местный (к-2929); <u>Индия</u>: местный (к-18079), местный (к-3506); <u>Швеция</u>: 752А (я-4); <u>Перу</u>: Landrace (к-30349); <u>Афганистан</u>: Местный Кальджоу (к-5983).</p>
Сокращение продолжительности межфазных периодов	<p>«Всходы-колошение» – <u>Россия</u>: Стимул (к-30882), Ача (к-30243), Баган (к-29040); <u>Украина</u>: Сюрприз (к-30841), Адапт(к-30364); <u>Чехия</u>: Ditta (к-30938); <u>Болгария</u>: Веслец (к-30904); <u>Индия</u>: местный (к-18079); <u>США</u>: Missouri (к-15407); <u>Эфиопия</u>: местный (к-8730); «Колошение-созревание» – <u>Латвия</u>: Malva (к-30925), Idumeja (к-30922); <u>Польша</u>: Korona Laschego (к-27471); <u>Казахстан</u>: Илек 34 (к-30949); <u>Финляндия</u>: Hja 87061 (к-30456), Botnia (к-30458); <u>Канада</u>: Paragon (к-20259), BT-666/NJE vI (к-30611); <u>Эфиопия</u>: местный (к-8730).</p>
Скороспелость и урожайность	<p><u>Россия</u>: Дина (к-29216), Андрей (к-30122), Белогорский 90 (к-29770); <u>Беларусь</u>: Сябра (к-29917); <u>Латвия</u>: Druvis (к-30921), Malva (к-30925); <u>Болгария</u>: Веслец (30904); <u>Германия</u>: Danuta (к-30889), <u>Франция</u>: City (к-30741); <u>Канада</u>: Codac (к-30874).</p>

Поскольку многие скороспелые образцы характеризуются низкой урожайностью и склонностью к полеганию, то для повышения эффективности селекции в данном направлении в скрещивания с выделенными образцами необходимо вовлекать высокоурожайные и устойчивые к полеганию генотипы.

2.2. Устойчивость к полеганию

Потери урожая зерна от полегания посевов составляют от 10 до 50%. В связи с этим особое значение уделяется созданию, подбору и внедрению в производство устойчивых к полеганию сортов.

Успех создания таких сортов ячменя в значительной степени зависит от генетического разнообразия исходного материала. Поэтому генофонд, имеющийся у селекционера, должен быть представлен не только сортами, приспособленными к конкретным погодно-климатическим условиям, но и образцами мировой коллекции, часто обладающими уникальными параметрами хозяйственно ценных признаков.

В процессе исследований обнаружена существенная (на 5% уровне) корреляционная зависимость урожайности ячменя от устойчивости к полеганию ($r = 0,72$), а регрессионный анализ [16] показал, что примерно 51% ($R^2 = 0,5131$) изменений в урожайности обусловлено устойчивостью растений к полеганию. Рассчитанное уравнение регрессии ($y = 0,4555x - 0,2977$) свидетельствует о том, что увеличение устойчивости к полеганию на 1 балл может обеспечить повышение урожайности на 0,46 т/га.

Устойчивость растений к полеганию обусловлена различными факторами, среди которых: условия вегетации, высота стебля, кустистость, число узловых корней и мощность корневой системы, эластичность и толщина соломины, особенно, второго междоузлия, анатомическое строение стебля. Проанализировав коллекционные образцы по данным признакам, установлена значимая (на 5% уровне) связь между устойчивостью к полеганию и следующими показателями: высотой растений ($r = -0,60$), общей кустистостью ($r = 0,40$) и количеством узловых корней, сформированных к фазе «созревание» ($r = 0,44$).

Для дальнейшей селекционной работы выделены образцы, сочетающие высокую урожайность с устойчивостью к полеганию (табл. 3).

Перспективные для селекции коллекционные образцы ячменя ярового

Селекционно ценный признак	Источник
Устойчивость к полеганию	<p><u>Россия</u>: Форсаж (я-390), Дуэт (к-30020), Бином (к-30984), Мик 1 (к-30593), Сокол (к-30827), Биос 1 (к-29634), Муссон (к-30968), Щедрый (к-31046), Наран (к-30892), Казьминский (к-30926);</p> <p><u>Беларусь</u>: Рейдер (я-356), Адам (я-181), Куфаль (я-270);</p> <p><u>Украина</u>: Одесский 115 (к-29010), Феникс (к-30835), Л-8728 (к-30043), Юкатан (к-31097); <u>Латвия</u>: Kristaps (к-30964), Irbe (PR-3528) (к-31143);</p> <p><u>Эстония</u>: Delibes (к-30377); <u>Германия</u>: Danuta (к-30889), Annabel (к-30821), Orthega (к-30468), Brenda (к-30464), Issota (к-31193), Mauritia (к-31190); <u>Нидерланды</u>: Sultan (к-19798);</p> <p><u>Дания</u>: Lamba (я-1785), Mentor (к-30873); <u>Финляндия</u>: Botnia (к-30458), Viivi (к-30461); <u>Великобритания</u>: Optic (я-133), Crusades (я-52), Cooper (к-30375); <u>Аргентина</u>: NCL 95098 (к-35415);</p> <p><u>Индия</u>: Karan 201 (к-28963); <u>Чехия</u>: Novum (к-29378), Amulet (к-30943), Prosa (к-30928), Respect (к-31186); <u>Швеция</u>: Filippa (к-30574);</p> <p><u>США</u>: Nahby (к-31053).</p>
Устойчивость к полеганию и урожайность	<p><u>Россия</u>: Бионик (я-207), Золотник (к-30845), Докучаевский 10 (к-31197);</p> <p><u>Украина</u>: Лотос (к-30836), Эдем (к-30363), Экзотик (я-403);</p> <p><u>Беларусь</u>: Гонар (к-29914), Сябра (к-29917), Бурштын (к-30566);</p> <p><u>Польша</u>: Rodos (к-30256); <u>Латвия</u>: Malva (к-30925), Druvis (к-30921);</p> <p><u>Казахстан</u>: Илек 34 (к-30949); <u>Аргентина</u>: Bonita (к-21957);</p> <p><u>Эстония</u>: Mie (к-30397); <u>Германия</u>: Калькюль (к-30170).</p>

* к – номер каталога ВНИИР; я – номер каталога ФАНЦ Северо-Востока

С помощью регрессионного анализа установлено, что изменение устойчивости к полеганию у изучаемого сорта на 36% ($R^2 = 0,3627$) детерминировано высотой растений, на 16% ($R^2 = 0,158$) – их общей кустистостью и на 20% ($R^2 = 0,196$) – количеством вторичных корней, сформировавшихся к фазе «созревание».

