

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СЕВЕРО-ВОСТОКА ИМЕНИ Н.В. РУДНИЦКОГО»

на правах рукописи

ЗАЙЦЕВА ИРИНА ЮРЬЕВНА

**СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ КОЛЛЕКЦИОННЫХ
ОБРАЗЦОВ *HORDEUM VULGARE* L. ДЛЯ УСЛОВИЙ
НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Специальность 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
член-корреспондент РАН
И.Н. Щенникова

Киров – 2023

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.1 Народно-хозяйственное значение ячменя	11
1.2 Морфологические и биологические особенности ячменя	13
1.3 Использование коллекционных образцов в селекции ячменя	23
1.4 Гетерозис	58
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	60
2.1 Метеорологические условия в период проведения исследований	60
2.2 Почвы опытного участка	66
2.3 Исходный материал.....	67
2.4 Методика проведения исследований	68
ГЛАВА 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	74
3.1 Урожайность коллекционных образцов ячменя	74
3.1.1 Вклад генотипа и среды в формирование элементов структуры продуктивности.....	74
3.1.2 Урожайность и элементы ее структуры	76
3.1.3 Экологическая пластичность и стабильность урожайности	84
коллекционных образцов.....	84
3.2 Исходный материал для селекции сортов ярового ячменя	86
с высоким качеством зерна.....	86
3.3 Продолжительность вегетационного периода	91
3.4 Устойчивость к полеганию коллекционных образцов ячменя	97
3.5 Устойчивость к болезням	111

3.6 Устойчивость коллекционных образцов к абиотическим факторам внешней среды.....	116
3.6.1 Устойчивость к осмотическому стрессу.....	116
3.6.2 Устойчивость к алюмокислому стрессу	121
ГЛАВА 4 ПОДБОР РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ	125
ГЛАВА 5 СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ.....	127
5.1 Гибридный материал.....	127
5.2. Перспективный селекционный материал ячменя.....	129
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	133
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ	136
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	137
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	183
Приложение 1. Сортимент изученных коллекционных образцов.....	184
Приложение 2. Варьирование признаков продуктивности.....	187
Приложение 3. Показатели продуктивности коллекционных образцов (1 набор) ...	189
Приложение 4. Показатели продуктивности коллекционных образцов (2 набор) ...	191
Приложение 5. Структура урожайности 1 набора образцов, 2018-2020 гг.....	193
Приложение 6. Структура урожайности 2 набора образцов, 2019-2021 гг.....	195
Приложение 7. Экологическая пластичность и стабильность коллекционных образцов ячменя по урожайности	196
Приложение 8. Экологическая пластичность и стабильность 1 набора коллекционных образцов ячменя по содержанию белка в зерне	198
Приложение 9. Экологическая пластичность и стабильность 2 набора коллекционных образцов ячменя по содержанию белка в зерне	199
Приложение 10. Натурная масса и выравненность коллекционных образцов	200

Приложение 11. Устойчивость к полеганию и элементы структуры урожайности 1 набора образцов.....	202
Приложение 12. Морфологические особенности второго нижнего междоузлия 1 набора образцов.....	203
Приложение 13. Устойчивость к полеганию и элементы структуры урожайности 2 набора образцов.....	205
Приложение 14. Морфологические особенности второго нижнего междоузлия 2 набора образцов.....	206
Приложение 15. Поражение образцов пыльной головнёй (<i>U. nuda</i>) (1 набор), % ...	207
Приложение 16. Поражение образцов пыльной головнёй (<i>U. nuda</i>) (2 набор), % ...	208
Приложение 17. Поражение образцов сетчатой пятнистостью (<i>Drechslera teres</i>) (1 набор), %.....	209
Приложение 18. Поражение образцов сетчатой пятнистостью (<i>Drechslera teres</i>) (2 набор), %.....	210
Приложение 19. Поражение образцов тёмно-бурой пятнистостью (<i>Drechslera teres</i>) (1 набор), %.....	211
Приложение 20. Поражение образцов тёмно-бурой пятнистостью (<i>Drechslera teres</i>) (2 набор), %.....	212
Приложение 21. Поражение образцов полосатой пятнистостью (<i>Drechslera graminea</i>) (1 набор), %	213
Приложение 22. Поражение образцов полосатой пятнистостью (<i>Drechslera graminea</i>) (2 набор), %	214
Приложение 23. Энергия прорастания и всхожесть коллекционных образцов при осмотическом стрессе	215
Приложение 24. Оценка засухоустойчивости коллекционных образцов по показателю RSR	217

Приложение 25. Влияние алюмокислого стресса на развитие корневой системы коллекционных образцов ячменя	219
Приложение 26. Оценка устойчивости коллекционных образцов к алюмокислому стрессу	221
Приложение 27. Кластерный анализ (1 набор образцов).....	223
Приложение 28. Кластерный анализ (2 набор образцов).....	224
Приложение 29. Элементы продуктивности кластеров	225
Приложение 30. Гетерозис по элементам продуктивности у гибридов первого поколения	226

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Ячмень отличается высоким адаптивным потенциалом и в отдельных регионах России занимает до 70% зернового клина (Гончаров С. В., 2019). К Нечернозёмной зоне Российской Федерации относятся 32 субъекта, в том числе и Кировская область. В структуре посевных площадей РФ основные площади зернового клина заняты яровой пшеницей, но в Кировской области первенство по площадям принадлежит яровому ячменю и составляет 36 % (Щенникова И. Н., Кокина Л. П., 2021). В условиях региона более 60% произведённого зерна используется на кормовые цели, в основном для приготовления комбикормов, поэтому первостепенной задачей является получение стабильных и высоких урожаев зерна ярового ячменя зернофуражного назначения.

В настоящее время экономически эффективным средством получения высоких урожаев при минимальных затратах остаётся сорт. Одним же из наиболее действенных и вместе с тем эффективных способов повышения урожайности – замена старых сортов новыми, обладающими большей продуктивностью и высокой адаптацией к почвенно-климатическим условиям конкретной местности (Беляев Н. Н., Дубинкина Е. А., 2018).

В настоящее время в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, включено большое количество сортов, характеризующихся высоким потенциалом продуктивности. Однако вследствие меняющихся почвенно-климатических условий наблюдаются резкие колебания сбора зерна ячменя по годам. Таким образом, остро стоит проблема подбора нового исходного материала для создания сортов способных противостоять действию абиотических и биотических стрессов. Исследования коллекционных образцов ярового ячменя в условиях Нечернозёмной зоны РФ позволяют выделить адаптивные формы с комплексом или отдельными признаками и свойствами, которые отвечают современным задачам селекции, с целью их дальнейшего использования в селекционном процессе.

Степень разработанности темы. Вопросы по изучению генетики и селекции и технологии возделывания ярового ячменя в России нашли свое отражение в трудах А. Я. Трофимовской, Э. Д. Неттевича, Н. А. Сурина, В. В. Глуховцева, Н. А. Родиной, В. М. Шевцова, В. Н. Смолина, А. А. Грязнова, С. Н. Шевченко, М. В. Лукьяновой, О. Н. Ковалёвой, В. Н. Пакуль, А. В. Заушенценой, Л. П. Байкаловой и др. В настоящее время в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, включено большое количество сортов, характеризующихся высоким потенциалом продуктивности.

Цель исследования – выделить источники для селекции ярового ячменя на основе оценки коллекционных образцов различного эколого-географического происхождения по урожайности и комплексу селекционно-ценных признаков.

В задачи исследований входило:

- установить вклад среды и генотипа в формирование элементов структуры продуктивности ячменя;
- оценить коллекционные образцы по важнейшим хозяйственно ценным признакам: продуктивности, показателям качества зерна, устойчивости к полеганию, болезням и абиотическим факторам окружающей среды;
- в межсортовых скрещиваниях с использованием лучших по комплексу признаков и свойств коллекционных образцов ярового ячменя создать новый исходный и селекционный материал;
- оценить селекционную ценность созданных линий ячменя.

Работа выполнена в 2018-2022 гг. в лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока) в условиях Кировской области Российской Федерации в соответствии с планом научно-исследовательских работ (государственная регистрация № 1021060407724-6 и 123011900033-3) и является итогом исследований автора, а также работ, выполненных совместно с научными

сотрудниками лаборатории иммунитета и защиты растений и аналитической лаборатории.

Научная новизна работы. Среди коллекционных образцов ярового ячменя выявлены новые источники хозяйственно ценных признаков, способные обеспечить создание конкурентоспособных сортов, адаптивных к условиям Нечернозёмной зоны Российской Федерации. Получены новые знания о закономерностях изменчивости и взаимосвязи изученных признаков для обоснования подбора родительских форм в скрещиваниях. На широкой генетической основе создан новый исходный материал с уникальными свойствами (5133 селекционных линий).

Теоретическая и практическая значимость работы определяется важностью конечных результатов для селекционной практики. Выделенные источники, а также созданные на их основе гибриды с ценными в хозяйственном отношении признаками, используются для решения региональных проблем селекции ячменя. На широкой генетической основе создан новый исходный материал с уникальными свойствами (5133 селекционных линий).

Разработано (в соавторстве) и предложено для практического использования методическое пособие «Биоресурсы ячменя ярового для селекции новых коммерческих сортов в условиях Волго-Вятского региона» (2022).

Методология и методы исследования. Теория и методология исследований основана на анализе научных трудов отечественных и зарубежных исследователей по изучаемой проблеме. В работе применялись аналитический, экспериментальный (лабораторные опыты и полевые исследования) и статистический (математический анализ полученных результатов исследований) методы исследований.

Научные положения, выносимые на защиту:

- установленные в ходе исследований статистические параметры: доля генотипа и среды в изменчивости урожайности образцов и элементов продуктивности растений, коэффициенты корреляции, показатели пластичности и

стабильности селекционно-ценных признаков коллекционных образцов целесообразно учитывать при выборе родительских форм для гибридизации;

- использование источников хозяйственно ценных признаков обеспечит селекцию высокоурожайных адаптивных сортов ярового ячменя в регионах со схожими агроклиматическими и почвенными ресурсами;
- перспективные селекционные линии.

Личный вклад соискателя заключается в непосредственном участии в полевых и лабораторных исследованиях, выполнении всех биометрических наблюдений и исследований, анализе и обработке материала, ежегодном представлении научных отчетов, подготовке научных публикаций, апробации результатов исследований, написании и оформлении диссертации, а также в селекционной проработке и испытаниях созданного исходного материала в селекционных питомниках при выведении новых сортов ячменя.

Степень достоверности результатов исследований. Объективность и достоверность полученных результатов подтверждена достаточной выборкой проанализированных данных, полученных в различные по погодным условиям годы с применением существующих современных методик, лабораторного оборудования и статистической обработки экспериментальных данных, апробацией результатов научных исследований на международных и всероссийских научно-практических конференциях, публикациями в научных журналах, рекомендованных ВАК.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и одобрены на международных научно-практических конференциях: «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» (г. Киров, 2018, 2021, 2022), «Генофонд и селекция растений» (Новосибирск, 2020), V Вавиловская международная конференция (Молодёжная конференция «Поколение F3 – к 135-летию со дня рождения Н. И. Вавилова», г. Санкт-Петербург, 2022); международных научно-практических конференциях аспирантов и молодых ученых (г. Киров, 2018, 2019); на заседаниях методической комиссии селекцентра

и Ученого совета ФАНЦ Северо-Востока (2018-2022 гг.); опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК.

Публикации. Основные материалы и положения диссертации опубликованы в 11 печатных и 2 электронных работах, в том числе 3 статьи – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, методическом руководстве «Биоресурсы ячменя ярового для селекции новых коммерческих сортов в условиях Волго-Вятского региона».

Государственные контракты и гранты. Данная работа была поддержана грантом в рамках выполнения программы развития селекционно-семеноводческих центров в области сельского хозяйства для создания и внедрения в АПК современных технологий на основе собственных исследований

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 220 страницах компьютерного текста. Состоит из введения, 4 глав, выводов, предложений для практической селекции и производства, списка использованной литературы и приложений. Работа содержит 24 таблицы, 12 рисунков, 28 таблиц и 2 рисунков приложений. Список литературы включает 381 источник, в том числе 22 иностранных авторов.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Народно-хозяйственное значение ячменя

В настоящее время ячменя является одной из важнейших культур. Он возделывается во всех земледельческих областях земного шара и по посевным площадям и объемам производства занимает четвертое место (50-80 млн. га) в мире после пшеницы (200 млн. га), риса (120-150 млн. га) и кукурузы (100-150 млн. га) (Филиппов Е. Г. и др., 2021; Mansour E. et al., 2021; FAOSTAT, 2021).

Российская Федерация считается одной из основных стран-производителей ярового ячменя, в которой сосредоточено около трети мировой посевной площади (Farag M. A., 2022), далее следуют США, Индия и Китай. Значительные посевы этой культуры имеются в странах Европы (Чехии, Германии, Польше, Австрии, Швеции, Дании, Бельгии, Нидерландах, Великобритании, Франции и др.) (Farag M. A., 2022). Наибольшие посевные площади в РФ расположены на Юго-Востоке, в Центрально-Черноземной зоне, на Северном Кавказе, в северных областях Нечерноземной зоны, Сибири, на Урале и Дальнем Востоке (Юдина Е. М., 2015).

Широкий ареал ячменя обусловлен многими ценными его качествами и способностью адаптироваться к различным условиям выращивания (Скибина Ю. С., 2019; Карпова Г. А. и др., 2013). Яровой ячмень – самая пластичная и раннеспелая культура с большим разнообразием культурных форм. Его посевы встречаются от 70° с.ш. до пустынь Сахары и поднимаются в горные районы Китая, Непала и Индии до 5 тыс. м над уровнем моря. Из-за короткого вегетационного периода и низких требований к теплу, его выращивают в северных и высокогорных районах земледелия. Быстрые темпы развития делают эту культуру ценной не только для районов с коротким вегетационным периодом, но и для засушливых южных районов (Родина Н. А., 2006; Козубовская В. Г., 2017). Яровой ячмень дает самые высокие и стабильные урожаи среди ранних яровых зерновых культур (Байкалова Л. П. и др., 2014).

Список пищевых продуктов из зерна ячменя в последнее время в мире, в

том числе и в России, стремительно расширяется. Зерно ячменя – уникальное сырье многопланового использования, применяется в сельском хозяйстве, для кормления животных, в пищевой промышленности для приготовления круп и пива, а также в текстильной промышленности (Шулепова О. В., 2017; Юсова О. А., Николаев П. Н., 2017). Так, по данным ФАО, на промышленную переработку идет 42-48 % мирового производства ячменя, которая в первую очередь включает приготовление различных комбикормов и только 5% используется для потребления человеком. В России основная часть произведенной продукции (53%) используется на нужды животноводства, и незначительное количество качественного сырья перерабатывается пивоваренной и крупяной промышленностью (Gangwar O. P., 2018; Дедушев И. А., 2020; Карпухин М. Ю., Чулкова В. В., 2020). Зерно ячменя имеет сложный химический состав, зависящий от сорта, района произрастания, метеорологических и почвенных условий, массового соотношения отдельных частей зерна (Типсина Н. Н., Пуляева О. С., 2013). Оно содержит до 15% белка, 2% жира, до 70% углеводов, до 3% золы, а также много микроэлементов: марганец, кобальт, медь, никель, цинк, хром, йод (Тихонов Н. И., Авдеев А. А., 2015; Серегина Н. В., 2015). Ячмень богат витаминами, необходимыми для жизнедеятельности человека и животных: D, A, PP, B₁, B₂, C и E. Так, например, в 100 г зерна содержится витаминов B₁ – 0,4 мг, B₂ – 0,12, PP – 1,3 мг (Родина Н. А., 2006; Типсина Н. Н., Пуляева О. С., 2013; Тихонов Н. И., Авдеев А. А., 2015; Šterna V., 2015). В ячмене содержится большое количество клетчатки и весь набор незаменимых аминокислот, в том числе самые дефицитные и наиболее ценные – лизин и триптофан (Родина Н. А., 1975; Серегина Н. В., 2015; Путятин Ю. В., 2016).

Ячмень относится к числу древнейших злаков, возделываемых человеком (Караваева Е. С., 2019). Он относится к первичным культурам и был известен людям еще в каменном веке. Местонахождение самых ранних останков ячменя было обнаружено в Ассирии-Вавилонии и датируется временем 18 тысяч лет назад. В Месопотамии, в Древнем Египте, Закавказье, Средней Азии и Китае ячмень возделывали около 10 тысяч лет назад, в эпоху неолита. Известно, что в Древнем

Риме эта культура считалась источником силы и выносливости, поэтому её использовали в пищу гладиаторы. На территории среднеазиатских республик, например, в Туркмении ячмень выращивался не только на богаре, но и в условиях орошаемого земледелия примерно за 4-5 тысяч лет до нашей эры. Ячмень с доисторических времен был известен и среди народов Закавказья. Его культивировали за 2-3 тыс. лет до н.э. в Армении. На Украине в руинах древних землян в трипольских деревнях были обнаружены отпечатки зерна ячменя, которые также относятся к 3-2 тыс. лет до н.э. (Карпук В. В., Сидорова С. Г., 2011; Солпиева К. Т., 2020).

Вопрос о центре (центрах) введения ячменя в культуру дискутируется уже более 130 лет. Различными авторами на основе археологических, ботанических и генетических исследований о центре (центрах) происхождения ячменя было высказано более десятка гипотез. В настоящее время наиболее популярна гипотеза о введении ячменя в культуру в Дуге Плодородия, проходящей от Хузистана по горам Загрос и Тавр в Иране, Ираке, в Центральной и Западной Анатолии, и южной части Палестины (современная территория Израиля) (Поморцев А. А. и др., 2018; Поморцев А. А. и др., 2019).

1.2 Морфологические и биологические особенности ячменя

Ячмень относится к роду *Hordeum* L., семейству злаковые (*Poaceae*) и отличается от остальных родов этого семейства строением колоса – его колоски одноцветковые (Имирсинова А. А., 2017). Род *Hordeum* L. включает около 25-30 видов, разделенных на 6 секций (Усупбаев А. К., 2016). Виды ячменя распространены в умеренно теплых и субтропических регионах Евразии, Северной и Южной Америки, Африки (Гудкова П. Д., 2022).

К культурному ячменю, кроме обыкновенного или посевного *Hordeum vulgare* L. (*H. Sativum* Jessen.) относят еще 2 вида: *H. humile* Vav. Et Vacht. – ячмень низкорослый и *H. aethiopicum* Vav. Et Vacht. – эфиопский ячмень (Карпук В. В., Сидорова С. Г., 2011). Также существует по разным данным 26-34 известных

диких вида, среди которых однолетние и многолетние, а также самоопыляющиеся и перекрестноопыляющиеся (Арькова Ж. А., Крюков А. А., 2008).

Культурный ячмень по количеству колосков на каждом уступе колосового стержня подразделяется на 3 подвида: *ssp. vulgare* L. (ячмень многорядный или шестирядный), *ssp. distichum* L. (ячмень двухрядный) и *ssp. intermedium* Vav. Et. Ort. (промежуточный ячмень) (Зарубина Т. Б., 2019; Каравасева Е. С., 2019). В нашей стране распространены многорядный и двухрядный подвиды ячменя (Тарасов А. Б., 2019).

На разновидности по плёнчатости зерна, плотности колоса, остистости, окраске колоса и остей, характеру остей, ширине колосковых чешуй делятся как многорядные, так и двурядные ячмени (Тихвинский С. В. и др., 2007). В Северо-Восточном регионе, как во всей нашей стране, культивируются в основном разновидности двурядного ячменя *Nutans* и *Medicum*. Из многорядного ячменя наиболее распространенными являются сорта разновидности *Pallidum* (Стрижова Ф. М. и др., 2008).

Растение ячменя состоит из подземных (первичные и вторичные корни) и надземных (стебель, листья, соцветие, плоды) частей (Родина Н. А., 2006).

Корневая система. Ячмень имеет мочковатую корневую систему, как и другие злаки (Шайхиев И. Г. и др., 2017). Она состоит из первичных – зародышевых и вторичных – узловых корней (Казакова А. С. и др., 2021).

В начале развития растения появляются первичные корни, которые берут свое начало непосредственно от зародыша (Казакова А. С., Майборода С. Ю., 2018). Их количество обычно варьирует от 3 до 10 и зависит от генотипа, размера зерна, условий его формирования и созревания (Родина Н. А., 2006). Многорядный ячменя отличается от двурядного меньшим число зародышевых корешков (Грязнов А. А., 2014). Первичные корни играют важную роль в снабжении побега запасными питательными веществами семени и влагой (Егорова Н. И., 2012). В условиях засухи зародышевые корни развиваются лучше, чем вторичные (Родина Н. А., 2006), и снабжают растения водой и минеральным питанием до конца вегетационного периода (Глухих М. А., 2015).

Узловые (вторичные) корни образуются в начале кущения из узла кущения (Бершанский Р. Г. и др., 2011; Мусина М. К. и др., 2014). Основной стебель образует до 6-7 вторичных корней. Поскольку каждый побег образует свои узловые корни, то количество напрямую зависит от кустистости. При благоприятных условиях дополнительные корни могут образовываться из вышележащих стеблевых узлов (Родина Н. А., 2006). Вторичные корни более развитые и мощные, чем первичные, при оптимальных условиях питания и увлажнения растений (Егорова Н. И., 2012).

На характере развития корневой системы и размещении её в почве оказывают существенное влияние условия увлажнения и температурный режим (Филиппов Е. Г., Алабушев А. В., 2014). Наиболее интенсивный рост корневой системы при благоприятных условиях начинается от фазы кущения до начала колошения и заканчивается в период налива зерна (Егорова Н. И., 2012). Количество и мощность корней увеличивается с понижением температуры почвы до 5°C при достаточном её увлажнении (Безгодов А. В., Максимов Р. А., 2016).

Стебель. Стебель ячменя – полая соломина, где чередуются узлы и междоузлия. У большинства сортов стебель имеет 5-8 узлов (Атабаева Х. Н., Массино И. В., 2005; Филиппов Е. Г., Донцова А. А., 2014). Длина отдельных междоузлий увеличивается от основания к верхушке стебля (Ковригина Л. Н., 2010). Верхнее междоузлие, иногда называемое, колосоножкой, самое длинное ($\frac{1}{2}$ длины всего стебля) и тонкое, что иногда вызывает полегание всего растения (Бахтеев Ф. Х., 1955; Атабаева Х. Н., Массино И. В., 2005). Важными качествами стебля являются его прочность и эластичность. Они, как и неполегаемость, зависят главным образом от сорта (Филиппов Е. Г., Алабушев А. В., 2014).

Лист. Лист линейного (ланцетного) типа, состоит из влагалища, листовой пластинки и короткого (0,5-5,0 мм) язычка – лигулы, находящегося в месте перехода влагалища в листовую пластинку (Родина Н. А., 2006; Глухих М. А., 2015; Камасин С. С., Тарануха В. Г., 2018; Пугач А. А., Тарануха В. Г., 2020). Особенности анатомического и морфологического строения листа связаны с биологическими свойствами – засухоустойчивостью, продуктивностью и т.д. (Атабаева Х. Н., Массино И. В., 2005). Чем больше площадь сформировавшихся листьев, тем лучше

развивающиеся генеративные органы обеспечиваются продуктами фотосинтеза при благоприятных условиях ассимиляции (Филиппов Е. Г., Донцова А. А., 2014).

Соцветие. Соцветие представляет собой незавершённый (без колоска на верхушке) сложный колос, состоящий из коленчатого стержня и одноцветковых колосков (Лукьянова М. В. и др., 1990; Загорулько А. В. и др., 2017). Колосок ячменя имеет две колосковые и две цветковые чешуи, завязь и три тычинки. У остистых форм наружная цветковая чешуя несёт ость или трёхлопастные придатки (фурки). Встречаются ячмени с заканчивающейся тупым закруглением наружной цветковой чешуей (Посыпанов Г. С. и др., 2007; Канзыва С. О. и др., 2020). Ости имеют важное значение в процессе налива зерновки, так как дополнительно к листьям являются органами выделения и фотосинтеза, участвуя в обмене веществ частей колоса даже при сильном поражении и высыхании листьев (Лукьянова М. В. и др., 1990).

Зерно. Плодом ячменя является зерновка. Её крупность зависит от сорта и условий выращивания (Филиппов Е. Г., Алабушев А. В., 2014). Длина зерновки у культурного ячменя варьирует от 7 до 10 мм, а толщина от 2 до 3 мм (Лукьянова М. В. и др., 1990). Масса 1000 зёрен колеблется от 28 до 56 г (Семененко Н. Н., 2022). Зерновка ячменя состоит из нескольких основных частей: плёнка (или её отсутствие), алейроновый и субалейроновый слои, эндосперм и зародыш (Кирдогло Е. К. и др., 2013; Кузнецов В. И., Кузнецова В. В., 2016). Зерно имеет сложный химический состав, зависящий от сорта, региона произрастания, метеорологических и почвенных условий, массового соотношения отдельных частей зерна. Оно на 80-88% из сухого вещества, которое содержит органические (84-85%) и неорганические (2-3%) вещества. Основная часть первых – углеводы, в том числе наиболее важная их часть – крахмал, а также белки, ферменты, жир, органические кислоты, витамины. Неорганические вещества включают фосфор, серу, кремний, калий, натрий, магний, кальций, железо, хлор, часть которых связана с органическими соединениями (Родина Н. А., 2006; Типсина Н. Н., Пуляева О. С., 2013; Волкова Е. С., 2016).

Различия коллекционных образцов по морфологическим признакам, в определенной степени, объясняют разнообразную их реакцию на условия вегетации и как итог формирование урожайности.

Биологические особенности. Ячмень является наиболее раннеспелой культурой среди других яровых зерновых культур (Каримова Л. З., 2012). Вегетационный период у ячменя в северных регионах значительно короче, чем на юге (Ерешко А. С. и др., 2013). Раннеспелые сорта созревают за 53-60 дней, а поздние – за 100-120 дней (Родина Н. А., 2006).

За вегетационный период растения ячменя, как и другие зерновые культуры, проходят через ряд фенологических фаз: прорастание, всходы, кущение, выход в трубку, колошение, созревание (Пряхина С. И. и др., 2014; Семененко Н. Н., 2022).

Прорастание. В соответствии со шкалой фенологических фаз онтогенеза растений J. C. Zadoks с соавторами (1974), наиболее известной и принятой во многих странах, прорастание семян описывается следующими стадиями: сухое семя, начало набухания, окончание набухания, наклевывание и появление зародышевого корешка, появление coleoptиля, появление полноценного проростка. Для прорастания ячменю требуется вода, кислород и определенная температура. При этом семена ячменя при прорастании требуют 48-65 % влаги от массы сухих семян. Это значительно меньше, чем необходимо семенам других злаков для прорастания, что свидетельствует о засухоустойчивости ячменя (Асанбекова Ч. А., Качекова Ш. К., 2008).

Всходы. Время от посева до прорастания ячменя и становления проростка зависит от гидротермического режима, влагообеспеченности почвы, качества семян, нормы высева семян, сроков посева. Продолжительность этого периода при оптимальном сочетании этих факторов варьирует от 6 до 10 дней (Безгодов А. В., Максимов Р. А., 2016; Никитин А. Н. и др., 2019).

Кущение. Кущение – это появление новых побегов из узла кущения. Начало кущения совпадает с появлением третьего листа (Хоконова М. Б., 2016). Обычно оно начинается через 2 недели после всходов. Но также кущение может начаться через 5-7 дней после полных всходов при длительном периоде от посева до прорастания, а в

некоторых случаях и через 3 недели после всходов (Родина Н.А., 2006). Кустистость ячменя зависит от освещенности, влажности почвы, плодородия почвы, наличия доступного азота, площади питания растений, залегания узла кущения (Головки Т. К. и др., 2004; Глухих М. А., 2015; Моисеев С. А. и др., 2021).

В период всходов и кущения протекает важный процесс корнеобразования ячменя (Старковский Б. Н., Симонов Г. А., 2021). Одновременно с появлением боковых побегов начинают формироваться вторичные корни (Глухих М. А., 2015). При образовании узла кущения начинается дифференциация колоса и зачаточных стеблевых узлов, появляются колосовые бугорки, начинается формирование цветков в колосках и закладка колосковых чешуй (Лапшинов Н. А. и др., 2013). Поэтому в фазу кущения ячмень усваивает наибольшую часть всех питательных веществ (Радикорская В. А., 2009).

Выход в трубку. Эта фаза связана с началом роста стебля за счёт удлинения междоузлий и формированием зародышевого колоса (Атабаева Х. Н., Массино И. В., 2005; Камасин С. С., Тарануха В. Г., 2018). Наступление этой фазы происходит, когда на главном стебле через влагалище листа прощупывается первый узел стебля на расстоянии 3-5 см от поверхности (Пугач А. А., Тарануха В. Г., 2020). Выход в трубку начинается через 3-4 недели после появления полных всходов (Хоконова М. Б., 2016). Именно в этот период зачаточный колос быстро дифференцируется, а формирование колосков и цветков заканчивается. От количества колосков, которые образуются в фазу «выход в трубку», зависит продуктивность колоса (Родина Н. А., 2006).

Цветение. Ячмень является самоопылителем и имеет закрытый тип цветения (Родина Н. А., 2006; Попова К. И., 2020). Открытому цветению некоторых форм способствуют высокая влажность и высокая температура. В прохладную и умеренно влажную погоду цветение ячменя наступает позднее и заканчивается, когда колос полностью выходит из влагалища. Тогда как в засушливые и жаркие годы оно наступает рано и заканчивается до выхода колоса и влагалища листа (Карпова Г. А. и др., 2013). Цветение совпадает с началом колошения, и реже наступает через 1-3 суток после него (Губанов М. В. и др.,

2018). Колос цветет 3-5 дней (Солпиева Т. К., 2020). В утренние часы наблюдается наиболее интенсивное цветение и оплодотворение. Весь период оплодотворения длится 5-8 часов (Хоконова М. Б., 2016). Рыльца остаются жизнеспособными 4-6 дней с момента цветения, но максимальная фертильность наблюдается на 2-3 день. Пыльца ячменя быстро теряет свою оплодотворяющую способность (на открытом воздухе через 10 минут) (Арькова Ж. А., Крюков А. А., 2008).

Колошение. Начало фазы отмечается, когда 1/3 часть колоса появляется из влагалища верхнего листа (Фёдорова В. М. и др., 2014) Однако колос может не показаться из влагалища в жаркую сухую погоду (Атабаева Х. Н., Массино И. В., 2005). Высокая температура ускоряет наступление фазы колошения (Трофимовская А. Я., 1972).

Период «выход в трубку-колошение» считается важным с точки зрения обеспеченности растений влагой и питательными веществами, так как в этот период формируются основные элементы колоса, фотосинтетический аппарат – листья и стебли (Хисамова М. М., 2008; Фёдорова В. М. и др., 2014; Пугач А. А., Тарануха В. Г., 2020).

Созревание. После оплодотворения начинается интенсивное образование зерновки (Яркова Н. Н., Федорова В. М., 2016). Ячмень имеет три фазы спелости: молочная, восковая и полная (Казакова А. С., Майборода С. Ю., 2018).

Требования к условиям выращивания. *Требования к свету.* Ячмень относится к группе культур длинного дня, поскольку его развитие требует относительно продолжительного освещения (Алабушев А. В. и др., 2009). Продолжительность вегетационного периода в северных районах меньше, чем на юге, где короче световой день (Ерешко А. С. и др., 2013).

Требования к температуре. На различных этапах роста и развития требования ячменя к температуре неодинаковы (Сухарева Е. П., 2019). Семена ячменя могут прорасти при температуре 1-2°C и давать ранние и дружные всходы при температуре 4-5°C, но оптимальная температура для прорастания составляет 18-25°C, а максимальная (выше которой прорастание семян

приостанавливается) – 31-37°C. Без особого ущерба всходы ячменя могут выдерживать заморозки с понижением температуры до -3-4°C, иногда до -7-8°C. (Марчик Т. П., 2006; Бутяйкин В. В. и др., 2014; Казакова А. С., Майборода Ю. С., 2018).

В первый период развития наиболее благоприятна температура 10-15°C, способствующая лучшему росту корней и появлению большого количества побегов (Родина Н. А., 2006; Карпова Г. А. и др., 2013). Заморозки, часто наблюдающиеся во время периода всходы-кущение, не только не оказывают негативного влияния на полевую всхожесть и энергию прорастания, а наоборот кратковременное и легкое промораживание (до -4°C) семян увеличивают их. Кроме того, более низкие ночные температуры вызывают интенсивный рост и способствуют образованию растений с высокой продуктивностью (Родина Н. А., 2006). Высокая температура ускоряет развитие и сокращает продолжительность фазы кущения и формирования элементов продуктивности колоса (Резвицкий Т. Х. и др., 2021).

В период «выход в трубку – колошение» наиболее благоприятна среднесуточная температура 20-22°C, для цветения – 17-20°C, а при созревании – 23-24°C (Васько Н. И. и др., 2017; Пугач А. А. Тарануха В. Г., 2020). Наиболее чувствителен даже к небольшим заморозкам ячмень во время цветения и созревания зерна (Тютюма Н. В. и др., 2010). При заморозках и даже при положительных температурах, равных 1-3°C, завязь и пыльники повреждаются (Родина Н. А., 2006). При температуре ниже 13-14°C налив и созревание зерна задерживаются (Ерешко А. С. и др., 2013). В то же время невысокие температуры при формировании и наливе зерна способствуют большему накоплению сухого вещества и, тем самым, крупности зерна (Васько Н. И. и др., 2017).

Из-за быстрого роста и развития в начальный период по ячмень достаточно устойчив к высоким температурам и запалам по сравнению с другими хлебными злаками. Однако при температуре воздуха 38-40°C у растений ячменя через 25-35 часов наступает паралич устьиц листа. Губительному действию высокой температуры и засухи растения ячменя в большей степени подвержены в периоды

«выход в трубку» и «налив зерна». (Коломейченко В. В., 2007; Хоконова М. Б., 2020). В период формирования зерна недостаток влаги в почве, очень высокая температура или чрезмерно низкая влажность отрицательно сказываются на выполненности зерновки, снижается масса 1000 зерен, ухудшаются все качественные показатели зерна ячменя (Атабаева Х. Н., Массино И. В., 2005; Ерешко А. С. и др., 2013).

Сумма активных температур, которая требуется для полного развития ячменя, составляет 1000-1500°C для раннеспелых сортов и 1800-2000°C для позднеспелых (Берестенева Т. В., 2014).

Требования к влаге. Ячмень менее требователен к влаге и использует её более экономно, чем пшеница, овес и рожь (Щенникова И. Н., Бутакова О. И., 2009). Это самая засухоустойчивая культура среди ранних яровых зерновых культур (Резвякова С. В., 2020). Коэффициент транспирации ячменя колеблется от 350 до 400 (Жанбыршина Н. Ж. и др., 2021).

Обладая коротким вегетационным периодом, ячмень наиболее продуктивно и экономично использует зимне-весенние запасы влаги. Но хуже переносит весеннюю засуху из-за плохого развития корневой системы. Следовательно, для нормального развития ему необходимо оптимальное увлажнение весь вегетационный период (Марчик Т. П., Ефремов А. Л., 2006; Родина Н. А., 2006). В период от всходов до колошения общее потребление воды растениями ячменя возрастает (Смуров С. И. и др., 2020). При запасе воды в почве ниже двойной гигроскопической влажности рост и формирование органов растений прекращаются полностью (Ерешко А. С. и др., 2013). По отношению к почвенной влаге критическими являются фазы кущения и особенно период от выхода в трубку до колошения (Родина Н. А., 2006; Коломейченко В. В., 2007; Кулыгин В. А., Ильинская И. Н., 2015; Музраев В. Н. и др., 2019).

Семена ячменя начинают прорастать при влажности, равной двойной гигроскопической влагоемкости почвы (Ильясов М. М. и др., 2013) Прорастание зёрен практически не происходит, когда влажность почвы составляет менее 30% от её полной влагоемкости. При влажности ниже уровня, необходимого для

прорастания, в семенах протекает гидролиз белков. В результате накапливаются промежуточные соединения и аммиак, что вызывает нарушение функциональных процессов в клетках семени. Это тормозит деление клеток и отрицательно влияет на всхожесть семян (Посыпанов Г. С. и др., 2007; Хоконова М. Б., 2020). После появления всходов, из-за слабого развития корневой системы, ячменю требуется большое количество влаги (Марчик Т.П., Ефремов А.Л., 2006). Лучшему формированию и росту вторичной (узловой) корневой системы и образованию большего числа побегов, благодаря которым в дальнейшем растения смогут лучше использовать почвенное плодородие и влагу и сформируют более высокий урожай, способствуют повышенная влажность и умеренная температура воздуха в фазе кущения (Ториков В. Е. и др., 2013; Карпова Г. А. и др., 2013). Дефицит влаги в начальные фазы роста и развития приводит к слабому кущению, снижению темпов роста развития вторичной корневой системы и недостаточному развитию зачаточного колоса (Хоконова М. Б., 2020).

Недостаток влаги в период образования репродуктивных органов губительно действует на пыльцу ячменя, что вызывает увеличение количества бесплодных цветков, тем самым снижая продуктивность растений (Марчик Т. П., Ефремов А. Л., 2006; Грязнов А. А., 2019). Максимальный расход приходится на период «выход в трубку-колошение». Недостаток воды в этот период отрицательно сказывается на урожайности зерна (Филенко Г. А. и др., 2017). В фазе молочной спелости недостаток влаги сопровождается усыханием стеблей и листьев (Резвицкий Т. Х. и др., 2021). В зерне прекращается образование крахмала и увеличивается доля белковых веществ, снижается выравненность и крупность зерна (Родина Н. А., 2006). Избыточное увлажнение в период созревания и налива зерна приводит к снижению содержания белка и показателя натурности зерна (Гребенщиков В. Ю. и др., 2018).

Потребление влаги растениями ячменя тем экономичнее, чем выше урожай. На хорошо окультуренных и удобренных почвах для формирования единицы сухого вещества расходуется меньше воды, чем в случае недостатка питания (Ерешко А. С. и др., 2013).

Требования к почве. Ячмень хорошо приспособлен к различным условиям выращивания (Карпова Г. А. и др., 2013). В то же время он характеризуется повышенными требованиями к плодородию почвы, особенно в первый период вегетации, обусловленными коротким периодом потребления питательных веществ, быстрым прохождением фаз развития, относительно плохой усвояемой способностью корней корневой системы из-за её слабого развития (Коломейченко В. В., 2007; Белопухов С. Л. и др., 2015; Балакшина В. И., 2016). Недостаток питания первого периода вегетации нельзя компенсировать в последующие фазы развития (Сахибгареев А. А., Гарипова Г. Н., 2018). Ячмень требует почвы, свободной от сорняков, для своего произрастания, хотя он быстро развивается с момента появления всходов и интенсивно куститься. Однако эта культура не может составлять сильную конкуренцию сорнякам в борьбе за влагу, пищу и свет из-за относительно слабого развития корневой системы (Пруцков Ф. М. и др., 1984). Ячмень более устойчив к засолению и карбонатным почвам, содержащим избыток кальция, чем яровая пшеница и овес (Хоконова М. Б., 2020).

Наиболее пригодными для возделывания ячменя являются плодородные структурные почвы с глубоким пахотным горизонтом и нейтральной реакцией ($pH=6,8-7,5$). В Нечерноземной зоне для возделывания ячменя лучше всего подходят дерново-подзолистые и серые лесные, глинистые и суглинистые почвы. Из дерново-подзолистых почв больше всего подходят слегка слабоподзоленные суглинки (Родина Н. А., 2006).

Знание биологических особенностей роста и развития растений ячменя и способов удовлетворения их требований на различных этапах органогенеза позволит реализовать потенциальные возможности коллекционных образцов и выявить наиболее адаптивные для условий региона.