Повышению устойчивости к полеганию на 1 балл способствовало снижение высоты растений на 4,2 см, увеличение продуктивной кустистости на 0,2 стебля и вторичных корней – на 1,2 шт. Однако выявленные тенденции неоднозначны. В разные по условиям вегетации годы отбор по высоте, кустистости растений и количеству узловых корней не всегда бывает эффективен. Устойчивыми к полеганию в провокационных условиях могут оказаться и высокостебельные сорта, а также сорта с низкой кустистостью или меньшим количеством вторичных корней, не уступающие по урожайности другим устойчивым к полеганию сортам.

2.3. Урожайность ячменя и её составляющие

Увеличение урожайности как скороспелых, так и среднеспелых сортов ячменя в регионе можно достичь путем выявления форм, характеризующихся научно обоснованным сочетанием элементов структуры (например, продуктивного стеблестоя, главными слагаемыми которого являются полноценные всходы и хорошая сохранность растений к уборке), устойчивостью к многообразию биотических и абиотических стрессов. Также необходимо учитывать тот факт, что ряд показателей можно регулировать и агротехнологическими приемами.

В результате оценки коллекционных образцов установлено, что урожайность скороспелых сортов в условиях Волго-Вятского региона достоверно (на 5% уровне) определялась продуктивностью колоса ($r = 0,63$) и растения ($r = 0,92$), а также устойчивостью растений к полеганию ($r = 0,69$). Урожайность среднеспелых форм ячменя зависела от продуктивности растения ($r = 0,36$), а в благоприятные по метеорологическим условиям годы – от крупности зерна ($r = 0,46-0,56$), длины колоса ($r = 0,43-0,45$) и продуктивной кустистости ($r = 0,31-0,42$).

В результате многолетнего изучения генофонда ячменя выделены источники, характеризующиеся стабильно высокой урожайностью, отдельными селекционно ценными признаками и/или их комплексом (табл. 4).

Таблица 4

Высокоурожайные коллекционные образцы ячменя ярового

Селекционно ценный признак	Источник
1	2
Урожайность	<u>Россия</u> : Дуэт (к-30020), Бином (к-30985), Мик 1 (к-30593), Сокол (к-30827); <u>Беларусь</u> : Бурштын (к-30566), Гонар (к-29914); <u>Украина</u> : Лотос (к-30826), Эдем (к-30363), Экзотик (ИА 0804751); <u>Латвия</u> : Malva (к-30925); <u>Германия</u> : Annabel (к-30821); <u>Казахстан</u> : Илек 34 (к-30949); <u>Дания</u> : 23007 (к-30440); <u>США</u> : Azure (к-27997); <u>Чехия</u> : Amulet (к-30943).
Масса 1000 зерен	<u>Двурядные</u> : <u>Россия</u> : Белгородец (к-30623), Партнер (к-30830), Азов (к-30800); <u>Беларусь</u> : Сталы (к-30212); <u>Украина</u> : Галактик (к-30366); <u>Многорядные</u> : <u>Россия</u> : Лель (к-30804), Зевс (к-30843), <u>Болгария</u> : Веслец (к-30904).
Продуктивная кустистость	<u>Аргентина</u> : NCL 95098 (к-35415); <u>Германия</u> : Калькюль (к-31170); <u>Канада</u> : CDC Mc Gwire (к-31108).

1	2
Длина колоса	<u>Россия</u> : Новичок (к-30806), Щедрый (к-31046), Омский голозёрный 1 (к-30919); <u>Казахстан</u> : Медикум 11 (к-31138); <u>Великобритания</u> : Cooper (к-30375); <u>Эстония</u> : Mie (к-30379); <u>Чехия</u> : Respect (к-31186); <u>США</u> : Нахбу (к-31053); <u>Аргентина</u> : Vonita (к-35417); <u>Австралия</u> : Fitzroy (к-31174).
Плотность колоса	<u>Россия</u> : Буян (к-31198), 999-93 (я-6), <u>Беларусь</u> : Сябра (к-29917), Адам (я-181), Куфаль (я-270); <u>Германия</u> : Mauritia (к-31190); <u>Франция</u> : 2033E (к-31191); <u>Латвия</u> : Irbe (Pr-3528) (к-31143); <u>Австралия</u> : Fitzroy (к-31174).
Масса зерна с колоса	<u>Россия</u> : Полярный 14 (к-15619), Буян (к-31198), Оленёк (к-31199), С-105 (к-31286); <u>Украина</u> : Бадьорий (к-31094); Юкатан (к-31097); <u>Беларусь</u> : Липень (к-31171); <u>Германия</u> : Калькюль (к-31170), Issota (к-31193); <u>Франция</u> : 2033E (к-31191); <u>Швейцария</u> : 752A (я-4).
Масса зерна с растения	<u>Россия</u> : С-105 (к-31286); <u>Беларусь</u> : Сябра (к-29917); <u>Германия</u> : Калькюль (к-31170); <u>Канада</u> : CDC Mc Gwire (к-31108).
Комплекс признаков продуктивности растения (длина колоса, количество колосков и зерен в колосе)	<u>Россия</u> : Заветный (к-30959), Тонус (к-30958), Натали (к-30957), 121-13 (я-1), Буян (к-31198), Оленёк (к-31199); <u>Украина</u> : Бадьорий (к-31094); Юкатан (к-31097); <u>Латвия</u> : Druvis (к-30921), Idumeja (к-30922), Irbe (Pr-3528) (к-31143); <u>Польша</u> : Rodos (к-30256), Korona Laschego (к-27471); <u>Германия</u> : Danuta (к-30889), Калькюль (к-31170), Issota (к-31193); <u>Франция</u> : City (к-30741), 2033E (к-31191); <u>Финляндия</u> : Нја 87061 (к-30456); <u>Швеция</u> : Nuegrosse (к-30250), Filippa (к-30574); <u>Дания</u> : 23007 (к-30440); <u>Казахстан</u> : Илек 34 (к-30949); <u>Канада</u> : Codac (к-30874), CDC Mc Gwire (к-31108); <u>США</u> : Azure (к-27997), Bear (к-31049), Colter (к-30409); <u>Австралия</u> : Namoi (к-30284).

Комбинационная способность коллекционных образцов ячменя ярового

Оценка сортов по комбинационной способности (ОКС) дает возможность целенаправленно использовать их при гибридизации и гарантирует получение высокоурожайных гибридов с комплексом ценных признаков. Анализ общей комбинационной способности позволяет дать характеристику сорта на основе его поведения в скрещивании с другими сортами. Для оценки были привлечены предварительно изученные и выделенные по хозяйственно ценным признакам сорта коллекционного питомника (табл. 5).