1.3 Использование коллекционных образцов в селекции ячменя

Выбор наиболее перспективных родительских форм для скрещиваний из имеющегося разнообразия генетических ресурсов сельскохозяйственных

растений является одним из наиболее ответственных и трудных моментов в селекционном процессе, так как успех комбинационной селекции в значительной степени зависит от удачного подбора родительских форм для гибридизации (Лоскутов И. Г. и др., 2012; Павлова Н. А. и др., 2015; Тимошенкова Т. А., 2017). Известно, что во всём мире в селекции сортов в качестве постоянных компонентов для скрещиваний используются районированные сорта и лучшие селекционные линии. Такой подход считается консервативным в отношении генетической гетерогенности. Использование ограниченного набора родительских форм сужает наследственное разнообразие коммерческих сортов и обостряет проблему их устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды. Таким образом, необходимым условием для получения ценного гибридного материала является вовлечение в скрещивания коллекционных образцов различного эколого-географического происхождения (Щенникова И. Н. и др., 2022). Сорта с широкой генетической гетерогенностью, вовлечённые в селекционный процесс, позволяют получить гибридный материал, обладающий большим спектром различных качественных показателей (Кокина Л. П., Щенникова И. Н. 2014). Поэтому в качестве исходного материала для создания сортов различных морфобиотипов ячменя используется мировой генофонд. Он является отправной точкой всех селекционных программ и определяет их успех (Ланочкина М. А., 2015)

В мире насчитывается 486724 коллекционных образцов ячменя, в России одним из основных резервов нового исходного материала для обеспечения селекционных программ по созданию новых конкурентоспособных сортов сельскохозяйственных культур, в том числе и ячменя, служит коллекция генетических ресурсов растений ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (г. Санкт-Петербург) (Лоскутов И. Г. и др., 2012). В её составе более 20 тысяч (24 вида) образцов ячменя из разных регионов земного шара (Лоскутов И. Г., 2022), имеются ценные генетические источники по различным направлениям селекции: продуктивности, качеству зерна, продолжительности вегетационного периода, по

устойчивости к болезням, вредителям, полеганию и т.д. Из этой коллекции селекционеры используют селекционный материал, помогающий создавать новые сорта и решать сложные задачи (Бахтеев Ф. Х., 1956; Родина Н. А., 2006; Грязнов А. А., 2007; Аниськов Н. И и др., 2016; Куркова И. В., Кузнецова А. С., 2017).

На базе коллекции ВИР или с участием сотрудников ФИЦ создано свыше 200 сортов, включая все российские короткостебельные сорта, устойчивые к полеганию, позволившие повысить урожайность зерновых культур в 2-3 раза и значительно увеличить валовые сборы зерна, из которых более 120 районированы в настоящее время (Лоскутов И.Г., 2022).

В лаборатории селекции и первичного семеноводства ярового ячменя ФГБНЦ ФАНЦ Северо-Востока за период с 1971 г. создано и передано на государственное сортоиспытание 29 сортов ярового ячменя, из них 12 в разное время были районированы на территории России. Практически все они созданы с участием коллекционных образцов.

Урожайность и элементы структуры. Главным критерием оценки образцов ячменя является урожайность, важнейшим фактором ее увеличения в настоящее время остаётся сорт. Его продуктивность формируется в результате взаимодействия многих процессов и систем в онтогенезе растений.

Рядом авторов (Дорошенко Э. С. и др., 2016; Белкина Р. И. и др., 2017; Юсова О. А., Николаев П. Н., 2020; Щенникова И. Н. и др., 2022) выделены коллекционные образцы ярового ячменя, обладающие высокой урожайностью: Голозерный 1, Акка, Голозерный, Задел, Зевс, Ворсинский 2, Лука, Никита, Челябинский 1, Первоцелинник, Соболек Илек 34, Убаган, Rehmie, Pejas, Shonkin, С.I. 11080 Lan, CDC Richard, Condor, Дуэт, Бином, Мик 1, Сокол, Бурштын, Гонар, Лотос, Эдем, Экзотик, Malva, Annabel, Илек 34, 23007, Azure, Amulet и др.

Под структурой урожая принято понимать совокупность элементов, которые определяют потенциальную продуктивность сорта, позволяют установить закономерности ее формирования (Железнов А. В. и др., 2012; Мартынова С. В. и др., 2019).

Большое значение при формировании урожайности ячменя в Волго-Вятском регионе имеют *общая и продуктивная кустистость* (Родина Н. А., 2006). Продуктивная кустистость определяется числом продуктивных стеблей на одном растении и является одним из важных признаков, определяющих урожайность. И хотя этот признак обусловлен наследственной особенностью сорта, он наиболее подвержен колебаниям и сильно зависит от условий окружающей среды (Батакова О. Б., Корелина В. А., 2017; Дёмина И. Ф., 2021). Двурядные ячмени, как правило, отличаются более высокой продуктивной кустистостью по сравнению с многорядными. Но некоторые многорядные сорта по продуктивному стеблестоя могут превосходить двурядные (Губанов М. В. и др., 2017). При хорошем кущении происходит нарастание листовой поверхности, в которой накапливается большее количество органического вещества, используемого для формирования зерна. В противоположность этому, при дефиците влаги сильное кущение негативно сказывается на посевах, поскольку на образование вторичных стеблей затрачивается много воды и питательных веществ, а при переувлажнении может повлечь полегание растений, которое в свою очередь снижает урожайность и качество продукции. Высокопластичные по продуктивной кустистости сорта обладают преимуществом за счёт способности формировать оптимальное количество стеблей на единицу площади (Иванова И. Ю., Волкова Л. В., 2019).

По данным ряда исследователей (Губанов М. В. и др., 2017; Кукушкина Л. А. и др., 2018; Саввина В. В., 2021) высокой способностью к кущению, в конкретных условиях возделывания, характеризовались коллекционные образцы П-22-6659, Маяк, Соболек, Тобол, Арна и Астана 2000, Петр, Нутанс 302, Ястреб, Местный (к-4697), Arla, Ботаническая форма (к-24825), Местный (к-3954), 1057-1924 и 1252-1280/79-4, Shonkin, Condor, CDC Richard, 23007, Поволжский 16, Поволжский 22, Оренбургский 15, Оренбургский 16, Первоцелинник, Омский 95, Медикум 4686, Спомин, Гетьман, Чаривный, Маргрет, КВС Тесса, Тандем, Веасон, Соболек, Святогор, Rajsa, Курьер и др.

Параметры колоса. Продуктивность колоса – это комплексный признак, который находится в прямой зависимости от числа зерен и их крупности

(Батакова О. Б., Корелина В. А., 2017). В период формирования колоса («кущение-колошение») растения предъявляют повышенные требования к условиям произрастания. Недостаток влаги в почве сухая и жаркая погода в этот межфазный период развития приводит к нарушению формирования генеративных органов и образованию в колосе большего числа недоразвитых и стерильных цветков. Следовательно, сорта, формирующие высокое количество зёрен вне зависимости от условий, обладают хорошей адаптивностью и способностью противостоять стрессам (Иванова И. Ю., Волкова Л. В., 2019).

Длина колоса является генотипическим признаком сорта и влияет на его продуктивность. Этот параметр не сильно изменяется по годам, но в неблагоприятные по климатическим условиям годы длина колоса уменьшается (Радюкевич Т. Н. и др., 2019).

Плотность колоса – это сложный признак, который зависит от длины колоса и числа колосков в колосе. Этот показатель измеряется числом члеников колоса, укладываемых в 4 см.

Озернённость колоса зависит от типа колоса, которое формирует растение (Батакова О. Б., Корелина В. А., 2017). Число колосков в колосе мало изменчивый признак, который определяется генотипом растения (Дёмина И. Ф., 2021). Озернённость и продуктивность колоса имеют высокую степень взаимосвязи, поэтому этому признаку следует уделять большое внимание в селекционной работе при подборе пар для скрещивания (Батакова О. Б., Корелина В. А., 2017).

При создании новых сортов увеличение урожая достигается путем совершенствования архитектоники колоса, повышения озерненности за счет увеличения его длины и числа колосков, а также снижения числа стерильных колосков (Баташева Б. А. и др., 2018).

Масса зерна с главного колоса является комплексным признаком, который определяется массой одного зерна и общим количеством зерен в колосе (Пеннер И. Н., Коробейников Н. И., 2016). Показатель массы зерна с главного колоса и продуктивность одного растения имеют довольно тесную связь с урожаем зерна с единицы площади (Батакова О. Б., Корелина В. А., 2017). Продуктивность колоса

находится в прямой зависимости от числа зерен в колосе и массы 1000 зёрен (Пулодов Ф. М., 2007).

Количество зёрен и масса зерна с растения как показатели продуктивности генотипа показывают конечный результат его развития в конкретных условиях (Дёмина И. Ф., 2021).

Масса зерна с растения зависит от продуктивной кустистости, числа зёрен в колосе и массы 1000 зёрен (Герасимов С. А., 2017). Этот показатель чаще всего может коррелировать с урожайностью (Сурин Н. А. и др., 2016).

В результате изучения ассортимента ярового ячменя в различных регионах РФ рядом авторов из коллекции выделены образцы по длине колоса: Суздалец, Северянин, Карат, Хаджибей, Балтика, Владимир, Radegast, Изумруд, Саншайн, Апрель, Призёр, Ворсинский, Северянин (Кузнецова А. С., Куркова И. В., 2014; Радюкевич Т. Н. и др., 2019); количеству зёрен: Зерноградский 933, 84469/70, 1218-524, Buck CDC, Фуркатный Z-32, Целесте (местный), Tduneja, Spratt, Sv. 66905, MilnsGolden, Promise, Владимир, Омский 8, F-14398, Ратник, Эней, Харьковский 101, Лука, Никита, Мутант 2175, Комбайнер, Истринский 4, Tab 7266, Rajbjra 7/5-19, SV 76805, SV 64505 Паллидум 333, Баджей, K-5820, K-10379, K-4210, Мастер, Karnsing, Herse, Asa, Otal, Heatlang, Stark, Wobet (Аниськов Н. И. и др., 2016; Дорошенко Э. С. и др., 2016; Герасимов С. А., 2017; Бурлов С. П., Большешапова Н. И., 2020); продуктивности растения: Родник 98, Княжич, Нутанс 302, Феникс, Илек 16, Rupal, Messina, Xanadu, M 1913/88, Codac, Etienne, Степан, Багрец, Калита, Талан, Салаир, Diamond, Leduc, Hazen, Колчан, Tduneja, Нутанс 129, Эльф, Белгородец, Таловский 9, Heimdal, Нудум 95, Вакула (Сурин Н. А. и др., 2016; Герасимов С. А., 2017; Сурин Н. А. и др., 2019).

Крупность зерна, *выраженная через массу 1000 зерен, является одним из важнейших элементов структуры урожая* (Донцова А. А., Филиппов Е. Г., 2010). Она определяет запас питательных веществ, всхожесть и жизнеспособность семян (Юсова О. А. и др., 2020). Масса 1000 зерен зависит как от биологических особенностей сорта, так и от условий внешней среды (Мартынова С. В. и др., 2019). При нарушении влагообеспеченности, воздушных засухах и ухудшении

минерального питания растений налив зерна приостанавливается, в результате чего образуется мелкое и щуплое зерно. Стабильность массы 1000 зерен отражает устойчивость растений к экстремальным условиям (Батакова О. Б., Корелина В. А., 2017).

По данным ряда автора (Щенникова И. Н. и др., 2011; Ковалева О. Н., Иванова Н. Н., 2013; Кукушкина Л. А. и др., 2018; Мартынова С. В. и др., 2019) высокими показателями массы 1000 зерен отличаются образцы CDC Guardian, Svit, Рубикон, Primus, Илек 16, Шукран, Азов, Вадим, Ястреб, Задел, Марни, Крузер, Беатрис, Radegast, Malz, Toledo, SloopVIC, Maritime, Buloke, Агат, Орлан, Поволжский 22, Лунь, Т 12, Оренбургский 15, Оренбургский 16, Оренбургский 17, Багрец, Омский 90, Омский 96, Хаго, Чаривный, Этикет, Сталы, Белгородец, Партнер, Азов, Виконт, Галактик, Веселец, Lacombe, Добрый, Kinkora, Зевс и др.

Качество зерна. Проблема повышения качества зерна ячменя является наиболее актуальной и имеет первостепенное практическое значение (Ляпкало Л. А., Хронюк В. Б., 2017). Качество зерна является сложным понятием и включает в себя большое количество показателей (Якубышина Л. И., 2017). Основными являются содержание белка, натура и выравненность.

Большинство сортов, выращиваемых в Нечернозёмной зоне РФ, имеют зернофуражное назначение. На кормовые цели, в основном для приготовления комбикормов, используется более 60% фуражного зерна (Щенникова И. Н. и др., 2018). Это объясняется сочетанием высокой питательной ценности зерна с большим количеством полезных веществ и витаминов, входящих в его состав (Шулепова О. В. и др., 2021). Зерно ячменя является лучшим кормом для получения нежирной свинины. При кормлении ячменем дойные коровы дают молоко, из которого вырабатывается отличное масло. Безобмолотная уборка позволяет использовать его как высококачественный корм, который способный составить весь рацион кормления животных (монокорм) (Копусь М. М. и др., 2004). Кроме того, ячмень имеет существенное значение для насыщения рационов одним из наиболее важных питательных компонентов – растительным белком (Николаев П. Н. и др., 2018; Guo B. et. al., 2019). Зерно ячменя содержит от 8 до

30% белка. Белок синтезируется в эндосперме и алейроновом слое во время развития зерна, с максимальным его накоплением на стадии созревания (Yu W. et al., 2017; Jaeger A. et al., 2021).

На содержание белка в зерне ячменя влияют как экологические, так и генетические факторы (Hagenblad J. et al., 2022). Одним из способов решения проблем, связанных с дефицитом белка в кормах для сельскохозяйственных животных, является создание продуктивных сортов с высоким качеством зерна, устойчивых к действию абиотических и биотических стрессов (Щенникова И. Н. и др., 2018; Зюба С. Н., 2012).

В результате изучения коллекционных образцов исследователями (Ганичев Б. Л., Исачкова О. А., 2014; Дорошенко Э. С. и др., 2016; Сурин Н. А. и др., 2018; Губанова В. М., Губанов М. В., 2019; Заушинцена А. В., 2019; Герасимов С. А., 2020) выделены источники высокого содержания белка в зерне: Акка, Kitakinada, Юдинский 1, Золотник, Cirstin, NS GL1, Нудум 95, Первоцелинник, Лука, Condor, Местный (к-3423), Былое, С. L. 4362, Konosu N 9, Ethiopia EP 76, линия ANOR 3590/63, линия ANOR 3584/63, Нутанс 553, Адамовский 1, Madonna, Родник 98, Челябинец 2 и Асем.

Натура, главным образом, характеризует выполненность, плотность и полновесность зерна (Белкина Р. И. и др., 2015; Яковлев В. К. и др., 2017). Хорошо выполненное зерно отличается более высоким относительным содержанием ценной его части – эндосперма (Белкина Р. И. и др., 2015). Также натура является косвенным признаком таких технологических качеств, как выход муки и крупы. Чем выше натура зерна, тем лучше эти показатели (Опанасюк И. В., Белкина Р. И., 2012). Натура преимущественно формируется под влиянием погодных условий, складывающихся в период вегетации растений, но отмечается и значимая роль генотипа (Козлов А. А. и др., 2015; Позняк Е. И., 2022).

По результатам исследований (Староверова Е. С. и др., 2019; Герасимов С. А., 2020) высокой натурой зерна характеризовались образцы, AC Albright, Ловиса, Sjak, Танай, Анна, Челябинский 1 и Ратник.

Выравненность характеризует зерно по его форме и размеру и является важным показателем качества (Белкина Р. И. и др., 2015; Абдурахманов О. Х. и др., 2019). Выравненность имеет особенно большое значение при переработке зерна в крупу (Рындин А. Ю., 2013). Чем зерно более выравненное, тем меньше бывает потерь при переработке и тем лучше качество вырабатываемых продуктов (Абдурахманов О. Х. и др., 2019). Как отмечает Т. В. Горпинченко (2008), лучшие результаты при переработке как крупяного, так и пивоваренного ячменя, получают, если выравненность зерна составляет не менее 85 %. Кроме того, выравненные по размерам семена дают дружные всходы, растения развиваются равномерно и, следовательно, зерно созревает одновременно, что облегчает и ускоряет уборку урожая, а также повышает качество зерна нового урожая (Рындин А. Ю., 2013).

Вегетационный период. Капитальным разделом селекции является вопрос о вегетационном периоде, так как он неразрывно связан со многими свойствами растений (Заушинцена А. В., 2009). Продолжительность вегетационного периода является одним из главных адаптационных признаков для любой культуры и сорта (Баталова Г. А., 2013). Оптимальная продолжительность вегетации растений способствует более полному использованию природных ресурсов конкретной почвенно-климатической зоны и в определенной мере помогает избежать негативного действия неблагоприятных факторов среды (Мальчиков П. Н., 2015). С продолжительностью вегетационного периода связано множество свойств, которые определяют размер и качество урожая, восприимчивость к поражению болезнями и вредителям (Бойко Е. С. и др., 2014; Наумкин Д. В., 2021). С одной стороны, продолжительность вегетационного периода определяется генотипом сорта, а с другой – в значительной степени зависит от совокупности внешних условий, в которых он развивается (Баташева Б. А., Альдеров А. А., 2007; Баталова Г. А., 2013). Являясь скороспелым на родине, сорт в других условиях среды может быть позднеспелым и даже совсем не вызревать (Трофимовская А. Я., 1972). Поэтому использование в качестве одной из родительских форм, хорошо приспособленных к условиям конкретного региона сортов, у которых основные

этапы органогенеза протекают при наиболее благоприятном для потенциального развития признаков и свойств сочетании тепла и влаги, является актуальным направлением при подборе пар для скрещивания и создания новой генетической изменчивости (Щенникова И. Н., 2014).

Разнообразие климатических условий региона в сочетании с неблагоприятными факторами северного земледелия и изменяющимися по годам метеорологическими условиями требует создания взаимодополняющих сортов ячменя, различающихся по продолжительности вегетационного периода и основным хозяйственным характеристикам, обладающих адаптивностью к различным погодным и почвенным условиям. Это позволяет более полно использовать тепловые и водные ресурсы, снимает напряжённость во время сбора урожая. Такое сочетание сортов позволит в максимальной степени использовать имеющийся почвенно-климатический потенциал региона и будет способствовать дальнейшему росту урожайности зерновых и ее стабильности (Мазурова С. В., Родина Н. А., 2007).

Значительную роль в условиях северного земледелия играют раннеспелые сорта, сочетающие холодостойкость с устойчивостью к заморозкам. Такие сорта уходят от грибковых болезней, менее восприимчивы к корневым гнилям, относительно устойчивы к эдафическим стрессам, успевают полностью созреть до осенних дождей и заморозков, обеспечивают производство кондиционных семян при минимальных затратах (Родина Н. А., 2006).

В то же время основной проблемой создания раннеспелых и высокоурожайных сортов ячменя является отрицательная корреляция между этими важными характеристиками (Иванова В. С. и др., 2009; Злотина М. М. и др., 2013). По данным Н. А. Родиной (2006), наиболее созревающие сорта имеют самые низкие урожаи. Многолетнее изучение урожайности коллекционных образцов разных групп спелости в лаборатории селекции и первичного семеноводства ярового ячменя ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока показало преимущество среднеспелых по сравнению со скороспелыми как по отдельным элементам структуры продуктивности, так и по урожайности в целом. Образцы из

группы скороспелых характеризовались относительно низким коэффициентом продуктивного кущения (в среднем 2,0) и мелким зерном (масса 1000 зерен в среднем 39,3 г) (Шуплецова О. Н., Щенникова И. Н., 2019). Многолетние исследования Государственной комиссии по сортоиспытаниям и научных учреждений также доказали преимущество в урожайности среднеспелых и позднеспелых сортов, которые занимают более 70% сортов. Однако в северных районах европейской части России с коротким и очень коротким вегетационным периодом вне конкуренции остаются раннеспелые сорта по сравнению с потенциально более продуктивными, но в большинстве случаев не успевающими созреть сортами (Злотина М. М. и др., 2014).

Кроме продолжительности вегетационного периода необходимо учитывать наступление и продолжительность фаз развития у генотипов. В работе И. Н. Щенниковой (2015) указывается, что это позволит создавать сорта, характеризующиеся устойчивостью к засухе в критические по влагообеспеченности фазы развития или уходящие от засухи. В. В. Глуховцев (2001) связывает продолжительность отдельных межфазных периодов и урожайность. В. А. Михкельман и А. В. Мельников (2020) разработали способ прогноза урожайности на основе учёта длительности прохождения двух межфазных периодов: посев-колошение и всходы-колошение.

В условиях Среднего Урала скороспелостью в сочетании с комплексом ценных селекционных признаков и повышенной продуктивностью отличались генотипы 2587н-21-00, Горец, Омский 96, Вулкан, Ача; Milton, Mona, Нје 78042, Arra (Максимов Р. А., 2015). По итогам изучения в условиях Якутии были отобраны образцы, обладающие скороспелостью: Herse, Неван, Пикет, Нюрбинский улучшенный, Ю 1032, местный (к-7711), Нутанс 970, Белогорский 95 (Константинова И. Н., Владимирова Е. С., 2018). По результатам экологического исследования образцов международной коллекции ярового ячменя в условиях Центрального и Северного Казахстана были выделены раннеспелые: Buloke, Bandin, Barque-73, Binalong, Capstan, Charger, Chebec, CI-3576, Clipper, Commander, Compass, Dwarf-Pallas, Er/Apm, Fleet, Galleon, GoldenPromise, Grout, Hamelin, Han-

nan, Haruna Nijo, Henley-B, Hindmarsh, IGB-1101, Keel, Lockyer-B, Mackay, Macumba, Maritime, Orange, Oxford, Pallas, Prior(A), Roe, Sahara-3771, Scope, Skiff, Skipper, Sloop, Southern Star, Tantangara, Vlamingh, Wabar-2094, WI-3385, WI-3408, WI-3806, WI-4593, Wimmera, Wyalong, Yarra, H. vulgare, Br. line-W1, Br. line-W3, Br. line-W4, Br. line-W5; среднеспелые: Admiral, Anodolu-8, Bass, Califor-Maneut, CM72, CPI-71284, Fairview, Fathom, Finness, Fitzroy, Flinders, Franklin, Harrington, Kattler, Macquarie, Onslow, RFLP-2*8, Sloop-SA, Steptoe, Westminster, WI-3788, Yambli (Байдюсен А. А. и др., 2021).

В условиях региона скороспелостью характеризовались коллекционные образцы местный (к-18079), Missouri (к-15407), С.И. 13664 (к-26419), Jet (к-18703), местный (к-3282), местный (к-8730); сочетанием скороспелости и урожайности обладали Дина (к-29216), Андрей (к-30122), Белогорский 90 (к-29770), Druvis (к-30921), Malva (30925), Веслец (30904), City (к-30741), Codac (к-30874). Сокращённую продолжительность межфазного периода «всходы-колошение» имели генотипы Стимул (к-30882), Ача (к-30243), Баган (к-29040), Сюрприз (к-30841), Адапт (к-30364), Ditta (к-30938), Веслец (к-30904), местный (к-18079), Missouri (к-15407), местный (к-8730), «колошение-созревание» – Malva (к-30925), Idumeja (к-30922), Korona Laschego (к-27471), Илек 34 (к-30949), Нја 87061 (к-30456), Paragon (к-20259), BT-666/NJEV1 (к-30611), местный (к-8730) (Бутакова О. И., 2009; Кунилова А. В., Щенникова И. Н., 2014; Шуплецова О. Н., Щенникова И. Н., 2019).

Устойчивость к полеганию. В условиях интенсивного ведения сельского хозяйства одним из важнейших резервов повышения урожайности и качества зерна считается борьба с полеганием (Родина Н. А., 2006). Эта проблема в течение почти двух столетий является предметом исследований. Но даже в настоящее время вопрос борьбы с полеганием нельзя считать полностью решённым (Григулецкий В. Г., 2020). Суммарные потери урожая зерна от полегания в отдельные годы доходят до 25-30 % (Федулов Ю. П., 2015). Тогда как в посевах устойчивых форм улучшается освещённость всех ярусов листьев, что значительно повышает фотосинтетический потенциал растений, и способствует увеличению числа продуктивных стеблей на единице площади, существенно возрастает

урожайность общей биомассы и доля зерна в нем (Репко Н. В. и др., 2017). Ввиду этого особое внимание уделяется созданию и внедрению в производство устойчивых к полеганию сортов (Родина Н. А., 2006; Ковригина Л. Н., Заушинцена А. В., 2010).

Различают стеблевое и корневое полегание, которые распознаются по внешним проявлениям. Стеблевое полегание наблюдается в условиях избыточного увлажнения на богатых азотом почвах, когда стебли не выдерживают нагрузки и искривляются, а также в засушливых условиях, при завядании растений вследствие слабого тургора клеток. Прикорневое полегание происходит в случае слабой прочности корней или их плохого сцепления с почвой. Оно наблюдается в условиях орошения или, когда посев семян производится в не осевшую почву. Кроме того, прикорневое полегание происходит при развитии заболеваний корней и прикорневой части ячменя – корневых гнилей, вызываемых комплексом видов гембиотрофных грибов (*Fusarium* L., *Cercospora herpotrichoides* и другими) (Родина Н. А. 2006; Тихвинский С. В. 2007; Щенникова И. Н. и др., 2011; Ковригина Л. Н. 2012).

Вероятность полегания существует с момента выхода растений в трубку и сохраняется до полной спелости (Ковригина Л. Н., Заушинцена А. В., 2010). Оно тем опаснее, чем в более ранней стадии проявляется (Бутакова О. И., Щенникова И. Н., 2012). Если полегание происходит в ранние сроки, то нарушается нормальное поступление воды и питательных веществ в колос, и у ячменя завязывается мало зерен. При полегании растений в более поздний период формируется щуплое зерно (Ковригина Л. Н., Заушинцена А. В., 2010; Ковтун В. И., Ковтун Л. Н., 2014). Максимальное снижение урожайности отмечается, если сорт полегает в период налива зерна (Репко Н. В. и др., 2017). В более поздние фазы развития полегание посевов не так вредоносно, а в фазе восковой спелости может практически не повлиять на урожайность. Однако, из-за потерь, которые возникают в результате затруднённой механизированной уборки полёгших посевов, величина фактически убранного урожая бывает намного меньше (Ковригина Л. Н., Заушинцена А. В., 2012).

Известно, что на полёгших посевах интенсивно развиваются болезни, что ведёт к уменьшению массы, снижению натуре и увеличению плёнчатости зерна. Кроме того, полегание способствует прорастанию зерна на корню, в результате чего нарушаются обменные процессы. Вследствие чего ухудшается качество зерна, снижаются посевные свойства семян, а урожайность сорта значительно падает (Репко Н. В. и др., 2017; Богданова О. В. Новикова А. А., 2022).

Полегание сельскохозяйственных культур – сложное явление, которое зависит не только от влияния факторов окружающей среды, но от комплекса биологических и морфологических особенностей растений (Петрова Л. В., 2020). Полегание в значительной мере зависит от таких показателей, как мощность развития корневой системы и сила сцепления её с почвой, степень развития надземных органов, в том числе высота (Репко Н. В. и др., 2017; Дёмина И. Ф., 2019; Захарова Н. Н. и др., 2020), прочность и гибкость соломины (Иванова Ю. С., 2017). Полегание усиливается с повышением густоты стояния растений, облиственности и кустистости, а также с уменьшением интенсивности освещения, которое является определяющим при формировании длины междоузлий (Григулецкий В. Г., 2019).

Короткостебельные растения, как правило, лучше противостоят сильным ветрам и избыточным атмосферным осадкам (Дёмина И. Ф., Косенко С. В., 2015). Кроме того, короткий стебель, способный удерживать массу озернённого колоса, позволяет более эффективно использовать продуктивную влагу и питательные вещества почвы. Большая часть питательных веществ у короткостебельных сортов в процессе формирования урожая идёт на развитие зерновки, так как они имеют укороченные междоузлия. Однако селекция на короткостебельность связана с рядом лимитирующих факторов. При использовании доноров с рецессивно-полигенным и доминантно-моногенным типом короткостебельности почти неизбежен сильно выраженный плейотропный эффект, негативно отражающийся на продуктивности растений. Известно также, что короткая соломина приводит к сокращению количества и близкому расположению на стебле листьев, их затенению, в результате чего нижние листья быстро отмирают,

а верхние преждевременно подсыхают. В таких условиях сильнее развиваются грибковые болезни, а это приводит к неравномерности налива и щуплости зерна. Карликовые сорта формируют менее мощную корневую систему, что приводит к неглубокому проникновению корней в почву. Эти явления снижают урожайность, засухоустойчивость, равномерность налива зерна и соответственно его качество. У короткостебельных сортов содержание белка меньше, чем у обычных, что важно при создании кормовых сортов ячменя. И, наконец, низкостебельные сорта в условиях недостаточно высокого уровня питания и влагообеспеченности не приспособлены к механизированной уборке. Очень устойчивые к полеганию короткостебельные сорта в засушливые годы снижают высоту стебля до 40-50 см. Это приводит к большим потерям урожая и затрудняет уборку (Филиппов Е. Г., Алабушев А. В., 2014; Репко Н. В. и др., 2017).

А. Я. Трофимовская (1972) подчёркивает связь между кустистостью и устойчивостью к полеганию.

Создание устойчивых сортов возможно и другими методами – выявлением форм с прочными механическими тканями стебля, оптимальной облиственностью и более устойчивым габитусом растения (Репко Н. В., 2017).

Оценка растений на устойчивость к полеганию лишь по надземной части растения не может быть признана исчерпывающей. Большое значение имеет структура корневой системы. Если она имеет слабое развитие, то не создается достаточно прочной опоры для стебля, что способствует полеганию (Григулецкий В. Г., 2020). Отмечается и тесная связь полегаемости различных сортов с числом узловых корней и мощностью корневой системы. У неполегающих сортов слабо развита мочковатость корневой системы, корни толстые, очень упругие и радиально расходятся от узла кущения, а их количество и диаметр больше, чем у полегающих сортов. Опасность полегания уменьшается по мере увеличения количества вторичных корней, приходящихся на каждый продуктивный побег. М. J. Pinthus (1996) в своих опытах не установил корреляции между числом корней и устойчивостью к полеганию, но обнаружил зависимость между оценками полегаемости и углом распространения корней в почве. Важная роль в

устойчивости к полеганию принадлежит и прочности сцепления корней с почвой (Филиппов Е. Г., Донцова А. А., 2014).

Прочность соломины зависит и от её эластичности, которая обусловлена содержанием целлюлозы и лигнина. В исследовании М. И. Ляскового (1968) отмечается, что повышенное содержание скелетных образований, таких как целлюлоза, гемицеллюлозы и лигнин, в стебле усиливает его прочность. Сортовые различия по содержанию целлюлозы в стеблях проявляются в фазу цветения, причём неустойчивые к полеганию сорта имеют небольшое её количество (Григулецкий В. Г., 2020).

В настоящее время многие учёные обращают внимание на связь устойчивости ячменя к полеганию с анатомо-морфологическими признаками стебля (Paska D. et al., 2015; Shah A. N. et al., 2017). Так, по данным (Репко Н. В. и др., 2017; Shah A. N. et al., 2017; Дёмина И. Ф., 2019) устойчивость к полеганию может быть обусловлена большим диаметром стебля, более короткими междоузлиями, увеличенной толщиной кольца механической ткани, большим числом сосудисто-волокнистых пучков и их размером, меньшим отношением стебля к его диаметру.

Часто устойчивость к полеганию связывается с длиной первого и второго междоузлий и их прочностью. З. Н. Исамитдинов с соавторами (2009) установили среднюю корреляционную зависимость устойчивости стебля к полеганию с диаметром второго междоузлия.

У растений, имеющих высоту выше средних показателей, расстояние между узлами увеличивается, особенно удлиняется первое междоузлие, что влечёт за собой снижение диаметра, а также толщины склеренхимного кольца, сокращается число сосудисто-волокнистых пучков и, следовательно, уменьшается толщина стенок стебля. У короткостебельных сортов это расстояние наоборот сокращается (Серкин Н. В., Ващенко В. Ф., 2013).

Неполегающие сорта отличаются большим числом сосудисто-волокнистых пучков, имеют более толстое склеренхимное кольцо и больший диаметр стебля (Репко Н. В. и др., 2017; Авгеева Е.В. и др., 2020). Однако прочность стебля

определяется не только его диаметром, но различными количественными соотношениями отдельных элементов анатомической структуры стебля, строго определённых для каждого сорта, хотя и подверженных изменениям под влиянием меняющихся условий внешней среды (Григулецкий В. Г., 2019).

Для оценки устойчивости к полеганию растений зерновых культур имеется много разнообразных методов. Но в литературе недостаточно сведений о пригодности их применения и большинство из них не удовлетворяет исследователей в полной мере (Григулецкий В. Г., 2020).

Наиболее распространенным методом оценки устойчивости к полеганию является визуальный. К недостаткам этого метода можно отнести большую зависимость от метеорологических условий, длительный период испытаний (не менее трех лет) и ограниченные возможности индивидуальной оценки растений. Его можно использовать только на больших участках и на более поздних этапах селекционной работы. Глазомерная оценка наиболее надёжна при соответствующих климатических условиях, создающих благоприятный фон для полегания растений (Дорофеев В. Ф., Пономарев В. И., 1970).

Применяются комплексные установки, позволяющие искусственно создавать в поле на небольших площадях провокационные условия для оценки устойчивости зерновых культур к полеганию. Такое сложное устройство – камера с искусственным микроклиматом (дождь и ветер) – может быть стационарным (ветровой канал для испытания растений в вазонах с точным контролем скорости ветра) или мобильным (небольшая камера размером 1 м², в которой влага искусственно подаётся на определённое время в виде дождя и воздушного потока). Передвижная камера успешно применялась в Чехословакии при оценке коллекции ячменя (Григулецкий В. Г., 2020).

Известен весовой метод Эткинса-Коростелева, являющийся хорошим дополнением к полевому методу визуальной оценки. Он заключается в определении веса 100 отрезков стебля определённой длины. У сортов, не устойчивых к полеганию, вес 1 см отрезка стебля меньше. Тетерятченко в дополнение к методу Эткинса-Коростелева предложил для сортов озимой

пшеницы определять вес отрезков корня. Установлено, что больший вес отрезков корня соответствует устойчивым к полеганию сортам (Григулецкий В. Г., 2020).

Одним из косвенных методов оценки устойчивости к полеганию являются оценки по длине, толщине и массе нижних междоузлий стеблей с учетом высоты растений. Е. А. Тороп с соавторами (2011) разработали методику, по которой в качестве устойчивых к полеганию отбирают те растения, у которых масса одинаковых по длине отрезков междоузлий одного и того же яруса является максимальной.

Однако эти методы не являются надёжным средством для отбора устойчивых к полеганию форм и не всегда дают положительные результаты, так как по отдельным сортам взаимосвязь устойчивости к полеганию и морфологических особенностей междоузлий не подтверждается. Кроме того, такие методы не принимают во внимание особенности анатомического строения стебля, влияющие на его прочность. Анатомический же анализ стеблей может быть использован в любые годы и может служить надёжным методом оценки сортов на устойчивость к полеганию (Григулецкий В. Г., 2020).

Определение степени устойчивости растений к полеганию приборами дает возможность получать прямые данные о прочности осевых органов злаков и более объективно судить об их устойчивости к полеганию. Ряд приборов основан на принципе измерения сопротивления стебля излому (физико-механические свойства). Установлено, что чем выше сопротивление стебля излому, тем большей устойчивостью к полеганию обладает сорт (Тороп Е. А. и др., 2010; Григулецкий В. Г., 2020).

Таким образом, устойчивость к полеганию нельзя объяснить каким-то одним признаком и ограничивать лишь одним методом определения. Каждый сорт характеризуется своими индивидуальными особенностями, определяющими его устойчивость (Родина Н.А., 2006; Авгеева Е.В. и др., 2020).

В качестве источников устойчивости к полеганию рядом селекционеров (Ковригина Л. Н., Заушинцена А. В., 2010; Иванова Н. В. и др., 2016; Левакова О. В., 2018; Дорошенко Э. С. и др., 2019; Шуплецова О. Н., Щенникова И. Н., 2019;

Бурлов С. П., Большешапова Н. И., 2020) выделены коллекционные образцы: Омский голозерный 1, К-111, Местный (к-26849), 84469/70, CDC Dawn, Голозерный, Омский голозерный 2, E.E.A.N.46, CM67-V-Sask 1800, 1057-1923, Муссон, Феникс, Kristaps, Delibes, Novum, Amulet, Brenda, Botnia, Viivi, Karan 201, Prosa, Яромир, Надежный, Quench, Explorer, Overtiur, Нудум (местный), Фуркатный Z-32, Целесте (местный), Эльф, Рахат, Зевс, Велес, Вакула, Биом, Багрец, Rejas, Balga, Xanadu, Жозефин, Tea, Arvo, Донецкий 5, Дейсе, Toledo.

Устойчивость к болезням. Защита растений от болезней является гарантом получения стабильно высоких урожаев ячменя, так как болезни нередко приводят к снижению продуктивности посевов на 10-20% и более, а иногда и к их гибели, ухудшению качества зерна и посевных свойств семян (Щенникова И. Н., 2014; Сурин Н. А., Ламажап Р. Р., 2015; Фатуллаев П. У., 2019). Поэтому создание и внедрение в производство сортов ячменя, невосприимчивых к болезням, является одной из приоритетных задач селекции и наиболее экономически эффективным и экологически безопасным методом (Кузнецова, Т. Е. Серкин Н. В., 2006; Лоскутов И. Г. 2009; Епишко И. А. 2012). Ежегодно сельское хозяйство получает 30% прибыли от общей стоимости продукции только за счёт использования устойчивых сортов (Дорошенко Е. С., Шишкин Н. В., 2021).

На растениях и семенах ячменя зарегистрировано около 30 болезней, которые вызываются более чем 50 видами патогенов. На Северо-Востоке европейской части РФ ячмень ежегодно поражается пятнистостями грибной и бактериальной этиологии: полосатая (*Pyrenophora graminea* Ito., анаморфа – *Drechslera graminea* (Sacc.) Shoem., сетчатая (*Pyrenophora teres*, анаморфа – *Drechslera teres* (Sacc.) Shoem., тёмно-бурая (*Cochliobolus sativus* (Ito), анаморфа – *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., ринхоспориоз (*Rhynchosporium secalis* (Oudem) Davis), чёрный бактериоз (*Bacillus cerealinum* Genter) и корневые гнили (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. и виды *Fusarium* spp.). До сих пор не решена проблема головнёвых болезней, среди которых наибольшее распространение имеет пыльная головня (*Ustilago nuda* Pers.) (Шешегова Т. К., Щенникова И. Н., 2019).

Одним из резервов увеличения урожайности ячменя является снижение потерь от головнёвых заболеваний. Потери урожая от головнёвых болезней в настоящее время и широко варьируют, но в среднем по стране не превышают двух процентов, а в отдельные годы возникают вспышки болезни, которые могут вызвать даже эпифитотии данных заболеваний (Усольцев Ю. А., 2018). Но если на полях отсутствует контроль над проявлением и распространением болезни, то недобор урожая может достигать 10%, а при возделывании высоковосприимчивых сортов – 40-50 % (Орлова Е. А., Бехтольд Н. П., 2019). Снижение урожая от них обусловлено как явными потерями, связанными с полным разрушением колоса, так и скрытыми, снижающими энергию прорастания, уменьшающими количество взошедших растений и продуктивный стеблестой, вызывающими угнетение вегетативных органов растений, снижающими число зёрен в колосе и массу 1000 зёрен, ухудшающими качество семян и ослабляющими устойчивости к другим болезням (Легкун И. Б., 2015; Бехтольд Н. П., Орлова Е. А., 2016; Мешкова Л. В. и др., 2020; Харина А. В., Амунова О. С., 2020). Скрытые потери от пыльной головни могут в 4-5 раз превышать явные (Кекало А. Ю. и др., 2017).

Наибольшее распространение из головнёвых болезней в регионе имеет пыльная головня, вызываемая грибом *Ustilago nuda* (Шешегова Т. К., 2015). Растения ячменя заражаются пыльной головнёй в период цветения (Кривченко В. И., Хохлова А. П., 2008) и обнаруживается в посевах через год в период колошения, когда больной колос появляется из влагалища листа (Родина Н. А., 2006). Колос разрушается полностью, превращаясь в чёрную пылящую массу спор (Соклова Л. Н., Антюхова О. В., 2016; Колобков Е. В. и др., 2017). Распыление спор возбудителя происходит после разрушения покрывающей колос пленки (Жичкина Л. Н., Столпивская Е. В., 2015). Заражение зерновых культур пыльной головнёй происходит в сжатые сроки в период цветения (Кекало А. Ю. и др., 2017). Возможность заражения тем меньше, чем позднее споры головни проникают в цветок (Долженко В. И. и др., 2014). Благоприятными условиями для прорастания телиоспор (заражения растений) являются тёплая нежаркая погода в

период цветения ячменя. Температура в этот период должна составлять 18-24С, а влажность воздуха – 50% и более (Серебренников Ю. И., 2019). При температуре 30-33°С и 7-8°С грибок не развивается. Резко снижается инфицирование при влажности воздуха 10-30% (Долженко В. И. и др., 2014). Поражённые растения созревают быстрее здоровых и резко выделяются на их фоне (Жичкина Л. Н., Столпивская Е. В., 2015).