Генетические источники с высокими эффектами ОКС

Признак				
продуктивная кустистость	длина колоса	плотность колоса	количество зёрен в колосе	масса зерна с растения
Кедр	Кедр	Пётр	Кедр	Кедр
Тандем	Виконт	Лель	Тандем	Тандем
Дзівосны	Сталы	Annabel	Дзівосны	Дзівосны
Firlbeks Union	Firlbeks Union	Михайловский	Firlbeks Union	Михайловский
Lux	Lux	Нур	Тамара	Тамара
Lamba	-	Patty	Lamba	Lamba
Crusades	-	Newgrange	Зазерский 85	Crusades
Партнер	-	-	-	-

Выделенные сорта можно использовать в гибридизации с практически любым сортом, не опасаясь заметного снижения данного признака, что особенно важно при использовании в качестве второго компонента малопродуктивного сорта.

2.4. Устойчивость ячменя ярового к стрессовым факторам

Устойчивость к осмотическому стрессу

Способность семян к прорастанию в условиях осмотического стресса отражает, с одной стороны, наследственное свойство прорастать при относительно меньшем количестве воды, с другой – наличие высокой сосущей силы, обеспечивающей быстрое поглощение нужного количества воды. Между этой способностью семян и засухоустойчивостью давно отмечена положительная корреляция. Поэтому полученные в лабораторных условиях различия по прорастанию семян разных сортов в растворах сахарозы можно с большой долей достоверности экстраполировать как первичную оценку степени их засухоустойчивости.

В результате серии полевых и лабораторных опытов выявлены значительные сортовые различия по способности прорастать в условиях осмотического стресса. Искусственно созданная засуха значительно снижала энергию прорастания у большинства образцов. В серии опытов было отмечено, что из всего набора только 15,8 % образцов в лаборатор-

ных опытах проросли в условиях стресса на 5-й день эксперимента. Однако у 1,0 % генотипов отмечали единичные проросшие зерна уже на 3-й день (рис. 1).

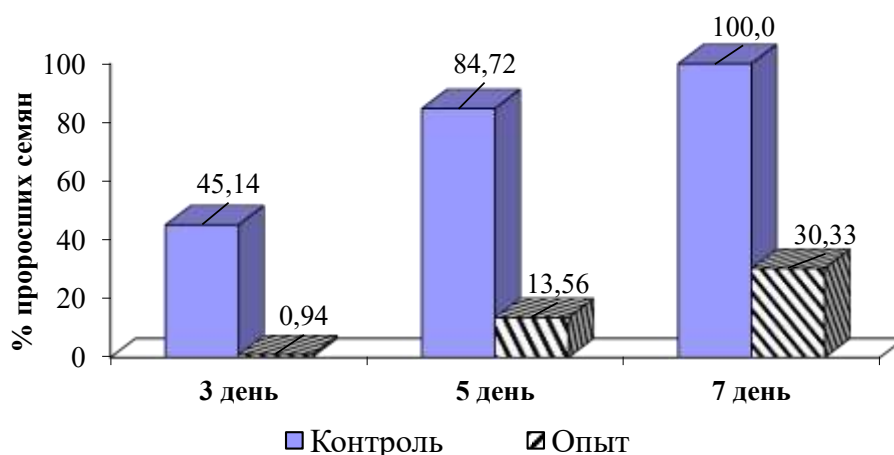


Рисунок 1. Прорастание семян коллекционных образцов ячменя при осмотическом стрессе

По отношению к осмотическому стрессу изучаемые образцы были разделены на 5 условных групп: от высокоустойчивых (1 группа – проросло 100 % семян) до отсутствия устойчивости (5 группа – 0 %). В изученном коллекционном генофонде доминировали неустойчивые (5 группа) к стрессу генотипы, доля которых составила 52,7 % (рис. 2).

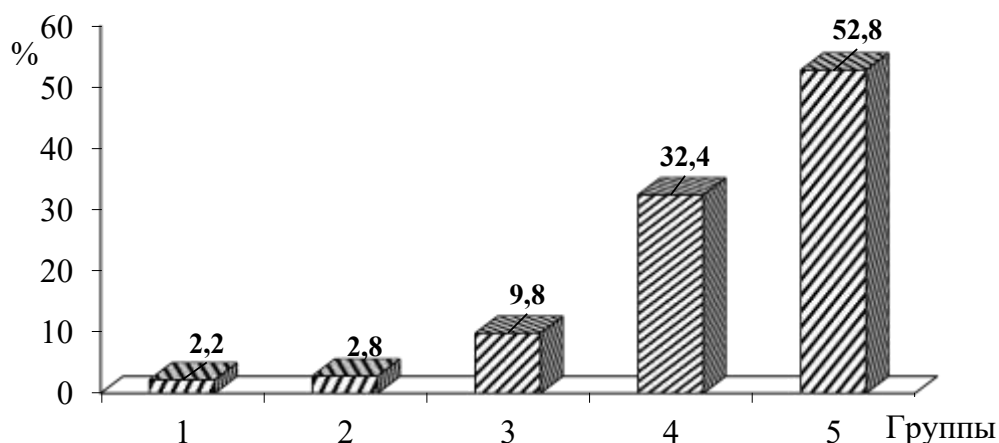


Рисунок 2. Распределение изучаемого генофонда по устойчивости к осмотическому стрессу на группы: высокоустойчивые (1), выше средней (2), среднеустойчивые (3), слабоустойчивые (4) и неустойчивые (5).

Установлено, что способность прорасти в условиях осмотического стресса практически не зависит от географического места происхождения образца (табл. 6). Например, среди сортов селекции ФАНЦ Северо-Востока были выявлены как неустойчивые (к-29216, к-30021),

так и высокоустойчивые (к-30883). Среди образцов из Великобритании отмечены формы с устойчивостью выше средней (к-Canasta) и неустойчивые к осмотическому стрессу (я-52). Неустойчивые (к-30882) и среднеустойчивые (к-666-3-1) образцы были выделены среди материала из Краснодарского края.

Таблица 6

Географическое происхождение различных по устойчивости к осмотическому стрессу образцов ячменя ярового

Процент проросших семян				
0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
Киров*	Киров	Киров	Швейцария	Киров
Беларусь	Нидерланды	Свердловск	Свердловск	Канада
Великобритания	Дания	Турция	Великобритания	Дания
Челябинск	Самара	Челябинск	Челябинск	
Краснодар	Ставрополь	Краснодар		
Москва	Оренбург	Москва		
Ростов	Ростов	Санкт-Петербург		
	Украина	Украина		
	Белгород	Белгород		

* место происхождения

Таким образом, выделены образцы, перспективные для использования в селекции в качестве источников устойчивости к осмотическому стрессу в фазу «проращивание семян» (табл. 7).