Наряду с головней гельминтоспориозы считают самыми распространёнными и вредоносными болезнями злаковых культур (Хилевский В. А., 2016). В последние годы в Северо-Восточном регионе России отмечается чёткая тенденция к усилению развития гельминтоспориозных пятнистостей листьев (Шешегова Т. К., Багаева Е. А., 2009). Среди них наиболее вредоносными являются сетчатая, полосатая и тёмно-бурая гельминтоспориозные пятнистости (Шешегова Т. К., 2020) Пятнистости наносят существенный вред посевам ячменя. Они в той или иной мере проявляются здесь ежегодно, при этом недобор урожая может достигать 10-30%, а в эпифитотийные годы до 60% (Щенникова И. Н. и др., 2010; Лапина В. В. и др., 2014). Так же происходит снижение количества колосьев – до 15%, количества зерен в колосе – 20%, а сбора соломы – 32% и более (Астапчук И. Л. и др., 2016). Вредоносность пятнистостей состоит не только в снижении фотосинтеза растений, но и в снижении качества зерна. Кроме того, поражённое зерно ячменя непригодно для использования в пищевой, пивоваренной промышленности и в кормопроизводстве, так как гемибиотрофные патогены являются токсинообразующими грибами (Дорошенко Е. С. и др., 2017)

Возбудитель полосатой пятнистости – грибок *Drechslera graminea* (Иванцова Е. А., 2015). Полосатая пятнистость листьев ячменя способна снижать урожайность на 35-40% (Кекало А. Ю. и др., 2017). При поражении ячменя полосатой пятнистостью на молодых, еще не развернувшихся листьях ячменя образуются очень маленькие беловато- или бледно-зеленые пятна, на развернувшихся – бледные полосы с коричневой каймой, вытянутые по длине листовой пластинки. Полосы растрескиваются, а поражённые листья желтеют и постепенно отмирают, легко расщепляясь в продольном направлении (Какшинцев

А. В. и др., 2007). Первые признаки болезни проявляются в фазу всходов на отдельных растениях, а в фазу кущение-выход в трубку количество больных растений увеличивается. С периода колошения не происходит дальнейшего распространения болезни (Родина Н. А., 2006). Патоген полосатой пятнистости вызывает только системное (диффузное) поражение растений и с одного сезона на другой передаётся только заражёнными семенами. Поражённые растения с диффузной формой болезни зачастую погибают на раннем этапе развития. Колосья больных растений либо не выходят из листового влагалища, либо выходят, но зёрна в них образуются щуплые или совсем отсутствуют. При недостатке влаги в первый период вегетации патогенные свойства гриба усиливаются, при этом ткани листьев некротизируются раньше, растение отстаёт в росте и погибает до колошения (Родина Н. А., 2006; Рустамов А. А., Хасанов Б. А., 2013). Наиболее сильное заболевание ячменя наблюдается при холодной затяжной весне. Развитие болезни начинается при довольно низких температурах (Верещагин Л. И., 2001). Для проявления семенной инфекции благоприятны низкие температуры почвы (12°C или ниже) в период прорастания семян и роста всходов (Рустамов А. А., Хасанов Б. А., 2013).

Сетчатая пятнистость ячменя, возбудителем которой несовершенный грибомикроспоридий *Pyrenophora teres*, является широко распространенным и одним из наиболее вредоносных заболеваний (Сущевич Ю. А., 2021). Распространенность и интенсивность развития болезни во многом зависит от погодных условий весенне-летнего периода. В эпифитотийные годы снижение урожайности может достигать 45% (Коготко Л. Г. и др., 2022). Первые симптомы болезни наблюдаются в период кущения, достигая максимального развития во время цветения и налива зерна. На поражённых всходах развиваются сетчатые пятна и гнили (Астапчук И. Л., 2017). На листьях взрослых растений образуются узкие, тёмно-коричневые некрозы в виде полосок, состоящих из продольных и поперечных коричневых штрихов, образующих рисунок сетки (Коробейникова О. В. и др., 2021). Кроме листьев гриб поражает листовую обёртку, стебель и колос растений (Донцова А. А., 2015). Ранняя инокуляция ячменя приводит к

поражению почти 90% поверхности листьев или к их полной некротизации и усыханию, что является причиной снижения массы зерна (Коновалов Г. С., 2008; Донцова А. А., 2015). Также вредоносность болезни проявляется в уменьшении количества колосьев и количества и массы зёрен в колосе (Коготько Л. Г. и др., 2022). Оптимальными условиями для спороношения на листьях ячменя являются относительная влажность воздуха 80-98% и диапазон температур от 15 до 25°C, оптимальная температура – 22°C (Кекало А. Ю. и др., 2017; Коготько Л. Г. и др., 2022).

Тёмно-бурая пятнистость листьев, вызываемая гемибитрофным грибом *Bipolaris sorokiniana* Shoem, распространённое и вредоносное заболевание во многих регионах возделывания ячменя (Науанова А., 2020). Одновременно патоген является возбудителем обыкновенной корневой гнили зерновых культур и одной из причин чёрнозародышевости семян. Гриб отличается высокой пластичностью и вредоносностью (Кекало А. Ю. и др., 2017). При сильном развитии болезни недобор урожая может составлять 30-40% (Данилова А. В. и др., 2016). Тёмно-бурая пятнистость заметна уже на всходах растений и проявляется на протяжении всей вегетации (Филиппов Е. Г., Донцова А. А., 2014; Скибина Ю. С., 2017). На coleoptile и первых листьях появляются продольные тёмные пятна в виде штрихов и полосок, ростки искривляются и гибнут. На листьях и колосьях более взрослых растений возникают сначала тёмные, а затем светло-бурые вытянутые пятна с тёмной каймой и более светлым центром (Какшинцев А. В. и др., 2007; Данилова А. В. и др., 2016). При поражении колоса колосковые плёнки буреют (Филиппов Е. Г., Донцова А. А., 2014). Иногда загнивают нижние узлы соломины, в результате чего происходит её размягчение и полегание (Пересыпкин В. Ф., 1989). В конце периода восковой и полной спелости происходит почернение зародышевого конца семени. Эта форма болезни получила название чёрный зародыш (Какшинцев А. В. И др., 2007). Наибольший вред тёмно-бурая пятнистость наносит при тёплой дождливой погоде летом (Скибина Ю. С., 2017). Наиболее сильно болезнь развивается при температуре 15-

20°C (оптимум 22-26°C) и относительной влажности воздуха выше 95% (Пересыпкин В. Ф., 1989; Скибина Ю. С., 2017).

Успех в селекционной работе по созданию толерантных к болезням сортов базируется на знаниях вредоносности каждого патогена, структуры их популяций, динамики развития, закономерностей наследования признака резистентности, связи устойчивости к патогенам с продуктивностью и другими хозяйственно ценными признаками. Но также он зависит от генетического разнообразия исходного материала и степени изученности эффективных доноров и источников устойчивости (Дягилева Е. В., Зайцева И. Ю., 2021).

Рядом исследователей (Хохлова А. П., Курбанова П. М., 2011; Бехтольд Н. П., Орлова Е. А., 2017; Дорошенко Е. С., Шишкин Н. В., 2021) выделены источники устойчивости к возбудителю *Ustilago nuda*: Сигнал, Петр, Симон, Лука, Колизей, Зевс, ГЦ 250, Титан, Адамовский, к-26651, к-26672, к-26676, к-26858, к-27670, к-20090 (АНОР 1634/65), Омский 85, Омский 89 и Омский голозерный 2, Баган, Золотник, Овод, Петр, Лука, Prestige, Лаурика, Миар, Viking, SW-812 103, Партнёр, Святогор, Суздалец, Агат, Тонус, Дивный, Грейс, Призёр, Формат и др.

В ряде исследований (Щенникова И. Н. и др., 2010; Макарова М. А. и др., 2017; Гудзенко В. Н., 2022) выделены следующие источники устойчивости к полосатой пятнистости: Горинский, Феникс, Patti, Джерело, Казер, Зерноградец 770, Л-421, Адонис, Хаджибей, Галатея, Violettegymialaye, Korona Laschego, Rikotense 9, Приморский 123, К-27318, к-28088, к-28641, Аватар, Аргумент, Пролисок, Выклык, Святогор, Зевс, Омский 96, Омский 89; Дублет, Luoke, CDC Copelend, Me bere, CDC Stratus, TR-374 и др.

В качестве источников устойчивости к сетчатой пятнистости селекционерами (Шешегова Т. К. и др., 2013; Корелина В. А. и др., 2017) рекомендованы сорта Дина, Ратник, Челябинец 2, Беркут, Медикум 336, Мироновский 86, Гетман, Белорусский 76, Дзівосны, Якубинец, Илек 34, Canasta, Karan, 696С, 713А, Korona Laschego, Leger, Kinkora, Buck, Lacombe, Дуэт, Рахат,

Вулкан, Тарский 3, Нутанс 401, Прикумский, Баган, Зевс, Русь, Велес, CL 13664, Conquest, Paragon, Черноградский 770, Соболек, Гид и др.

В современной отечественной литературе (Шешегова Т. К. и др., 2013; Гудзенко В. Н., 2022), как устойчивые к тёмно-бурой пятнистости, описаны сорта к-18078, к-3282, Дина, Мураш, Московский 3, Ратник, Рахат, Омский 85, Омский 89, Л-421, Кумир, Беркут, Дзівосны, Джерело, Мироновский 86, Гетман, 713А, Missouri, Arure, Jet, Лель, Хаджибей, Вулкан, Черноградец, Тобол, Убаган, Пётр, Медикум 336, Галактик, Keystone, Conquest, Kinkora, Lakombe, Пролисок, CDC Buck, AC Ranger, Brusefield, Excel и др.

В ФАНЦ Северо-Востока постоянно ведутся иммунологические исследования по поиску источников неспецифической устойчивости ячменя в условиях региона к гельминтоспориозным болезням (корневые гнили и пятнистости листьев: полосатая, сетчатая, тёмно-бурая) (Шешегова Т. К. и др., 2016).

В условиях жёстких естественных и искусственных инфекционных фонов пыльной головни, корневых гнилей, полосатой, сетчатой и тёмно-бурой пятнистости в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2015-2018 гг. изучено 200 образцов ярового ячменя из коллекции ВИР и 80 линий своей селекции. Высокой полевой устойчивостью к двум и более болезням характеризуются отечественные сорта: Медикум 336, Натали, Первоцелинник, Золотник, Заветный, Княжич, Двина, Хаджибей, Лука, Рахат, Казер, Беркут, Наран, Бахус и зарубежные: Newgrande, Kristaps, Mangret, Patricia, Симфония, Сюрприз, Водар и Магутны (Шешегова Т. К., Щенникова И. Н., 2019).

Устойчивость ячменя к абиотическим факторам внешней среды. Уровень продуктивности сельскохозяйственных культур – генетически детерминированный признак. Тем не менее, потенциальная возможность сорта дать реальный урожай зависит от почвенно-климатических условий вегетации растений, а также во многом определяется уровнем устойчивости сорта к стрессовым экологическим факторам окружающей среды (Баталова Г. А., 2013; Ступко В. Ю. и др., 2019). Большая часть (около 76%) используемых в настоящее

время сельскохозяйственных площадей подвержена температурному, водному и минеральному стрессам (Субботина Л. В., 2013; Мамонтова И. Ю., 2020).

На кислых дерново-подзолистых почвах, которые занимают около 80% пахотных земель европейского Северо-Востока, одной из основных фитоэкологических проблем является эдафический стресс, обусловленный кислым почвенным фоном с высоким содержанием подвижных ионов алюминия на фоне низкого естественного плодородия почв (Родина Н. А., 2006; Яковлева О. В., 2018; Волкова Л. В., Тулякова М. В., 2021).

Северо-Восток европейской части РФ считается зоной достаточного увлажнения, но в то же время для него характерно неравномерное выпадение осадков в течение вегетационного периода. Отклонения от среднегодовой нормы достигают 3-5-кратной величины. Засухи, совпадающие с критическими фазами в развитии растений, особенно участились в последние 15 лет (Щенникова И. Н., Кокина Л. П., 2018). Эти абиотические стрессы нарушают происходящие в растениях физиологические процессы, что ведёт к ухудшению качества зерна (семян) и снижению урожайности зерновых культур более чем на 50% (Анисимова Н. Н., Ионова Е. В., 2016; Лисицын Е. М., 2018). В связи с этим одной из актуальных задач современной селекции является создание сортов, способных обеспечивать высокую и стабильную урожайность в неблагоприятных почвенно-климатических условиях произрастания и обладающих комплексной устойчивостью к стрессовым факторам (Гончаренко А. А., 2016; Шуплецова О. Н., Щенникова И. Н., 2016).

Для успешного решения этой задачи необходим поиск новых доноров и генетических источников (Сухоруков А. Ф., Сухоруков А. А., 2014). Исследование генетического разнообразия генофонда ярового ячменя может дать информацию относительно его потенциала устойчивости к эдафическим стрессам и перспективность использования в селекционных целях.

Засухоустойчивость. Глобальное изменение климата является причиной более частого и разрушительного в глобальном масштабе проявления такого стрессового явления, как засуха (Крупнов В. А., 2011; Wu W. et. al., 2018). Так,

наносимый ей ущерб, в некоторых случаях превышает ущерб от любого другого стрессора (Гончарова Э. А., Ситников М. Н., 2017). Ежегодно в мировом масштабе засуха и опустынивание приводят к потерям в сельском хозяйстве в размере 12 млрд. долларов (Усаров З. И., 2022).

На Северо-Востоке европейской части РФ в последние годы в весенне-летний период все чаще отмечается почвенная засуха (Рябова О. В., 2016). Засуха является наиболее жёстким стрессовым воздействием, поскольку во время неё наряду с обезвоживанием происходит перегрев растений, так как обычно засуха сопровождается экстремально высокими температурами воздуха (Яковец О. Г., 2010). Понятие «засухоустойчивость» было истолковано В. В. Глуховцевым (2007), как способность растений противостоять засухе с наименьшим снижением урожайности. Однако следует отметить, что любые сорта (включая устойчивые к засухе) негативно реагируют на дефицит воды.

Различают атмосферную, почвенную и общую (атмосферно-почвенную) засуху (Страшная А. и др., 2013). При атмосферной засухе, в сочетании с высокой температурой и солнечной инсоляцией, наблюдается значительное замедление роста стеблей и листьев растений, а иногда и растения погибают за короткий период из-за «теплового удара» (Климентова Е.Г., 2006). Длительная атмосферная засуха приводит к почвенной засухе, которая ещё опаснее для растений (Федулов Ю. П. и др., 2015; Храмченкова О. М., 2016).

Почвенная засуха в умеренной зоне наблюдается чаще всего в середине или в конце лета, когда летние запасы влаги недостаточны, а зимние уже исчерпаны (Яковец О. Г., 2010). В результате почвенной засухи поступление воды в корни растений замедляется или совершенно прекращается, что приводит к увяданию растений и всегда снижает урожай, а если она начинается очень рано, то может привести к полной потере урожая (Щерба Т. Э., Гасанов А. С., 2015). Устойчивая засуха, с ранней весны до осени, наносит наибольший ущерб, поскольку она затрагивает все фазы роста и развития растений. В случае ранневесенней засухи происходит быстрое высыхание поверхностного слоя почвы. Это приводит к уменьшению количества всходов растений, а также препятствует образованию

узловых корней. Опасен недостаток влаги и в ранние периоды развития растений. Засуха в этот период приводит к гибели цветочных зачатков и их стерильности (белоколосица). Засуха в фазу «выход в трубку» значительно сокращает длину стебля и колоса, массу зерна с растения, массу 1000 зёрен, отрицательно влияет на озернённость колоса, показатель череззерницы в этом случае самый высокий. Когда засуха совпадает с фазой «колошение», стебель и колос укорачиваются, масса 1000 зёрен значительно уменьшается, но череззерница выражена слабо. Засуха в фазе налива существенно влияет на продуктивность растений за счёт формирования щуплого зерна (Грязнов А. А., 1996; Федулов Ю. П. и др., 2015). Нарушение водного режима растений во время засухи влияет на все физиологические функции (Федулов Ю. П. и др., 2015). Однако влияние водного дефицита на метаболические процессы в значительной мере зависит от длительности его действия (Комарова В. П., Шишкану Г., 2007).

При превышении оптимального температурного уровня происходит частичная или полная денатурация белков. Это приводит к разрушению цитоплазматических структур и мембранных барьеров (Климентова Е. Г. и др., 2006). При устойчивом завядании растений увеличивается скорость распада РНК и одновременно возрастает количество небелковых азотсодержащих соединений. Влияние водного дефицита на углеводный обмен листа выражается вначале в снижении моно- и дисахаридов из-за снижения интенсивности фотосинтеза. Затем количество моносахаридов может возрасти в результате гидролиза полисахаридов (Храмченкова О. М., 2016). Если засуха продолжается в течение длительного времени, то наблюдается уменьшение количества всех форм сахаров, интенсивно синтезируется АБК в тканях растений, количество ауксинов и цитокининов уменьшается, дыхание растений подавляется (Яковец О. Г., 2010; Федулов Ю. П. и др., 2015).

Отрицательное влияние водного стресса в период вегетации заключается в подавлении ростовых процессов как наиболее сложных и требующих координации между отдельными физиологическими функциями. В результате подавления роста уменьшается площадь листьев, т. е. ассимилирующая

поверхность, что является основной причиной снижения урожайности при засухе. Следует отметить, что рост листьев более чувствителен к недостатку воды, чем рост корней. Корневая система обладает огромным потенциалом роста (Храмченкова О. М., 2016). В начале засухи рост корней даже ускоряется и снижается только при длительном недостатке воды в почве (Шораева А. Г., Шабалина М. В., 2013). Фотосинтез угнетается не сразу: при небольшом водном дефиците (8-10%) его интенсивность даже несколько возрастает, и лишь при сильном и длительном – снижается. Подавление фотосинтеза при постепенном развитии засухи, обычно наблюдаемое в полевых условиях, в значительной степени обусловлено не столько повреждением хлоропластов, обладающих высокой устойчивостью к обезвоживанию, сколько задержкой оттока ассимилятов из листьев из-за задержки ростовых процессов. Об этом свидетельствует повышенное содержание сахаров в листьях – веский аргумент против представления о голодании растений как о важнейшей причине снижения урожайности при водном дефиците (Храмченкова О. М., 2016).

Для ярового ячменя особенно опасна весенняя засуха из-за слабого развития корневой системы (Родина Н. А, 2006; Казакова А. С., 2018). Угнетение корневой системы под действием засухи является одной из основных причин снижения урожайности, поскольку растения теряют способность обеспечивать себя влагой и необходимыми минеральными веществами, усиливается чувствительность листьев, нарушаются нормальные условия фотосинтеза и углеродного питания, сокращается период налива зерна, масса зерна ячменя и т.д. (Samarah N. H., 2005; Федулов Ю. П. и др., 2015). Поэтому в селекции на засухоустойчивость следует рассматривать как один из важнейших признаков степень развития корневой системы в засушливых условиях и скорость нарастания зародышевых корней, которые определяют закладку и рост узловых корней (Ионова Е. В. и др., 2016; Левкова О. В., 2020). Также связь между засухоустойчивостью растений и интенсивностью развития первичных корней зерновых культур была отмечена П. А. Генкелем (1964) и В. А. Кумаковым (1985).

Предполагается, что положительное влияние на урожайность растений может быть отчасти связано с увеличением массы корней, которые более эффективно используют воду и питательные вещества из почвы. Однако сейчас практически недоступна прямая селекция на глубину проникновения корней и их массу. Распространено мнение, что отбор по продуктивности в некоторой степени обычно сопровождается отбором по оптимальному формированию корневой системы. Однако непропорционально большое отвлечение продуктов ассимиляции на развитие массы корней также может отрицательно сказаться и на урожайности зерна. Поэтому не случайно конечный урожай зерна с единицы площади остается решающим критерием при оценке роли корневой системы (Федулов Ю. П. и др., 2015).

Урожайность состоит из двух компонентов – количества семян и их средней массы. Л. А. Пуалаккайнан и Ю. П. Прядун (2005) считают, что основными критериями устойчивости ячменя к засухе являются масса 1000 зёрен и продуктивность генотипа в условиях засухи. Но следует иметь в виду, что отбор по увеличению массы 1000 зёрен до 50 г и более может привести к снижению озернённости колоса. Ещё А. П. Шехрудин (1961) отмечал, что особый интерес представляет повышение темпов налива зерна в условиях терминальной засухи. По данным Э. Л. Климашевского (1991) более засухоустойчивые сорта зерновых культур, более эффективно используют питательные вещества почвы благодаря низкой влажности, а при высокой влажности – наоборот.

Засухоустойчивость является очень сложным свойством. Это, прежде всего, связано, с генетически обусловленной приспособленностью растений, которая тесно сопряжена с местом их роста и адаптацией к недостатку влаги. Устойчивость к засухе носит полигенный характер и зависит от морфологических свойств, а также взаимосвязана с ритмом роста и развития растений (Трофимовская А. Я., 1972).

Засухоустойчивость, как правило, не является каким-то специфическим признаком, постоянно или неизменно присущим тому или иному сорту. Один и тот же сорт может проявлять разную степень устойчивости в зависимости от продолжительности фаз развития и распределения засух. Засухоустойчивость

реализуется через сложный, генетически закреплённый комплекс взаимосвязанных физических, физиологических и биохимических процессов. Существуют сорта, дающие высокие урожаи, как в условиях оптимального, так и дефицитного увлажнения. Это свидетельствует о том, что гены отзывчивости на достаточную влагообеспеченность и адаптации к засухе находятся в одной генетической системе. Более того, адаптация к засухе является высоко наследуемым признаком (Мартынова С. В., Пакуль В. Н., 2014).

При изучении генофонда исходного материала имеет значение выбор правильных критериев отбора с учётом условий внешней среды, что во многом определяет решение проблемы стабилизации зернового производства в регионах. Такой подход позволяет судить о наследственных особенностях прорастания при недостатке воды, контролировать способность растений противостоять недостатку влаги на ранних этапах развития, которые наиболее чувствительны к стрессам. Установлено, что различия, проявляющиеся между сортами в фазе проростков, сохраняются, как генетический признак и у взрослых растений (Абсалудинова М. Р., Омарова З. А., 2015; Пакуль В. Н. и др., 2016; Левкова О. В., 2020).

Для ускорения селекционной оценки засухоустойчивости сортов всё чаще прибегают к лабораторным методам диагностики состояния семян и проростков, путём культивирования их в растворах осмотиков, имитирующих недостаток влаги, поскольку они дают возможность проводить исследования в течение года и анализировать большое количество образцов (Ныска И. Н., Петренкова В. П., 2017).

В процессе роста растения часто подвергаются изменяющимся стрессовым ситуациям, в результате чего расширяются адаптационные возможности организма (Анисимова Н. Н., Ионова Е. В., 2015). Создание засухоустойчивых сортов с высокой адаптивной способностью и внедрение их в производство позволит решить проблему стабилизации производства зерна в регионах с недостаточным увлажнением. В решении этой задачи ведущая роль принадлежит научно-обоснованному подбору исходного материала.

В полевых и лабораторных исследованиях в качестве источников засухоустойчивости селекционерами (Туманян А. Ф. и др., 2010; Тютюма Н. В. и др., 2013; Бишарев А. А. и др., 2017; Кокина Л. П. и др., 2018; Левкова О. В., 2020) выделены коллекционные образцы: Тандем, Челябинский 96, Челябинский 99, Сонет, Firlbeks Union, Lamba, Canasta, Buck, CBSS06YCA 0044S, CBSS06YCA0019S, CBSS06YCA 0018S, Azure, к-18079 Местный, Яромир, Алга, Brenda, Фурат 6, Арабский черный, Фурат 9, Adora, Pirania, К-9265, Донецкий 8, Камышлинский 23, Кузнецкий, Оренбургский 17, Беркут, Ястреб, Прерия, Безенчукский 3, Карабалыкский 93, Поволжский 65.

Кислотоустойчивость. Токсичность алюминия (Al^{3+}) в кислых почвах является одной из основных проблем для растениеводства, поскольку примерно 50% потенциально пригодных для возделывания почв в мире являются кислыми (Bin B. et. al.; 2016). В подзолистых и дерново-подзолистых почвах Нечерноземья негативное влияние повышенной кислотности усиливается наличием подвижных форм алюминия (3-30 мг на 100 г почвы) (Родина Н. А., 2006; Шуплецова О. Н., Широких И. Г., 2015). Алюминий является наиболее распространённым металлом в земной коре, на его долю приходится 8% её массы (Кудрявцева Е. Ю. и др., 2019). Большая часть Al встречается в виде безвредных оксидов и алюмосиликатов, когда pH почвы превышает 5,5. Однако растворимость алюминия значительно возрастает, когда pH почвы падает ниже 5,5 (Guo T. et. al., 2004).

Несмотря на то, что среднее содержание этого элемента в растениях составляет около 200 мг/кг сухого вещества, а некоторые исследователи показали его стимулирующее влияние на рост проростков, при возделывании сельскохозяйственных культур на кислых почвах токсичность подвижных ионов Al^{3+} является основным фактором, снижающим продуктивность сельскохозяйственных культур (Лисицын Е. М., Лисицына И. И. 2008; Осипова Л. В. и др., 2020).

Кислотность негативно влияет на структуру почвы, эффективность вносимых удобрений, работу микрофлоры почвы и непосредственно на само

растение. Почва с повышенной кислотностью становится слабоструктурированной, имеет слабую буферность и низкую ёмкость поглощения (Кедрова Л. И., Уткина Е. И., 2018). Это мешает поглощению, транспорту и использованию питательных веществ и ряда важнейших минеральных элементов, в том числе фосфора и азота, меди, цинка, кальция, магния, калия, фосфора и железа (Паладич О. А. и др., 2009; Волкова Л. В. и др., 2021). Необходимые для растений микробиологические процессы в кислой среде подавлены (Мальцева С. Б. и др., 2017).

Согласно М. Vian и соавт. (2013) последствия негативного влияния алюминия на растения можно разделить на две категории: морфологические и физиологические. Морфологические относятся к визуальным симптомам и повреждениям, возникающим в различных тканях растений, а физиологические – к изменениям в метаболизме и функциях и к их последствиям.

Основным признаком токсичности алюминия является подавление роста корней (Siecińska J., Nosalewicz A., 2016). Избыток доступного алюминия на фоне низкого рН корней приводит к задержке роста, ограничению ветвления корней и размещению их в поверхностном слое почвы (Родина Н. А., 2006; Волкова Л. В. и др., 2021). Наличие подвижных форм алюминия нарушает углеводный, белковый и фосфатный обмен в растениях из-за снижения проницаемости протоплазмы корневых клеток (Воробьев В. А. и др., 2019). В надземной части растений снижается содержание хлорофилла, нарушается процесс фотосинтеза. (Косарева И. А., 2012).

На клеточном уровне алюминий ингибирует процессы клеточного деления и растяжения клеток (Кононенко Н. В. и др., 2019). Потенциальными мишенями токсического действия алюминия являются клеточные стенки и плазматические мембраны, ядерная ДНК, ядрышки и цитоскелет (Баранова Е. Н. и др., 2015). Алюминий может вызывать образование активных форм кислорода в тканях растений, что приводит к изменению активности антиоксидантных ферментов и дисбалансу метаболитов, участвующих в окислительных реакциях (Яковлева О. В., 2018). В результате действия высоких концентраций алюминия возникают

геномные и хромосомные мутации, что учитывается при выяснении степени токсичности алюминия на ранних стадиях онтогенеза ячменя (Кононенко Н. В. и др., 2019).

Хотя физиологические основы механизмов устойчивости растений к алюминию продолжают оставаться плохо изученными, были предложены два механизма детоксикации, называемые соответственно внешними и внутренними (Taylor G. L., 1991; Kohian L. V., 1995; Guo T. et. al., 2004). Механизм внешней детоксикации связан с избирательной проницаемостью плазматической мембраны, образованием рН-барьера, индуцируемого растением в ризосфере, и удержанием алюминия в стенке корневой клетки или в корневой зоне. Внутренний механизм сопряжён с присутствием в растениях органических кислот, которые способны образовывать комплексные соединения со свободным алюминием (Сынзыныс Б. И., 2004; Guo T. et. al., 2004; Амосова Н. В. и др., 2007).

При низком уровне питания, особенно при недостатке фосфора, алюминий наносит наибольший ущерб растениям (Родина Н. А., 2006). Ежегодные потери урожая от повышенной кислотности почв в масштабах страны составляют 10-12 млн. т зерна (Трофимов И. А. и др., 2018). В Нечернозёмной зоне в результате действия кислотности почвы снижение урожайности зерновых культур может составлять от 25 до 85% (в зависимости от концентрации Al^{3+} и H^+).

По состоянию на 01.01.2022 года площадь кислых почв в Кировской области занимает 1660,1 тыс. га. Основные площади занимают почвы с рН менее 5,0 единиц (1085,2 тыс. га). Более того площадь кислых почв постоянно увеличивается. Сравнения материалов агрохимического обследования последнего и предпоследнего цикла, свидетельствуют, что площади кислых почв с 2001 года возросли на 155,1 тыс. га. Это явление отмечается в 35 районах области («Отчёт о научно-производственной деятельности ФГБУ ГЦАС «Кировский», 2021 г.). Кроме того, почвенный покров региона характеризуется низким естественным плодородием. 50 % пахотных земель занимают почвы с низким содержанием гумуса, фосфора – 26,1 %, калия – 24,5 % (Молодкин В. Н., Бусыгин А. С., 2016).

Получение высоких и устойчивых урожаев на кислых почвах возможно только после проведения химической кислоторегулирующей мелиорации – известкования кислых почв (Клебанович Н. В. и др., 2020). Однако в последние десятилетия оно практически полностью прекращено или осуществляется небольшими объемами (Некрасов Р. В. и др., 2019).

Наряду с агротехническими способами проблему кислых почв решают селекционным путем, создавая и культивируя кислотоустойчивые сорта. Данный метод самый дешёвый, экологически чистый, сохраняет энергию, снижает дозы внесения извести и минеральных удобрений (Онучина О. Л., Корнева И. А., 2021). Устойчивые к алюминию сорта лучше поглощают кальций и фосфор при низких концентрациях этих питательных веществ в питательной среде, более эффективно используют удобрения, как правило, более устойчивы к засухе, рано созревают, устойчивы к корневым гнилям. Кроме того, кислотоустойчивые сорта и виды растений в период вегетации подготавливают почву для ее дальнейшего использования под другими сортами и видами, которые не отличаются высокой устойчивостью к эдафическим стрессам (Родина Н. А., 2006).

Таким образом, получение гарантированных урожаев на кислых почвах в настоящее время зависит от создания и внедрения в производство алюмо- (кислото) устойчивых сортов (Амунова О. С., 2021).

Изучение и оценка генофонда в условиях Кировской области позволяет выделить формы с комплексом или отдельными признаками и свойствами, отвечающими задачам селекции данного региона, и использовать их в дальнейшей селекционной работе для выведения высокоадаптивных и конкурентоспособных сортов (Родина Н. А., Щенникова И. Н., 2004). В условиях Северо-Востока Нечернозёмной зоны с 2002 г. в Госреестр селекционных достижений включен впервые созданный в России алюмотолерантный сорт ячменя Новичок (Щенникова И. Н., 2002). Методом клеточной селекции на селективных средах с ионами H^+ и Al^{3+} , созданы новые высокоурожайные сорта-регенеранты Форвард, устойчивый к кислотности почв, и Бионик, характеризующийся комплексной устойчивостью к кислотности почв и засухе

(Щуплецова О. Н., Щенникова И. Н., 2017). Также созданы устойчивые к эдафическим стрессам сорта ячменя Фермер и Купец.

Исследователями (Щуплецова О. Н., Щенникова И. Н., 2019; Яковлева О. В., 2021) выделены устойчивые к токсичным ионам Al^{3+} коллекционные образцы Раушан, Владимир, Луч, Красноярский 80, Приморский 98, Quench, Хападу, Марни, Nordus, Добрый, Лель, Тандем, Виконт, Партнер, Приазовский 9, Зерноградец 770, Сигнал, Русь, Лука, Дзівосны, Джерело, Бадьорый, Веслец, Kinkora, Crest и др.

1.4 Гетерозис

Основным механизмом повышения продуктивности растений в сельскохозяйственном производстве служит гетерозис. Изучение величины гетерозиса в ранних поколениях (F_1 , F_2) позволяет выделить комбинации с наибольшим числом хозяйственно полезных признаков и выбраковать малопродуктивные комбинации, а также усилить работу с наиболее перспективными гибридами (Павлова Н.А. и др., 2016; Туктарова Н.Г., Торбина И. В., 2016; Шаптуренко, М.Н., 2016). Более того, выявление гетерозисного эффекта в первом поколении даёт возможность прогнозировать появление ценных и продуктивных сортов из конкретной гибридной комбинации (Туктарова Н.Г., 2016).

Проявление и величина гетерозиса во многом определяется генетическими особенностями материала, вовлекаемого в скрещивания (Асеева Т.А., Зенкина К. В., 2018). В основном в селекции сортов используется консервативный подход, когда в качестве родительских форм для скрещиваний используются районированные сорта и лучшие селекционные линии. Это сужает наследственное разнообразие сортов и обостряет их проблему устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды. Следовательно, для получения ценного гибридного материала необходимо вовлекать скрещивания коллекционные образцы (Кокина Л.П., Щенникова И.Н., 2014).

Основными методами селекционной работы с ячменем в ФАНЦ Северо-Востока являются внутривидовая гибридизация и отбор. Для успешного процесса

гибридизации необходимо всестороннее изучение исходного материала и точное установление индивидуальных особенностей, ожидаемых в новом, рекомбинированном организме (Репко Н.В. и др., 2017).

Заключение. Таким образом, можно выделить общий комплекс задач селекции ячменя в условиях Нечернозёмной зоны РФ. В зоне с неблагоприятными почвенно-климатическими условиями необходимы сорта ячменя, обладающие оптимальным вегетационным периодом и стабильной урожайностью с высокой адаптивной способностью к этим факторам. Среди свойств ячменя, селекция на которые особенно важна, нужно назвать устойчивость к полеганию, устойчивость к кислотности почв и засухе, хорошие технологические качества зерна и скороспелость.

Изучение и оценка генофонда коллекции в условиях Кировской области позволяет выделять формы с комплексом или отдельными признаками и свойствами, которые отвечают задачам селекции, для дальнейшего их использования в селекционном процессе.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Метеорологические условия в период проведения исследований

Исследования проводились в 2018-2021 гг. в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока), г. Киров.

Географически территория Кировской области расположена на северо-востоке Европейской части России между 56° и 61° северной широты и 41° и 54° восточной долготы и занимает 120,8 тыс. км². Значительная вытянутость области с севера на юг обусловили значительное её разнообразие на территории всего комплекса природных условий. Количество атмосферных осадков уменьшается в направлении с северо-запада на юго-восток (Экологическая безопасность региона, 2001; Переведенцев Ю.П. и др., 2010). Область находится в зоне рискованного земледелия и при ведении сельского хозяйства значительную роль здесь играет климат (Лыскова И.В., 2021).

Климат региона – умеренно-континентальный с преобладанием антициклонной погоды и большим колебанием температур и осадков. Зима в Кировской области продолжительная, многоснежная и холодная, а лето – умеренно теплое. Весна отличается неустойчивым температурным режимом. Безморозный период в северных регионах области 100-110 дней, в южных 126-132 дня. Продолжительность периода активной вегетации, когда среднесуточная температура воздуха устанавливается выше 10°C , на севере равна 106, на юге – 145 дням. Сумма активных температур составляет $1500\text{-}2200^{\circ}\text{C}$, что обеспечивает созревание яровых зерновых культур. Среднегодовая продолжительность солнечного сияния 1500-1600 часов. Гидротермический коэффициент (ГТК) составляет в среднем 1,4. Сумма осадков за год составляет 400-500 мм на крайнем юге и 550-625 мм на северо-западе и севере, за период вегетации соответственно 250-300 и 320-400 мм. На территории области в период вегетации отмечаются

суховеи, засухи и неравномерное выпадение осадков. В среднем за теплый период наблюдается 20-35 засушливых дней, в отдельные годы 30-60 дней подряд бывают без дождя (Тюлин В.В., Копысов И.Я., 1994; Баталова Г.А., 2016).

На территории области выделяют шесть агропочвенных подзон в трёх агроклиматических зонах: северная, центральная и южная. Город Киров расположен в центральной зоне (Кокурин Т. П. и др., 1998).

Центральная зона характеризуется умеренно тёплым и влажным климатом. Наибольшее количество осадков выпадает в центральной части. Сумма активных температур составляет 1700-1940°C, продолжительность активного роста культур 116-120 дней. Центральная зона поделена на две подзоны – западную и восточную, которые характеризуются различной влагообеспеченностью. Западная подзона достаточно обеспечена осадками в период активного роста растений, однако по годам выпадение осадков неравномерно. Восточная подзона характеризуется неравномерным выпадением осадков за вегетационный период, наблюдаются суховеи и засухи (Концепция развития..., 1998).

Анализ метеорологических условий в соответствии с межфазными периодами развития растений ячменя проведён по данным Кировского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды представлен в таблице 1. Исходя из значений ГТК, можно говорить о хороших погодных условиях в годы проведения исследований.

Таблица 1 – Метеорологические условия 2018-2021 гг. (г. Киров)

Год	Показатель	Межфазный период				Вегетационный период
		всходы-кущение	кущение-выход в трубку	выход в трубку-колошение	колошение-созревание	
1	2	3	4	5	6	7
2018	ГТК	2,52	2,65	0,89	1,66	1,65
	Средняя температура, °С	10,3	11,6	21,2	20,7	16,6
	Сумма осадков, мм	50,5	84,5	30,2	113,4	214,5
2019	ГТК	1,01	2,71	0,78	0,93	1,37
	Средняя температура, °С	13,3	15,4	15,3	16,3	15,4

	Сумма осадков, мм	25,8	85,3	21,9	76,1	182,2
--	-------------------	------	------	------	------	-------

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
2020	ГТК	1,02	0,57	1,27	2,19	1,56
	Средняя температура, °С	11,3	16,0	15,1	18,8	16,8
	Сумма осадков, мм	51,8	46,4	45,8	169,0	234,7
2021	ГТК	0,43	0,39	1,64	1,76	1,23
	Средняя температура, °С	15,9	17,8	22,2	20,3	18,8
	Сумма осадков, мм	20,6	14,4	69,2	143,2	173,6

Погодные условия в годы проведения исследований значительно различались по температурному режиму и обеспеченности посевов влагой.

В мае 2018 года наблюдалась неустойчивая по температуре преимущественно сухая или с небольшими осадками погода. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 10°С в сторону повышения, указывающий на начало активной вегетации растений произошёл в начале третьей пятидневки месяца. В последний день месяца отмечалось выпадение снега. Средняя температура за месяц в г. Киров составляла 11,6°С, что на 0,8°С выше климатической нормы. На территории Кирова в мае выпало 36 мм осадков или 64% от нормы. Посев был проведен 8 мая, полные всходы отмечены 20 мая.

В июне 2018 года наблюдалась неустойчивая, от холодной с частыми осадками до очень теплой и жаркой сухой, погода. Средняя за месяц температура воздуха составляла 14,4°С, что на 2°С ниже климатической нормы, выпало 85 мм осадков (122% от нормы). Кущение растений у коллекционных образцов отмечалось с 31 мая по 8 июня, фаза «выход в трубку» – 19-22 июня.

В июле 2018 года наблюдалась теплая, временами жаркая в первой и во второй декадах, с частыми, сильными дождями и преимущественно сухая в третьей декаде погода. Средняя за месяц температура воздуха в г. Киров составляла 20,6°С, что на 2,3°С выше климатической нормы. За июль выпало 114 мм осадков (135% от нормы). Колошение коллекционных образцов было отмечено в начале месяца. Погодные условия в период налива зерна не позволили образцам сформировать потенциально возможную массу 1000 зёрен.

В августе 2018 года наблюдалась неустойчивая от умеренно теплой до жаркой преимущественно сухая погода. Средняя за месяц температура воздуха ($16,6^{\circ}\text{C}$) оказалась на $1,8^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы. За август выпало всего 62 мм осадков (87% от нормы), что способствовало быстрому и качественному проведению уборочных работ.