Таблица 7

Устойчивые к осмотическому стрессу коллекционные образцы ячменя ярового

Селекционно ценный признак	Источник
Устойчивость к дефициту влаги в фазу «проращивание семян»	<u>Россия</u> : Тандем (к-30883), Родник Прикамья (к-31077), Челябинский 96 (к-30562), Челябинский 99 (к-30777), Сонет (к-30448), Омский голозерный 1 (к-30919); <u>Канада</u> : Buck (к-30173); <u>Аргентина</u> : Bonita (к-35417); <u>США</u> : Azure (к-27997); <u>Индия</u> : местный (к-18079).

Устойчивость к алюмокислородному стрессу

Критерием оценки устойчивости к алюмокислородному стрессу является индекс длины корней (ИДК), по которому коллекционные образцы были разделены на условные группы с величиной ИДК: 0,40; 0,60; 0,80. Образцы с ИДК более 0,80 предположительно обладали более высокой устойчивостью к стрессу.

В наших исследованиях ИДК коллекционных образцов варьировал от 0,23 до 1,15. Оценка некоторых образцов показала явный стимулирующий эффект алюминия на рост корневой системы в фазу «проростки» (ИДК > 1,0), что согласуется с ранее проведенными исследованиями.

Установлено, что, как и в отношении засухоустойчивости, степень алюмоустойчивости не зависит от места происхождения генотипа. Например, среди сортов селекции ФАНЦ Северо-Востока выявлены как неустойчивые (к-30021), так и высокоустойчивые (к-29215, к-30806, к-30804). В группе образцов из Краснодарского края выделены устойчивый к стрессу сорт Виконт (к-30301) и неустойчивый – Рубикон; из Беларуси – к-30213 (устойчивый) и Велес (неустойчивый) (табл. 8).

Таблица 8

Географическое происхождение различных по устойчивости к алюмокислородному стрессу образцов ячменя ярового

ИДК < 0,40	ИДК 0,41-0,60	ИДК 0,61-0,80	ИДК 0,81-1,00	ИДК >1,01
Киров* Беларусь	Киров Москва Красноярск Краснодар Свердловск Омск Украина Швейцария Британия Германия Чехия	Киров Москва Красноярск Санкт Петербург Кемерово Омск Украина Беларусь Белгород Франция Британия Канада Эфиопия	Киров Приморский край Новосибирск Украина Канада	Киров Воронеж Ростов Краснодар Кемерово Тюмень Болгария Беларусь США

* - место происхождения

В результате изучения коллекционных образцов ячменя выделены источники устойчивости к алюмокислородному стрессу для использования в селекции (табл. 9).

Алюмотолерантные образцы ячменя ярового

Селекционно ценный признак	Источник
Устойчивость к алюмоокислому стрессу	<u>Россия</u> : Добрый (к-29215), Новичок (к-30806), Лель (к-30804), Тандем (к-30883), Виконт (к-30301), Партнер (к-30830), Приазовский 9 (к-30595), зерноградец 770 (к-30451), Сигнал (к-30846), Русь (к-29723), Наран (к-30892), Лука (к-30899), Бионик (я-207), Полярный 14 (к-15619), Казьминский (к-30926); <u>Беларусь</u> : Дзівосны (к-30213), Сябра (к-29917); <u>Украина</u> : Одесский 115 (к-29010), Бадьорий (к-31094); <u>Польша</u> : Rodos (к-30256); <u>Болгария</u> : Веслец (к-30904); <u>Канада</u> : Kinkora (к-23988); <u>США</u> : Crest (к-30411), Нахбу (к-31053); <u>Китай</u> : Local (к-2930); <u>Аргентина</u> : NCL 95098 (к-35415).

2.5. Устойчивость к болезням

В процессе иммунологической оценки коллекционного генофонда в условиях естественного развития возбудителей выявлена значительная фенотипическая вариация развития грибных болезней ячменя (рис. 3). В изученном генофонде преобладали иммунные к пыльной головне и полосатой пятнистости генотипы, на долю которых приходилось 80,5 и 58,2 % образцов; высокоустойчивые к сетчатой пятнистости – 60,4 % и среднеустойчивые к темно-бурой пятнистости – 64,2 %.

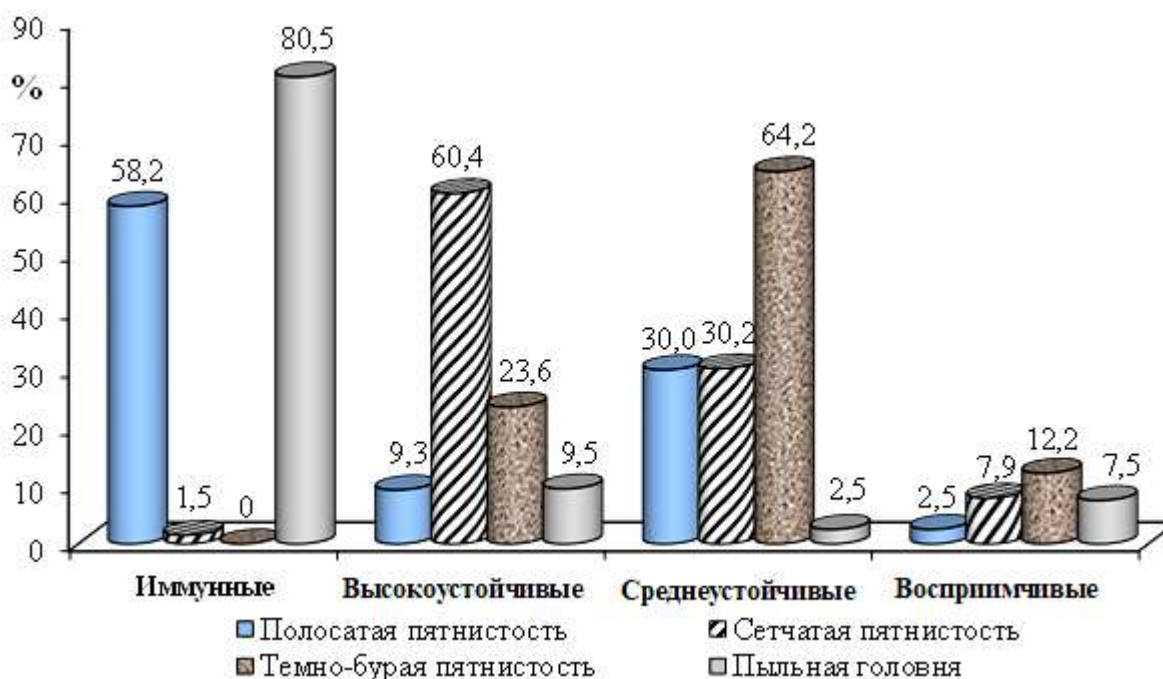


Рисунок 3. Доля сортов с различной устойчивостью к основным болезням ячменя в условиях естественной инфекционной нагрузки, % (2014-2020 гг.)