В целом погодные условия вегетационного периода были на уровне средне многолетних и способствовали хорошему развитию растений ячменя и формированию высокой урожайности у отдельных коллекционных образцов.

В 2019 г. посев был проведен 27 апреля. Май стал месяцем контрастов – погода изменялась от по-летнему теплой, временами даже жаркой, до прохладной с интенсивными заморозками. Средняя за месяц температура воздуха составляла $13,6^{\circ}\text{C}$, что на $2,8^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы. Уже 3-4 числа практически на всей территории области произошел устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 10°C в сторону повышения, началась активная вегетация растений, что для центральных районов на 12-10 дней раньше средних многолетних сроков. Всходы были отмечены 9 мая. В один из наиболее холодных дней (19 мая) отмечалось выпадение снега. На территории Кирова в мае выпало 38 мм осадков или 68% от нормы. Коллекционные образцы значительно различались по продолжительности межфазного периода «всходы-кущение», кущение растений у всех образцов было отмечено к концу месяца.

Июнь 2019 г. характеризовался неустойчивой по температуре, преимущественно сухой погодой. Как и в предыдущем месяце, в течение июня характер погоды значительно менялся, что также способствовало проявлению сортовых особенностей по продолжительности межфазного периода «кущение-выход в трубку». Средняя за месяц температура воздуха составляла $15,8^{\circ}\text{C}$, что на $0,6^{\circ}\text{C}$ ниже климатической нормы, выпало 93,7 мм или 134% нормы.

В июле 2019 наблюдалась неустойчивая погода. Средняя температура воздуха за июль составляла $16,1^{\circ}\text{C}$, что на $2,2^{\circ}\text{C}$ ниже климатической нормы. В течение месяца отмечались сильные дожди или ливни, которые сопровождались

сильным ветром. За месяц выпало 57,1 мм или 68% от нормы. К концу месяца было отмечено созревание большинства изучаемых образцов.

В августе наблюдалась неустойчивая, с небольшими и умеренными, в отдельные дни сильными, осадками погода. Средняя температура воздуха составляла 13,4°C, ниже климатической нормы на 1,8°C. За месяц выпало 63 мм осадков, что составляло 88% от нормы. Погодные условия способствовали быстрому и качественному проведению уборочных работ.

В мае 2020 г. наблюдалась неустойчивая по температуре в первой декаде преимущественно сухая, во второй и третьей декадах в основном с небольшими осадками погода. Средняя за месяц температура составляла 12,1°C, что на 0,9°C выше климатической нормы. Устойчивый переход среднесуточной температуры через 10°C в сторону повышения произошёл 4 мая, что для центральных районов на 10-13 дней раньше средних многолетних сроков. Посев был проведен 9 мая. За месяц выпало 89 мм осадков или 165% от нормы. Погодные условия способствовали быстрому и дружному появлению входов.

Июнь 2020 г. характеризовался неустойчивой, от очень тёплой до холодной, преимущественно сухой погодой. Средняя температура воздуха составляла 15,3°C, что на 2,4°C ниже климатической нормы. Всего за месяц выпало 40 мм осадков, что составляло 57% от нормы.

В первой половине июля 2020 г. преобладала жаркая, преимущественно сухая, во второй – тёплая, с частыми, временами сильными ливнями погода. Средняя температура составляла 20,5°C, что на 1,6°C выше климатической нормы. В третьей декаде прошли особенно сильные ливни с грозами и усилением ветра до 16-18 м/с. Всего за месяц выпало 100 мм осадков, что составляло 130% от нормы. Сложившиеся в период налива зерна погодные условия способствовали проявлению различий между образцами по продолжительности межфазного периода «колошение -созревание», а также формированию потенциально возможной массы 1000 зерен.

В августе 2020 г. наблюдалась неустойчивая, преимущественно сухая или с небольшими осадками погода. Средняя за месяц температура воздуха в г. Киров

составляла $15,1^{\circ}\text{C}$, что на $0,5^{\circ}\text{C}$ ниже климатической нормы. За месяц выпало 61 мм осадков, что составляло 79% от нормы.

В 2020 г. сложились благоприятные условия для формирования высокой урожайности и накопления белка в зерне. Однако ливневые дожди, сопровождавшиеся сильными ветрами, привели к полеганию некоторых образцов коллекционного питомника.

В мае 2021 г. преобладала теплая погода, средняя за месяц температура воздуха составляла 15°C , что на $3,8^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы. Уже 7 мая произошёл устойчивый переход среднесуточной температуры через 10°C в сторону повышения, что на 5-7 дней раньше средних многолетних сроков. Посев коллекционного питомника был проведен 12 мая. За месяц выпало 57 мм осадков (105% от нормы), что способствовало быстрому появлению всходов (19 мая).

В июне 2021 г. наблюдалась сухая или с периодически выпадающими грозовыми дождями разной интенсивности, местами с сильным ветром погода. На протяжении всей последней десятидневки месяца почти по всей территории области удерживались особенно высокие температуры, когда в дневные часы температура воздуха повышалась до $29-33^{\circ}\text{C}$. Средняя температура воздуха за месяц ($19,9^{\circ}\text{C}$) была на $3,4^{\circ}$ выше климатической нормы. За месяц выпало 63 мм осадков, что составляло 80% от нормы. Сложившиеся погодные условия способствовали сокращению продолжительности межфазного периода «выход в трубку-колошение».

В июле 2021 г. наблюдалась тёплая с периодическими выпадающими дождями погода. Средняя температура воздуха составляла $19,2^{\circ}\text{C}$, что на $0,3^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы. За месяц на территории г. Киров выпало 93,9 мм или 122% от нормы.

В августе 2021 г. преобладала тёплая и жаркая сухая, лишь с периодически выпадающими локальными дождями погода. В течение месяца наблюдались такие опасные явления как сильная жара, аномально жаркая погода и почвенная засуха. Средняя за месяц температура составляла $18,8^{\circ}\text{C}$, что на $3,2^{\circ}$ выше климатической нормы, выпало 37 мм осадков или 48% от нормы.

Засушливые условия, сложившиеся в начальные фазы развития растений в 2021 году, отрицательно сказались на урожайности коллекционных образцов.

Таким образом, различающиеся погодные условия в годы изучения позволили всесторонне изучить коллекционный материал.

2.2 Почвы опытного участка

Исследования проведены на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Полевые опыты были заложены на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, сформированной на элювии пермских глин, от слабо- до среднегумусовых (содержание гумуса 2,27-3,56%), рН солевой вытяжки 4,4-5,8. Содержание фосфора преимущественно высокое (167-367 мг/кг), обменного калия – очень высокое (243-247 мг/кг).

Агрохимическая характеристика почвы за годы исследований представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика почв опытных участков

Год	Показатель			
	рН	P ₂ O ₅ мг/кг (по Кирсанову)	K ₂ O мг/кг (по Кирсанову)	Гумус, % (по Тюрину)
2018	5,8	367	257	3,56
2019	4,4	167	247	2,27
2020	4,4	199	243	2,19
2021	4,4	167	247	2,27

Опытные посеы размещали по предшественнику чистый пар. Полевые работы начинались с закрытия влаги боронованием (БЗСС-1) и последующей культивацией в 2 следа (КПС-4). Фоном весной под культивацию вносили минеральные удобрения в дозе N₄₈P₄₈K₄₈ (нитроаммофоска НРК 16:16:16, АО «ОХК «УРАЛХИМ»). Обработка гербицидом проводилась по договору с ФГБУ «Россельхозцентр» препаратом Балерина СЭ (410 г/л). Опытные посеы

поддерживали в чистом и рыхлом состоянии путем проведения ручных прополок и обработок навесными рыхлителями, между ярусами обработка проводилась фрезой.

2.3 Исходный материал

Объектом исследований являлись 128 образцов ярового ячменя различного эколого-географического происхождения (Приложение 1). Изученные образцы представлены 26 странами. Большинство исследуемых генотипов (53,9% или 69 образцов) происходит из стран Восточной Европы, таких как Россия, Республика Беларусь, Польша, Украина и Чехия. При этом большая часть изученных генотипов (38,3% или 49 образцов) имеет отечественное происхождение (Рисунок 1).

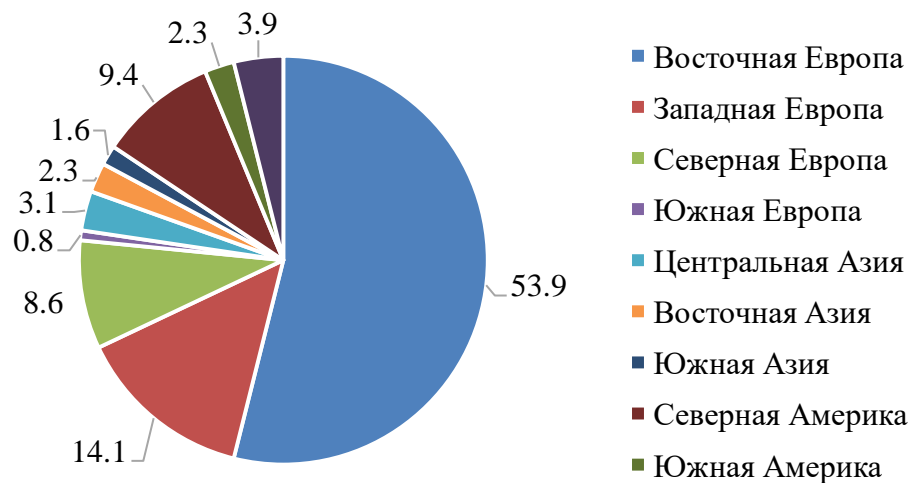


Рисунок 1 – Сортимент, изученных образцов, %

Республика Беларусь в исследуемом наборе генотипов представлена 10 образцами (7,8%), Украина – 6 образцами (4,7%), Чехия – 3 образцами (2,3%) и Польша – 1 образцом (0,8%).

К странам западной Европы относятся 18 образцов, что составляет 14,1% от общего числа изученных генотипов. Здесь образцы распределились следующим образом: 11 генотипов (8,6%) происходят из Германии, 3 генотипа (2,3%) из

Франции, 2 генотипа Швейцария (1,6%), 1 генотип (0,8%) из Нидерландов и 1 генотип (0,8%) из Швейцарии.

Из стран Северной Европы происходят 11 генотипов (8,6%). Эта часть света представлена в нашем исследовании такими странами, как Дания (4 образца или 3,1%), Латвия (2 образца или 1,6%), Эстония (2 образца или 1,6%), Швеция (2 образца или 1,6%) и Финляндия (1 образец или 0,8%).

Страны Северной Америки представлены 12 образцами (9,4%), из них 4 генотипа (3,1%) происходили из Канады и 8 генотипов (6,3%) из США.

Остальные части света представлены незначительным количеством образцов. 3,9% (5 образцов) происходят из Австралии, 3,1% (4 образца) генотипов из Центральной Азии (Казахстан), 2,3% (3 образца) из Восточной Азии (Китай и Япония), 2,3% (3 образца) из Южной Америки (Аргентина и Перу), 1,6% (2 образца) из Южной Азии (Афганистан и Индия), и 0,8% (1 образец) из Южной Европы (Югославия).

2.4 Методика проведения исследований

Изучение коллекции проводилось в соответствии с «Методическими указаниями по изучению мировой коллекции ячменя и овса» (2012) и Международным классификатором СЭВ рода *Hordeum* L. (1983) на делянках площадью 2,7 м², повторность – 3х-кратная. В качестве стандарта использовали сорт Белгородский 100.

Так как исследование коллекционного материала проводилось в разные годы, то мы разделили образцы на 2 группы: 1 группа (30 образцов) – изучалась с 2018 по 2020 гг., 2 группа (26 образцов) – с 2019 по 2021 гг.

Качество зерна. В лабораторных условиях выполнен анализ качества зерна (содержание белка) с применением экспресс-анализатора универсального назначения INFRAMATIC 8620 («Perten instruments», Sweden). Натурная масса измерялась при помощи пурки вместимостью 1 л в соответствии с ГОСТом

10840-64. Выравненность определяли на аппарате с сортировочными ситами – виброклассификаторе ВИМС РКС-1.

Устойчивость к полеганию. Для более детального изучения механизмов устойчивости к полеганию в соответствии с методикой (Тороп Е.А. и др., 2011) в фазу молочно-восковой спелости у 10 растений каждого образца брали второе междоузлие главного стебля и в лабораторных условиях определяли: длину (см), толщину (мм) и массу целого междоузлия (г), взвешивали отрезок длиной 1 см.

Величину группового интервала для деления коллекционных образцов на группы по длине второго нижнего междоузлия определяли по формуле (Удовенко В.Г., 1988):

$$k = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{r}, \text{ где} \quad (1)$$

x_{\max} – максимальное значение признака; x_{\min} – минимальное значение признака; r – число групп.

Устойчивость к болезням. Оценка сортов по степени устойчивости к болезням проводилась совместно с лабораторией иммунитета и защиты растений ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Устойчивость сортов к пыльной головне (*Ustilago nuda* (Jens) Rostr.) проводили на естественном фоне (подсчет проводился по количеству пораженных растений в фазу полного колошения) и 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 – *Vipolaris sorokiniana* (Sacc.) Schoem) оценивали в естественных провокационно-инфекционных условиях развития возбудителей, когда поражение индикаторных (наиболее восприимчивых) сортов было на уровне 40-60 %. Характеристику генотипу по устойчивости к головне давали на основании шкалы В. И. Кривченко с соавт. (2008), к листовым болезням – по шкалам Н. А. Родиной, З. Г. Ефремовой (1986), О. С. Афанасенко, О. С. Петровой (2003) и О. С. Афанасенко (2005).

Засухоустойчивость. Засухоустойчивость ярового ячменя изучали по лабораторной методике ВИР в изложении В.Г. Удовенко (1988).

Для этого в чашках Петри в 3-х кратной повторности для контрольного варианта и опыта на фильтровальной бумаге проращивали семена. Проращивание проводили в термостатах при постоянной температуре 22°C. В качестве контроля использовали дистиллированную воду, в опыте – 7 % раствор ПЭГ-600.

В каждом варианте определяли энергию прорастания (на третьи и пятые сутки) и всхожесть (на седьмые сутки). По окончании опыта определяли количество корней в контроле и опыте, а также сухую массу корней и ростков в контроле и в опыте.

Процент проросших семян (Р) определяли следующим образом: среднее на чашку число проросших в контроле семян принимали за 100%, среднее число семян, проросших в растворе ПЭГ-600 (а), выражалось в процентах от числа семян, проросших в контроле (b):

$$P = a/b * 100 \quad (2)$$

Предлагаемая методика оценки засухоустойчивости позволила изучаемые образцы разделить на следующие группы:

- неустойчивые — проросло 0-20% семян,
- слабоустойчивые – проросло 21-40%,
- среднеустойчивые – проросло 41-60%,
- с устойчивостью выше средней – проросло 61-80%,
- высокоустойчивые – проросло 81-100%.

Чем выше процент прорастания семян в растворе ПЭГ-600, тем более засухоустойчив образец.

Алюмоустойчивость. Оценку сортов к алюмокислотному стрессу проводили согласно методике лабораторной оценки алюмоустойчивости зерновых культур (Лисицын Е.М., 2003).

В условиях рулонной культуры используют дистиллированную воду в качестве контрольного варианта и водный раствор сульфата алюминия в концентрации 20 мМ Al, рН 4,0-4,2 в качестве стрессового фактора. В рулоны закладывали по 50 зёрен каждого сорта в 3-х кратной повторности для контрольного

варианта и опыта. Проращивание семян проводили в термостатах при постоянной температуре 22 °С.

Для определения уровня потенциальной алюмоустойчивости использовали ИДК (индекс длины корней) как соотношение средней длины корней при высокой концентрации стрессового фактора к средней длине корней при низкой концентрации, выраженное в процентах. По этому показателю образцы были условно распределены на следующие группы, согласно работе S. Navacode с соавт. (2010): устойчивые (ИДК выше 65 %), умеренно устойчивые (ИДК 50-65 %), умеренно чувствительные (ИДК 40-49 %), неустойчивые (ИДК менее 40 %).

В дополнение к ИДК использовали показатели RSR (отношение сухой массы корней к сухой массе проростков) и относительная RSR (отношение RSR варианта с повышенным содержанием ионов алюминия к RSR контрольного варианта) по рекомендациям Е. М. Лисицына (2018).

Для оценки гибридов первого поколения использовали показатели истинного, гипотетического и конкурсного гетерозиса (Омаров Д. С., 1975).

Гетерозис вычисляли по формуле 4:

$$\Gamma = \frac{F_1 - P}{P} 100\%, \quad (4)$$

где F_1 – средний показатель у гибридной формы;

показатель P берётся в зависимости от типа гетерозиса:

- истинный гетерозис – превосходство гибрида по какому-либо признаку над лучшей родительской формой, в числителе и знаменателе – $P_{лучш}$ – средний показатель лучшей родительской формы;
- гипотетический гетерозис – характеризующего превосходство гибрида над средним значением показателя обеих родительских форм, $P_{ср}$ – средний показатель признака у обоих родительских форм;
- конкурсный гетерозис – более сильное проявление какого-либо признака у гибрида, чем у стандартного сорта, $St_{лучш}$ – средний показатель стандартного сорта.

Одним из показателей характера проявления гетерозиса является степень фенотипического доминирования (Н), вычисляемая по формуле 3:

$$H = \frac{F_1 - P_{cp}}{P_l - P_{cp}} \quad (3)$$

где H – показатель наследования; F_1 – среднее значение признака в данной гибридной популяции; P_l – среднее значение признака лучшего родителя; P_{cp} – среднее значение признака у обоих родителей.

Значения: $-\infty < H < -1$ – гибридная депрессия; $-1 < H < -0,5$ – депрессия, обусловленная эффектом отрицательного доминирования; $-0,5 < H < 0,5$ – промежуточное наследование, вызванное аддитивными эффектами генов; $0,5 < H < 1$ – доминирование; $1 < H < \infty$ – сверхдоминирование (истинный гетерозис).

Для определения уровня влагообеспеченности использовали гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова (1928).

Для вычисления параметров экологической пластичности (b_i), стабильности (σ^2) и индекса условий окружающей среды (I_j) использовали методику, разработанную S. A. Eberhart, W. A. Russel (1966) в редакции В. А. Зыкина и др. (2011).

Статистическую обработку данных выполняли методами дисперсионного, вариационного, корреляционного и регрессионного анализов по методике Б.А. Доспехова (1985).

Корреляционную зависимость между устойчивостью к полеганию и элементами структуры урожайности, морфологическими особенностями второго нижнего междоузлия рассчитывали с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (Зайцев Г. Н., 1973).

Существенность различий между вариантами опыта и контролем устанавливали с помощью критерия Стьюдента t_{st} (Плохинский Н.А., 1969).

Математический анализ материала осуществляли с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel и пакета селекционно-генетических программ «AGROS» версия 2.07.

Гибридный питомник первого года высевали вручную с площадью питания каждого растения 5 x 20 см в сравнении с родительскими формами и стандартом. Посев гибридов второго поколения осуществляли сеялкой на двухрядковых делянках площадью 0,45 м², из которых отбирали элитные растения. В

селекционном питомнике потомство каждого элитного растения высевали на двухрядковых делянках по 40 зерен на рядок, площадь делянки 0,45 м². В контрольном питомнике селекционные линии высевались на делянках площадью 2,7 м² в двухкратной повторности.

ГЛАВА 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Урожайность коллекционных образцов ячменя

Урожайность – это интегральный показатель, который зависит от совокупности признаков и свойств растений и напрямую связан с абиотическими факторами внешней среды, которые выражаются как климатическими, так и почвенными условиями, поэтому селекция на урожайность является одной из самых сложных задач (Мергалимов Д.Б., 2016; Ляпкало Л.А., 2016). Урожайность ячменя складывается из различных структурных показателей: продуктивной кустистости, длины колоса, количества колосков и зёрен в колосе, продуктивности главного колоса и растения в целом, массы 1000 зёрен (Батакова О.Б., 2017). Каждый из этих признаков в отдельности и их сочетание вносит определенный вклад в формирование продуктивности растения (Махмудова К.Х. и др., 2014). При этом низкие показатели одного компонента структуры продуктивности в определённой степени могут компенсироваться более интенсивным развитием остальных (Родина Н.А., 2006).

3.1.1 Вклад генотипа и среды в формирование элементов структуры продуктивности

Успех селекционной работы, направленной на повышение урожайности сортов, в значительной мере зависит от знания взаимосвязей между отдельными элементами структуры продуктивности и закономерностей их формирования.

По результатам статистической обработки установлены достоверные различия коллекционных образцов по всем количественным признакам и определен вклад наследственности (генотип) и среды в их формирование. При этом обнаружена различная реакция образцов ячменя на средовые факторы. Так, у образцов, изученных в 2018-2020 гг., степень развития элементов продуктивности растений определялась условиями среды (доля фактора 21-30%). У

коллекционных образцов, изученных в 2019-2021 гг., развитие селекционно-ценных признаков было обусловлено преимущественно генотипом (доля фактора 24-89%). Установлен доминирующий вклад ($> 50\%$) генотипа в формирование длины колоса и его плотности, количества колосков и зерен в колосе (Таблица 3).

Таблица 3 – Вклад факторов в формирование селекционно-ценных признаков, %

Признак	Сорт (фактор А)		Год (фактор В)		Взаимод. (А x В)	
	1**	2**	1	2	1	2
Длина колоса	11*	65*	23*	2*	59*	14
Плотность колоса	22*	54*	20*	11*	45*	22*
Количество колосков	11*	89*	29*	2*	55*	5*
Количество зерен	6*	69*	30*	7*	54*	16*
Масса зерна с колоса	2*	37*	28*	18*	45*	26*

Примечание * – вклад фактора достоверен на уровне 0,95

**1 – набор сортов, изученный в 2018-2020 гг.; 2 - набор сортов, изученный в 2019-2021 гг.

Выявленные тенденции различной генотипической реакции на факторы среды обосновывают возможность отбора образцов, характеризующихся высокой адаптивностью к региональным условиям, что очень важно для селекции.

При оценке 1 набора генотипов (2018-2020 гг.) стабильная достоверная корреляционная зависимость (при $P \geq 0,95$) во все годы исследований была выявлена только между урожайностью и плотностью колоса ($r = 0,35-0,49$) и массой 1000 зёрен ($r = 0,52-0,80$). В отдельные годы урожайность достоверно (при $P \geq 0,95$) коррелировала с общей ($r = 0,37$; 2020 г.) и продуктивной кустистостью ($r = 0,41$; 2018 г.), а в 2018 и 2020 гг. с длиной колоса ($r = 0,55$ и $0,53$ соответственно) и продуктивностью растения ($r = 0,41$ и $0,37$ соответственно). У образцов, исследованных в 2019-2021 гг. не удалось выявить ни одного параметра, который бы во все три года исследований был стабильно связан с урожайностью. Так, в 2019 и 2021 гг. урожайность у данного набора генотипов коррелировала с высотой растений ($r = 0,37$ и $0,38$ соответственно), что говорит о том, что в эти годы более продуктивными были высокостебельные образцы. В 2020 г. наблюдалась достоверная корреляционная связь (при $P \geq 0,95$) между

урожаемостью и кустистостью общей ($r = 0,50$) и продуктивной ($r = 0,53$), длиной колоса ($r = 0,40$) и массой зерна с растения ($r = 0,39$). Следовательно, не смотря на высокие корреляционные связи, определяющим для выбора образцов для дальнейшей селекционной работы остается оценка по продуктивности в разные по условиям вегетации годы.

С помощью регрессионного анализа установлено, что в разные годы урожайность 1 набора генотипов до 24,0% ($R^2 = 0,123...0,240$) зависела от плотности колоса и до 64,0% ($R^2 = 0,270...0,640$) от массы 1000 зёрен. Кроме того, анализ показал, что при увеличении этих показателей в рассматриваемом наборе образцов на единицу измерения урожайность может повыситься на 42,7 г/м² ($y = 42,714x - 157,05$) и 10,9 г/м² ($y = 10,888x - 89,592$) соответственно.

Наиболее стабильными показателями за период изучения в 2 наборе генотипов были количество колосков и зёрен в колосе ($CV = 9,0\%$ и $9,4\%$ соответственно), во 2 наборе – плотность колоса ($CV = 8,5\%$) и масса 1000 зёрен ($CV = 8,5\%$) (Приложение 2).

Таким образом, из полученных данных следует, что изучение коллекционных образцов в полевых опытах в конкретных почвенно-климатических условиях в течение нескольких лет является наиболее объективной оценкой исходного материала на адаптивность и уровень селекционно-ценных признаков. Из изученного набора образцов следует обратить особое внимание на генотипы, характеризующиеся высокой плотностью колоса и массой 1000 зерен.

3.1.2 Урожайность и элементы ее структуры

В среднем за годы оценки (2018-2021 гг.) высокой урожайностью в условиях нашего региона отличались коллекционные образцы из стран Восточной Европы (370 ± 25 г/м²), низкой – из стран Восточной Азии (228 ± 54 г/м²) (Таблица 4).

Группировка изученных коллекционных образцов показала, что урожайность среди образцов одного географического происхождения значительно варьирует ($CV = 1,0...41,0 \%$) в природно-климатических условиях Кировской области.

Таблица 4 – Урожайность коллекционных образцов в зависимости от происхождения

Регион	Количество образцов	Урожайность, г/м ²		
		min	max	средняя
Западная Европа	19	184	465	307±18
Восточная Европа	70	218	517	370±25
Северная Европа	11	215	455	332±25
Центральная Азия	4	367	375	372±2
Восточная Азия	3	120	283	227±54
Южная Азия	2	276	295	286±10
Северная Америка	12	180	424	311±22
Южная Америка	3	227	447	350±65
Австралия	5	202	362	253±29

Так у образцов отечественной селекции данный показатель изменялся от 224 г/м² (Таусень) до 517 г/м² (Ворсинский 2), у генотипов из Украины – 259 г/м² (Казковский) до 429 г/м² (Одесский 115), Белоруссии – от 183 г/м² (Фобос) до 509 г/м² (Рейдер) (Восточная Европа); Германии – от 186 г/м² (Princesse) до 465 г/м² (Калькюль) (Западная Европа); Дании – от 215 г/м² (Анакин) до 379 г/м² (Эвергрин) (Северная Европа); Канады – от 224 г/м² (AC Alberta) до 321 г/м² (CDC Mc Gwire), США – от 180 г/м² (Tamalpais) до 424 г/м² (Tetonia) (Северная Америка); Австралии – от 202 г/м² (Maskau) до 362 г/м² (Fitzroy). Исходя из вышесказанного, нашими исследованиями подтверждаются выводы других авторов (Куц С.А., Родина Н.А., 2007; Бутакова О.И. и др., 2011; Кокина Л.П. и др., 2017; Шешегова Т.К., Щенникова И.Н., 2019; Шуплецова О.Н., Щенникова И.Н., 2019), что генотипы, обладающие высокой урожайностью в условиях региона, можно найти среди образцов любого эколого-географического происхождения.

Наиболее благоприятные условия для формирования высокой урожайности сложились в 2020 году, что способствовало проявлению потенциальных возможностей генотипов. Отмечалось значительное варьирование показателя ($CV = 25,3\%$) от 180 г/м^2 (TamaIrais) до 697 г/м^2 (Cooper).

В 2021 г. коллекционные образцы также различались по урожайности ($CV = 28,8\%$), однако в среднем она составляла всего $275 \pm 8 \text{ г/м}^2$ (Рисунок 2). Существенное снижение урожайности генотипов было обусловлено засушливыми условиями во время протекания фаз «всходы-кущение» и «кущение-выход в трубку» (ГТК в эти периоды составлял 0,43 и 0,39 соответственно). Недостаток влаги обусловил изреженные всходы, в период кущения оказал негативное влияние на развитие вторичных корней и количество продуктивных стеблей, а засуха в период «выход в трубку» способствовала увеличению количества стерильных колосков.

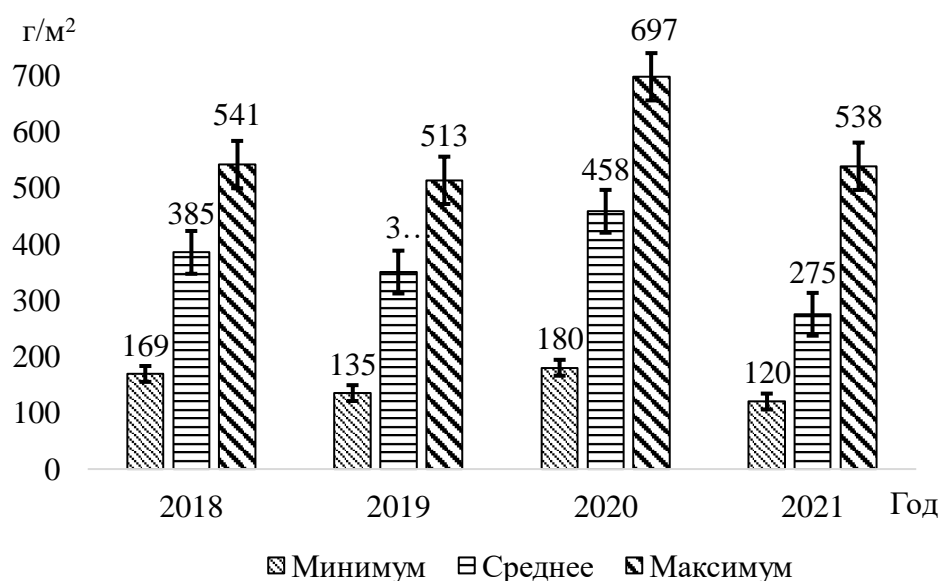


Рисунок 2 – Урожайность коллекционных образцов

Урожайность образцов определялась отдельными элементами его структуры, развитие которых в значительной мере было обусловлено условиями вегетации. Так, например, вегетационный период 2020 г. был наиболее благоприятным для формирования большинства элементов в 1 наборе образцов:

общей ($2,3 \pm 0,2$ шт./раст.) и продуктивной кустистости ($2,0 \pm 0,1$ шт./раст.), длины колоса ($6,4 \pm 0,2$ см), количества колосков (многорядные образцы – $38,3 \pm 2,3$ шт.), озернённости (двурядные – $19,4 \pm 0,3$ шт., многорядные – $29,0 \pm 1,8$ шт.), массы зерна с растения ($1,58 \pm 0,08$ г), массы 1000 зёрен ($43,2 \pm 1,2$ г); во 2 наборе образцов: общей ($2,4 \pm 0,1$ шт./раст.) и продуктивной кустистости ($2,1 \pm 0,1$ шт./раст.), длины колоса ($7,1 \pm 0,2$ см), плотности колоса ($12,9 \pm 0,2$), количества колосков (двурядные образцы – $19,8 \pm 0,6$ шт.), озернённости (двурядные – $19,8 \pm 0,55$), массы зерна с колоса ($0,98 \pm 0,03$ г), масс зерна с растения ($1,72 \pm 0,08$ г). Тогда как условия вегетации 2019 г. позволили растениям сформировать в 1 наборе образцов более плотный колос ($12,8 \pm 0,2$), большее количество колосков в колосе у двурядных образцов ($21,2 \pm 0,4$ шт.), высокую массу зерна с колоса ($1,00 \pm 0,03$ г), а во 2 наборе более озернённый колос у многорядных образцов ($32,6 \pm 9,3^2$ шт.). При оценке 2 набора образцов также выделены года благоприятные для развития длинного колоса ($7,1 \pm 0,2$ см – 2020 г., $7,1 \pm 0,2$ см – 2021 г.), высокой массы 1000 зёрен ($46,2 \pm 0,7$ г – 2019 г., $46,2 \pm 0,6$ г – 2020 г.) и большего количества колосков в колосе у многорядных образцов ($43,2 \pm 1,3$ шт. – 2021 г.).

Средняя урожайность коллекционных образцов в 2018-2021 гг. составляла 341 ± 7 г/м². В целом по опыту урожайностью на уровне стандартного сорта Белгородский 100 обладал 41 генотип. Образцы Рейдер (508 г/м²) и Куфаль (507 г/м²) по данному показателю достоверно (при $P \geq 0,95$) превышали стандарт на 45 г/м² и 44 г/м². Также высокой урожайностью отличались генотипы Rodos (465 г/м²), Калькюль (465 г/м²) и Буян (500 г/м²), превышение над стандартным сортом составляло 2-47 г/м².

В результате многолетних исследований выделены образцы, характеризующиеся высокими показателями отдельных элементов продуктивности и их комплекса. По результатам исследований (2018-2021 гг.) средняя продуктивность колоса составляла $0,87 \pm 0,01$ г, растения – $1,28 \pm 0,03$ г. Достоверное превышение стандарта по массе зерна с главного колоса отмечалось у образцов 752А (1,24 г), Полярный 14 (1,18 г), Буян (1,10 г), Липень (1,14 г). Значительно ниже стандарта этот показатель был у сорта Mentor (0,74 г).

Остальные образцы по продуктивности колоса находились на уровне стандарта (Таблица 5, Приложения 3 и 4).

По массе с растения существенно превышали Белгородский 100 генотипы Сябра (2,14 г), CDC Mc Gwire (1,87 г). Существенно ниже стандарта этот показатель у Landrace (0,88 г) и Местного (к-2929) (0,94 г). Масса зерна с растения у остальных образцов находилась на уровне стандарта.

Показатели «масса зерна с колоса» и «масса зерна с растения» достоверно превышали стандарт у образцов Калькюль и С-105.

Таблица 5 – Образцы, выделившиеся по элементам структуры урожайности

Сорт	Масса зерна, г		Масса 1000 зёрен, г	Урожайность, г/м ²
	с колоса	с растения		
2018-2020 гг.				
Белгородский 100	0,92	1,49	47,5	463
Новичок	0,98	1,48	45,4	414
Cooper	0,96	1,69	47,6	455
Sultan	0,94	1,29	44,4	427
Danuta	1,03	1,64	48,1	416
752A	1,24	1,12	32,1	276
Filippa	0,96	1,33	47,2	431
Vonita	0,94	1,48	46,8	447
Одесский 115	0,86	1,38	45,5	429
Mie	0,96	1,40	44,8	405
Сябра	0,98	2,14	47,7	361
Rodos	0,95	1,91	49,6	465
Полярный 14	1,18	1,30	39,8	314
Наран	0,86	1,09	43,1	407
Казьминский	1,06	1,22	38,7	422
Щедрый	0,91	1,25	45,4	461
Рейдер	1,02	1,52	50,0	508
Куфаль	0,99	1,32	51,5	507
НСР ₀₅	0,15	0,54	4,4	41
2019-2021 гг.				
Белгородский 100	0,82	1,37	47,8	453
Beag	0,94	1,74	42,2	369
CDC Mc Gwire	0,89	1,87	37,6	321
Калькюль	1,01	2,16	46,8	465
Докучаевский 10	0,83	1,27	48,4	449
Буян	1,10	1,80	46,2	500
Оленёк	0,98	1,54	44,3	441
С-105	1,32	1,90	42,9	313
Липень	1,14	1,44	42,7	394
999-93	0,68	0,92	39,8	435

Форсаж	0,80	1,39	45,4	405
Форвард	0,84	1,22	43,3	417
НСР ₀₅	0,16	0,47	3,6	101

Большинство изученных генотипов по показателю «масса 1000 зёрен» были на уровне стандарта, среднее значение за годы изучения составляло $44,3 \pm 0,4$ г.

В среднем за годы оценки общая кустистость составляла – $2,0 \pm 0,04$ шт./раст., продуктивная кустистость – $1,8 \pm 0,03$ шт./раст. Общая и продуктивная кустистость значительно превышала стандарт у NCL 95098. Следует выделить образцы CDC Mc Gwire и Калькюль, обладавшие наибольшим значением данных показателей из образцов, изученных в 2019-2021 гг. (общая кустистость – 2,8 шт./раст. и 3,0 шт./раст., продуктивная кустистость – 2,5 шт./раст. и 2,7 шт./раст. соответственно). Наименьшие значения общей и продуктивной кустистости отмечены у образцов Landrace, Местный (к-2930), Полярный 14 и Казьминский. Также продуктивная кустистость значительно ниже стандарта у образцов Местный (к-2929) и Куфаль (Таблица 6, Приложения 5 и 6).

За период исследований образцы сформировали колос со средней длиной $6,7 \pm 0,1$ см. По длине колоса существенно превышали Белгородский 100 образцы Новичок (7,1 см), Соорер (7,2 см), Danuta (7,3 см), Vonita (7,0 см), Нахбу (7,4 см), Мие (7,1 см), Щедрый (7,1 м) и почти все образцы, изучавшиеся в 2019-2021 гг. Значительно ниже стандарта по этому показателю образцы 752А, Landrace, Местный (к-3506), Местный (к-2929), Местный (к-2930), Макво, Rodos, Полярный 14, Казьминский и Липень.

Плотность колоса в среднем составляла $12,7 \pm 0,1$, у образцов Сябра, Rodos, Адам, Куфаль, CDC Mc Gwire, Fitzroy, 2033E, Irbe (PR-3528), Буян, 999-93 и Форвард была достоверно выше, чем у стандарта. Образцы 752А, Landrace, Нахбу, Местный (к-5983), Местный (к-3506), Местный(к-2929), Местный(к-2930), Макво, Казьминский, Беар, Эвергрин, Issota, Медикум 11, Медикум 176, Липень, 121-13 и Омский голозёрный 1 характеризовались значительно меньшей плотностью колоса, чем у сорта Белгородский 100.

Среднее количество колосков в колосе составляло $22,8 \pm 0,6$ шт., зёрен –

19,5±0,4 шт. По количеству колосков и зёрен стандарт Белгородский 100 превышали образцы Bear, CDC Mc Gwire, Калькюль, Mauritia, Issota, 2033E, Юкатан, Irbe (PR-3528), Буян, Оленёк, С-105, Липень и 121-13 и все многорядные образцы, изучавшиеся в 2018-2021 гг.

Таблица 6 – Коллекционные образцы, выделившиеся по одному или нескольким элементам продуктивности растений

Сорт	Кустистость, шт./раст.		Колос			
	общая	продуктивная	длина, см	плотность	количество, шт	
					колосков	зёрен
2018-2020 гг.						
Белгородский 100	2,4	2,1	6,5	13,0	19,7	17,7
Новичок	2,0	1,8	7,1	12,8	22,4	20,0
Соорер	2,6	2,3	7,2	13,0	20,8	19,5
Danuta	2,4	1,9	7,3	13,0	22,5	21,2
NCL 95098	3,8	3,2	6,5	12,7	19,4	17,3
Mie	1,9	1,7	7,1	13,2	22,4	20,4
Сябра	2,2	2,0	6,6	13,8	21,2	19,4
Rodos	3,0	2,5	5,8	15,1	20,4	18,8
Адам	2,4	2,1	6,9	14,2	22,9	20,5
Куфаль	1,7	1,4	6,0	13,8	18,7	17,9
НСР ₀₅	0,8	0,6	0,5	0,7	2,9	3,0
2019-2021 гг.						
Белгородский 100	2,2	2,0	6,0	12,6	17,9	16,6
Бear	2,6	2,1	9,0	11,8	24,4	22,5
CDC Mc Gwire	2,8	2,5	8,4	13,6	25,7	23,4
Эвергрин	2,5	2,2	7,1	11,9	20,1	17,4
Калькюль	3,0	2,7	7,6	12,7	22,2	20,3
Mauritia	1,8	1,6	6,9	13,1	20,6	18,6
Issota	2,3	1,9	7,7	11,9	20,6	18,8
2033E	2,0	1,7	6,9	13,6	21,8	19,8
Юкатан	1,9	1,6	8,0	13,0	23,4	21,3
Irbe (PR-3528)	2,2	2,0	7,7	13,2	24,4	22,9
Буян	2,1	1,9	8,0	13,8	25,1	23,0
Оленёк	2,2	1,9	7,9	13,0	23,5	23,1
C-105	1,9	1,7	5,4	12,0	43,3	31,7
Липень	1,5	1,4	5,6	11,2	41,8	27,3
Форвард	2,0	1,7	6,2	13,2	19,8	18,8
121-13	1,6	1,4	7,3	11,7	20,4	18,8
НСР ₀₅	0,6	0,5	0,7	0,5	2,2	1,9

Достоверное превышение стандарта по количеству колосков было выявлено у образца Адам, а по количеству зёрен – у образцов Danuta и Форвард. Значительно меньшее количество зёрен в колосе по сравнению со стандартным сортом имел образец Медикум 125.

3.1.3 Экологическая пластичность и стабильность урожайности коллекционных образцов

В неблагоприятных почвенно-климатических условиях все большее значение приобретает не только потенциальная продуктивность сортов, но и их экологическая устойчивость. Создание и внедрение в производство сортов наряду с высокой продуктивностью, отличающихся высокой экологической стабильностью и пластичностью, может обеспечить рост урожая ячменя (Фатыхов И.Ш. и др., 2019).

Согласно используемой методике А. Eberhart, W. A. Russel (1966) в редакции В. А. Зыкина и др. (2011) к интенсивному типу ($b_i > 1$) относились образцы, которые при благоприятных условиях для роста и развития растений ячменя характеризовались увеличением урожайности. В эту группу вошли генотипы Cooper, Danuta, Filippa, Sultan, Белгородский 100, Бионик, Orthega, Nahby, Bonita, Адам, Mentor, Crusades, Rodos, 752А, Новичок, Bear, CDC Mc Gwire, Эвергрин, Калькюль, Mauritia, Issota, Respect, Fitzroy, 2033E, Юкатан, Медикум 125, Докучаевский 10, Форвард, Омский голозёрный 1. Высокой урожайностью в благоприятный год характеризовались образцы Cooper (697 г/м²), Калькюль (647 г/м²), Юкатан (627 г/м²), Rodos (621 г/м²), Filippa (619 г/м²), Адам (614 г/м²), Bear (612 г/м²), Sultan (583 г/м²) и Рейдер (579 г/м²) (Приложение 7).

Образцы, относящиеся к нейтральному типу ($b_i < 1$), слабо реагировали на изменение условий вегетации. Практически не изменялась урожайность во все годы изучения у образцов Казьминский, Местный (к-3506), Одесский 115, Местный (к-5983), Щедрый, Наран, Полярный 14, Местный (к-2929),

Макбо, Сябра, Міе, Бадьорий, Медикум 176, Оленёк, С-105, Липень, 999-93. Среди них наиболее стабильной по годам урожайностью отличались образцы Местный (к-2929) – 283, 290, 266 г/м², Полярный 14 – 320, 319 и 303 г/м² и Щедрый – 487, 449, 446 г/м².

При коэффициенте пластичности, равном единице ($b_i = 1$) (высокая экологическая пластичность), изменение урожайности соответствовало изменению условий среды. Наибольшей пластичностью в изучаемых наборах образцов обладали генотипы Рейдер, Местный (к-2930), Landrace, NCL 95098, Медикум 11, Igbe (PR-3528), Буян, Форсаж, 121-13. Образцы Рейдер, Igbe (PR-3528), Медикум 11 и Буян отличались высокой урожайностью.

Стабильной урожайностью ($\sigma_d^2 \rightarrow 0$) характеризовались образцы Белгородский 100, Адам, а также Калькюль, обладавший высокой урожайностью.

Корреляционный анализ выявил достоверную зависимость (при $P \geq 0,95$) между урожайностью и показателем пластичности в 1 наборе ($r = 0,37$). Таким образом, в этом наборе более урожайными были образцы, относящиеся к интенсивному типу. Во 2 наборе образцов была установлена достоверная отрицательная корреляция (при $P \geq 0,95$) между урожайностью и показателем стабильности ($r = -0,44$), то есть более стабильными были образцы с низкой урожайностью. Однако невысокие численные значения этого коэффициента позволяют выбрать образцы, сочетающие высокую урожайность и экологическую стабильность.

В результате проведенных исследований выделены источники:

- высокой урожайности – Sultan, Filippa, Одесский 115, Rodos, Казьминский, Рейдер и Докучаевский 10;
- высокой урожайности и элементам продуктивности растений: общей и продуктивной кустистости, длине и озернённости колоса, массе зерна с колоса и растения – Калькюль; длине колоса – Cooper, Bonita, Щедрый, Respect, Медикум 11, Медикум 176 и Омский голозёрный 1; длине и озернённости колоса – Bear, Юкатан, Оленёк и 121-13; длине, плотности и

озернённости колоса – Irbe (PR-3528) и 2033E; длине и озернённости колоса и массе зерна с главного колоса – Буян; плотности колоса, – Куфаль, Fitzroy, 999-93; плотности и озернённости колоса, – Форвард; озернённости колоса и массе зерна с главного колоса – Липень.

- высокой кустистости – NCL 95098;
- длине колоса – Новичок, Mie, Нахбу, Эвергрин, Бадьорий;
- длине и озернённости колоса – Danuta, Mauritia и Issota;
- длине, плотности и озернённости колоса, массе зерна с растения – CDC Mc Gwire;
- плотности колоса и количеству колосков – Адам;
- плотности колоса и массе зерна с растения – Сябра;
- озернённости колоса, массе зерна с главного колоса и с растения – С-105;
- по высокой массе зерна с колоса – 752А и Полярный 14;
- высокой экологической пластичности и урожайности – Рейдер, Irbe (PR-3528), Медикум 11, Буян;
- стабильно высокой урожайности – Калькюль.

3.2 Исходный материал для селекции сортов ярового ячменя с высоким качеством зерна

Одним из важнейших показателей кормовых достоинств зерна ячменя является содержание белка (Белкина Р.И. и др., 2015). Данный показатель сильно варьирует в зависимости от сортовых особенностей (генотип) и условий репродукции (климатические факторы, агротехника).

В результате исследований выявлено, что количество белка в зерновке изменялось в зависимости от погодных условий года. Так, установлена высокая достоверная корреляционная зависимость (при $P \geq 0,95$) содержания белка со следующими показателями: количество осадков ($r = 0,95$) и гидротермический коэффициент ($r = 0,81$) за вегетационный период. Кроме

того, была установлена отрицательная корреляция между содержанием белка в зерне и суммой эффективных температур за период вегетации ($r = -0,61$). С помощью регрессионного анализа установлено, что накопление белка в зерне зависело от осадков и гидротермического коэффициента за вегетационный период на 90,0% ($R^2 = 0,90$) и 65,6% ($R^2 = 0,656$) соответственно.

Содержание белка в зерне 1 набора изменялось незначительно по годам от 13,1 до 14,5% ($CV = 5,9\%$) и образцам от 12,0 до 16,2% ($CV = 9,1\%$) (Рисунок 3, Приложение 8). В 2018 г., при индексе условий окружающей среды (I_j) равном -0,4, диапазон изменчивости содержания белка по генотипам составлял от 10,5 до 16,8% ($CV = 12,7\%$), в 2019 г. ($I_j = -0,6$) – от 10,9 до 15,9% ($CV = 10,7\%$).

Содержание белка в зерне 2 набора изменялось по годам от 11,9 до 13,7% ($CV = 7,2\%$) и образцам от 11,2 до 14,6% ($CV = 6,2\%$) (Рисунок 3, Приложение 9). В 2019 г., при I_j равном -0,2 содержание белка в зерне изменялось от 10,9 до 15,1% ($CV = 7,8\%$), в 2021 г. ($I_j = -0,7$) – от 10,2 до 16,0% ($CV = 11,4\%$).

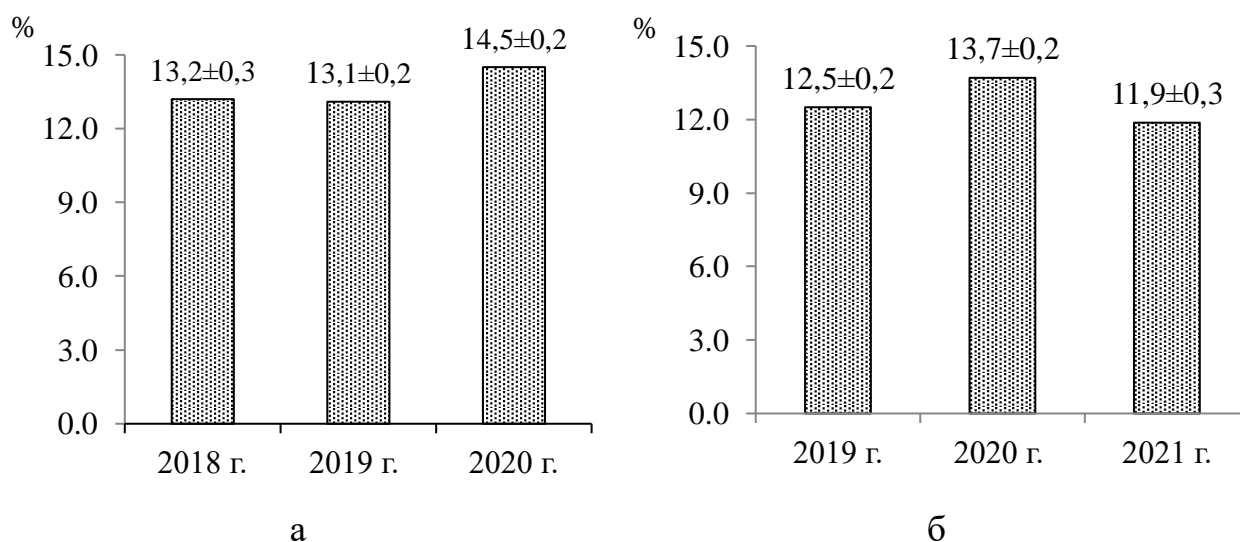


Рисунок 3 – Содержание белка в зерне коллекционных образцов ячменя в зависимости от условий вегетации (в среднем по образцам): а – 1 набор, б – 2 набор

Наиболее благоприятные условия накопления белка в зерне коллекционных образцов сложились в 2020 г. ($I_j = 0,9$ – 1 набор, $I_j = 0,8$ – 2 набор), когда его содержание у 1 набора варьировало от 12,6 до 17,4% ($CV = 8,3\%$), при среднем значении $14,5 \pm 0,2\%$, а у 2 набора – от 12,0 до 15,7% ($CV = 5,9\%$), при среднем значении $13,7 \pm 0,2\%$.

За период исследований высокое содержание белка отмечалось у генотипов Landrace, Местный (к-2929), Местный (к-2930) и Макбо. Наряду с ними достоверно превысили стандарт по содержанию белка в зерне образцы Crusades, 752A, Filippa, NCL 95098, Местный (к-5983), Местный (к-3506), Rodos, Полярный 14, Наран, Медикум 125, С-105, Форсаж и 121-13.

Подбор исходного материала для селекции необходимо осуществлять, не ограничиваясь количественной оценкой содержания белка в зерне, но и принимая во внимание приспособленность генотипа к условиям конкретного региона возделывания. Только высокая адаптивность высокобелковых сортов может обеспечить стабильно высокое содержание белка в зерне при неблагоприятных метеорологических условиях.

Установлены различия по содержанию белка между коллекционными образцами по параметрам экологической пластичности (b_i) и стабильности (σd^2). К образцам, у которых при благоприятных условиях формируется наибольшее количество белка в зерне ($b_i > 1,0$) относятся Белгородский 100, Новичок, Crusades, Cooper, Danuta, Filippa, Vonita, Landrace, Нахбу, Местный (к-2929), Одесский 115, Сябра, Rodos, Рейдер, Куфаль, Bear, CDC Mc Gwire, Эвергрин, Isotta, Respect, Fitzroy, 2033E, Юкатан, Медикум 11, Медикум 125, Докучаевский 10, Буян, Оленёк, Форвард и Омский голозёрный 1. Максимальное содержание белка в зерне ячменя в благоприятный год сформировалось у образцов Местный (к-2929) – 17,4%, Landrace – 16,8 %, Crusades, Rodos – 15,9 % и Filippa – 15,5 % (Приложение 8, Приложение 9).

К нейтральному типу ($b_i < 1,0$) были отнесены образцы Бионик, Sultan, Mentor, Ortheга, 752A, NCL 95098, Местный (к-5983), Местный (к-3506), Местный (к-2930), Макбо, Наран, Казьминский, Адам, Калькюль, Mauritia,

Бадьорий, Irbe (PR-3528), С-105, Липень, 999-93, Форсаж и 121-13. Слабым изменением содержания белка в зерне по годам отличались образцы Местный (к-5983) – 14,9; 14,9 и 14,0 %, Наран – 13,5; 13,4 и 13,9% и 121-12 – 13,1; 14,0 и 13,8% соответственно.

Наибольшей экологической пластичностью ($b_i = 1$) среди изученных генотипов характеризовались образцы Мие, Щедрый, Медикум 176, а также Полярный 14, отличавшийся высоким содержанием белка.

Стабильно высоким содержанием белка в зерне ($\sigma d^2 \rightarrow 0$) в условиях Кировской области характеризовался образец Местный (к-5983), стабильным – Ortheга, Эвергрин, 2033Е и Юкатан.

Расчёт коэффициентов корреляции содержания белка в зерне и показателями пластичности и стабильности выявил, что с коэффициентом регрессии (показатель пластичности) связь достоверная отрицательная (при $P \geq 0,95$) в обоих наборах образцов ($r = -0,37$ – 1 набор, $r = -0,44$ – 2 набор). Со вторым параметром не выявлена статистически значимая корреляция в обоих наборах ($r = 0,04$ – 1 набор, $r = 0,27$ – 2 набор). Таким образом, большим содержанием белка будут отличаться образцы, относящиеся к нейтральному типу.

Хотя в целом по выборкам отмечена отрицательная корреляционная зависимость между содержанием белка в зерне и экологической пластичностью, невысокие численные значения этого коэффициента позволяют выбрать образцы, которые сочетают высокое содержание белка и экологическую пластичность.

Большое значение для выбора исходного материала для селекции на качество зерна ячменя имеет отбор коллекционных образцов сочетающих высокое содержание белка в зерне с такими признаками, как урожайность, продолжительность вегетационного периода и устойчивость к полеганию. У высокобелковых генотипов отмечалось значительное варьирование урожайности – от 255 до 465 г/м² (CV = 21,5%). Урожайностью на уровне

стандарта характеризовались образцы Filippa, Rodos, Медикум 125, Форсаж и 121-13.

По продолжительности вегетационного периода высокобелковые коллекционные образцы различались незначительно ($CV = 1,9\%$), в среднем за годы оценки продолжительность периода «всходы-созревание» составляла от 72 до 77 сут. (Таблица 8).

Таблица 8 – Характеристика высокобелковых коллекционных образцов, 2018-2020 гг.

Образец	Урожайность, г/м ²	Продолжительность вегетационного периода, сут.	Устойчивость к полеганию, балл
1 набор			
Белгородский 100	463	74	8,9
Crusades	343	77	8,5
752 А	276	73	5,6
Filippa	431	76	8,9
NCL 95098	375	75	9,0
Landrace	227	73	5,8
Местный образец	296	73	5,8
Местный образец	276	75	5,9
Местный образец	280	73	5,7
Местный образец	283	73	5,3
Макво	255	72	5,1
Rodos	465	76	8,4
Полярный 14	314	73	7,5
Наран	407	73	8,5
НСР ₀₅	42	3	–
2 набор			
Белгородский 100	453	74	8,6
Медикум 125	367	73	8,4
С-105	313	74	7,2
Форсаж	405	73	9,0
121-13	363	75	8,2
НСР ₀₅	101	2	–

Устойчивость к полеганию у генотипов с высоким содержанием белка в зерне варьировала от 5,1 до 9,0 баллов ($CV = 20,0\%$). Устойчивостью выше 8,0 баллов обладали образцы Crusades, Filippa, NCL 95098, Rodos, Наран, Медикум 125, Форсаж и 121-13.

Коллекционные образцы Filippa, Rodos, Медикум 125, Форсаж и 121-13, характеризующиеся высокой урожайностью на уровне стандарта и устойчивостью к полеганию, представляют перспективу для их использования в селекции высокобелковых сортов ячменя.

Высокими показателями природы, достоверно превышающими стандарт Белгородский 100, характеризовались сорта 752А, Landrace, Местный (к-5983), Местный (к-3506), Местный (к-2929), Местный (к-2930), Макбо, Наран, Щедрый, Куфаль, Адам, Bear, Irbe (PR-2835) и 121-13. Показатель натурной массы у образца Orthega (651,4 г/л) был значительно ниже, чем у стандартного сорта. Кроме него недостаточной натурной массой обладали сорта Омский голозёрный 1 (782,9 г/л), С-105 (759,3 г/л), Медикум 176 (755,8 г/л), CDC Mc Gwire (751,0 г/л), Бионик (666,6 г/л), Filippa (665,2 г/л) и Полярный 14 (666,0 г/л) (Приложение 10).

На уровне стандарта по показателю «выравненность» находились образцы Новичок, Crusades, Cooper, Sultan, Mentor, Danuta, Filippa, Bonita, NCL 95098, Нахбу, Одесский 115, Мие, Сябра, Полярный 14, Наран, Казьминский, Щедрый, Рейдер, Куфаль, Эвергрин, Калькюль, Mauritia, Issota, Respect, Fitzroy, 2033E, Бадьорий, Юкатан, Медикум 11, Медикум 125, Докучаевский 10, Буян, Оленёк, Липень, 999-93, Форвард, Форсаж (Приложение 10).

В результате оценки качества зерна выделены коллекционные образцы, отличающиеся экологической пластичностью и стабильностью, высоким содержанием белка в зерне в сочетании с другими селекционно-ценными признаками, высокой натурной массой и выравниваемостью.

3.3 Продолжительность вегетационного периода

Использование сортов, наиболее адаптированных по продолжительности вегетационного периода к условиям выращивания имеет большое значение для получения высоких урожаев. Средняя продолжительность вегетационного

периода коллекционных образцов в годы проведения исследований изменялась незначительно и составляла $73,0 \pm 0,3$ сут. ($CV = 5,9\%$) (Рисунок 4).

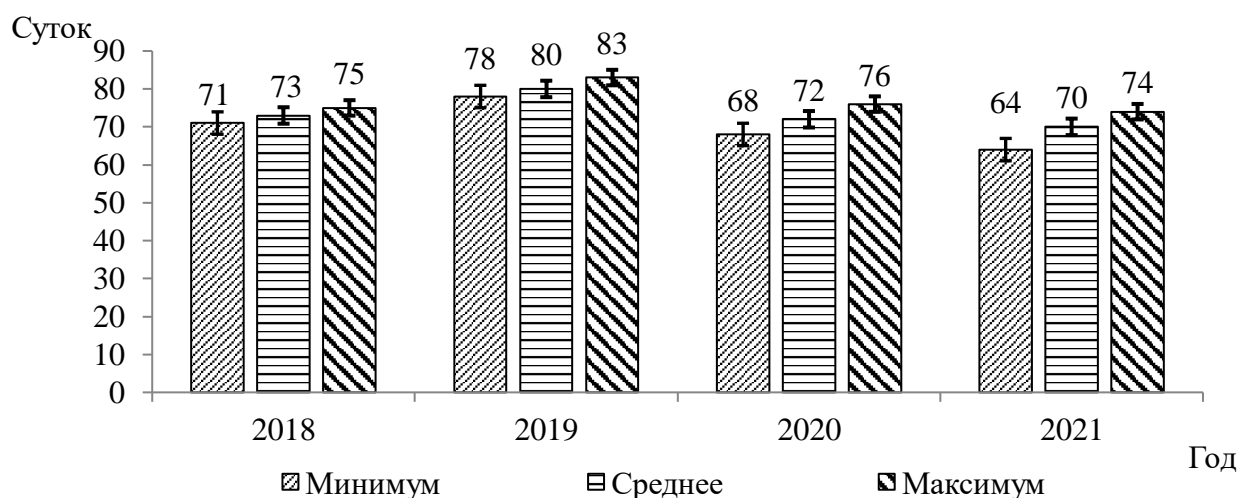


Рисунок 4 – Продолжительность вегетационного периода коллекционных образцов

За период исследований (2018-2021 гг.) более коротким вегетационным периодом отличались образцы из Австралии, созревающие в среднем за $70 \pm 1,2$ сут. (Таблица 9).

Таблица 9 – Группировка коллекционных образцов по регионам происхождения

Регион	Количество образцов	Продолжительность вегетационного периода, суток		
		min	max	средняя
Западная Европа	19	64	78	$72 \pm 1,1$
Восточная Европа	70	68	77	$72 \pm 0,3$
Северная Европа	11	68	78	$74 \pm 1,0$
Центральная Азия	4	71	75	$73 \pm 0,8$
Восточная Азия	3	73	74	$73 \pm 0,3$
Южная Азия	2	73	75	$74 \pm 1,0$
Северная Америка	12	68	76	$72 \pm 0,8$
Южная Америка	3	73	76	$75 \pm 0,9$
Австралия	5	68	74	$70 \pm 1,2$

Больше всего времени для созревания потребовалось генотипам из Южной Америки. Период от всходов до созревания у них в среднем продолжался $75 \pm 0,9$ сут.

Группировка изученных коллекционных образцов показала, что среди сортов одного географического происхождения продолжительность вегетационного периода в природно-климатических условиях региона варьирует до 6,7%.

Наибольшим разнообразием по срокам созревания отличались генотипы из таких стран, как Франция ($CV = 9,6\%$), Дания ($CV = 6,1\%$), Германия ($CV = 6,0\%$) и Украина ($CV = 5,3\%$). У образцов отечественной селекции вегетационный период изменялся от 68 до 76 сут. ($CV = 3,6\%$).

Наличие сортов с различной продолжительностью межфазных периодов и вегетационного периода в целом указывает на возможность использования выделенных генотипов для создания сортов разных сроков созревания.

Для выявления различий между образцами была произведена их дифференциация на три условные группы с продолжительностью вегетационного периода 61-70 сут., 71-80 сут. и 81-90 сут. (Таблица 10).

Таблица 10 – Группировка сортов по продолжительности вегетационного периода

Год	Изменчивость вегетационного периода, суток	Амплитуда изменчивости	Соотношение (%) групп сортов по продолжительности вегетационного периода		
			61-70 суток	71-80 суток	81-90 суток
1 набор					
2018	71-75	4	0	100,0	0
2019	78-83	5	0	51,6	48,4
2020	68-76	8	51,6	48,4	0
2 набор					
2019	78-81	3	0	84,6	15,4
2020	69-76	7	30,8	69,2	0
2021	68-74	6	3,8	96,2	0

Дифференциация образцов на группы показала, что метеорологические условия влияют на продолжительность вегетационного периода и вызывают ежегодное перераспределение генотипов по срокам созревания. Так, в наиболее благоприятные годы сортовая индивидуальность проявлялась лучше, а в неблагоприятные почти все генотипы созревали одновременно.

По результатам исследования все образцы были отнесены к одной группе – среднеспелые. Их вегетационный период в среднем составлял от 72 до 78 сут.

Наименьшим периодом от всходов до созревания среди изученных генотипов отличались Макбо, Форвард (72 сут.), 752А, Landrace, Местный (к-5983), Местный (к-2929), Местный (к-2930), Полярный 14, Наран, Казьминский, Медикум 11, Медикум 125, Форсаж (73 сут.).

Более длительным вегетационным периодом характеризовались образцы Бионик, Crusades, Рейдер, Адам, Эвергрин, Калькюль, 2033Е (77 сут.), Mentor, Danuta (78 сут.).

Изучение вегетационного периода растений проводили с учетом продолжительности межфазных периодов, так как одновременно созревающие образцы зачастую различались по их продолжительности (Таблица 11).

За период исследований продолжительность развития растений ячменя от всходов до кущения в среднем составляла от 13 до 16 сут. в 1 наборе образцов и от 13 до 18 сут. во 2 наборе. Наименьшая продолжительность этого межфазного периода в обоих наборах была в 2020 г. и составляла 9 дней, наибольшая – 20 сут. (2018 г.) в 1 наборе и 24 сут. (2021 г.) во 2 наборе. Минимальным межфазным периодом «всходы-кущение» выделялись образцы Новичок, Нахбу, Куфаль и Медикум 125, более продолжительным – Mentor, Orthega, 752А, NCL 95098, Макбо, Мие, Issota, Respect и С-105.

Период от кущения до выхода в трубку у изученных образцов изменялся в среднем от 14 до 18 сут. в 1 наборе и от 12 до 17 сут. во 2 наборе образцов. Наименьшая его продолжительность была 11 сут. (2018 г.) в 1

наборе и 6 сут. (2021 г.) во 2 наборе, наибольшая – 21 сут. (2018-2019 гг.) в 1 наборе и 20 сут. (2020 г.) во 2 наборе. Более быстрым прохождением данного периода характеризовались генотипы NCL 95098, Макбо, Issota, Медикум 125, Докучаевский 10 и 121-13. Более длительный период «кущение-выход в трубку» был отмечен у образцов Бионик, Crusades, Sultan, Filipra, Адам и 2033E.

Таблица 11 – Продолжительность межфазных периодов у коллекционных образцов

Параметры	Год	Межфазный период, суток			
		всходы-кущение	кущение -выход в трубку	выход в трубку-колошение	колошение-созревание
2018-2020 гг.					
Min-max	2018	12-20	11-21	9-14	26-29
	2019	17-19	17-21	6-18	29-39
	2020	9-12	13-21	11-19	28-38
Среднее	2018	16	17	12	28
	2019	18	18	11	34
	2020	10	15	16	31
Амплитуда изменчивости	2018	8	10	5	3
	2019	2	4	12	10
	2020	3	5	8	10
2019-2021 гг.					
Min-max	2019	17-19	16-19	6-14	29-37
	2020	9-12	11-20	12-19	26-34
	2021	12-24	6-16	9-17	28-34
Среднее	2019	19	16	11	33
	2020	10	15	16	31
	2021	19	10	12	31
Амплитуда изменчивости	2019	2	3	8	8
	2020	3	9	7	8
	2021	12	10	8	6

Период от выхода в трубку до колошения у исследуемых образцов в среднем длился от 9 до 16 дней в 1 наборе и от 11 до 16 во 2 наборе. Наиболее коротким данный межфазный период у образцов в обоих наборах был в 2019 г., а наиболее продолжительным – в 2020 г., и составлял 6 дней и 19 дней соответственно. Минимальным этот период был у генотипов Казьминский, Докучаевский 10, С-105, Липень. Максимальным межфазным

периодом «выход в трубку-колошение» отличались образцы Новичок, CDC Mc Gwire и Омский голозёрный 1.

Продолжительность периода от колошения до созревания в обоих наборах образцов в среднем изменялась от 29 до 34 сут. Наименьшая его продолжительность в обоих наборах составляла 26 сут. (2018 г. и 2020 г.). Наибольшая отмечалась в 2019 г. составила 39 сут. в 1 наборе и 37 сут. во 2 наборе. Раннее созревание отмечалось у генотипов Новичок, Sultan, 725A, Filippra, Местный (к-5983), Наран, Bear и CDC Mc Gwire. Образцы Местный (к-5983), Rodos, Калькюль, Медикум 176 и Липень имели самый длительный период от колошения до созревания.

Выявлено, что основной проблемой создания скороспелых и урожайных сортов ячменя является то, что между этими важными признаками существует отрицательная корреляция, а также, что самые скороспелые сорта обладают низкой продуктивностью (Родина Н. А., 2006). В наших исследованиях более скороспелые образцы оказались менее урожайными только в 2019 г. ($r = -0,40$), в 2018 и 2020 гг. они отличались большей продуктивностью ($r = 0,34$ и $0,29$ соответственно), а в 2021 г. различий по этому признаку между образцами с минимальным и максимальным периодом «всходы-созревание» не было установлено.

Установлена связь между продолжительностью вегетационного периода и элементами продуктивности растений. Так, в отдельные годы была установлена достоверная корреляционная зависимость (при $P \geq 0,95$) между продолжительностью вегетационного периода и массой зерна с растения (2018 г., 2020 г.), массой 1000 зёрен (2020 г.).

Таким образом, выделены коллекционные образцы для использования в дальнейшем селекционном процессе с целью:

- сокращения межфазных периодов: «всходы-кущение» – Нахбу и Куфаль; «кущение-выход в трубку» – NCL 95098, Makbo, Issota и 121-13; «выход в трубку-колошение», Казьминский, С-105 и Липень; «колошение-созревание» – Sultan, 725A, Filippra, Местный (к-5983), Наран, Bear и CDC Mc

Gwire; «всходы-кущение» и «колошение-созревание» – Новичок; «всходы-выход в трубку» – Медикум 125; «кущение-колошение» – Докучаевский 10;

- увеличения межфазных периодов: «всходы-кущение» Mentor, Orthega, 752A, NCL 95098, Makbo, Mic, Issota, Respect и C-105; «кущение-выход в трубку» – Бионик, Crusades, Sultan, Filipa, Адам и 2033E; «выход в трубку-колошение» – Новичок, CDC Mc Gwire и Омский голозёрный 1; «колошение-созревание» – Местный (к-5983), Rodos, Калькюль, Медикум 176 и Липень;

- продолжительности вегетационного периода – Makbo, 752A, Landrace, Местный (к-5983), Местный (к-2929), Местный (к-2930), Полярный 14, Наран, Медикум 125, Форсаж;

- сочетающие скороспелость и высокую урожайность – Казьминский, Форвард, Медикум 11.

3.4 Устойчивость к полеганию коллекционных образцов ячменя

Склонность к полеганию у зерновых культур ограничивает потенциал продуктивности, приводит к заметному изменению обменных процессов в растениях, к усиленному развитию грибковых заболеваний, понижению качества зерна и затрудняет уборку урожая (Ковригина Л.Н., Заушинцева А.В., 2010). Решение этой проблемы возможно, прежде всего, за счет создания устойчивых к полеганию сортов ячменя.

Различающиеся по условиям вегетации годы изучения способствовали более точной оценке коллекционных образцов. Провокационные условия сложились в 2020 г., когда у 42,7% генотипов устойчивость к полеганию составляла от 4,0 до 7,5 баллов. Полеганию части образцов в этот год способствовали ливневые дожди, сопровождавшие сильным ветром, а временами и выпадением града. Наиболее благоприятным стал 2021 г., когда все генотипы обладали высокой устойчивостью к полеганию от 8,0 до 9,0 баллов (Рисунок 5).

В годы проведения исследований наблюдали значительное варьирование устойчивости к полеганию у изученных образцов в 1 наборе от 4,0 до 9,0 баллов, во 2 наборе – от 5,0 до 9,0 баллов. Устойчивость к полеганию, равная 9,0 баллам за все годы исследований, была выявлена у 8 образцов: Белгородский 100, Бионик, Filippa, NCL 95098, Mie, Адам, Issota и Форсаж. Самой низкой устойчивостью к полеганию (4,5 балла) характеризовался сорт Макво (Рисунки 6 и 7).

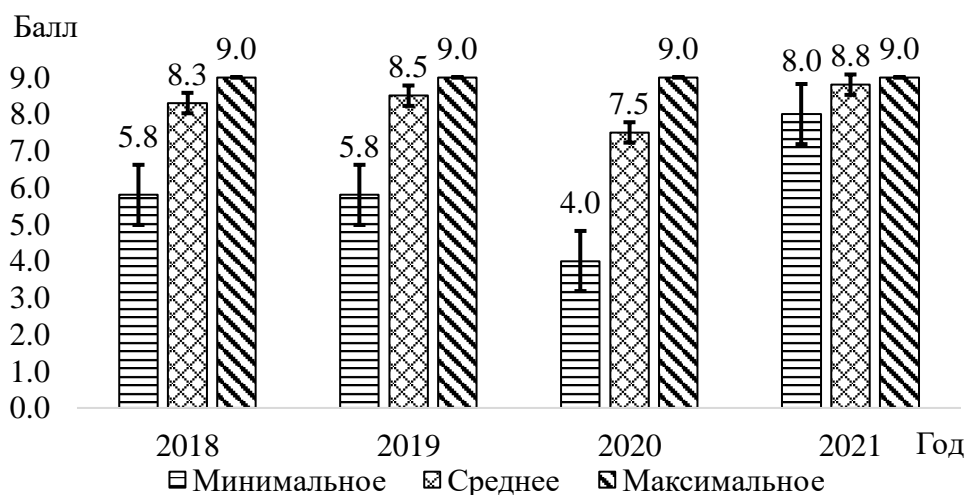


Рисунок 5 – Устойчивость к полеганию коллекционных образцов ячменя,

балл

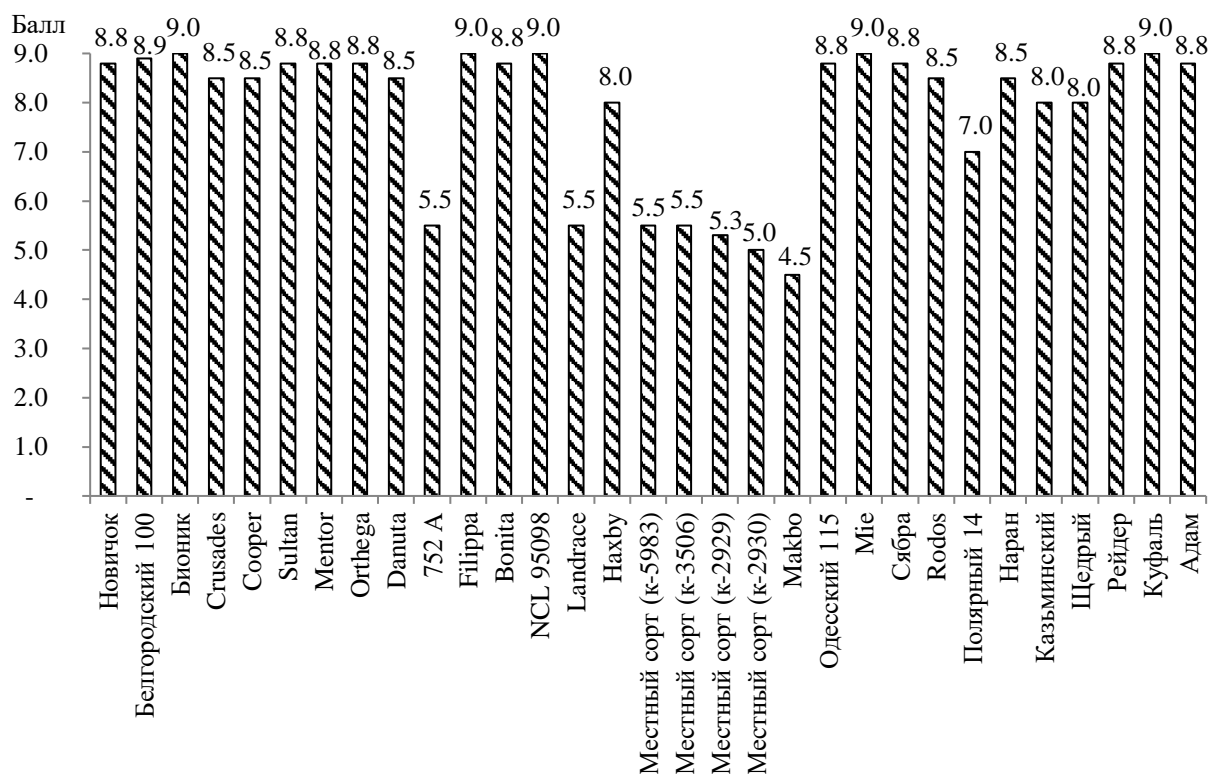


Рисунок 6 – Средний балл устойчивости к полеганию 1 набора образцов

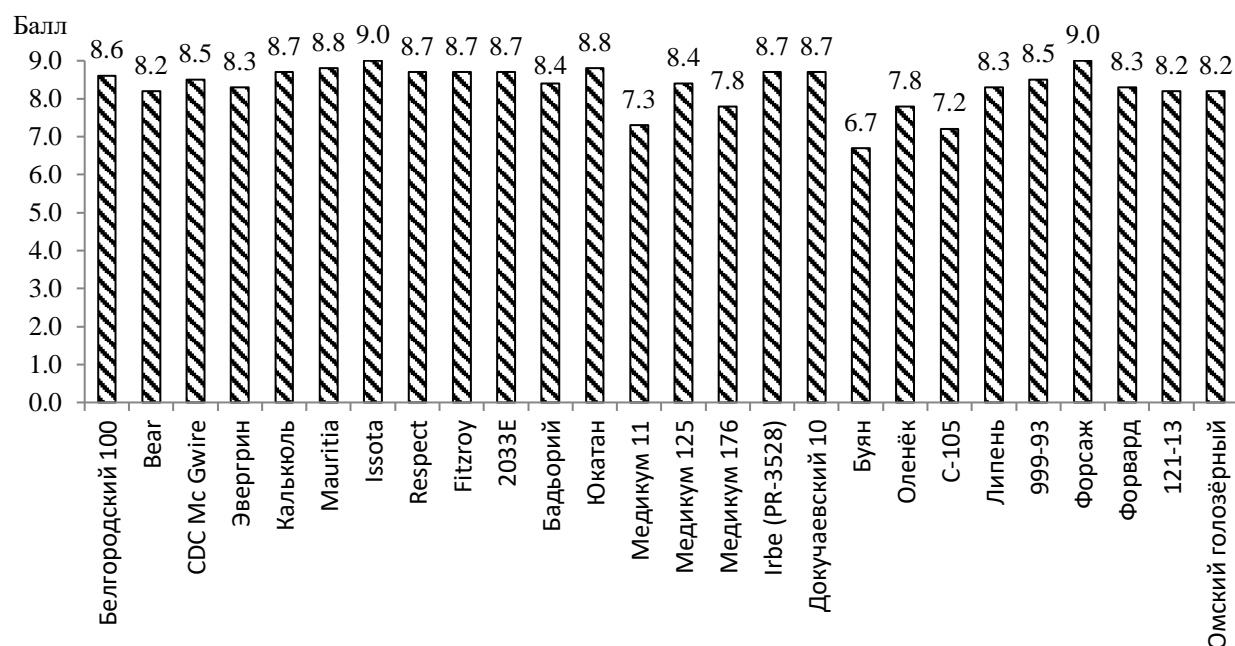


Рисунок 7 – Средний балл устойчивости к полеганию 2 набора образцов

Для более детального изучения устойчивости к полеганию в 1 набор были отобраны устойчивые и неустойчивые к полеганию образцы.

Склонность растений к полеганию связывают с различными факторами, среди них: условия произрастания растений, высота стебля, кустистость, количество узловых корней и морфологические особенности второго нижнего междоузлия.

Проанализировав коллекционные образцы по данным признакам, была установлена достоверная связь (при $P \geq 0,95$) между устойчивостью к полеганию и следующими показателями: высота растений ($r = -0,61$) и общая ($r = 0,46$) кустистость.

С помощью регрессионного анализа установлено, что изменение устойчивости к полеганию у данного набора на 37,2% ($R^2 = 0,372$) зависело от высоты растений и на 21,2% ($R^2 = 0,212$) от общей кустистости. Снижение высоты растений на 0,1 см вело к увеличению устойчивости к полеганию у изученных образцов на 1 балл ($y = -0,1288x + 16,026$). Кроме того,

устойчивость к полеганию может повыситься на 1 балл с возрастанием продуктивной кустистости на 0,2 стебля ($y = 0,206x + 0,5026$).

Для выделения наиболее информативного способа оценки исходного материала по устойчивости к полеганию, были рассмотрены методики, наиболее широко используемые в селекционной практике.

Высоту соломины, контролируемую сложной системой генов, и определяемую условиями вегетации, часто напрямую связывают с устойчивостью растений к полеганию. Поэтому во многих странах проблема полегания растений решается снижением высоты стебля (Родина Н.А., 2006). Однако снижение высоты целесообразно до определенного предела, поскольку существует положительная корреляция между урожаем и высотой стебля, а солома ячменя обладает еще и кормовой ценностью (Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., 1993).

Как было сказано выше, полегаемость растений в исследованиях зависела от высоты растений и с увеличением её балл устойчивости снижался. В соответствии с Международным классификатором СЭВ рода *Hordeum* L. (1983) все образцы были разделены по высоте растений на четыре условные группы: очень низкие (41-60 см), низкорослые (61-70 см), средненизкие (71-80 см) и среднерослые (81-95 см).

В результате, в группе «очень низкие» устойчивость к полеганию в среднем составляла 8,7 балла, в группе «низкорослые» – 8,0 баллов, в группе «средненизкие» – 6,1 балл, а в группе «среднерослые» – 5,5 баллов. Однако следует отметить, что устойчивость к полеганию не в полной мере зависела от высоты растений. Например, в группу «низкорослые» вошли образцы NCL 95098 и Filipra, с устойчивостью к полеганию 9 баллов и образцы Makbo и Landrace, устойчивость к полеганию которых была 4,5 и 5,5 баллов соответственно. Схожая картина наблюдалась и в группе «средненизкие». Устойчивость к полеганию в этой группе изменялась от 5,0 баллов Местный (к-2930) до 8,5 баллов (Наран) (Таблица 12).