На искусственном инфекционном фоне восприимчивость к пыльной головне (*U. nuda*) у большинства образцов была высокой. Лишь сорт Петр (к-30888) за все годы исследований проявил стабильный иммунитет к болезни. Практически устойчивыми отмечены к-30804, к-30822, к-19798, к-8430.

В селекции особую ценность представляют источники с комплексной устойчивостью. В наших исследованиях сочетанной устойчивостью к полосатой и сетчатой пятнистости отличались образцы, представленные в таблице 10. В ходе иммунологического анализа выявлено, что отдельные образцы отличались относительно длительным инкубационным периодом патогенеза сетчатой пятнистости, о чем косвенным образом свидетельствует более позднее (на 7-10 дней) появление симптомов болезни по сравнению с восприимчивыми сортами.

Кроме того, наблюдалось ускоренное прохождение фаз развития, что обеспечивало им «уход» от высокой инфекционной нагрузки патогенов в уязвимые фазы вегетации. Этим механизмом защиты характеризовались сорта Дина, Медикум 336, Гетьман и некоторые другие.

Устойчивость к болезням часто сцеплена с генами, несущими нежелательные признаки (мелкое зерно, позднеспелость и т.д.). Поэтому наибольшую ценность имеют лишь те источники, которые обладают адаптивностью и высоким продукционным потенциалом, обеспеченным гомеостазом и благоприятным комплексом хозяйственно ценных признаков. В изученном генофонде сочетанием селекционных и иммунологических признаков отличаются сорта: Зевс, Заветный, Натали, Илек 34 и некоторые другие. В селекционной практике до сих пор остаются востребованными толерантные к инфекции генотипы, высокая пораженность которых существенно не влияет на продуктивность растений и урожайность. Это свойство выявлено у 12,3% изученных коллекционных образцов ячменя, среди них: к-29834, к-30243, к-27927, к-30568, к-30836, к-30366, к-30821 и другие.

**Перспективные для селекции коллекционные образцы ярового ячменя
(2014 -2020 гг.)**

Селекционно ценный признак	Источник
1	2
Устойчивость к пыльной головне (инфекционный фон)	<u>Россия</u> : Джин (к-30021), Петр (к-30888), Лель (к-30804), Мураш (к-30822); <u>Нидерланды</u> : Sultan (к-19798); <u>Эфиопия</u> : местный (к-8430).
Устойчивость к полосатой пятнистости (естественный инфекционный фон)	<u>Россия</u> : Дина (к-29216), Форвард (я-388), Лель (к-30804), Тандем (к-30883), Медикум 336 (к- 30962), Хаджибей (к-30844), Горинский (к-30801), Первоцелинник (к-30895), Безенчукский 3 (к-30972), Белгородский 100 (я-201), Казьминский (к-30926), Щедрый (к-31046), Золотник (к-30845); <u>Беларусь</u> : Гонар (к-29914), Липень (к-31171), Сябра (к-29917); <u>Украина</u> : Джерело (я-234), Феникс (к-30835), Гетьман (к-30965), Бадьорый (к-31094), Галатея (к- 30365), Юкатан (к-31097); <u>Казахстан</u> : Илек 34 (к-30949); <u>Латвия</u> : Jdumeja (к-30922), Druvis (к-30921), Kristaps (к-30964), Irbe (PR-3528) (к-31143); <u>Польша</u> : Korona Laschego (к-27471), Rodos (к-30256); <u>Германия</u> : Ortheга (к-30468), Margret (к-30966), Ханadu (к-30973), Калькюль (к-31170), Ragerast (к-31179), Sissy (к- 30297), Mauritia (к-31190); <u>Швеция</u> : Filippa (к-30574); <u>Франция</u> : Patty (к-29951), Patricia (к-31001); <u>Англия</u> : Crusades (я-52), Cooper (к-30375), Brock (к- 20865); <u>Канада</u> : Buck (к-30173), Codac (к-30874); <u>Финляндия</u> : Viivi (к-30461); <u>Дания</u> : Mentor (к-30873), Эвергрин (к-31169); <u>Эстония</u> : Mie (к-30379); <u>Китай</u> : местный (к-2929 и к-2930); <u>Афганистан</u> : местный (к-5983); <u>США</u> : местный (к-3506), Bear (к-31049); <u>Австралия</u> : Макво (к-5210).
Урожайность и устойчивость к полосатой пятнистости	<u>Россия</u> : Золотник (к- 30845); <u>Беларусь</u> : Сябра (к-29917); <u>Франция</u> : Patty (к-26951); <u>Латвия</u> : Druvis (к-30921); <u>Польша</u> : Rodos (к-30256).
Устойчивость к сетчатой пятнистости (естественный инфекционный фон)	<u>Россия</u> : Дина (к-29216), Форвард (я-388), Бионик (я-207), Медикум 336 (к- 30962), Ратник (к-30828), Рахат (к- 30591), Вереск (к- 29834), Русь (к-29723), Беркут (к-30971), Вулкан (к-30826), Заветный (к-30959), Баган (к-29040), Зевс (к-30843), Княжич (к-30970), Велес (к-30982), Наран (к-30892), Убаган (к-30776), Партнёр (к-30830), Тарский 3 (к-30719), Нутанс 401 (к-30887), Прикумский 20 (к-23692), Белгородский 100 (я-201), Челябинский 95 (к-30450), Сибиряк (к-30987); <u>Беларусь</u> : Гонар (к-29914), Дзівосны (к-30213), Белорусский 76 (к-27080), Хаго (к-31147), Магутны (к-31149); <u>Украина</u> : Джерело (я-234), Феникс (к-30835), Галатея (к-30365), Адапт (к-30364), Галактик (к- 30366), Гетьман (к-30965), Бадьорый (к-31094),