У большинства устойчивых к полеганию сортов общая кустистость

была выше, чем у полегающих образцов. Однако следует отметить, что некоторые неполегающие генотипы имели сходное с полегающими значение этого признака. Например, образцы Filippa и 752A, устойчивость к полеганию которых равнялась 9,0 и 5,5 баллов соответственно, обладали одинаковой общей кустистостью (1,9 шт./раст.) (Таблица 12, Приложение 11).

Таблица 12– Устойчивость к полеганию и элементы структуры урожайности 1 набора образцов

Образец	Устойчивость к полеганию, балл	Высота растения, см	Общая кустистость, шт./раст.	Количество вторичных корней в фазу «созревание», шт.
41-60 см				
Mentor	8,8	52,0	2,3	15,9
Казьминский	8,0	53,9	1,4	13,6
Бионик	9,0	56,4	2,4	11,6
Rodos	8,5	59,0	3,0	16,2
61-70 см				
Filippa	9,0	61,8	1,9	17,7
Белгородский 100	9,0	62,5	2,4	18,1
NCL 98095	9,0	62,6	3,8	15,5
Одесский 115	8,8	61,4	2,3	16,0
Макбо	4,5	66,2	1,6	9,6
Landrace	5,5	68,6	1,3	15,9
71-80 см				
Местный(к-5983)	5,5	73,5	1,8	16,0
Местный(к-2930)	5,0	71,3	1,4	10,5
Наран	8,5	72,6	1,6	18,6
752A	5,5	78,3	1,9	16,3
Полярный 14	7,0	78,5	1,2	18,2
81-95 см				
Местный(к-3506)	5,5	82,5	2,0	17,5
НСР ₀₅	–	4,1	0,8	5,4

Кроме того, у таких устойчивых к полеганию образцов, как Filippa, Mie, Наран, Казьминский, Щедрый, Рейдер и Адам, общая и продуктивная кустистость была значительно ниже, чем у неполегающего стандарта Белгородский 100. В то время как, неустойчивый к полеганию образец Местный (к-3506) имел общую кустистость на уровне стандарта (Таблица 12).

Несмотря на различия достоверные генотипов по количеству корней, в наших исследованиях обнаружена связь между числом узловых корней и полегаемостью ($r = 0,14$). Как и в случаях с высотой и кустистостью растений, нельзя говорить, что устойчивыми к полеганию будут только те генотипы, которые имеют более развитую корневую систему. Так устойчивый к полеганию образец Одесский 115 имел количество корней аналогичное полегающему образцу Местный (к-5983), равное 16 шт.

Таким образом, можно заключить, что отбор только по высоте или кустистости растений не всегда бывает эффективен. Устойчивыми к полеганию могут оказаться высокостебельные генотипы, а также с низкой кустистостью или меньшим количеством вторичных корней, как, например, образцы Наран, Filippa, Бионик.

Многие исследователи объясняют устойчивость растений к полеганию морфологическими особенностями второго нижнего междоузлия, такими как его длина, диаметр и масса (Заушинцева А. В. и др., 2008; Исамитдинов Р. Н. и др., 2009; Тороп Е. А. и др., 2011; Захаров В. Г. и др., 2015; Раска D., 2015). Наиболее часто авторы связывают устойчивость к полеганию с длиной второго нижнего междоузлия. Для проверки данного положения коллекционные образцы были разделены по длине второго нижнего междоузлия на 10 условных групп. Установлено, что в некоторых группах присутствуют как устойчивые, так и не устойчивые к полеганию образцы. Отсутствие в некоторых группах образцов, различающихся по полеганию, можно объяснить количеством изучаемых образцов. Возможно, если бы в составе этих групп было больше генотипов, то и в них обнаружили бы

разные по устойчивости к полеганию формы. Так генотипы, обладавшие одинаковой устойчивостью к полеганию, имели существенно различающуюся массу второго нижнего междоузлия. Например, образцы Бионик и NCL 95098, характеризовавшиеся, как устойчивые к полеганию, имели массу второго нижнего междоузлия равную 41,1 мг и 71,6 мг соответственно. Даже образцы в пределах одной группы, имеющие примерно одинаковую длину вторых нижних междоузлий, различались по массе. Это видно на примере образцов Sultan и 752A. Данные генотипы, вошедшие в одну группу по длине второго междоузлия, имели существенно отличающуюся его массу, равную 60,3 мг и 86,2 мг соответственно. При этом Sultan устойчив к полеганию, а 752A нет (Таблица 13, Приложение 12).

Таблица 13 – Морфологические особенности второго нижнего междоузлия 1 набора коллекционных образцов

Образец	Устойчивость к полеганию, балл	Длина 2-го нижнего междоузлия, см	Диаметр 2-го нижнего междоузлия, мм	Масса 2-го нижнего междоузлия, мг	Масса отрезка 1 см, мг
1	2	3	4	5	6
4,41-4,80 см					
Бионик	9,0	4,77	2,3	41,1	9,2
4,81-5,20 см					
Адам	9,0	5,14	2,9	65,3	17,6
5,21-5,60					
Rodos	8,4	5,39	2,6	56,4	11,5
Crusades	8,5	5,40	2,4	70,3	12,3
5,61-6,00					
Mie	9,0	5,83	2,4	60,5	12,8
Куфаль	9,0	5,96	2,8	65,9	15,6
6,01-6,40					
Макбо	5,1	6,07	2,4	54,0	11,7
Sultan	8,8	6,09	2,4	60,3	10,5
Filippa	8,9	6,14	2,4	73,0	13,1
725A	5,6	6,17	2,7	86,2	17,7
6,41-6,80 см					
Рейдер	8,8	6,44	2,7	76,7	15,9
Danuta	8,0	6,68	2,6	90,9	14,7
6,81-7,20 см					
Новичок	8,9	6,82	2,4	68,0	10,9
Местный (к-2929)	5,3	6,91	2,6	73,3	12,7

Щедрый	7,6	7,12	2,2	78,7	11,7
7,21-7,60 см					
NCL 95098	9,0	7,23	2,3	71,6	12,1
Местный (к-2930)	5,3	7,53	2,6	78,1	12,0
8,01-8,40 см					
Местный (к-3506)	5,9	8,18	2,2	78,7	10,4

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6
Белгородский 100	8,8	8,38	2,5	80,5	11,4
9,21-9,60 см					
Полярный 14	7,5	9,24	2,9	121,8	15,6
НСР ₀₅	–	0,74	0,2	12,8	–

К тому же устойчивые к полеганию образцы присутствовали во всех группах, кроме группы с длиной второго нижнего междоузлия от 8,8 до 9,2 см, куда вошёл только образец Полярный 14. Неустойчивые к полеганию сорта имели различную длину междоузлий и присутствовали в большинстве групп. Не было выявлено и достоверной корреляционной зависимости между устойчивостью к полеганию и длиной второго нижнего междоузлия ($r = -0,28$).

Е. А. Тороп с соавторами (2011), изучив сорта озимой ржи, выявили связь между устойчивостью к полеганию и массой междоузлий. В наших исследованиях устойчивость к полеганию в слабой степени зависела от массы второго нижнего междоузлия ($r = -0,35$). Но была обнаружена тесная взаимосвязь между длиной второго нижнего междоузлия и его массой ($r = 0,74$). Наблюдалась тенденция увеличения массы второго нижнего междоузлия с увеличением его длины (Рисунок 8), хотя это не было характерно для всех сортов.

Исследователями (Исамитдинов Р. Н. и др., 2009; Раска D., 2015) была выявлена средняя корреляционная зависимость между устойчивостью к полеганию и диаметром второго нижнего междоузлия. Оценка коллекции ячменя показала, что у образцов, имеющих разную устойчивость к полеганию, могут быть одинаковые по диаметру междоузлия. Например, образцы Рейдер (устойчивость к полеганию – 8,8 баллов) и 752А (5,5 баллов)

имели одинаковый диаметр вторых нижних междоузлий, равный 2,7 мм. Более того, некоторые неустойчивые к полеганию генотипы обладали большим диаметром второго нижнего междоузлия, чем устойчивые.

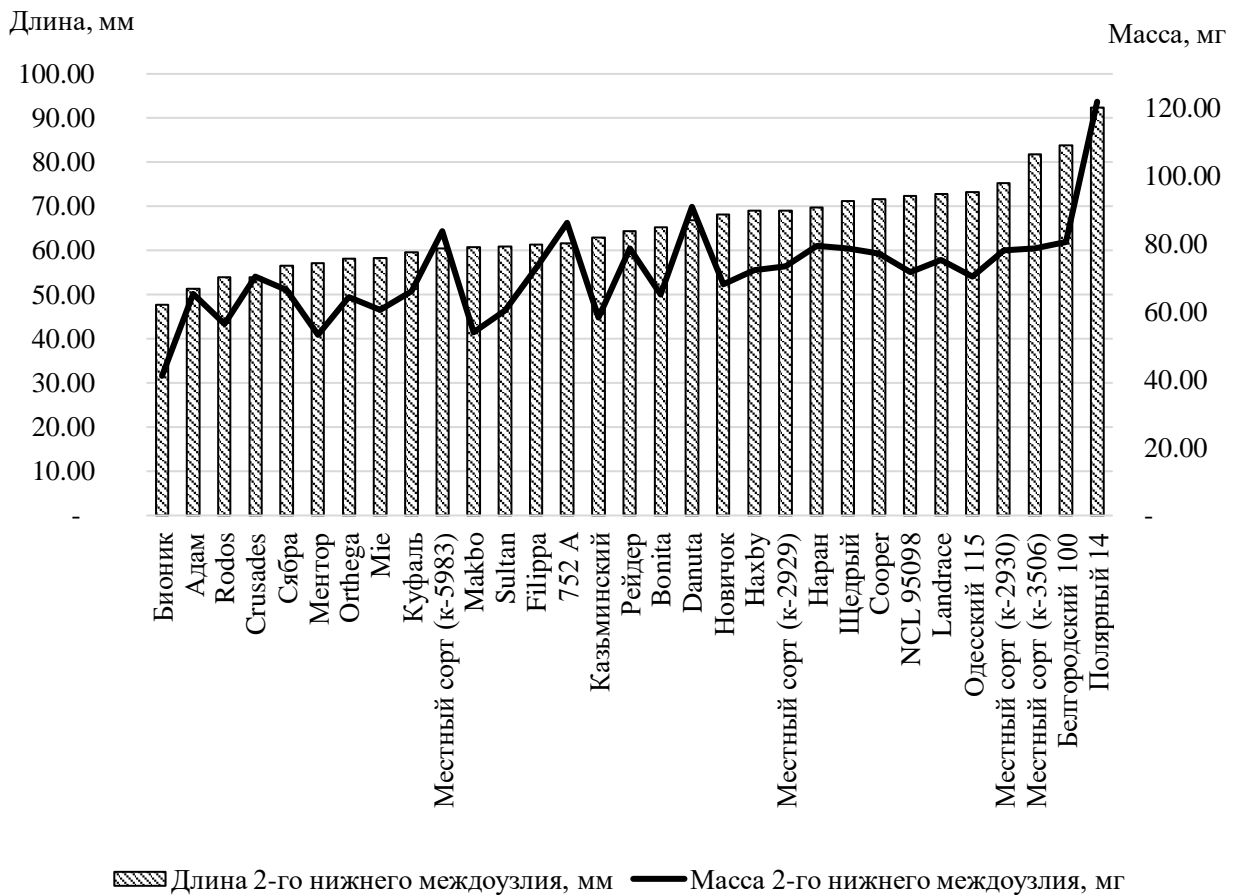


Рисунок 8 – Морфологические особенности второго нижнего междоузлия
1 набора образцов

Например, образцы Местный (к-2929) и Местный (к-2930), существенно превышающие по данному показателю некоторые неполегающие генотипы, имели устойчивость к полеганию равную 5,3 и 5,0 баллам соответственно. Так же можно добавить, что образец Полярный 14, имевший наибольшие диаметр и массу второго нижнего междоузлия в полевых условиях не отличался высокой устойчивостью к полеганию. При изучении данного набора образцов не было выявлено достоверной корреляции между этими двумя показателями ($r = -0,17$).

На основании изложенного можно сделать вывод, что устойчивость к полеганию не всегда зависит от длины, диаметра и массы второго нижнего

междоузлия.

Кроме, приведённых выше лабораторных методов оценки устойчивости растений к полеганию, существует способ отбора устойчивых к полеганию форм зерновых колосовых злаков (озимая рожь) по методике Е. А. Тороп с соавт. (2010). По данной методике в качестве устойчивых к полеганию отбирают те растения, у которых масса одинаковых по длине отрезков междоузлий одного и того же яруса является максимальной. Авторы выявили очень сильную зависимость устойчивости к полеганию от массы отрезка ($r = 0,97$). В наших исследованиях такой зависимости не обнаружено ($r = -0,10$). Более того, дисперсионный анализ показал отсутствие значимых различий между сортами по этому признаку. На основании этого можно заключить, что нельзя судить об устойчивости к полеганию по массе отрезка второго нижнего междоузлия, так как не всегда устойчивые к полеганию образцы имеют большую массу отрезка по сравнению с неустойчивыми (Таблица 13, Приложение 12).

В результате проведенных исследований была обнаружена достоверная корреляционная зависимость (при $P \geq 0,95$) урожайности 1 набора образцов от их устойчивости к полеганию ($r = 0,54$). Регрессионный анализ показал, что урожайность образцов примерно на 29,2% ($R^2 = 0,292$) зависела от их устойчивости к полеганию. Кроме того, установлено, что при увеличении устойчивости к полеганию на 1 балл урожайность повышалась на 43,5 г/м² ($y = 43,468x + 37,67$). Так же нами было выявлено, что с увеличением устойчивости растений к полеганию увеличивалась масса зерна с растения ($r = 0,45$) и масса 1000 зёрен ($r = 0,51$).

Для сравнения устойчивых и неустойчивых к полеганию образцов по элементам структуры урожая и морфологическим особенностям второго нижнего междоузлия была проведена их группировка. В результате проведенных исследований установлено, что устойчивые к полеганию генотипы имели большую урожайность по сравнению с неустойчивыми. Кроме того, неполегающие образцы обладали более высокой кустистостью,

продуктивностью растения, массой 1000 зёрен, длинным и плотным колосом, выравненным зерном (Таблица 14).

Таблица 14 – Морфо-биологические признаки групп образцов различных по устойчивости к полеганию (1 набор)

Показатели	Группы сортов	
	устойчивые к полеганию	неустойчивые к полеганию
Устойчивость к полеганию, балл	8,7*	5,5
Длина второго нижнего междоузлия, см	6,3	7,2
Диаметр второго нижнего междоузлия, мм	0,25	0,26
Масса второго нижнего междоузлия, мг	68,0	81,4
Масса отрезка 1 см, мг	12,5	13,4
Урожайность, г/м ²	417*	276
Общая кустистость	2,3*	1,6
Продуктивная кустистость	2,0*	1,4
Длина колоса, см	6,6*	4,9
Плотность колоса	13,0*	11,3
Количество колосков, шт.	21,1	36,3
Количество зёрен, шт.	19,1	28,9
Масса зерна с главного колоса, г	0,93	0,99
Масса зерна с растения, г	1,55*	1,20
Масса 1000 зёрен, г	45,8*	35,4
Натура, г/л	686,6	785,9*
Выравненность, %	91,0*	55,7
Содержание белка, %	13,0	15,3*
Вегетационный период, сут.	76*	73
Количество первичных корней в фазу «кущение», шт.	6,9	6,8
Количество вторичных корней в фазу «кущение», шт.	4,5	4,3
Количество первичных корней в фазу «созревание», шт.	6,7	6,6
Количество вторичных корней в фазу «созревание», шт.	15,9	14,7

Примечание - * различия достоверны при уровне $P \geq 0,95$

Неустойчивые к полеганию образцы отличались только высоким содержанием белка. Более высокая озернённость и натура зерна полегающих образцов объясняется наличием в их группе многорядных ячменей. По остальным показателям эти группы не значительно отличаются друг от друга.

Образцы 2 набора были менее контрастны по устойчивости к полеганию, чем образцы из 1 набора. Но они также были изучены по признакам «высота стебля», «кустистость» и «количество узловых корней», которые в 1 наборе показали достоверную корреляционную зависимость с

устойчивостью к полеганию. Во 2 наборе была выявлена достоверная взаимосвязь только между устойчивостью к полеганию и высотой растений ($r = -0,64$).

С увеличением высоты растений устойчивость растений к полеганию снижалась, но не так сильно, как в первом наборе. В группе «очень низкие» устойчивость к полеганию в среднем составляла 8,7 балла, в группе «низкорослые» – 8,3 балла, в группе «средненизкие» – 8,1 балл, а в группе «среднерослые» – 6,7 баллов. Следует отметить, что, у 2 набора, как и у 1 набора, устойчивость к полеганию не в полной мере зависела от высоты растений (Рисунок 9, Приложение 13).

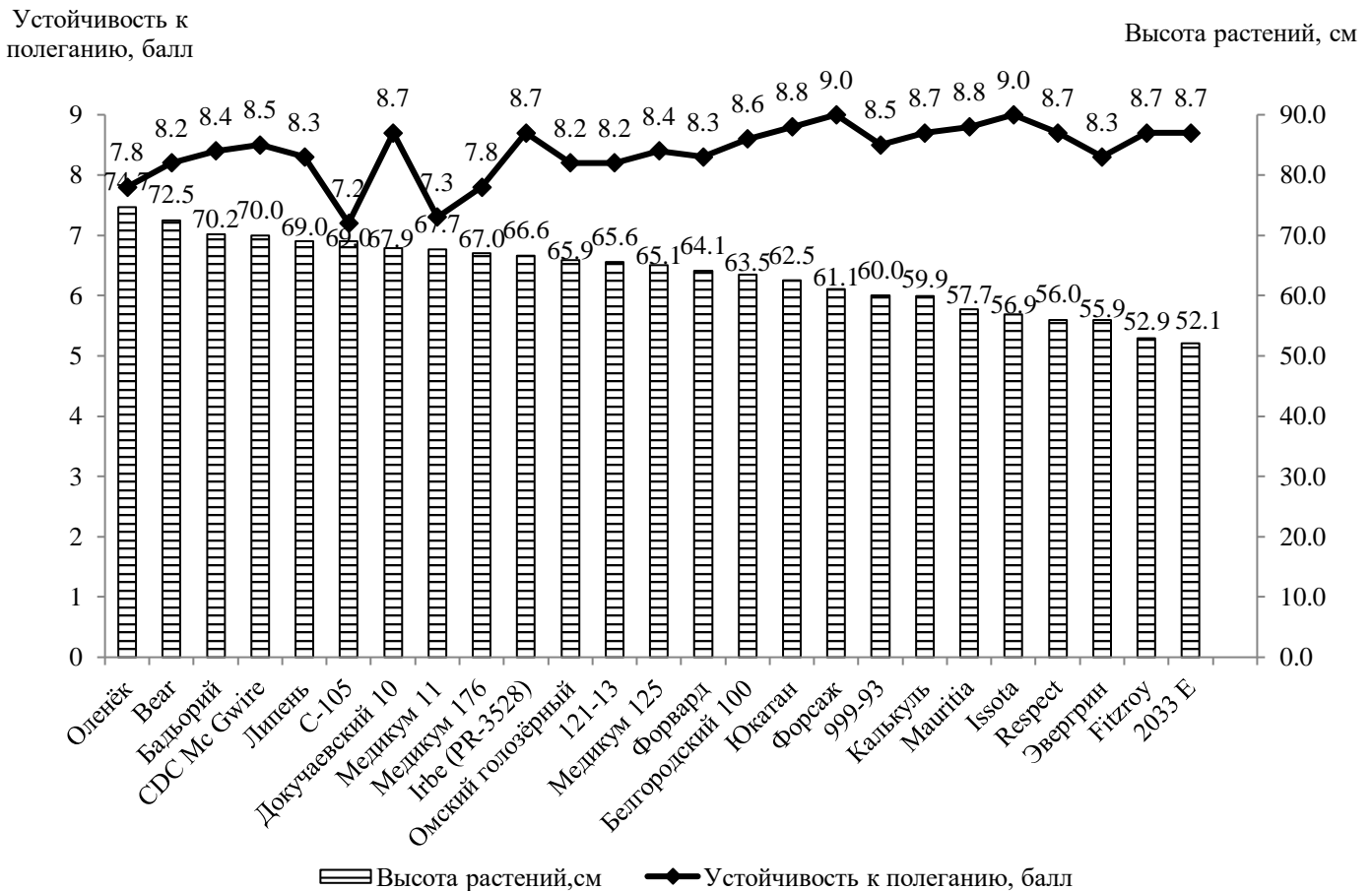


Рисунок 9 – Зависимость устойчивости к полеганию от высоты растений

Во 2 наборе не прослеживалась достоверная зависимость между устойчивостью к полеганию и длиной ($r = -0,31$), диаметром ($r = 0,10$) и

массой ($r = -0,24$) и массой отрезка 1 см ($r = -0,02$) второго нижнего междоузлия (Приложение 13). Но, как и в 1 наборе, во 2 наборе была обнаружена тесная взаимосвязь между длиной второго нижнего междоузлия и его массой ($r = 0,70$). Наблюдалась тенденция увеличения массы второго нижнего междоузлия с увеличением его длины, хотя это не было характерно для всех сортов (Рисунок 10, Приложение 14).

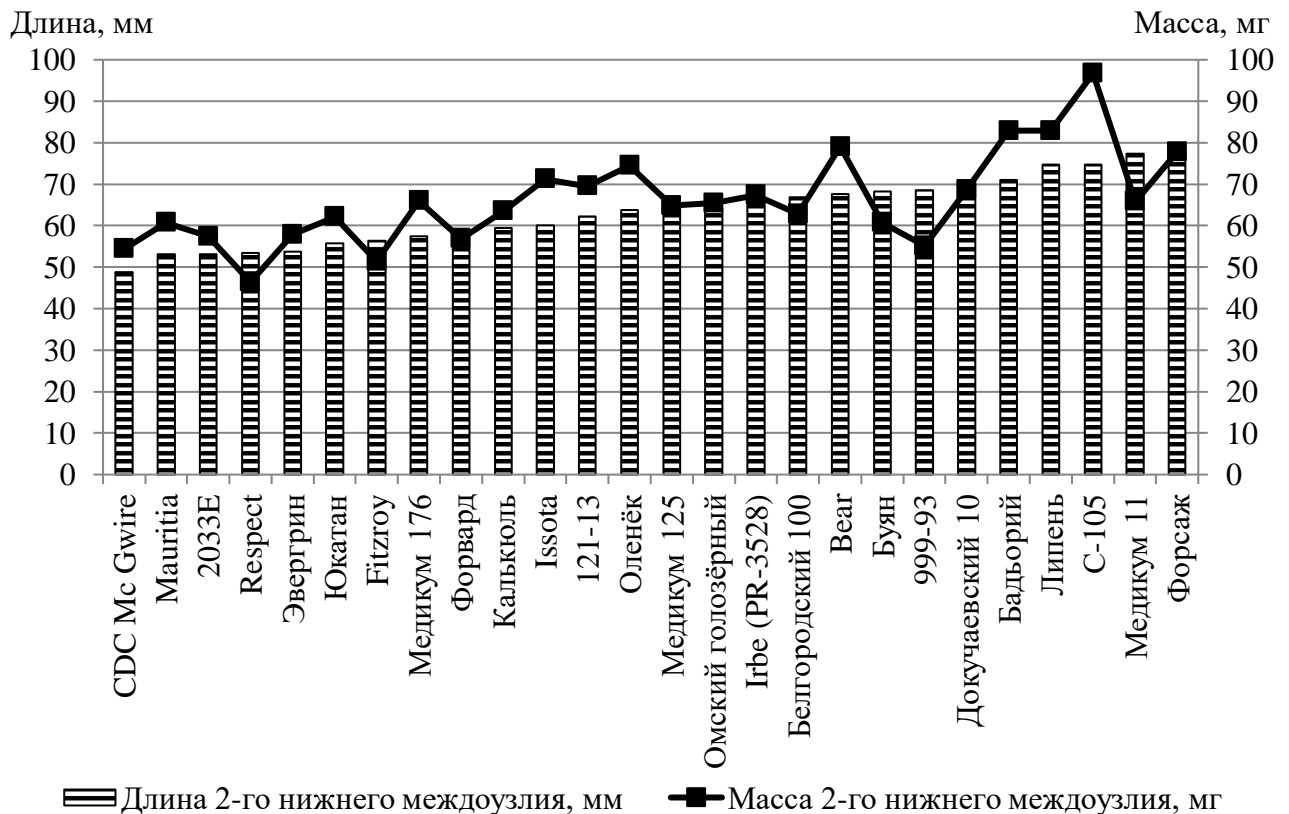


Рисунок 10 – Морфологические особенности второго нижнего междоузлия 2 набора образцов

В результате группировки 2 набора не выявлено различий между устойчивыми и неустойчивыми к полеганию образцами по элементам структуры урожайности и морфологическим особенностям второго нижнего междоузлия (Таблица 15).

В данном наборе генотипов не было обнаружено влияния устойчивости образцов к полеганию на урожайность ($r = -0,15$), массу зерна с растения ($r = -0,15$) и массу 1000 зёрен ($r = 0,07$).

Таблица 15 – Морфо-биологические признаки групп образцов различных по устойчивости к полеганию (2 набор)

Показатели	Группы сортов	
	устойчивые к полеганию	неустойчивые к полеганию
Устойчивость к полеганию, балл	8,6*	7,4
Длина второго нижнего междоузлия, см	6,2	6,8
Диаметр второго нижнего междоузлия, мм	2,4	2,6
Масса второго нижнего междоузлия, мг	64,8	72,7
Масса отрезка 1 см, мг	11,8	11,8
Урожайность, г/м ²	384,0	400,0
Высота растений, см	59,9	73,7*
Общая кустистость	2,1	2,1
Продуктивная кустистость	1,8	1,9
Длина колоса, см	7,0	7,0
Плотность колоса	12,6	12,3
Количество колосков, шт.	21,6	25,6
Количество зёрен, шт.	19,2	21,5
Масса зерна с главного колоса, г	0,88	1,00
Масса зерна с растения, г	1,42	1,55
Масса 1000 зёрен, г	45,0	46,1
Натура, г/л	710,6	703,6
Выравненность, %	87,3	87,2
Вегетационный период, сут.	75	74
Количество первичных корней в фазу «кущение», шт.	5,7	6,1
Количество вторичных корней в фазу «кущение», шт.	4,7	4,8
Количество первичных корней в фазу «созревание», шт.	5,9	5,9
Количество вторичных корней в фазу «созревание», шт.	12,6	12,4

Примечание - * различия достоверны при уровне $P \geq 0,95$

Таким образом, не выявлено существенного влияния элементов структуры урожайности и отдельных морфологических особенностей второго нижнего междоузлия на устойчивость к полеганию растений ячменя. Более эффективной будет оценка сортов по устойчивости к полеганию в полевом опыте в конкретных почвенно-климатических условиях. Для дальнейшей селекционной работы выделены образцы, сочетающие высокую урожайность с устойчивостью к полеганию и рядом селекционно-ценных признаков: Cooper, Sultan, Bonita, Filipa, Rodos, Одесский 115, Казьминский,

Щедрый, Рейдер, Куфаль, Bear, Калькюль, Respect, Fitzroy, 2033E, Юкатан, Irbe (PR-3528), Докучаевский 10, Липень, 999-93, Форсаж, Форвард, 121-13 и Омский голозёрный 1. Устойчивые к полеганию образцы CDC Mc Gwire, Эвергрин, Mauritia, Issota, Бадьорий, Медикум 125, Новичок, Бионик, Crusades, Mentor, Orthega, Danuta, NCL 95098, Нахбу, Mie, Сябра, Rodos, Наран и Адам необходимо скрещивать с высокоурожайными генотипами.

3.5 Устойчивость к болезням

Оценку коллекционных образцов по устойчивости к пыльной головне проводили в условиях естественного инфекционного фона и при искусственном заражении в полевых условиях.

Выявлено влияние условий вегетации на поражение коллекционных образцов пыльной головней, это подтверждает необходимость оценки в различные по погодным условиям годы. Наиболее провокационным для проявления болезни был 2020 г., когда процент поражения образцов болезнью доходил до 10,7 (Казьминский), при среднем значении в опыте 1,3. Корреляционный анализ показал сильную достоверную зависимость (при $P \geq 0,95$) степени развития болезни от величины ГТК за период вегетации во втором наборе генотипов ($r = 0,98$). Так, высокие температура и влажность, присущие вегетационному периоду 2020 г., способствовали прорастанию спор возбудителя. Установлена также достоверная положительная взаимосвязь между ГТК за период вегетации и процентом пораженных растений в следующем году в 1 наборе генотипов ($r = 0,98$). Во 2 наборе образцов между этими показателями выявлена достоверная отрицательная взаимосвязь, это можно объяснить аномально жаркой и сухой погодой вегетационного периода 2021 г., отрицательно сказавшейся на прорастаемости спор возбудителя.

В результате оценки генотипов на естественном инфекционном фоне выявлено, что в 1 наборе образцов процент поражения *U. nuda* в годы

проведения исследований варьировал от 0 до 10,7%, во 2 наборе – от 0 до 4,9 %. Уровень естественной инфекционной нагрузки патогена был достаточно слабым, о чём косвенным образом свидетельствует максимальное в опыте поражение образцов 752А (поражение по годам от 5,4 до 9,0%), Казьминский (от 1,6 до 10,7%) и Медикум 11 (от 3,8 до 10,1 %) (Приложения 15 и 16). В этих условиях большинство изученных коллекционных образцов характеризовались сильной устойчивостью к пыльной головне, образцы Crusades, Filipra, Сябра и Эвергрин не поражались за все годы изучения.

Исследование сортов на инфекционном фоне, при искусственном внесении инфекции в цветок, показало, что в изучаемом наборе генотипов не было иммунных к *U. nuda* сортов. Практически все генотипы являлись сильно восприимчивыми к патогену (поражение 100 % растений). Слабая восприимчивость отмечалась у образцов Landrace (33,3%) и Медикум 125 (22,2%).

Таким образом, устойчивыми на естественном фоне к возбудителю пыльной головни являются Crusades, Filipra, Сябра и Эвергрин, на инфекционном – некоторую иммунологическую ценность представляют Landrace и Медикум 125.

На основании оценки коллекционных образцов в естественных условиях установлено, что степень поражения генотипов сетчатой пятнистостью в годы изучения варьировала в 1 наборе генотипов от 0 до 22,0%, во 2 наборе – от 5,0 до 44,0% (Приложения 17 и 18).

Наибольшее поражение образцов отмечалось в 1 наборе в 2019 г., во 2 наборе – в 2021 г., когда средний процент поражения составлял 10,7 и 18,5%, а максимальный – 22,0 и 44,0% соответственно.

Высокой устойчивостью к *Drechslera teres* обладали 17 образцов из 1 набора. Большинство образцов 2 набора имели среднюю устойчивость к патогену. Восприимчивостью к *Drechslera teres* характеризовались 2 образца – Эвергрин и Irbe (PR-3528), степень поражения листового аппарата которых составляла 33,0 и 44,0% соответственно. Наименьшая степень поражения

сетчатой пятнистостью отмечалась у генотипов Makbo (4,0%), Landrace (5,5%), Местный (к-2929) (5,5%), Местный (к-2930) (5,5%), Crusades (6,0%), Cooper (6,0%), 752A (6,0%) и NCL 95098 (6,0%) (Таблица 16).

Таблица 16 – Коллекционные образцы с наименьшей степенью поражения сетчатой пятнистостью

Генотип	Поражение сетчатой пятнистостью, %		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Crusades	5,5	6,0	5,2
Cooper	5,5	6,0	5,5
NCL 95098	5,5	6,0	4,3
Landrace	3,3	5,5	4,7
752A	0,0	5,5	6,0
Местный (к-2929)	0,5	5,5	5,2
Местный (к-2930)	5,5	5,0	5,2
Makbo	0,0	4,0	2,3
Сорт-индикатор	22,0	20,0	19,5

Степень поражения тёмно-бурой пятнистостью по годам изменялась от 1,0 до 29,0% в 1 наборе и от 8,0 до 27,5% во 2 наборе генотипов (Приложения 19 и 20).

Наиболее провокационным для развития болезни в 1 наборе генотипов являлся 2019 г., во 2 наборе – в 2021 г. В оба года средний процент поражения растений составил 17,2%, а наибольший достигал 29,0% в 1 наборе образцов и 27,5% во 2 наборе.

Большинство образцов обладали средней устойчивостью к *Drechslera Sorokiana*. Восприимчивостью к патогену характеризовались образцы – Щедрый и Липень, степень поражения листового аппарата которых составляла 29,0 и 27,5% соответственно. Наименьший процент поражения тёмно-бурой пятнистостью отмечался у образцов Danuta (11,0%), Makbo (11,0%) (Таблица 17).

Таблица 17– Коллекционные образцы с наименьшей степенью поражения тёмно-бурой пятнистостью

Генотип	Поражение тёмно-бурой пятнистостью, %		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Danuta	11,0	10,0	8,5
Макбо	5,5	11,0	11,0
Сорт-индикатор	10,0	29,0	18,7

В 1 наборе образцов степень поражения полосатой пятнистостью в годы проведения исследований варьировала от 0 до 40,0%, во 2 наборе – от 0 до 10,0% (Приложения 21 и 22).

Наибольшее развитие болезни отмечалось в 2019 г. в 1 наборе генотипов и в 2020 г. во 2 наборе генотипов, когда максимальная степень поражения составляла 40,0% и 10,0% соответственно, а средняя по образцам – 3,7% и 3,4% соответственно.

Изученные образцы обладали высокой устойчивостью или иммунитетом к *Drechslera graminea*, за исключением восприимчивого образца Полярный 14, процент поражения которого данным заболеванием составил 40,0%,

За годы изучения не поражались полосатой пятнистостью генотипы Белгородский 100, Новичок, Crusades, Landrace, Местный (к-5983), Местный (к-3506), Местный (к-2929), Местный (к-2930), Макбо, Щедрый, Эвергрин, Калюкюль, Mauritia, Юкатан, Irbe (PR-3528), Докучаевский 10 и Форвард.

Таким образом, высокой устойчивостью к сетчатой пятнистости обладали генотипы Cooper, Mentor, Ortheга, 752A, Filippa, NCL 95098, Mie, Сябра, Rodos, Наран и Казьминский; иммунными к полосатой пятнистости являлись генотипы Новичок, Местный (к-3506), Щедрый, Эвергрин, Калюкюль, Mauritia, Юкатан, Irbe (PR-3528), Докучаевский 10 и Форвард; высокой устойчивостью к сетчатой пятнистости и иммунитетом к полосатой пятнистости характеризовались генотипы Crusades, Landrace, Местный (к-5983), Местный (к-2929), Местный (к-2930) и Макбо.

Наибольшее значение для селекции представляют сорта, обладающие устойчивостью к болезням в сочетании с комплексом хозяйственно ценных признаков. В результате проведенных исследований выделены источники, сочетающие устойчивость к болезням с высокими урожайностью, отдельными элементами её структуры или комплексом признаков:

- высокие устойчивость к сетчатой пятнистости и значения одного или комплекса признаков: Filippa, Rodos, Казьминский – урожайность, Мие–длина колоса, 752А – масса зерна с колоса, Соорег – урожайность и длина колоса, Сябра – плотность колоса, NCL 95098 – общая и продуктивная кустистость;

- иммунитет к полосатой пятнистости и высокие значения одного или комплекса признаков: Новичок – длина колоса, Докучаевский 10 – урожайность, Mauritia – длина и озернённость колоса, Щедрый – урожайность и длина колоса, Юкатан – урожайность, длина и озернённость колоса, Irbe (PR-3528) – урожайность, длина, плотность и озернённость колоса, Калькюль – урожайность, общая и продуктивная кустистость, длина и озернённость колоса, масса зерна с колоса и растения, Форвард – урожайность, плотность и озернённость колоса;

- устойчивость к пыльной головне, иммунитет к полосатой пятнистости, длина колоса: Эвергрин;

- высокая устойчивость к сетчатой пятнистости и иммунитет к полосатой пятнистости: Landrace, Местный (к-5983), Местный (к-2929) и Местный (к-2930), Макво;

- устойчивость к пыльной головне, высокая устойчивость к сетчатой пятнистости и иммунитет к полосатой пятнистости – Crusades;

- высокая устойчивость к сетчатой пятнистости: Mentor, Orthega. Наран;

- иммунитет к полосатой пятнистости: Местный (к-3506).

3.6 Устойчивость коллекционных образцов к абиотическим факторам внешней среды

3.6.1 Устойчивость к осмотическому стрессу

Между способностью семян прорасти в растворах осмотиков и засухоустойчивостью давно отмечена положительная корреляция (Кокина Л.П. и др., 2018). С одной стороны, способность семян прорасти в условиях осмотического стресса отражает наследственное свойство, с другой – наличие высокой всасывающей силы, которая обеспечивает быстрое поглощение нужного количества воды (Удовенко Г.В., 1988). Высокая сосущая сила семян обуславливает не только лучшее прорастание при недостатке влаги, но и формирование более мощной первичной корневой системы, что имеет важное значение для дальнейшей жизнедеятельности растений, особенно при засухе, т.е. засухоустойчивость растения на более поздних этапах органогенеза можно прогнозировать по качествам проростка (Петренко В. П., Кучеренко Е. Ю., 2017).

В наших исследованиях энергия прорастания коллекционных образцов на третьи сутки в контрольном варианте изменялась от 16,7% (Медикум 176) до 95,7% (Одесский 115), в опытном – от 10,0% (Медикум 176) до 92,2% (Куфаль) и в среднем по сортам составляла 68,7% (контроль) и 45,3% (опыт) (Приложение 23).

На пятые сутки количество проросших семян варьировало от 25,6% (Медикум 176) до 96,7% (Одесский 115), в опытном – от 22,2% (Буян) до 93,3% (Куфаль), в среднем 77,0% и 62,8 % соответственно. Лабораторная всхожесть (7 день) изменялась от 36,7% (Медикум 176) до 97,8% (Одесский 115) в контрольных вариантах и от 23,3% (Буян) до 93,3% (Куфаль) в опытных и в среднем составляла 79,3% и 65,7 % соответственно (Рисунок 11).

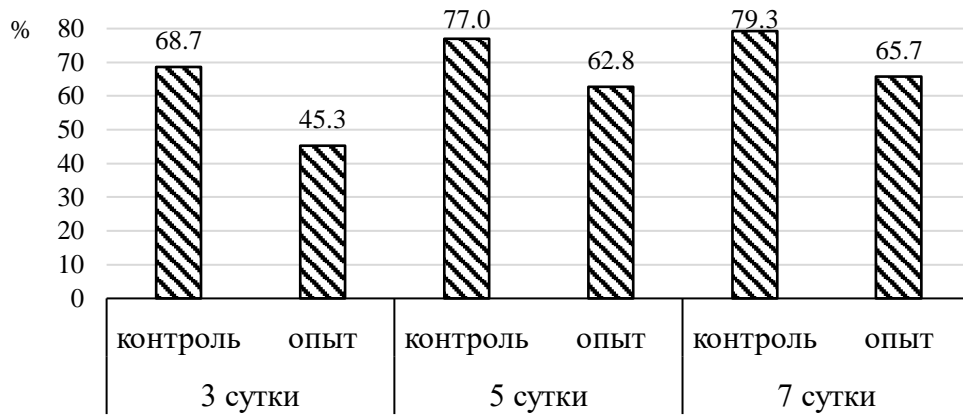


Рисунок 11 – Прорастаемость семян коллекционных образцов при осмотическом стрессе

У большинства изученных образцов искусственно созданная засуха снизила энергию прорастания. Сильнее всего данный стрессовый фактор повлиял на образцы Белгородский 100, Mentor, Filippa, Bonita, Mie, Наран, Щедрый, Калькюль, Mauritia, Issota, Respect, Fitzroy, 2033E, Юкатан, Медикум 125, Буян, Оленёк, Бионик, Форсаж, Форвард. Энергия прорастания на третьи сутки семян этих генотипов на растворе ПЭГ-600 снизилась значительно по отношению к контролю, чем у остальных.

Однако на пятые сутки у таких образцов, как Белгородский 100, Filippa, Bonita, Наран, Щедрый, Калькюль, Оленёк, Бионик, Форвард энергия прорастания в опытных вариантах значительно повысилась и практически достигла показателей контроля, а у образца Биос 1 превысила его.