1	2
Устойчивость к сетчатой пятнистости (естественный инфекционный фон)	<p>Якубинец (я-408); <u>Казахстан</u>: Илек 34 (к-30949), Пастбищный (к-30597), Медикум 11 (к-31138), Медикум 125 (к-31139), Медикум 176 (к-31140); Польша: Korona Laschego (к-27471); <u>Германия</u>: Orthega (к-30468), Margret (к-30966), Xanadu (к-30973), Калькюль (к-31170), Danuta (к-30889), Саншайн (к-31129); <u>Швеция</u>: Filippra (к-30574); <u>Финляндия</u>: Botnia (к-30458); <u>Швейцария</u>: 752A (я-4); <u>Канада</u>: Buck (к-30173), Codac (к-30874), Leger (к-28966), Kinkora (к-23988), Paragon (к-20259), Lacombe (к-30413); <u>США</u>: C.I. 13664-Un8 (к-26419); <u>Эфиопия</u>: Jet (к-18703), местный (к-3282); <u>Индия</u>: Karan 201 (к-28963), Local (к-19095); <u>Китай</u>: местный (к-2929, к-2930); <u>Латвия</u>: Jdumeja (к-30922), Kristaps (к-30964); <u>Чехия</u>: Radegast (к-31179), Respect (к-31186); <u>Франция</u>: Patricia (к-31001); <u>Англия</u>: Crusades (я-52), Cooper (к-30375); <u>Аргентина</u>: NCL 95098 (к-35415); <u>Афганистан</u>: местный (к-5986); <u>Австралия</u>: Makbo (к-5210).</p>
Урожайность и устойчивость к сетчатой пятнистости	<p><u>Россия</u>: Вереск (к- 29834), Русь (к-29723); <u>Украина</u>: Галактик (к- 30366), Якубинец (я-408)</p>
Комплексная устойчивость к полосатой и сетчатой пятнистостям	<p><u>Россия</u>: Дина (к-29216), Форвард (я-388), Медикум 336 (к-30962); <u>Украина</u>: Джерело (я-234), Гетьман (к-30965), Бадьорый (к-31094); <u>Беларусь</u>: Гонар (к-29914); <u>Казахстан</u>: Илек 34 (к-30949); <u>Польша</u>: Korona Laschego (к-27471); <u>Германия</u>: Orthega (к-30468), Margret (к-30966), Xanadu (к-30973), Калькюль (к-31170); <u>Швеция</u>: Filippra (к-30574); <u>Англия</u>: Crusades (я-52); <u>Канада</u>: Buck (к-30173), Codac (к-30874); <u>Австралия</u>: Makbo (к-5210).</p>
Устойчивость к тёмно-бурой пятнистости (естественный инфекционный фон)	<p><u>Россия</u>: Нур (к-30820), Заветный (к-30959), Медикум 336 (к-30962), Натали (к-30957); <u>Украина</u>: Сюрпириз (к-30841), Симфония (к-30996), Гармония (к-30997); <u>Беларусь</u>: Гонар (к-29914); <u>Казахстан</u>: Медикум 11 (к-31138), Медикум 125 (к-31139), Медикум 176 (к-31140); <u>Германия</u>: Danuta (к-30889), Margret (к-30966), Xanadu (к-30973), Калюкюль (к-31170); <u>Франция</u>: Delphine (к-31000), Patricia (к-31001); <u>Югославия</u>: Jelen (к-30955); <u>США</u>: Nahby (к-31053); <u>Австралия</u>: Makbo (к-5210); <u>Китай</u>: местный (к-2930).</p>
Комплекс признаков продуктивности растений и устойчивость к отдельным пятнистостям листьев	<p><u>Россия</u>: Зевс (к-30843), Заветный (к-30959), Натали (к-30957); <u>Казахстан</u>: Илек 34 (к-30949); <u>Польша</u>: Rodos (к-30256), Korona Laschego (к-27471); <u>Швеция</u>: Filippra (к-30574); <u>Канада</u>: Codac (к-30874).</p>

2.6. Использование коллекционных образцов в селекции ячменя ярового

Вовлечение в селекционный процесс сортов с широкой генетической основой позволяет получить гибридный материал, обладающий большим спектром различных качественных показателей с целью отбора среди них наиболее ценных. Для повышения эффективности гибридизации один из компонентов скрещивания должен содержать значительную долю зародышевой плазмы местных экотипов. Известно, что во всем мире в селекции урожайных сортов успешно используются в качестве постоянных компонентов для скрещивания районированные сорта и лучшие селекционные линии. Однако в отношении генетической гетерогенности этот подход считается консервативным. Использование ограниченного набора родительских форм сужает наследственное разнообразие коммерческих сортов и обостряет проблему их устойчивости к неблагоприятным абиотическим факторам среды. Таким образом, вовлечение в скрещивания коллекционных образцов различного эколого-географического происхождения является необходимым условием получения ценного селекционного материала для создания адаптивных сортов, сочетающих урожайность с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам.

Лучшие образцы ячменя, выделенные в процессе изучения мировой коллекции ВИР, в ФАНЦ Северо-Востока широко вовлекаются в гибридизацию. Линии, созданные с участием коллекционных образцов, изучаются на всех этапах селекционного процесса.

За период с 1971 по 2020 год в лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока передано на государственное испытание более 30 сортов ярового ячменя, 12 из которых в разные годы были районированы на территории РФ. Практически все они созданы с использованием образцов из мирового генофонда ВИР. Так, один из первых в стране сортов ячменя интенсивного типа Луч получен методом отбора мутантной формы из образца к-18816 (Дания). В родословной скороспелого сорта Дина присутствуют образцы к-20436 (Эфиопия) и к-19009 (Норвегия), а высокоурожайного с ценным по качеству зерном, устойчивого