По устойчивости к засухе (процент проросших семян) изученные образцы разделились на следующие группы:

- высокоустойчивые (процент проросших семян – 81-100%): Новичок, Бионик, Казьминский, Щедрый, Наран, 999-93, Форвард, 121-13, Омский голозёрный 1, Оленёк, Сябра Адам, Рейдер, Куфаль, Липень, Соорер, Sultan, Orthega, Danuta, Калькюль, 752A, Bonita, NCL 95098, Landrace, Местный (к-5983), Местный (к-3506), Местный (к-2929), Макбо, Одесский 115, Rodos, Bear, CDC MC Gwire, Эвергрин, 2033E, Медикум 11, Irbe (PR-3528);

- с устойчивостью выше средней (процент проросших семян – 61-80%): Белгородский 100, Бионик, Полярный 14, С-105, Crusades, Filipra, Нахбу, Местный (к-2930), Mie, Issota, Юкатан, Медикум 125, Медикум 176;
- среднеустойчивые (процент проросших семян – 41-60%): Mentor, Mauritia, Respect, Fitzroy, Бадьорий, Докучаевский 10, Буян, Форсаж.

В литературных источниках (Пакуль В.Н., 2016; Genkel P.A., 1946; Кумаков В.А., 1985) отмечалась связь между засухоустойчивостью растений и интенсивностью развития первичной корневой системы у зерновых культур. Кроме того, была установлена положительная связь между количеством зародышевых и узловых корней, массой корневой системы, и, как результат, увеличением зерновой продуктивности растений (Пакуль В.Н., 2003).

В результате проведенных исследований выделены образцы 752А и Местный (к-2930), у которых образовалось достоверно большее (уровень вероятности $P > 0,999$) количество первичных корней при проращивании в растворе осмотика, по сравнению с контрольным вариантом (Рисунок 12). Стрессовые условия не оказали существенного влияния на количество зародышевых корней у генотипов Filipra, Местный (к-2929), Макбо, Казьминский, Bear, CDC Mc Gwire, Эвергрин, Respect, Медикум 11, Буян и Бионик. Остальные сорта в условиях осмотического стресса существенно снизили количество зародышевых корней.

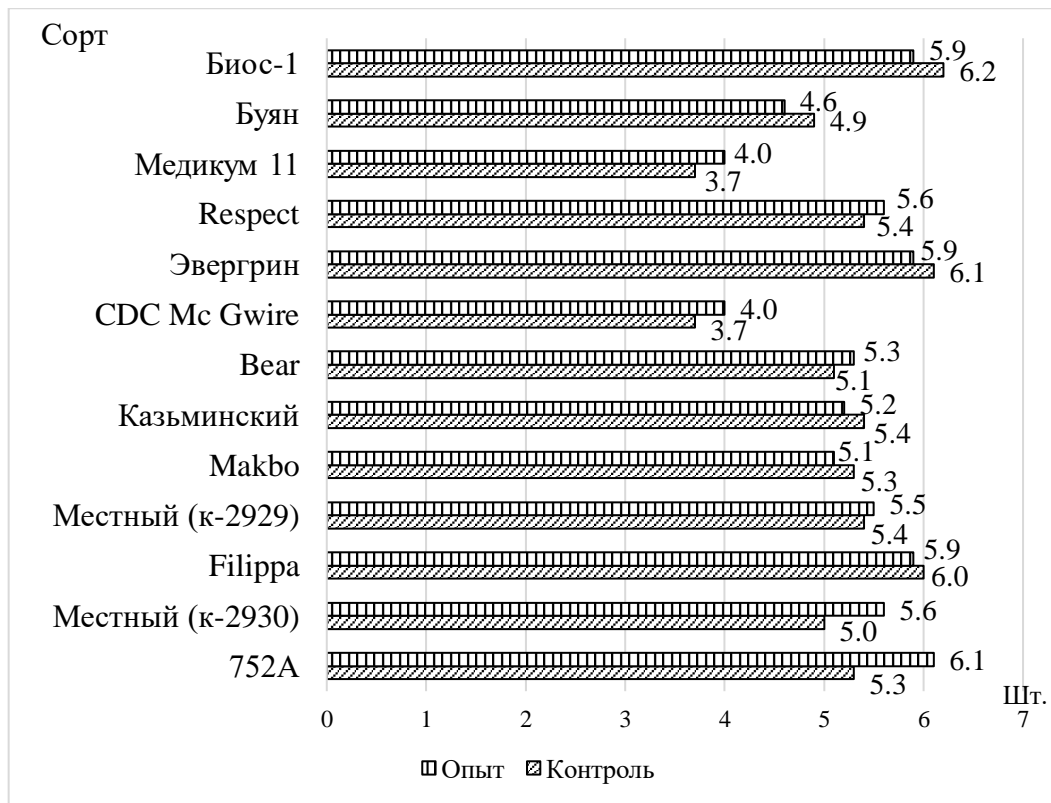


Рисунок 12 – Количество зародышевых корней у коллекционных образцов при осмотическом стрессе

Кроме всхожести и степени развития корневой системы, для оценки уровня устойчивости образца к стрессовому фактору был использован индекс RSR, показывающий относительное перераспределение потоков пластических веществ между корневыми и надземными органами, что является важной адаптивной реакцией растительного организма на условия среды.

Показатель RSR варьировал от снижения на 51,4% у образца Mentor до увеличения на 459,1% у образца Filirpa (опыт относительно контроля). Большинство изученных генотипов характеризовались высокой относительной RSR, при этом они различались по показателю «отклонение RSR» (Приложение 24).

Толерантностью к засухе характеризовались образцы Bonita, Irbe (PR-3528), Cooper, Danuta, Rodos, Одесский 115, Полярный 14, Адам, Медикум 11, 121-13 и С-105, сочетавшие высокие показатели лабораторной всхожести

в условиях осмотического стресса и относительной RSR (Таблица 18). Кроме того, все эти генотипы обладали небольшим отклонением RSR. Наименьшее отклонение RSR из этих образцов имел 121-13 (8,1%), что характеризует его как более устойчивый к засухе по сравнению с остальными. Прочие образцы, имеющие высокие показатели лабораторной всхожести в стрессовых условиях, но значительные отклонения RSR, не могут быть отнесены к засухоустойчивым.

Таблица 18– Коллекционные образцы с наименьшим отклонением RSR

Сорт	Всхожесть, %		RSR, %		Отклонение RSR, %
	контроль	опыт	контроль	опыт	
Белгородский (стандарт) 100	88,9	66,7	83,3	169,2	103,0
Бионик	84,4	84,4	123,1	99,4	19,2
Cooper	76,7	68,9	106,3	146,4	37,7
Danuta	76,7	72,2	99,1	126,7	27,8
752A	74,4	73,3	91,5	90,6	1,0
Vonita	84,4	82,2	91,4	118,6	29,6
NCL 95098	91,1	76,6	129,0	128,8	0,2
Местный сорт (к-3506)	84,5	74,4	60,5	46,1	23,7
Одесский 115	97,8	77,8	107,0	119,3	11,5
Rodos	88,9	77,8	77	85,7	11,4
Полярный 14	88,9	71,1	96,7	131,9	36,4
Казьминский	93,3	78,9	129,4	108,9	15,8
Адам	85,6	77,8	149,6	174,9	16,9
Bear	87,8	78,9	160,0	128,2	19,8
Медикум 11	53,3	78,9	97,6	130,7	34,0
Irbe (PR-3528)	84,4	82,2	100,5	131,4	30,8
C-105	83,3	63,3	96,6	79,5	17,7
121-13	66,7	58,9	143,6	155,2	8,1

К засухоустойчивым также можно отнести образцы, не обладавшие высокой RSR, но имеющие наименьшее отклонение этого показателя и высокую лабораторную всхожесть: Бионик, 752A, NCL 95098, Местный сорт (к-3506), Казьминский и Bear. Незначительным отклонением RSR отличался образец Fitzroy (0,6%), но из-за низкой всхожести в стрессовых условиях он не может быть отнесён к засухоустойчивым.

Таким образом, для дальнейшей селекционной работы выделены источники устойчивости к осмотическому стрессу на ранних этапах развития

растений ячменя: Vonita, Бионик, Cooper, Danuta, 752A, NCL 95098, Местный (к-3506), Одесский 115, Rodos, Казьминский, Полярный 14, Адам, Bear, Медикум 11, Irbe (PR-3528), 121-13 и С-105.

3.6.2 Устойчивость к алюмокислотному стрессу

Для прогнозирования отбора форм с высокой адаптивной способностью к алюмокислотному стрессу необходима оценка по комплексу биологически ценных признаков на разных этапах онтогенеза. Однако большое значение имеет изучение первичной корневой системы и надземных органов, изменчивость которых может характеризовать степень устойчивости, способность генотипов противостоять неблагоприятным факторам среды (Пакуль В.Н. и др., 2016; Яковлева О.В., 2018).

Воздействие стрессового фактора (ионов водорода и алюминия) незначительно повлияло на всхожесть. Средняя всхожесть образцов в контрольном варианте составляла 90,6% (CV = 8,9%), в опытном – 90,3% (CV = 9,2%). Зерно практически всех образцов, пророщенных в растворе с содержанием ионов алюминия и водорода, сохранило свою всхожесть на уровне контроля (Приложение 25). Существенно снизилась всхожесть по сравнению с контролем только у образца Оленёк. Генотипы Местный (к-2930) и Калькюль повысили всхожесть по сравнению с контрольным вариантом. Аналогичные результаты отмечались в работе (Караваев Л. Л. и др.; 2017).

Наличие ионов алюминия и водорода в растворе не оказало существенного влияния на количество корней. У большинства исследуемых образцов (86,2%) этот показатель остался на уровне контроля. Достоверно снизили количество корней по сравнению с контрольным вариантом у 7 генотипов: Danuta, 752A, Filippa, Vonita, Местный (к-3506), Сябра, Липень. У образцов Белгородский 100, Бионик, Sultan, Mauritia, Issota, Медикум 11 и Медикум 176 пророщенных в водном растворе сульфата алюминия

образовалось достоверно большее количество корней, чем у семян тех же образцов, пророщенных на дистиллированной воде.

В целом, образцы не значительно отличались друг от друга по количеству корней, как в контрольных вариантах ($CV = 8,6\%$), так и в вариантах с наличием ионов алюминия и водорода ($CV = 6,4\%$). Так, у семян, пророщенных на дистиллированной воде количество корней изменялось от $5,1 \pm 0,1$ (CDC Mc Gwire) до $8,8 \pm 0,1$ шт. (Danuta), а у семян, пророщенных в водном растворе сульфата алюминия – от $5,1 \pm 0,1$ (CDC Mc Gwire) до $7,3 \pm 0,1$ шт. (Mentor).

У большинства генотипов (35 шт. или 61,4%) также не было обнаружено существенных различий по длине ростка между опытным и контрольным вариантами. Значительно длиннее у зёрен, пророщенных в водном растворе сульфата алюминия, чем у зёрен, пророщенных на дистиллированной воде, росток оказался у образцов Белгородский 100, Orthega, Полярный 14, 2033E, Медикум 176, Оленёк. Достоверно снизили длину ростка в опытном варианте генотипы Crusades, Cooper, Sultan, Mentor, Местный (к-5083), Местный (к-2930), Казьминский, Respect, Медикум 11, 999-93, Биос-1, Форвард, Адам.

Длина ростка в контрольных вариантах изменялась от $6,9 \pm 0,2$ см у образца Белгородский 100 до $15,2 \pm 0,3$ см у образца Медикум 11, коэффициент вариации составил 14,1%. Среди генотипов, пророщенных на растворе с повышенной концентрацией ионов алюминия минимальной длиной проростка характеризовался Cooper ($7,4 \pm 0,2$ см), а максимальной – Медикум 11 ($14,2 \pm 0,3$ см), коэффициент вариации составлял 14,3%.

Из всех исследуемых показателей изменение концентрации ионов алюминия в зоне корней больше всего повлияло на их длину. Так, в водном растворе сульфата алюминия у большинства исследуемых образцов (40 шт. или 70,2%) длина корней по сравнению с образцами, пророщенными на дистиллированной воде, существенно снизилась. Изменение среды не повлияло лишь на некоторые генотипы: NCL 95098, Местный (к-2930), Rodos,

Полярный 14 и Наран, Bear, 2033E, Медикум 11, Медикум 176, Irbe (PR-3528), Куфаль, Форсаж, Форвард, Адам, 121-13. И только у образцов Нахбу и Докучаевский 10 длина корней в опытном варианте достоверно превысила контроль.

По сравнению с другими показателями длина корней оказалась наиболее вариабельным признаком. В контрольных вариантах этот показатель изменялся от $6,2 \pm 0,1$ (752A) до $15,6 \pm 0,4$ см (Бадьорий) ($CV = 20,3\%$), в вариантах с увеличенной концентрацией ионов алюминия – от $3,8 \pm 0,1$ (752A) до $15,3 \pm 0,3$ см (Медикум 11) ($CV = 27,1\%$).

Исследованные образцы различались по устойчивости к повышенному содержанию ионов алюминия. Показатель ИДК изменялся от 56,1% (Cooper) до 110,9% (2033E).

По уровню алюмоустойчивости (показатель ИДК) изучаемые образцы распределились на две группы: умеренно устойчивые – сорта Crusades, Cooper, Sultan и Filippa и устойчивые – все остальные сорта. Кроме того, у образцов Нахбу (ИДК = 110,3%), Полярный 14 (ИДК = 102,1%), 2033E (110,9%), Медикум 11 (105,3%), Медикум 176 (100,3%), Докучаевский 10 (107,1%), Форвард (100,4%) и 121-13 (104,2%) был отмечен стимулирующий эффект алюминия на рост корневой системы (ИДК > 100 %) (Приложение 26).

Показатель относительного соотношения RSR (изменялся от снижения на 26,8% (752A) до увеличения на 49,6% (Бионик) при оценке устойчивости сортов к повышенному содержанию ионов алюминия.

Среди изучаемых генотипов по показателю RSR можно выделить образцы Бионик (149,6%), Mentor (115,5%), Orthega (115,7%), NCL 95098 (108,4%), Местный (к-2929) (112,7%), Местный (к-2930) (107,5%), Одесский 115 (101,4%), Сябра (102,8%), Полярный 14 (103,0%), Адам (101,4%), Калькюль (100,5%), Mauritia (101,0%), Issota (101,3%), Respect (110,3%), 2033E (109,4%), Медикум 11 (107,6%), Докучаевский 10 (106,5%).

Так как отдельные генотипы используют различные механизмы устойчивости в разной степени, логичнее использовать сразу несколько

параметров для оценки уровня устойчивости сорта к стрессовому воздействию. С другой стороны, оценить их вклад в интегральную устойчивость по абсолютным значениям несколько затруднительно, поэтому, согласно Методике лабораторной оценки алюмоустойчивости зерновых культур, разработанной Лисицыным Е.М., нами для принятия решения использовались относительные уровни развития того или иного признака.

Самыми устойчивыми к повышенному содержанию ионов алюминия являются сорта Медикум 176 и Форвард, их суммарный индекс устойчивости равен 2,0% и 1,0% соответственно.

Таким образом, в качестве исходного материала для создания сортов, устойчивых к алюмокислотному стрессу (по показателям ИДК и RSR) рекомендуется использовать коллекционные образцы: Бионик, NCL 95098, Местный (к-2930), Одесский 115, Сябра, Полярный 14, Новичок, Нахбу, Rodos, Наран, Казьминский, Рейдер, Адам, Bear, Калькюль, Mauritia, Issota, Respect, Юкатан, 2033E, Медикум 11, Медикум 125, Медикум 176, Irbe (PR-3528), Докучаевский 10, Форвард и 121-13.

ГЛАВА 4 ПОДБОР РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ

Использование группирующих признаков в кластерном анализе позволяет идентифицировать генотипы по количественным признакам в группы с минимальным Евклидовым расстоянием между ними, а также оценивать сбалансированность сортов и селекционных линий по количественным признакам. Снижение определенного уровня сформированности одного или нескольких признаков у сорта и селекционной линии препятствует включению их в лучший кластер, даже если они имеют высокий уровень урожайности. Использование кластерного анализа при выявлении генотипов приближает нас к созданию идеальной по балансу хозяйственно ценных признаков теоретической и практической модели сорта ярового ячменя (Наумкин Д. В. и др., 2019).

Основой для проведения кластерного анализа являлись фенотипические особенности коллекционных образцов ярового ячменя. Для изучения сходства реакции образцов на условия выращивания были использованы показатели структурного анализа, урожайность, масса 1000 зёрен, устойчивость к полеганию и продолжительность вегетационного периода. По результатам проведённого анализа изученные группы образцов сформировали несколько кластеров (Таблица 19, Приложения 27 и 28).

К первому кластеру первого набора отнесены образцы, характеризовавшиеся высокой массой зерна с колоса. Во второй кластер вошли генотипы, отличавшиеся наибольшей общей и продуктивной кустистостью, плотностью колоса, массой зерна с растения и устойчивостью к полеганию. Образцы из третьего кластера в годы изучения формировали длинный колос. Генотипы, сформировавшие четвёртый кластер, имели высокие показатели урожайности и массы 1000 зёрен (Приложение 29).

Генотипы второго набора, вошедшие в первый кластер, выделялись по длине колоса и массе зерна с главного колоса и растения. Образцы из второго кластера отличались высокой массой 1000 зёрен, а третьего – устойчивостью

к полеганию. Четвёртый кластер включал образцы, характеризовавшиеся высокой продуктивной кустистостью, плотностью и урожайностью (Приложение 29).

Таблица 19– Сформированные кластеры

Кластер	Образцы, вошедшие в кластер
1 набор образцов	
1	Макбо, Landrace, Полярный 14, Местный (к-5983), Местный (к-3506), Местный (к-2929), Местный (к-2930), 752А
2	Бионик, Crusades, NCL 95098, Mentor, Orthega, Сябра, Адам
3	Новичок, Sultan, Filippa, Danuta, Нахбу, Мие, Наран, Одесский 115, Казьминский
4	Белгородский 100, Соопер, Vonita, Rodos, Щедрый, Рейдер, Куфаль
2 набор образцов	
1	CDC Mc Gwire, Mauritia, Issota, Бадьорий, Irbe (PR-3528), С-105
2	Эвергрин, Respect, Fitzroy, 2033Е, Медикум 11, Медикум 125, Медикум 176, 121-13, Омский голозёрный 1
3	Веар, Юкатан, Липень, Форсаж, Форвард
4	Белгородский 100, Калькюль, Докучаевский 10, Буян, Оленёк, 999-93

Таким образом, для дальнейшей селекционной работы представляют интерес в первой группе образцов второй и четвёртый кластеры, во второй группе – первый и четвёртый.

При подборе родительских пар для скрещиваний следует выбирать образцы из разных кластеров.

ГЛАВА 5 СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

5.1 Гибридный материал

На основании данных кластерного анализа были подобраны родительские формы и включены в скрещивания. Для анализа величины гетерозиса были использованы экспериментальные данные элементов структуры продуктивности гибридов первого поколения F_1 , созданных с участием 8 коллекционных образцов (Приложение 30).

По массе зерна с главного колоса и с растения гипотетический и истинный гетерозис наблюдался в комбинациях Crusades x Феникс ($\Gamma_{\text{гип}} = 16,36\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 9,09\%$ и $\Gamma_{\text{гип}} = 45,07\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 29,06\%$, соответственно) и Crusades x Sultan ($\Gamma_{\text{гип}} = 5,61\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 1,50\%$ и $\Gamma_{\text{гип}} = 22,75\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 26,32\%$), по массе зерна с растения – Полярный 14 x NCL 95098 ($\Gamma_{\text{гип}} = 29,29\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 5,92\%$). В комбинации Crusades x Феникс отмечался также конкурсный гетерозис по массе зерна с главного колоса и с растения (16,36% и 20,95% соответственно), а по массе зерна с главного колоса – в комбинации Crusades x Sultan (2,73%). Кроме того, в комбинациях Crusades x Феникс и Crusades x Sultan гипотетический, истинный и конкурсный гетерозис установлен по большинству элементов структуры урожайности: общая и продуктивная кустистость, параметры колоса (плотность, длина, количество колосков и зёрен). Однако из-за наследования значительной части этих параметров по типу сверхдоминирования отборы из данных комбинаций следует проводить в более поздних поколениях. В комбинации Полярный 14 x NCL 95098 также наблюдался гетерозис по некоторым элементам структуры урожая: гипотетический и конкурсный – по общей ($\Gamma_{\text{гип}} = 49,81\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 10,53\%$) и продуктивной ($\Gamma_{\text{гип}} = 62,38\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 26,15\%$) кустистости и плотности колоса ($\Gamma_{\text{гип}} = 4,20\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 6,90\%$), истинный – по продуктивной кустистости ($\Gamma_{\text{ист}} = 3,80\%$), конкурсный – по количеству колосков ($\Gamma_{\text{конк}} = 1,13\%$). Но у данной комбинации наблюдалась низкая устойчивость к полеганию.

Гетерозис по элементам структуры урожайности отмечался и в других комбинациях. По показателю «общая кустистость» гетерозис установлен в комбинациях Казьминский x Sultan ($\Gamma_{\text{гип}} = 33,98\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 6,15\%$) и Полярный 14 x Mie ($\Gamma_{\text{гип}} = 18,45\%$); «продуктивная кустистость» – Казьминский x Sultan ($\Gamma_{\text{гип}} = 10,00\%$) и Казьминский x Феникс ($\Gamma_{\text{гип}} = 55,56\%$); «длина колоса» – Crusades x NCL 95098 ($\Gamma_{\text{гип}} = 8,97\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 6,25\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 7,59\%$), Полярный 14 x Cooper ($\Gamma_{\text{гип}} = 38,76\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 18,60\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 29,11\%$) и др.; «плотность колоса» – Казьминский x Sultan ($\Gamma_{\text{гип}} = 1,68\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 0,83\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 4,31\%$), Казьминский x Феникс ($\Gamma_{\text{гип}} = 34,78\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 31,36\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 33,62$) и др.; «количество колосков в колосе» – Полярный 14 x Cooper ($\Gamma_{\text{гип}} = 38,23\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 6,61\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 88,30\%$), Crusades x NCL 95098 ($\Gamma_{\text{гип}} = 8,53\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 6,02\%$) и др.; «количество зёрен в колосе» – Sultan x Феникс ($\Gamma_{\text{гип}} = 8,70\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 5,14\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 13,07\%$), Crusades x NCL 95098 ($\Gamma_{\text{гип}} = 5,03\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 0,48\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 5,03\%$) и др.; «масса зерна с главного колоса» – Crusades x NCL 95098 ($\Gamma_{\text{гип}} = 13,17\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 12,99\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 5,45\%$), NCL 95098 x Crusades ($\Gamma_{\text{гип}} = 5,37\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 5,19\%$) и др.; «масса зерна с растения» – Казьминский x Sultan 95098 ($\Gamma_{\text{гип}} = 5,94\%$), Казьминский x Феникс 95098 ($\Gamma_{\text{гип}} = 64,47\%$) и Полярный 14 x Cooper 95098 ($\Gamma_{\text{гип}} = 13,68\%$); «высота растений» – Полярный 14 x Mie ($\Gamma_{\text{гип}} = 19,88\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 8,01\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 17,93\%$), Полярный 14 x Cooper ($\Gamma_{\text{гип}} = 33,13\%$, $\Gamma_{\text{ист}} = 17,50\%$, $\Gamma_{\text{конк}} = 28,30\%$) и др.

Наибольшее количество комбинаций, характеризующихся превосходством гибридов над родительскими формами по гипотетическому, истинному и конкурсному гетерозису, отмечалось по параметру «плотность колоса».

Таким образом, перспективными для дальнейшей селекционной работы являются гибридные комбинации Crusades x Феникс, Crusades x Sultan и Crusades x NCL 95098.

5.2. Перспективный селекционный материал ячменя

На всех этапах селекционного процесса изучался гибридный материал, созданный с использованием в качестве компонентов скрещивания коллекционных образцов.

За годы исследований проведены скрещивания с привлечением выделенных по селекционно-ценным признакам 45 коллекционных образцов в качестве родительских форм по 120 комбинациям, получено 2985 гибридных зерен, удача скрещиваний в среднем составляла 44,9 % (Таблица 20).

Таблица 20 – Объем и результаты скрещиваний коллекционных образцов

Год	Количество, шт.		Прокастрировано цветков, шт.	Получено зерен	
	образцов	комбинаций		шт.	%
2018	8	17	672	279	41,5
2019	14	64	3410	1830	53,7
2020	13	31	1475	771	52,3
2022	10	8	324	105	32,0

Полученный новый исходный материал изучался на начальных этапах селекционного процесса и в 2022 г. в контрольном питомнике было оценено 338 селекционных линий, созданных с участием коллекционных образцов (Таблица 21).

Таблица 21 – Количество селекционных номеров в питомниках, шт.

Год	Питомник			
	гибридный F ₁	гибридный F ₂	селекционный	контрольный
2019	167	-	-	-
2020	200	565	2490	-
2021	69	-*	2643	17
2022	-**	1016	-*	338

Средняя урожайность линий в контрольном питомнике составляла 561±25 г/м², стандарта Родник Прикамья (511 г/м²). Максимальной в опыте

урожаемостью отличались линии, созданные с участием коллекционных образцов Crusades, Sultan, Михайловский, Lamba, Patricia и др. (Таблица 22).

Таблица 22 – Перспективные селекционные линии ячменя, 2022 г.

Линия	Происхождение	Урожайность		Устойчивость к полеганию, балл
		г/м ²	+ к стандарту, г/м ² *	
515-20	Crusades x Sultan	911	321	9,0
514-20	Crusades x Sultan	867	277	9,0
408-20	Михайловский x Lamba	822	232	7,0
222-20	157-02 x Вулкан	822	232	8,5
509-20	Crusades x Феникс	819	229	9,0
568-20	Malz x Памяти Родины	796	206	9,0
460-20	Sebastian x Новичок	789	199	9,0
447-20	Sebastian x Форсаж	774	184	8,5
621-20	Patricia x Форсаж	800	136	8,5
500-20	Crusades x NCL 95098	707	136	7,0
671-20	TB Flavour x Форсаж	711	121	8,3

Примечание * - достоверное превышение над ближайшим в опыте стандартом при $P \geq 0,95$

Перспективу для дальнейшего изучения представляют линии, сочетающие высокую урожайность с устойчивостью к полеганию. В контрольном питомнике для дальнейшего изучения выделена 81 линия (24,0 %) достоверно превышающая стандарт по урожайности.

Наличие на заключительных этапах селекции (предварительное и конкурсное сортоиспытание), в родословной нескольких сортов коллекционного образца, говорит о его высокой комбинационной способности. Так в предварительном сортоиспытании выделялись сорта, полученные с участием образцов Форсаж, Sv 88764, Дуэт, Annabel и Двина (Таблица 23).

Таблица 23 – Перспективные линии ячменя в предварительном сортоиспытании, 2022 г.

Селекционная линия	Комбинация скрещивания	Урожайность, т/га	Вегетационный период, сут.	Устойчивость к полеганию, балл
1	2	3	4	5
30-19	(Андрей х (Hiproly х Луч) х Вятич)) х Форсаж	6,49	79	4,5
39-19	((Sv 88764 х Дуэт) х Эколог) х Форсаж	6,74	76	4,5
42-19	(Галатеея х Родник Прикамья) х Форсаж	6,85	77	4,5
81-19	Добряк х Форсаж	6,18	80	4,4
87-19	((Sv 88764 х Дуэт) х Annabel) х Двина	5,94	77	4,4
86-19	((Sv 88764 х Дуэт) х Annabel) х Двина	6,26	80	4,4

Примечание * - достоверное превышение над ближайшим в опыте стандартом при $P \geq 0,95$

В конкурсном сортоиспытании также выделялся сорт, где образец Annabel был компонентом скрещиваний и два сорта 205-16 и 207-16 с одинаковой родословной (Таблица 24).

Таблица 24 – Лучшие сорта конкурсного сортоиспытания, 2022 г.

Линия	Происхождение	Урожайность		Устойчивость к полеганию, балл	Вегетационный период, сут.
		т/га	+ к стандарту, т/га		
-	Родник Прикамья, ст.	5,31	-	6,0	77
39-17	Багрец х Родник Прикамья	6,40	1,09	7,5	82
279-18	(Нур х Михайловский) х Annabel	6,21	0,90	8,5	78
205-16	(Sv 88764 х Дуэт) х Петр	5,58	0,27	8,5	78
207-16	(Sv 88764 х Дуэт) х Петр	5,72	0,40	8,5	80

Примечание * - достоверное превышение над стандартом при $P \geq 0,95$

Полученные данные говорят о перспективе использования выделенных образцов для дальнейшей селекции адаптивных к условиям Волго-Вятского региона сортов ячменя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования по изучению коллекционных образцов, позволили сделать следующие выводы:

1. Установлен вклад наследственности (генотип) и среды в формирование количественных признаков. Выявлено, что у образцов, изученных в 2018-2020 гг., развитие всех элементов структуры продуктивности зависело от условий вегетации. У образцов, исследованных в 2019-2021 гг., развитие параметров колоса (длина, плотность, количество колосков и зерен) определялось в первую очередь генотипом, в отличие от кустистости и продуктивности растений, состояние которых определяла преимущественно среда.

2. Для условий Нечернозёмной зоны РФ выделены источники:

- урожайности: Sultan, Filippa, Одесский 115, Rodos, Казьминский, Рейдер и Докучаевский 10;

- сочетающие высокую урожайность с высокими показателями некоторых элементов продуктивности: общая и продуктивная кустистость, длина и озернённость колоса, масса зерна с колоса и растения – Калькюль; длина колоса – Соорер, Vonita, Щедрый, Respect, Медикум 11, Медикум 176 и Омский голозёрный 1; длина и озернённость колоса – Bear, Юкатан, Оленёк и 121-13; длина, плотность и озернённость колоса – Irbe (PR-3528) и 2033E; длина и озернённость колоса и масса зерна с главного колоса – Буян; плотность колоса – Куфаль, Fitzroy, 999-93; плотность и озернённость колоса, – Форвард; озернённость колоса и масса зерна с главного колоса – Липень;

- высокобелковости: Landrace, Местный (к-2929), Местный (к-2930), Makbo, Crusades, 752A, Filippa, NCL 95098, Местный (к-5983), Местный (к-3506), Rodos, Полярный 14, Наран, Медикум 125, С-105, Форсаж и 121-13.

- высокой натурной массы: 752А, Landrace, Местный(к-5983), Местный (к-3506), Местные (к-2929), Месиный (к-2930), Макбо, Наран, Щедрый, Куфаль, Адам, Bear, Irbe (PR-2835), 121-13;

- высокой выравненности зерна: Новичок, Crusades, Cooper, Sultan, Mentor, Danuta, Filippa, Bonita, NCL 95098, Нахбу, Одесский 115, Мие, Сябра, Полярный 14, Наран, Казьминский, Щедрый, Рейдер, Куфаль, Эвергрин, Калькюль, Mauritia, Issota, Respect, Fitzroy, 2033Е, Бадьорий, Юкатан, Медикум 11, Медикум 125, Докучаевский 10, Буян, Оленёк, Липень, 999-93, Форвард, Форсаж;

- с наименьшим периодом от всходов до созревания: Макбо, Форвард (72 сут.), 752А, Landrace, Местный (к-5983), Местный (к-2929), Местный (к-2930), Полярный 14, Наран, Казьминский, Медикум 11, Медикум 125, Форсаж (73 сут.);

- устойчивости к полеганию образцы: Бионик, Crusades, Mentor, Ortheга, Наран, Sultan, Filippa, Rodos, Одесский 115, Казьминский, Рейдер, Cooper, Bonita, Куфаль, Новичок, Нахбу, Мие, Щедрый, Danuta, NCL 95098, Сябра, Адам, Калькюль, Respect, Fitzroy, 2033Е, Юкатан, Irbe (PR-3528), Докучаевский 10, Липень, 999-93, Форсаж, Форвард, 121-13, Омский голозёрный 1, CDC Mc Gwire, Эвергрин, Mauritia, Issota, Бадьорий и Медикум 125;

- устойчивости в естественных условиях: пыльной головни – Crusades, Filippa, Сябра и Эвергрин; сетчатой пятнистости: Crusades, Cooper, Mentor, Ortheга, 752А, Filippa, NCL 95098, Landrace, Местный (к-5983), Местный (к-2929), Местный (к-2930), Макбо, Мие, Сябра, Rodos, Наран и Казьминский; тёмно-бурой пятнистости: Danuta, Макбо; полосатой пятнистости: Новичок, Crusades, Landrace, Местный (к-5983), Местный (к-3506), Местный (к-2929), Местный (к-2930), Макбо, Щедрый, Эвергрин, Калькюль, Mauritia, Юкатан, Irbe (PR-3528), Докучаевский 10 и Форвард;

- устойчивости к осмотическому стрессу на стадии проростков: Bonita, Бионик, Cooper, Danuta, 752А, NCL 95098, Местный (к-3506),

Одесский 115, Rodos, Казьминский, Полярный 14, Адам, Bear, Медикум 11, Irbe (PR-3528), 121-13 и С-105;

- устойчивости к алюмокислому стрессу на стадии проростков: Бионик, NCL 95098, Местный (к-2930), Одесский 115, Сябра, Полярный 14, Новичок, Нахбу, Rodos, Наран, Казьминский, Рейдер, Адам, Bear, Калькюль, Mauritia, Issota, Respect, Юкатан, 2033Е, Медикум 11, Медикум 125, Медикум 176, Irbe (PR-3528), Докучаевский 10, Форвард и 121-13.

3. Определено, что урожайность ячменя зависит от плотности колоса ($r = 0,35...0,49$) и массы 1000 зёрен ($r = 0,52...0,80$). Наиболее стабильными показателями являлись количество колосков и зёрен в колосе ($CV = 9,0\%$ и $9,4\%$ соответственно), плотность колоса ($CV = 8,5\%$) и масса 1000 зёрен ($CV = 8,5\%$).

4. Выявлена высокая достоверная корреляционная зависимость (при $P \geq 0,95$) содержания белка со следующими показателями: количество осадков ($r = 0,95$) и гидротермический коэффициент ($r = 0,81$) за вегетационный период.

5. Выделены образцы, обладающие высокой пластичностью по показателям «урожайность» – Рейдер, Местный (к-2930), Landrace, NCL 95098, Медикум 11, Irbe (PR-3528), Форсаж, 121-13 и «содержание белка» – Полярный 14, Мие, Щедрый, Медикум 176, сочетающие высокую экологическую пластичность и урожайность – Рейдер, Irbe (PR-3528), Медикум 11, Буян, отличающиеся стабильно высоким содержанием белка в зерне – Местный (к-5983) и стабильно высокой урожайностью – Калькюль.

6. В результате кластерного анализа сформированы группы образцов для дальнейшего их использования в качестве компонентов скрещивания.

7. На всех этапах селекционного процесса проходит испытания перспективный селекционный материал, созданный с участием лучших коллекционных образцов.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ

1. При создании новых высокопродуктивных сортов ячменя в регионах со схожими Кировской области агроклиматическими и почвенными ресурсами рекомендуется использовать в гибридизации выделенные источники хозяйственно ценных признаков.

2. Для получения высокоурожайных сортов ячменя необходимо учитывать тесную корреляцию урожайности с признаками: плотность колоса и масса 1000 зёрен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдурахманов О. Х., Ражабов А. Н., Баракаев Н. Р. Признаки качества местных сортов зерна и методы их определения // *Ўзбекистон Аграр Фани Хабарномаси*. – 2019. – №. 4 (78) – С. 99-102.
2. Абсалудинова М. Р., Омарова З. А. Возможности оценки засухоустойчивости сортов ячменя по осморегуляторным свойствам семян // *Современные тенденции развития науки и технологий*. – 2015. – №. 2-1. – С. 44-47.
3. Авгеева Е. В., Леонова И. Н., Лихенко И. Е. Полегание пшеницы: генетические и экологические факторы и способы преодоления // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. – 2020. – Т. 24. – №. 4. – С. 356-362.
4. Алабушев А. В., Филиппов Е. Г., Щербаков В. И., Янковский Н. Г., Ревякин Е. Л., Гоголев Г. А. Перспективная ресурсосберегающая технология производства ярового ячменя. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 60 с
5. Амосова Н. В., Николаева О. Н., Сынзыныс Б. И. Механизмы алюмотолерантности у культурных растений (обзор) // *Сельскохозяйственная биология*. – 2007. – №. 1. – С. 36-42.
6. Амунова О. С., Волкова Л. В. Генетико-статистический анализ комбинационной способности сортов яровой пшеницы по устойчивости к засухе в ювенильный период развития // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2020. – Т. 21. – №. 3. – С. 253-262.
7. Амунова О. С. Вариабельность реакции пигментного комплекса гибридова пшеницы на воздействие ионов // *Экология родного края: проблемы и пути их решения*. – 2021. – С. 236-241.
8. Анисимова Н. Н., Ионова Е. В. Остаточный водный дефицит растений ярового ячменя, как один из показателей засухоустойчивости // *Зерновое хозяйство России*. – 2015. – №. 6. – С. 31-34.

9. Анисимова Н. Н., Ионова Е. В. Элементы структуры урожая сортов ярового ячменя и их вклад в формирование высокой продуктивности растений // *Зерновое хозяйство России*. – 2016. – №. 5. – С. 40-43.
10. Аниськов Н. И., Поползухин П. В., Николаев П. Н., Сафонова И.В. Использование генофонда Всероссийского института растениеводства для создания сортов ярового ячменя в Западной Сибири // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2016. – №. 1. – С. 123-129.
11. Арькова Ж. А., Крюков А. А. Селекция и генетика ячменя. Лекции для самостоятельного изучения курсов: «Частная селекция и генетика полевых культур» студентами плодоовощного института им. И.В. Мичурина – Мичуринск: Издательство Мичуринского аграрного университета, 2008. – 23 с.
12. Асанбекова Ч. А., Качекова Ш. К. Влияние удобрений на урожай и качество возделываемого в крестьянском хозяйстве «Аэк» Ысык-Кульской области // *Кирлибринет. Сеть академических библиотек Кыргызстана*. – 2008. – URL: <https://arch.kyrlibnet.kg/uploads/Asanbekova-Kachekova.pdf> (дата обращения: 25.06.2022)
13. Асеева Т. А., Зенкина К. В. Наследование основных хозяйственно ценных признаков гибридами ярового тритикале F1 в условиях Среднего Приамурья // *Дальневосточный аграрный вестник*. – 2018. – №. 4 (48). – С. 7-12.
14. Астапчук И. Л., Репко Н. В., Зеленский Г. Л., Данилова А. В., Волкова Г. В. Оценка полевой устойчивости сортов и линий озимого ячменя к сетчатому гельминтоспориозу (возбудитель *Helminthosporium teres* (Sacc.)) // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых*. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 67-68.
15. Астапчук И. Л. Возбудитель сетчатой пятнистости листьев ячменя: биология, этиология, вирулентность, устойчивость растения-хозяина (краткий

обзор) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – №. 127. – С. 604-627.

16. Атабаева Х. Н., Массино И. В. Биология зерновых культур – Ташкент: Государственное научное издательство «Узбекистонмиллийэнциклопедияси», 2005. – 202 с.

17. Афанасенко О. С. Устойчивость ячменя к гембиотрофным патогенам // Идентифицированный генофонд растений и селекция. – СПб.: Государственный научный центр Российской Федерации Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова (ГНЦ РФ ВИР), 2005. – С. 592-615.

18. Байдюсен А. А., Кушанова Р. Ж., Джатаев С. А., Серeda Г. А., Серeda Т. Г., Эльцер В. В. Результаты экологического изучения сортообразцов ярового ячменя международной коллекции в условиях Центрального и Северного Казахстана // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – №. 1 (195). – С. 21-28.

19. Байкалова Л. П., Серебренников Ю. И., Янова М. А. Яровой ячмень в Восточной Сибири. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2014. – 372 с.

20. Балакшина В. И. Влияние биогенных и антропогенных факторов на урожайность ячменя в сухостепной зоне Волгоградской области // Научно-агрономический журнал. – 2016. – №. 1 (98). – С. 46-49.

21. Баранова Е. Н., Чабан И. А., Кононенко Н. В., Шуплецова О. Н., Широких И. Г., Поляков В. Ю. Морфофункциональная характеристика каллусов ячменя, толерантных к токсическому действию алюминия // Биологические мембраны. – 2015. – Т. 32. – №. 4. – С. 274-274.

22. Батакова О. Б., Корелина В. А. Влияние элементов структуры урожая на продуктивность ячменя ярового (*Hordeum vulgare*L.) в условиях крайнего севера РФ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2017. – Т. 178. – №. 3. – С. 50-58.