к поражению пыльной головней сорта Эколог – к-19304 (Канада). В селекции пивоваренного ячменя Джин использовали образец к-19010 (Швеция). Алюмотолерантный сорт Новичок создан с использованием образцов из Швеции (к-19658) и Нидерландов (к-21873). В родословной сорта Фермер присутствует образец к-9427 (Россия), многорядного ячменя Тандем – к-29489 (Россия). Для создания высокоурожайного включенного в список ценных по качеству сортов РФ сорта Памяти Родины использовали образец к-30372 (Германия). Сорта Форвард и Бионик, переданные на государственное испытание в 2014 г., сочетающие высокую урожайность с устойчивостью к эдафическому стрессу, созданы с использованием образцов Luly (Великобритания) и Conrad (США). В родословной скороспелых сортов Форсаж и Добряк присутствуют сорта к-29216, к-29352 (Россия), к-35415 (Аргентина), переданного на сортоиспытание высокоурожайного и устойчивого к полеганию сорта Боярин – к-30020 (Россия) и к-30821 (Германия).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате многолетних исследований в полевых и камеральных условиях создана рабочая коллекция источников хозяйственно ценных признаков, отвечающая региональным агроэкологическим условиям и задачам селекции ярового ячменя. Она успешно используется в селекционном процессе в ФАНЦ Северо-Востока. С участием коллекционных образцов созданы новые сорта, которые широко возделываются в различных регионах РФ. Проходят дальнейшее изучение на разных этапах селекционного процесса высокоурожайные, устойчивые к отдельным болезням и адаптивные к условиям возделывания в Волго-Вятском регионе перспективные линии и сорта ячменя. Выявленные источники могут быть востребованы и в других НИУ РФ со схожими агроэкологическими условиями и направлениями селекции ярового ячменя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Родина Н. А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. 488 с.
2. Фомина М. Н. Особенности формирования зерновой продуктивности перспективных сортов ячменя в зоне Северного Зауралья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 2. С. 28-34.
3. Сурин Н. А., Зобова Н. В., Ляхова Н. Е. Генетический потенциал и селекционная значимость ячменя Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 18. № 2. С. 378-386.
4. Марухняк А. Я. Оценка адаптивных особенностей сортов ярового ячменя // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. №1. С. 67-72.
5. Щенникова И. Н., Кокина Л. П. Приоритетные направления и некоторые результаты селекции ярового ячменя в Волго-Вятском регионе // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 2-2. С. 214-219.
6. Кривченко В. И. Изучение устойчивости зерновых культур и расового состава возбудителей головневых болезней: Методические указания. Л., 1978. 107 с.
7. Afanasenko O. S. et al. Mapping of the loci controlling the resistance to *Pyr-enophora teres f. teres* and *Cochliobolus sativus* in two double haploid barley populations // Russian Journal of Genetics: Applied Research. 2015. Т. 5. № 3. С. 242-253.
8. Анисимова А. В. и др. Комплексная устойчивость отечественных и интродуцированных сортов ячменя к листовым болезням и шведской мухе в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (47). С. 41-48.
9. Лоскутов И. Г. и др. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ООО «Копи-Р», 2012.
10. Удовенко Г. В. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: методическое руководство. Л.: ВИР, 1988.
11. Лисицын Е. М. Методика лабораторной оценки алюмоустойчивости зерновых культур // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2003. № 3. С. 5-7.
12. Кривченко 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.
13. Родина Н. А., Ефремова З. Г. Методические рекомендации по селекции ячменя на устойчивость к болезням и их применение в НИИСХ Северо-Востока. М.: ВАСХНИЛ, 1986. 79 с.
14. Афанасенко О. С. Устойчивость ячменя к гемибиотрофным патогенам // Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб.: ВИР, 2005. С. 592-615.
15. Петрова О. С., Афанасенко О. С. Методические рекомендации по диагностике и методам оценки устойчивости овса к возбудителям пятнистостей листьев. СПб.: ВИЗР, 2003. 27 с.

16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. С. 268-271.

Более подробная информация по оценке коллекционных образцов ВИР в условиях Волго-Вятского региона изложена в следующих публикациях:

Бутакова О. И., Щенникова И. Н. Генетические источники для селекции ячменя кормового и пивоваренного направления в условиях Волго-Вятского региона // Молодые ученые-аграрной науке Евро-Северо-Востока: Матер. 1-й Молодежной конф. (5 июля 2012 г.). Киров, 2013. С. 21-25.

Бутакова О. И., Щенникова И. Н. Источники устойчивости ярового ячменя к полеганию в условиях Волго-Вятского региона Нечерноземной зоны // Развитие научного наследия Н.И. Вавилова в современных селекционных исследованиях: Матер. науч.-практ. конф., посвященной 125-летию со дня рождения Н. И. Вавилова. – Казань: Центр инновационных технологий, 2012. – С. 82-86.

Бутакова О. И., Щенникова И. Н., Кунилова А. В. Комбинационная способность сортов ярового ячменя // Вестник Бурятской ГСХА имени В. Р. Филиппова. 2012. №2. С. 81-84.

Бутакова О. И., Кунилова А. В., Щенникова И. Н. Оценка урожайности мирового генофонда ярового ячменя в условиях Волго-Вятского региона // Науке нового века – знания молодых: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и соискателей: в 2 ч. Киров: Вятская ГСХА, 2011. Ч. 1. С. 21-27.

Зайцева И. Ю., Щенникова И. Н. Сопряженность морфологических признаков с устойчивостью к полеганию ярового ячменя в условиях Волго-Вятского региона // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181. № 3. С. 32-40.

Зайцева И. Ю., Кокина Л. П. Исходный материал для селекции сортов ярового ячменя, толерантных к абиотическим стрессам // Генофонд и селекция растений: Международная конференция (Новосибирск, 11-13 ноября 2020 г.). Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 2020. С. 108-112.

Зайцева И. Ю., Щенникова И. Н. Исходный материал для селекции ячменя в условиях Волго-Вятского региона // Знания молодых: наука, практика и инновации: Сб. научных трудов XVIII Междун. научн.-практ. конф. аспирантов и молодых ученых. В 2 ч. Агрономические, биологические, ветеринарные науки. Киров, 2019. Ч. 1. С. 6-10.

Зайцева И. Ю., Щенникова И. Н. Влияние высоты растений на устойчивость ячменя к полеганию // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: матер. Междунар. научн.-практ. конф. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2018. С. 98-102.

Кокина Л. П., Щеклеина Л. М., Кунилова А. В. Источники селекционно-ценных признаков и их использование в создании адаптивных к условиям Волго-Вятского региона сортов ячменя // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 3(58). С. 9-14.

Кокина Л. П., Щенникова И. Н. Зайцева И. Ю. Оценка коллекционных образцов ячменя на устойчивость к осмотическому стрессу // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 5 (66). С. 40-44.

Кунилова А. В. Изучение исходного материала голозерного и пленчатого ячменя по качеству зерна в условиях Волго-Вятского региона // Актуальные вопросы аграрной науки: теория и практика: Матер. Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию агрономического факультета, 27-28 ноября 2014 г. Киров: Вятская ГСХА, 2014. С. 106-107.

Кунилова А. В., Щенникова И. Н. Оценка мирового генофонда голозерного и пленчатого ячменя в условиях Кировской области // Инновационные разработки ученых – АПК России: Мат-лы Всерос. научн.-практ. конф. молодых ученых «(20 марта 2013 г.). Казань, 2013. С.114-116.

Кунилова А.В., Щенникова И.Н. Исходный материал для селекции скороспелых сортов ячменя / А.В. Кунилова, И.Н. Щенникова // Методы и технологии в селекции растений: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2014. – С. 126-129.

Куц С. А., Родина Н. А. Использование мирового генофонда ВНИИР им. Н. И Вавилова в селекции сортов ячменя, адаптированных к условиям Северо-Востока // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2007. № 9. С. 5-9.

Носкова Е. Н., Зайцева И. Ю. Оценка устойчивости сортов ярового ячменя к токсичности алюминия // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: матер. V Междун. науч.-практ. конф. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2019. С. 105-108.

Шешегова Т. К. и др. Генетический контроль ювенильной устойчивости ячменя к темно-бурой пятнистости // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2017. С. 193-198.

Шешегова Т. К. и др. Зависимость развития грибной инфекции зерновых культур от сезонной динамики климатических факторов // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 58-61.

Шешегова Т. К. и др. Источники устойчивости овса и ячменя к болезням и их использование в селекции в НИИСХ Северо-Востока // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2013. Т. 171. С. 64-69.

Шешегова Т. К. и др. Источники устойчивости ярового ячменя к гельминтоспориозным болезням и их использование в селекции // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 5(54). С. 9-14.

Шешегова Т. К., Щенникова И. Н. Источники устойчивости ячменя к гельминтоспориозным болезням и их использование в ФАНЦ Северо-Востока // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2020. № 2. С. 76-83.

Шешегова Т. К., Щенникова И. Н. Источники ценных признаков ячменя (*Hordeum vulgare* L.) и их использование в ФАНЦ Северо-Востока // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (173). С. 25-31.

Шешегова Т. К. Методы селекции зерновых культур на устойчивость к болезням в Северо-Восточном селекцентре // Методы и технологии в селекции растений: матер. Всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участием. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2014. С. 34-41.

Шешегова Т. К. Растительно-микробные взаимоотношения в патокотплексе *Hordeum vulgare* L. – *Helminthosporium spp* // Экология родного края: проблемы и пути их решения: материалы XV Всерос. с междунар. участием научно-практич. конф. Книга 2. (г. Киров, 18 мая 2020 г.). Киров: ВятГУ, 2020. С. 184-188.

Шешегова Т. К., Щенникова И. Н. Контроль устойчивости ячменя к темно-бурой пятнистости листьев // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: матер. Междунар. науч.-практич. конф. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2016. С. 174-178.

Шуплецова О. Н., Щенникова И. Н. Генетические источники селекции ячменя (*Hordeum vulgare* L.) в Волго-Вятском регионе // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. Т. 180. № 1. С. 82-88.

Шуплецова О. Н., Шешегова Т. К., Щенникова И. Н. Изучение регенерантов ячменя на устойчивость к фитопатогенам // Защита и карантин растений. 2017. № 10. С. 16-18.

Шуплецова О. Н., Щенникова И. Н. Результаты использования клеточных технологий в создании новых сортов ячменя, устойчивых к токсичности алюминия и засухе // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 5. С. 623-628.

Щеклеина Л. М., Шешегова Т. К. Источники устойчивости зерновых культур к основным болезням в Кировской области // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: мат. XVI Всерос. научно-практич. конф. с Междунар. участием. Книга 2. Киров: ВятГУ, 2018. С. 144-149.

Щенникова И. Н., Шуплецова О. Н. Источники для селекции ячменя устойчивого к токсичности алюминия // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса (Theoretical & Applied Problems of Agro-industry). 2019. Т. 39. № 1. С. 22-25.

Щенникова И. Н., Бутакова О. О. Оценка коллекционных образцов ячменя на засухоустойчивость // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2009. № 1. С. 22-24.

Щенникова И.Н. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции ячменя / И.Н. Щенникова, О.И. Бутакова // Основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства евро-северо-востока России: Материалы научно-практич. конф. – Кострома, 2008. – С.279-282.

Щенникова И. Н., Кокина Л. П., Бутакова О. И. Комбинационная способность многорядных сортов ячменя // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2010. № 3. С. 14-17.

Щенникова И. Н. Модели сортов ярового ячменя для условий Волго-Вятского региона // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 6 (49). С. 9-14.

Щенникова И. Н., Кокина Л. П., Бутакова О. И. Оценка генофонда ячменя по крупности зерна в условиях Волго-Вятского региона // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2011. № 1. С. 12-16.

Щенникова И. Н., Кокина Л. П. Приоритетные направления и некоторые результаты селекции ярового ячменя в Волго-Вятском регионе // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 2-2. С. 214-219.

Щенникова И. Н., Шуплецова О.Н., Шешегова Т. К. Регенеранты ячменя с комплексной устойчивостью к стрессовым факторам // Инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Нечерноземье: сб. докл. Всеросс. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Владимирского НИИСХ (Суздаль, 2-4 июля 2013 года): в 2 т. Иваново: ПресСто, 2013. Т. 2. С. 33-36.

Щенникова И. Н., Зайцева И. Ю., Носкова Е. Н. Современные подходы в моделировании сортов ячменя для Волго-Вятского региона // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 2. С. 20-24.

Щенникова И. Н., Кокина Л. П. Эффективность использования коллекционных образцов в селекции ячменя // Методы и технологии в селекции растений: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2014. С. 117-120.

Щенникова И.Н., Ковригина Е. А., Бутакова О. И. Оценка сортов ярового ячменя на устойчивость к полосатой и сетчатой пятнистости листьев // Защита и карантин растений. 2010. № 5. С. 32-34.

Щенникова И.Н., Кокина Л. П. Перспективы селекции ячменя для условий Волго-Вятского региона (аналитический обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. Т. 22. № 1. С. 21-31.

Щенникова И.Н., Кокина Л. П., Кунилова А. В. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции многорядного ячменя в Волго-Вятском регионе // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 2. С. 8-10.

Shupletsova O. N. Barley Genotypes (*Hordeum vulgare* L.) Created by the Method of Cell Selection / O.N Shupletsova, I.N. Shchennikova, T.K. Sheshegova // Temperate Crop Science and Breeding: Ecological and Genetic Studies. USA: Apple Academic Press. 2016. P. 79-97.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	4
2. ИСТОЧНИКИ СЕЛЕКЦИОННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ.....	5
2.1. Скороспелость как хозяйственно полезный признак.....	5
2.2. Устойчивость к полеганию.....	8
2.3. Урожайность ячменя и её составляющие.....	10
Комбинационная способность коллекционных образцов ячменя.....	11
2.4. Устойчивость ячменя к стрессовым факторам.....	12
Устойчивость к осмотическому стрессу.....	12
Устойчивость к алюмокислому стрессу.....	15
2.5. Устойчивость к болезням.....	16
2.6. Использование коллекционных образцов в селекции ячменя.....	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	21
ЛИТЕРАТУРА.....	22

**БИОРЕСУРСЫ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО
ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ
НОВЫХ КОММЕРЧЕСКИХ СОРТОВ
В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА**

Методическое руководство