23. Баталова Г.А. и др. Селекция голозерного овса, ценного по качеству

- зерна // Российская сельскохозяйственная наука. – 2016. – №. 5. – С. 6-9.
24. Баталова, Г. А. Овёс в Волго-Вятском регионе. – Киров: ООО «Орма», 2013. – 288 с.
25. Баташева Б. А., Альдеров А. А. Скороспелость ячменя в связи с адаптивным потенциалом сорта // Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке: состояние, проблемы, перспективы: тезисы докладов. – СПб.: Государственный научный центр Российской Федерации Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н.И. Вавилова (ВИР), 2007. – С. 413-415.
26. Баташева Б. А., Абудалев Р. А., Радченко Е. Е., Ковалева О. Н., Звейнек И.А. Необходимые признаки сортов ячменя для адаптации к неблагоприятным погодным условиям // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – №. 5. – С. 41-45.
27. Бахтеев Ф. Х. Ячмень. – М., Л.: Сельхозгиз, 1955. – 188 с.
28. Бахтеев, Ф. Х. К истории культуры ячменя в СССР // Материалы по истории земледелия СССР. Сб. II. – М.; Л., 1956. – С. 204-257.
29. Безгоднов А. В., Максимов Р. А. Характеристика нового сорта ярового ячменя Памяти Чепелева и особенности технологии его возделывания // Научные исследования: от теории к практике. – 2016. – №. 4-1. – С. 216-229.
30. Белкина Р. И., Губанов М. В., Грязнов А. А., Губанова В. М. Качество зерна сортообразцов пленчатого и голозерного ячменя в условиях Северного Зауралья // Агропродовольственная политика России. – 2015. – №. 10. – С. 22-25.
31. Белкина Р. И., Губанов М. В., Губанова В. М. Продуктивность сортов плёнчатого и голозёрного ячменя в северной лесостепи Тюменской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – №. 5 (67). – С. 54-55.
32. Белопухов С. Л. Бугаев П. Д. , Ламмас М. Е., Дмитриевская И.И., Гришина Е. А., Григораш А. И., Смирнова М. А., Макланов А. И., Шкондина Н.А.. Способ выращивания ячменя. Патент № 2539802 С1 Российская

Федерация, МПК А01Н 1/04. № 2013158287/10; заявл. 27.12.2013; опубл. 27.01.2015.

33. Беляев Н. Н., Дубинкина Е. А. Оценка адаптации сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Центрального Черноземья // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2018. – №. 3 (27). – С. 91-95.
34. Берестенева Т. В. Продолжительность вегетационного периода у сортов ячменя с нейтральным фотопериодом // *Вестник Кемеровского государственного университета*. – 2014. – Т. 2. – №. 2 (58). – С. 8-12.
35. Бершанский Р. Г., Ерешко А. С., Хронюк В. Б. Озимый ячмень: технология и урожай: монография. – *Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА*, 2011. – 108 с.
36. Бехтольд Н. П., Орлова Е. А. Вредоносность возбудителя твердой головки ярового ячменя // *Перспективы решения аграрных проблем в условиях Западной Сибири в работах молодых ученых: сборник*. – Барнаул: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2016. – С. 9-16.
37. Бехтольд Н. П., Орлова Е. А. Устойчивость сибирских сортов ярового ячменя к болезням // *Современные разработки молодых ученых для АПК Западной Сибири: Сборник статей*. – Барнаул: «Новый формат», 2017. – С. 19-25.
38. Бишарев А. А., Шевченко С. Н., Мадякин Е. В., Железникова В. А., Калякулина И. А., Дюльдина М. А. Селекция ярового ячменя в Самарском НИИСХ // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2017. – Т. 19. – №. 2-4. – С. 616-619.
39. Богданова О. В., Новикова А. А. Обзор эмпирических и современных методов селекции для улучшения ячменя (*Hordeum vulgare*) (обзор) // *Животноводство и кормопроизводство*. – 2022. – Т. 105. – №. 1. – С. 139-158.
40. Бойко Е. С., Салфетников А. А., Репко Н. В., Назаренко Л. В. Оценка исходного материала для селекции озимого ячменя в КубГАУ //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – №. 97. – С. 799-809.

41. Бурлов С. П., Большешапова Н. И. Изучение коллекции голозерного ячменя в условиях Иркутской области // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии. – 2020. – С. 25.

42. Бутакова О. И. Исходный материал для селекции скороспелых сортов ячменя в Волго-Вятском регионе // Науке нового века – знания молодых: Сб. статей 9-й науч. конф. аспирантов и соискателей: в 2 ч. – Киров: Вятская ГСХА. – 2009. – Ч. 1. – С. 19-24.

43. 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.

44. 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: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. – Казань: Центр инновационных технологий, 2012. – С. 82-85.

45. Бутяйкин В. В., Истихин С. В., Конаков А. В. Технологии в сельском хозяйстве. – Саранск: ООО "Референт", 2014. – 64 с.

46. Вавилов, Н. И. Избранные сочинения. Генетика и селекция. – М.: Колос, 1966. – 559с.

47. Васько Н. И. Тип взаимодействия генов и наследуемость продуктивности у ярового ячменя // Realizări științifice în ameliorare și tehnologii inovative la culturile cerealiere în contextul schimbărilor climatice. – 2020. – С. 199-207.

48. Васько Н.И., Наумов А. Г., Солонечный П. Н., Важенина О. Е., Солонечная О. В., Зимогляд О.В. Зависимость продолжительности межфазных периодов и

урожайности ярового ячменя от погодных условий // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №. 4. – С. 77-81.

49. Верещагин Л. Н. Вредители и болезни зерновых колосовых культур. – Киев: Юнивест Маркетинг, 2001. – 128с.

50. Волкова Е. С. Ячмень как перспективное сырье для создания новых технологий производства продуктов питания // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма: VI международная Интернет-конференция – Орел: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева. – 2016. – С. 193-199.

51. Волкова Л. В., Амунова О. С., Тиунова Л. Н. Использование морфофизиологических параметров проростков яровой пшеницы в селекции на алюмоустойчивость // Аграрный вестник Урала. – 2021. – №. 4 (207). – С. 24-33.

52. Волкова Л. В., Тулякова М. В. Влияние длительного эдафического стресса на характеристики проростков следующего поколения гибридов яровой пшеницы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – №. 22 (4). – С. 466-476.

53. Воробьев В. А., Волосевич А. Н., Гаврилова Г. В., Трубняков М. Д., Вязовский А. А. Динамика обменной кислотности пахотных почв Псковской области в зависимости от уровня известкования и применяемых систем удобрения // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – №. 3. – С. 2-8.

54. Ганичев Б. Л., Исачкова О. А. Биохимические показатели зерна сортов голозёрного ячменя из коллекции ВИР // Селекция сельскохозяйственных культур в условиях изменяющегося климата: Материалы Международной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2014. – С. 47-51.

55. Генкель П.А. Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения // Тр. ин-та физиологии растений им. К.А. Тимирязева: АН СССР. – М., 1946. – Т. 5. – Вып. I. – 237 с.

56. Герасимов С. А. Сравнение образцов ячменя мировой коллекции ВИР в условиях Восточной Сибири // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о земле. – 2017. – №. 2 (2). – С. 15-18.
57. Герасимов С. А. Селекционно-ценные образцы ячменя коллекции ВИР по параметрам адаптивности, продуктивности и качества зерна // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2020. – №. 4. – С. 16-24.
58. Глухих М. А. Практикум по технологии производства продукции растениеводства в Зауралье и Западной Сибири: учебное пособие. Ч. 1. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 249 с.
59. Глуховцев В.В. Яровой ячмень в Среднем Поволжье. – Саратов: Типография ВолгоНИИ Гипрозем, 2001. – 150 с.
60. Глуховцев В. В. Селекция ячменя в условиях Среднего Поволжья // Научные основы семеноводства и агротехнологий с.-х. культур в условиях Евро-Северо-Востока РФ: Матер. науч.-практ. конф. – Саранск, 2007. – С. 107-115.
61. Головки Т. К., Родина Н. А., Куренкова С. В., Табаленков Г. Н. Ячмень на севере (селекционно-генетические и физиолого-биохимические основы продуктивности). – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. –156 с.
62. Гончаренко А. А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России. – 2016. – №. 3. – С. 31-37.
63. Гончаров С. В., Мордовин А. Н. Пивоваренный ячмень-драйвер интенсификации // Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, члена-корреспондента ВАСХНИЛ М.И. Сидорова и 70-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Н.И. Зезюкова. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 116-125.

64. Гончарова Э. А., Ситников М. Н. Физиологический и молекулярно-генетический базис водного статуса растений // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2017. – №. S13. – С. 138-141.
65. Горпинченко Т. В. Оценка качества сортов сельскохозяйственных культур как сырья для переработки. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2008. – 151 с.
66. ГОСТ 10840-64 Зерно. Методы определения натуры
67. Гребенщиков В. Ю., Верхотуров В. В., Копылова В. С. Влияние гидротермических условий на продуктивность и технологические качества двухрядного ячменя в условиях Иркутской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №. 4 (44). – С. 85-90.
68. Григулецкий В. Г. К вопросу устойчивости прямолинейной формы равновесия стеблей зерновых культур против полегания. Часть 1. Московский экономический журнал. – 2019. – №. 9. – С. 532-557.
69. Григулецкий В. Г. О полегании злаковых растений и методиках оценки устойчивости их стеблей // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – №. 1. – С. 62-67.
70. Грязнов А. А. Ячмень Карабалыкский (корм, крупа, пиво). – Костанай, 1996. – 247 с.
71. Грязнов А. А. Определитель внутривидовых таксонов ячменя культурного (посевного). – Костанай: Издательство Костанайский печатный двор, 2007. – 107с.
72. Грязнов А. А. Ячмень голозерный в условиях неустойчивого увлажнения. – Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2014. – 300 с.
73. Грязнов А. А. Ячмень голозерный: монография – Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2019. – 384 с.
74. Губанов М. В., Белкина Р. И., Губанова В. М. Продуктивная кустистость и её влияние на урожайность ячменя в условиях Северного Зауралья // Агропродовольственная политика России. – 2017. – №. 10. – С. 79-83.

75. Губанов М. В., Грязнов А. А., Белкина Р. И., Губанова В. М. Исходный материал для селекции ярового ячменя и перспективы его использования в Северном Зауралье. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2018. – 185 с.
76. Губанова В. М., Губанов М. В. Изучение коллекции ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) в Северной лесостепи Тюменской // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: Сборник статей по материалам XI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 75-летию Курганской ГСХА имени Т.С. Мальцева. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2019. – С. 114-119.
77. Гудзенко В. Н. Оценка и использование генетических источников ценных признаков в селекции ячменя ярового // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2022. – №. 51. – С. 287-294.
78. Гудкова П. Д., Золотов Д. В., Крючкова Е.А., Рыжакова Д. Д. Ревизия рода *Hordeum* (Poaceae) Алтайского края // *Turczaninowia*. – 2022. – Т. 25. – №. 1. – С. 16-23.
79. Данилова А. В., Астапчук И. Л., Волкова Г. В., Свистула А. А., Шебьяковский С. В., Репко Н. В. Оценка устойчивости перспективных сортообразцов озимого ячменя к комплексу листовых болезней в разные фазы вегетации растения // Научное обеспечение производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: Международная научно-практическая конференция. – Краснодар: Индивидуальный предприниматель Синяев Дмитрий Николаевич, 2016. – С. 85-88.
80. Дедушев И. А., Болдырев М. А. оценка хозяйственно полезных признаков и свойств сортов ярового ячменя // Растениеводство и луговодство: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2020. – С. 497-500.

81. Дёмина И. Ф., Косенко С. В. Результаты оценки исходного материала яровой мягкой пшеницы на устойчивость к полеганию // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – №. 8 (130). – С. 18-22.
82. Дёмина И. Ф. Селекционная ценность сортов пшеницы мягкой яровой разных эколого-географических групп по устойчивости // Сурский вестник. – 2019. – №. 2. – С. 27-30.
83. Дёмина И. Ф. Сопряжённость урожайности и элементов её структуры у образцов яровой мягкой пшеницы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22. – №. 4. – С. 477-484.
84. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: методическое руководство / Под ред. Г. В. Удовенко. – Л.: ВИР, 1988. – 227 с.
85. Долженко В. И., Власенко Н. Г., Власенко А. Н., Коротких н. А., Теплякова О. И., Кулагин О. В., Слободчиков А. А., Кудашкин П. И., Любимцев Ю. В., Гаркуша А. А., Стецов Г. Я., Садовникова Г. Г., Бочарова Л. С., Доронин В. Г., Тимофеев В. Н., Габар Л. И. Зональные системы защиты яровой пшеницы от сорняков, болезней и вредителей в Западной Сибири. – Новосибирск: Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства, 2014. – 125 с.
86. Донцова А. А., Филиппов Е. Г. Наследование массы 1000 семян у гибридов F1 озимого ячменя в диаллельных скрещиваниях // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – №. 63. – С. 271-280.
87. Донцова А. А. Использование молекулярных методов селекции на устойчивость к сетчатой пятнистости ячменя (обзор) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – №. 113. – С. 1314-1324.
88. Дорофеев В. Ф., Пономарев В. И. Проблема полегания пшеницы и пути ее решения. – М.: Колос, 1970. – Т. 1070. – 124 с.
89. Дорошенко Е. С., Шишкин Н. В., Донцова А. А., Донцов Д. П. Поражаемость сортов озимого ячменя листовыми болезнями в условиях южной

- зоны Ростовской области // *Зерновое хозяйство России*. – 2017. – №. 3. – С. 67-70.
90. Дорошенко Е. С., Шишкин Н. В. Поиск источников устойчивости к пыльной головне для селекции ярового ячменя // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2021. – №. 174. – С. 106-112.
91. Дорошенко Э.С., Филиппов Е.Г., Донцова А. А., Алабушев А. В. Изучение мировой коллекции голозерного ячменя в условиях Ростовской области // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2016. – №. 5-6 (47). – С. 18-22.
92. Дорошенко Э. С., Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Сидоренко В. С. Изучение голозерных сортов ярового ячменя в условиях Северного Кавказа // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2019. – №. 2 (30). – С. 131-139.
93. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
94. Дягилева Е. В., Зайцева И. Ю. Болезни ярового ячменя, распространенные в Волго-Вятском регионе РФ // *Методы и технологии в селекции растений* Материалы VII Международной научно-практической конференции. – Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2021. – С. 307-314.
95. Егорова Н. И. Развитие корневой системы сортов ячменя в агрофитоценозах Южной лесостепи Западной Сибири // *Наука и современность*. – 2012. – №. 17. – С. 15-19.
96. Епишко И. А. Генетические основы селекции ячменя // *Актуальные проблемы сельскохозяйственной биотехнологии: сборник научных трудов*. – Пинск: ПолесГУ, 2012. – С. 47-51.
97. Ерешко А. С., Хронюк В. Б., Бершанский Р. Г., Татаркин С. В. Озимый ячмень: сорт, удобрение, урожай: монография. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – 160 с.
98. Ерешко А. С., Хронюк В. Б., Кулешов А. Н. Влияние агротехнических и физических приемов на урожайность ярового ячменя: монография. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – 146 с.

99. Жанбыршина Н. Ж., Габдола Э. Ж., Яцюк С. В. Отбор высокоурожайных, засухоустойчивых сортов ярового ячменя из мировой коллекции в условиях Акмолинской области // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – №. 2-3. – С. 147-151.
100. Железнов А. В., Железнова Н. Б., Кукоева Т. В., Бурмакина Н. В. Изменчивость ячменя (*Hordeum vulgare* L.) разного географического происхождения по элементам структуры урожая // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – №. 1. – С. 33-40.
101. Жичкина Л. Н., Столпивская Е. В. Устойчивость сортов ярового ячменя к пыльной головне // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №. 4. – с. 49-52.
102. Загорулько А. В., Бровкина Т. Я., Сысенко И. С., Фоменко Т. В., Калашников В. А. Важнейшие разновидности зерновых культур: Учеб. пособие – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 285 с.
103. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.6 «Наука», 1973. – 256 с.
104. Зарубина Т. Б. Виды, характеристика и народнохозяйственное значение ячменя // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие": Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Международной научно-методической конференции, Международной студенческой научной конференции. – Санкт-Петербург: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2019. – С. 316-320.
105. Заушинцена А. В., Ковригина Л.Н., Степанюк Г. Я., Ольшевская О. М. Характер наследования признаков " радиус стенки" и " диаметр стебля" ячменя // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2008. – №. 6. – С. 32-37.

106. Заушинцена А. В. Генетические источники для реализации основных направлений селекции ячменя в Сибири // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2009. – Т. 165. – С. 101-105.
107. Заушинцена А. В. Источники биологических свойств и хозяйственно ценных признаков для селекции ячменя // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2019. – №. 12 (153). – С. 64-68.
108. Захаров В. Г., Сюков В. В., Яковлева О. Д. Сопряженность анатомо-морфологических признаков с устойчивостью к полеганию яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – Т. 18. – №. 3. – С. 506-510.
109. Захарова Н. Н., Захаров Н. Г., Гаранин М. Н. Высота растений озимой мягкой пшеницы в связи с ее урожайностью и устойчивостью к полеганию в лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – №. 1 (49). – С. 51-59.
110. Защита полевых культур: Учебное пособие / Сост.: Л.Н. Соколова, О.В. Антюхова. – Тирасполь, 2016. – 161 с.
111. Злотина М. М., Ковалева О. Н., Лоскутов И. Г., Потокина Е. К. Использование аллель-специфичных маркеров генов *Rpd* и *Vrn* для прогнозирования продолжительности вегетационного периода сортов ячменя // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 17. – №. 1. – С. 50-62.
112. Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С., Кираев Р. С., Чанышев И. О. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка). – Уфа, 2011 – 97 с.
113. Зюба С. Н. Условия выращивания и кормовая продуктивность ярового ячменя // Земледелие. – 2012. – №. 4. – С. 47-48.
114. Иванова В. С., Иванов М. В., Радюкевич Т. Н., Бондарева Л. М. Создание скороспелых сортов зернофуражного ячменя // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2009. – Т. 165. – С. 113-116.

115. Иванова И. Ю., Волкова Л. В. Изменчивость хозяйственно ценных признаков яровой пшеницы и их вклад в стабилизацию урожайности // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – Т. 20. – №. 6. – С. 567-574.
116. Иванова Н. В., Анисимова А. В., Радюкевич Т. Н., Ковалева О. Н. Источники хозяйственно ценных признаков для создания сортов ярового ячменя в Северо-Западном регионе РФ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2016. – Т. 177. – №. 3. – С. 94-102.
117. Иванова Ю. С., Фомина М. Н. Морфологические признаки устойчивости коллекционных образцов овса голозерного к стеблевому полеганию // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – №. 3 (58) – С. 15-21.
118. Иванцова Е. А. Болезни зерновых колосовых культур Корневые гнили // Фермер. Поволжье. – 2015. – №. 8. – С. 46-49.
119. Ильясов М. М., Хисамутдинов Н. Ш., Дегтярева И. А., Шаронова Н. Л. Системы применения органоминеральных удобрений в адаптивно-ландшафтном земледелии Республики Татарстан // Системы использования органических удобрений и возобновляемых ресурсов в ландшафтном земледелии: Сб. докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию Судогодского опытного поля. В 2-х т. – Владимир: ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, 2013. – Т. 1. – С. 112-121.
120. Имирсинова А. А. Морфобиологические особенности некоторых дикорастущих видов рода *Hordeum* L. в условиях интродукции // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. – 2017. – №. 4 (34).
121. Ионова Е. В., Газе В. Л., Шарова В. М., Некрасов Е. И. Корневая система и сухая масса растений озимой пшеницы в условиях провокационного фона "засушник" // Зерновое хозяйство России. – 2016. – №. 1. – С. 32-35.
122. Исамитдинов Р. Н., Кузнецова Т. Е. Влияние анатомического и морфологического строения стебля озимого ячменя на устойчивость к

полеганию // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – №. 20. – С. 175-179.

123. Казакова А.С., Татьянченко И. С., Донцова В. Ю., Татьянченко А. Ф., Юдаев И. В. Применение электротехнологий для предпосевной обработки семян ярового ячменя. Часть 2. Обработка семян стимулирует формирование корневой системы проростков // Вестник аграрной науки Дона. – 2021. – №. 3 (55). – С. 4-13.

124. Казакова, А. С., Майборода С. Ю. Микрофенологические фазы прорастания семян ячменя: монография. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2018. – 183 с.

125. Какшинцев А. В., Коготько Л. Г., Онуфрейчик Н. Г. Систематика и характеристика фитопатогенных грибов класса Deuteromycetes: Лекция. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2007. – 56 с.

126. Камасин С. С., Тарануха В. Г. Растениеводство. Хлеба 1-й группы: учеб.-метод. пособие. – Горки: БГСХА, 2018. –103 с.

127. Канзываа С. О., Болат-оол Ч. К., Кужугет С. Б. Н. Производство продукции растениеводства. Часть 2: учебное пособие. – Кызыл: Изд-во ТувГУ, 2020. – 123 с.

128. Караваев Л. Л., Таляр А. С., Скугорева С.Г., Ашихмина Т.Я. Влияние катионов алюминия и сивнца (II) на прорастание семян и рост проростков ячменя сорта Новичок //Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Книга 1. – Киров: ВятГУ, 2017. – С. 158-160.

129. Караваева Е. С. Изучение ячменя ярового в условиях кольского Севера // Проблемы современной науки и образования. – 2019. – №. 11-2 (144). – С. 33-36.

130. Каримова Л. З. Особенности формирования урожая ярового ячменя и развития гельминтоспориозов на различных сортах ярового ячменя //

Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – №. 1. – С. 129-132.

131. Карпова Г. А., Кошеляев В. В., Кошеляева И. П. Научное обоснование формирования продуктивности ярового ячменя под влиянием приемов технологии возделывания в лесостепи Среднего Поволжья: монография. – Пенза, 2013. – 218 с.

132. Карпук В. В., Сидорова С. Г. Растениеводство. – Минск: БГУ, 2011. – 351 с.

133. Карпухин М. Ю., Чулкова В. В. Сравнительная продуктивность сортов ячменя в зависимости от почвенно-климатических условий Свердловской области // Аграрное образование и наука. – 2020. – №. 1. – С. 8.

134. Кедрова Л. И., Уткина Е. И. Влияние почвенной кислотности на урожайность озимой ржи и возможности эдафической селекции // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – №. 6 (67). – С. 17-25.

135. Кекало А. Ю., Немченко В. В., Заргарян Н. Ю., Цыпышева. М. Ю. Защита зерновых культур от болезней. – Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2017. – 172 с.

136. Кирдогло Е. К., Полищук С. С., Червонис М. В. Методология и результаты селекции ячменя пищевого использования // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2013. – Т. 171. – С. 240-253.

137. Клебанович Н. В., Чиж Д. А., Сазанов А.А., Сазонов А. А., Киндеев А. Л. Химическая мелиорация почв: электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-31 02 01 «География» / БГУ, Фак. географии и геоинформатики, Каф. почвоведения и геоинформационных систем. – Минск: БГУ, 2020. – 88 с.

138. Климашевский Э. Л. Генетический аспект минерального питания растений. – М.: Агропромиздат. 1991. – 420 с.

139. Климентова Е. Г., Сатаров Г. А., Зудова Т. А. Приспособление и устойчивость растений: Учебное пособие для студентов экологического факультета. – Ульяновск: из-во УлГУ, 2006. – 53 с.

140. Ковалева О. Н., Иванова Н. Н. Новый исходный материал для селекции ячменя на Северо-Западе России // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2013. – Т. 171. – С. 284-286.
141. Ковригина Л. Н. Изменчивость строения стебля у ячменя (*Hordeum vulgare* L.) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2010. – №. 9. – С. 111-115.
142. Ковригина Л. Н., Заушинцена А. В. Источники устойчивости ярового ячменя к полеганию // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2010. – №. 1. – С. 57-62.
143. Ковригина Л. Н., Заушинцена А. В. Значимость короткостебельных форм ячменя в селекции на устойчивость к полеганию // Селекция сельскохозяйственных культур на устойчивость к экстремальным факторам среды в аридных зонах Сибири. – Новосибирск, 2012. – С.84-89.
144. Ковтун В. И., Ковтун Л. Н. Урожайность, высота растений и устойчивость к полеганию новых сортообразцов озимой мягкой пшеницы на юге России // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – №. 4 (48). – С. 45-47.
145. Коготько Л. Г., Какшинцев А. В., Баранов О. Ю., Можаровская Л. В. Видовой состав возбудителей болезней озимого ячменя // Земледелие и растениеводство. – 2022. – №. 4. – С. 12-18.
146. Козубовская Г. В., Козубовская О. Ю., Балакшина В. И. Сравнительная характеристика ярового ячменя разного эколого-географического происхождения // Научно-агрономический журнал. – 2017. – №1 (100). – С. 37-40.
147. Кокина Л. П., Щенникова И. Н. Эффективность использования коллекционных образцов в селекции ячменя // Методы и технологии в селекции растений. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2014. – С. 117-120.
148. 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.

149. Кокина Л. П., Щенникова И. Н. Внутривидовое разнообразие ячменя по устойчивости к осмотическому стрессу // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: Материалы IV Международной научно-практической конференции. – Киров: Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, 2018. – С. 26-29.

150. 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.

151. Кокурин Т.П., Абашев В. Д., Ашихмин В. П. и др. Концепция развития адаптивного земледелия Кировской области. – Киров, 1998. – 115 с.

152. Колобков Е. В., Постников П. А., Шанин А. А. Защита растений на Среднем Урале: монография. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ставрополь: Логос, 2017. – 142 с.

153. Коломейченко В. В. Растениеводство. – М: Агробизнесцентр, 2007. – 600с.

154. Комарова В. П., Шишкану Г. Фотосинтетическая активность яблони под влиянием фиторегулятора кроссинга и микроэлементов в условиях засухи // *Realizări și perspective în horticultură, viticultură, vinificație și silvicultură*”. – 2007. – Т. 15. – С. 26-29.

155. Коновалов Г. С. Сетчатая пятнистость ячменя // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие. – М.: Тип. Россельхозакадемии, 2008. – С. 136-141.

156. Кононенко Н. В., Чабан И. А., Смирнова Е. А., Широких И. Г., Шуплецова О. Н., Баранова Е. Н. Тестирование устойчивости разных форм ячменя (*Hordeum vulgare* L.) к токсическому действию алюминия // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – №. 2. – С. 121-130.

157. Константинова И. Н., Владимирова Е. С. Изучение продуктивности исходного материала ячменя в условиях Центральной Якутии //

Агропромышленные технологии Центральной России. – 2018. – №. 2. – С. 63-70.

158. Копусь М. М., Филиппов Е. Г., Игнатъева Н. Г., Матвиевская Н. А. Современные проблемы в селекции ячменя по качеству зерна // Известия ОГАУ. – 2004. – №. 3-1. – С. 41-46.

159. Корелина В. А., Батакова О. Б., Анисимова А. В. Доноры устойчивости ярового ячменя к возбудителю-сетчатой пятнистости в Северо западном регионе России // Селекция, семеноводство и генетика. – 2018. – №. 4 (22). – С. 40-46.

160. Коробейникова О. В., Строт Т. А., Маслова М. П., Эсенкулова О. В., Никитин А. А. Эффективность обработки семян ячменя регуляторами роста растений // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №. 1. – С. 11-20.

161. Косарева И. А. Изучение коллекций сельскохозяйственных культур и диких родичей по признакам устойчивости к токсическим элементам кислых почв // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2012. – Т. 170. – №. 1. – С. 35-45.

162. Кривченко В. И. Изучение устойчивости зерновых культур и расового состава возбудителей головневых болезней: Методические указания. – Л., 1978. – 107 с.

163. Кривченко В. И., Хохлова А. П. Головневые болезни зерновых культур // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие. – М.: Тип. Россельхозакадемии, 2008. – С. 32-85.

164. Крупнов В. А. Засуха и селекция пшеницы: системный подход // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – №. 1. – с. 12-23.

165. Кудрявцева Е. Ю., Косарева И. А., Колесников Л. Е. Скрининг образцов тритикале коллекции ВИР на алюмотолерантность // Роль молодых учёных в решении актуальных задач АПК: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся,

посвящается 115-летию Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – Санкт-Петербург-Пушкин: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2019. – С. 19-22.

166. Кузнецов В. И., Кузнецова В. В. Оптимизация качества зерна ячменя при формировании планируемых уровней урожайности // Российско-китайский научный журнал «Содружество». Ежемесячный научный журнал научно-практической конференции. – 2016. – №. 4 (4). – Ч. 3. – С. 107.

167. Кузнецова А. С., Куркова И. В. Изучение ярового ячменя коллекции ВИР в условиях Амурской области // Биотика. – 2014. – №. 1. – С. 14-19.

168. Кузнецова Т. Е. Серкин Н. В. Селекция ячменя на устойчивость к болезням: монография. – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2006. – 288 с.

169. Кукушкина Л. А., Столпивская Е. В., Вуколов В. В. Изучение исходного материала для селекции ярового ячменя по элементам структуры урожая // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – №. 11-2. – С. 28-33.

170. Кулыгин В. А., Ильинская И. Н. Эффективность использования оросительной воды при возделывании сельскохозяйственных культур // Мелиорация и гидротехника. – 2015. – №. 2 (18). – С. 1-15.

171. Кумаков В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 270 с.

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

173. Куркова И. В., Кузнецова А. С. Анализ урожайности коллекционных сортов ярового ячменя в условиях Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – №. 1 (41). – С. 16-22.

174. 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.

175. Ланочкина М. А., Блохин В. И. Оценка мирового генофонда ячменя // Современные технологии выращивания сельскохозяйственных культур. – 2015. – С. 96-106.
176. Лапина В. В., Смолин Н. В., Жемчужина Н. С., Овчинников А. П. Этиология корневых гнилей и пятнистостей ячменя в условиях южной части Центрального Нечерноземья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – №. 3 (113). – С. 34-39.
177. Лапшинов Н. А., Пакуль В. Н., Божанова Г. В., Кукшенева Т. П. Накопление и сохранение продуктивной влаги в ресурсосберегающих технологиях // Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. – №. 4-1 (11). – С. 131-134.
178. Левакова О. В. Изучение и подбор ярового ячменя по признакам устойчивости к полеганию и урожайности // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – №. 3. – С. 39-41.
179. Левакова О. В. Лабораторный скрининг засухоустойчивости сортов и перспективных линий ярового ячменя и их стабильность урожая в полевых условиях Рязанской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – №. 4 (36). – С. 143-147.
180. Легкун И. Б. Создание и оценка сортов ячменя озимого на групповую устойчивость к головневым заболеваниям // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – №. 19 (2). – С. 191-196.
181. Лисицын Е. М. Методика лабораторной оценки алюмоустойчивости зерновых культур // Доклады РАСХН. – 2003. – №. 3. – С. 5-7.
182. Лисицын Е. М., Лисицына И. И. Влияние места репродукции сорта на его потенциальную алюмоустойчивость // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – Т. 43. – №. 5. – С. 58-64.
183. Лисицын Е. М. Физиологические параметры корневых систем в селекции зерновых культур на абиотическую устойчивость // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственный науки. Экономические науки». – 2018. – Т.4. – №. 3. – С. 7-44.

184. Лоскутов И. Г. Генетические ресурсы овса и ячменя – источник результативной селекции в России // В сб.: Материалы II Вавиловской международной конференции “Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке: состояние, проблемы, перспективы”. – СПб.: ВИР, 2009. – С. 200-205.
185. Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В. Генетические ресурсы овса и ячменя для перспективных направлений селекции // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2012. – Т. 169. – С. 65-71.
186. Лукьянова М. В., Трофимовская А. Я., Гудкова Г. Н., Терентьева И. А., Ярош Н.П. Культурная флора СССР. Том 2, часть 2. – Ленинград: ВО «АГРОПРОМИЗДАТ», Ленинградское отделение, 1990. – 424 с.
187. Лыскова И. В., Суховеева О. Э., Лыскова Т. В. Влияние локального изменения климата на продуктивность яровых зерновых культур в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22. – №. 2. – С. 244-253.
188. Ляпкало Л. А., Хронюк В. Б. Изучение коллекционного материала ярового ячменя для селекционных целей // Современная техника и технологии. – 2016. – №. 6. – С. 55-60.
189. Ляпкало Л. А., Хронюк В. Б. Оценка исходного материала ярового ячменя в аридных условиях юга Ростовской области // Инновационные энерго-ресурсосберегающие технологии и техника 21 века: Материалы Всероссийской молодежной научной конференции – Новочеркасск: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет», 2017. –С. 26-28.
190. Лясковский М. И. Процессы формирования клеточной оболочки и полегание озимой пшеницы: автореф. дис. канд. биолог. наук. – Киев, 1968.
191. Мазурова С. В., Родина Н. А. Реакция сортов ячменя на основные приемы технологии возделывания // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2007. – №. 9. – С. 28-33.

192. Макарова М.А., Карачаева Г. С., Ломакина И. В., Семенова Л. Г. Результаты изучения устойчивости генофонда яровых зерновых культур к фитопатогенам в Приамурье // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – №. 3 (43). – С. 61-67.
193. Максимов Р. А. Изучение сортообразцов ячменя мировой коллекции ВИР в условиях Среднего Урала // АПК России. – 2015. – Т. 74. – С. 141-144.
194. Мальцева С. Б., Крутов Н. Г., Воропай Л. М. Влияние кислотности на информативность спектров загрязненных почв // Вузовская наука – региону: Материалы XV Всероссийской научной конференции с международным участием. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2017. – С. 308-309.
195. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. Возможности создания сортов яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) с широкой изменчивостью параметров вегетационного периода // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – Т. 19. – №. 2. – С. 176-184.
196. Мамонтова И. Ю. Рациональное использование и охрана земель сельскохозяйственного назначения // International agricultural journal. – 2020. – №. 1. – С. 170-181.
197. Мартынова С. В., Пакуль В. Н. Источники продуктивности ярового ячменя различного эколого-географического происхождения // Селекция сельскохозяйственных культур в условиях изменяющегося климата: материалы Международной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2014. – С. 155-160.
198. Мартынова С. В., Пакуль В. Н., Андросов Д. Е. Взаимосвязь морфометрических параметров ярового ячменя с урожайностью // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2019. – №. 49 (5). – С. 11-20.
199. Марчик Т. П., Ефремов А. Л. Почвоведение с основами растениеводства. – Гродно: ГрГУ, 2006. – 449 с.
200. Махмудова К. Х., Богданова Е. Д., Кирикович С. С., Левитес Е. В. Оценка стабильности признаков, индуцированных тритоном X-100 у мягкой

- пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 16. – №. 1. – С. 193-201.
201. Международный классификатор СЭВ рода *Hordeum* L. / составители Лекеш Я., Береш И., Форал А., Одигнал И., Ружичка Ф., Бобек М., Трофимовская А., Лукьянова М., Корнейчук В., Ильина Н., Ярош Н. – Ленинград: ВИР, 1983. – 50 с.
202. Мергалимов Д. Б., Бекенова Л. В., Шаманин В. П. Урожайность и качество сортов и линий ячменя в условиях северо-востока Казахстана // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2016. – №. 1. – С. 28-36.
203. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса / под редакцией д-ра биол. наук И. Г. Лоскутова – СПб: ООО «Копи-Р», 2012 – 64 с.
204. Мешкова Л. В., Николаев П. Н., Васюкевич С. В., Сабаева О. Б., Пяткова О. В. Иммунологическая характеристика ячменя и овса по устойчивости к природным популяциям головнёвых заболеваний // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – №. 10. – С. 43-49.
205. Михкельман В.А., Мельников А.В. Способ прогноза урожайности ярового ячменя. Патент № 2733293 С2 Российская Федерация, МПК А01G 7/00. № 2019106785; заявл. 12.03.2019; опубл. 01.10.2020.
206. Моисеев С. А., Рябкин Е.А., Каргин В.И., Камалихин В.Е. Влияние сроков сева на количество стеблей и кустистость перед уборкой // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – №. 72-2. – С. 106-108.
207. Молодкин В.Н., Бусыгин А.С. Плодородие пахотных Кировской области почв // Земледелие. – 2016. – №. 8. – С. 16-18.
208. Музраев В. Н., Виноградова С. Б., Муравьева О. А. Влияние агрометеорологических условий и удобрений на урожай ярового ячменя в сухостепной зоне Калмыкии // Агрехимический вестник. – 2019. – №. 4. – С. 39-43.

209. Мусина М. К., Габдулов М. А., Мусин К. Н., Казгалиев А. С., Калимулдина А. К. Особенности формирования продуктивности культур // Вавиловские чтения – 2014: Сборник статей межд. науч.-практ. конф., посвященной 127-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов, 2014. – С. 55-58.
210. Наумкин Д. В., Сидоренко В. С., Костромичева В. А., Старикова Ж. В., Вилюнов С. Д. Использование кластерного анализа при идентификации ценного селекционного материала голозерного ячменя // Роль молодых ученых в инновационном развитии сельского хозяйства. – 2019. – С. 120-124.
211. Наумкин Д. В. Влияние погодных условий и генотипа ячменя ярового на продолжительность вегетационного периода в условиях ЦЧР // Экологизация сельскохозяйственного производства: Сборник Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. – Орёл: Изд-во Орловский ГАУ, 2021. – С. 154-160.
212. Некрасов Р. В., Овчаренко М. М., Аканова Н. И. Агроэкологические основы химической мелиорации почв // Земледелие. – 2019. – №. 4. – С. 3-7.
213. Никитин А. Н., Пузик А. А., Птицына Н. В., Перепичай М. И. Фитосанитарное состояние посевов ячменя в звене севооборота в зависимости от элементов технологии возделывания // Вестник аграрной науки. – 2019. – №. 5 (80). – С. 26-32.
214. Николаев П. Н., Аниськов Н. И., Юсова О. А. Пластичность, стабильность и адаптивность качества зерна сортов ярового ячменя в условиях Омской области // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2018. – №. 1 (41). С. 43-48.
215. Ныска И. Н., Петренкова В. П. Экспресс-метод оценки ячменя ярового на устойчивость к засухе // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №. 7. – С. 22-24.
216. Омаров Д.С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений // Сельскохозяйственная биология. – 1975. – Т. X. – №. 1. – С. 123-127.

217. Онучина О. Л., Корнева И. А. Зависимость кормовой продуктивности сортов клевера лугового от степени кислотности дерново-среднеподзолистой почвы в условиях Кировской области // *Sciences of Europe*. – 2021. – №. 83-2. – С. 22-26.
218. Опанасюк И. В., Белкина Р. И. Качество зерна сортов ячменя и факторы, определяющие его в условиях Северного Зауралья // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2012. – №. 3. – С. 63-66.
219. Орлова Е. А., Бехтольд Н. П. Характеристика генофонда яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по устойчивости к пыльной головне в условиях лесостепи Западной Сибири // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2019. – Т. 23. – №. 5. – С. 551-558.
220. Осипова Л. В., Верниченко И. В., Ромодина Л. В., Курносова Т. Л., Быковская И. А., Лапушкина А. А. Влияние кремния на онтогенетическую адаптацию ярового ячменя при действии оксидативного стресса // *Плодородие*. – 2020. – №. 1 (112). – С. 18-21.
221. Отчёт о научно-производственной деятельности ФГБУ ГЦАС «Кировский» за 2021 г. URL: https://agrohim-kirov.ru/otchet_za_2021_god/ (дата обращения: 30.06.2022)
222. Павлова Н. А., Муругова Г. А., Клыков А. Г. Использование двурядных и многорядных форм ярового ячменя в гибридизации в условиях Приморского края // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2015. – №. 5. – С. 126-130.
223. Павлова Н. А., Муругова Г. А., Клыков А. Г. Величина гетерозиса основных количественных признаков у гибридов F1 при скрещивании двурядных и многорядных форм ярового ячменя в условиях Приморского края // *Дальневосточный аграрный вестник*. – 2016. – №. 2 (38). – С. 22-28.
224. Пакуль В. Н. Формирование первичной корневой системы ячменя и его продуктивность // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2003. – №. 2. – С. 54-57.

225. Пакуль В. Н., Мартынова С. В., Андросов Д. Е. Источники ярового ячменя по засухоустойчивости в условиях лесостепи Западной Сибири // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – №. 2 (44). – Ч. 3. – С. 102-106.
226. Паладич О. А., Шихова Л. Н., Русских Е. А., Лисицын Е. М. Реакция растений овса и ячменя на действие кадмия в чистом виде и в смеси с алюминием // Теоретическая и прикладная экология. – 2009. – №. 1. – С. 72-77.
227. Пеннер И. Н., Коробейников Н. И. Признаки продуктивности коллекционных сортообразцов яровой мягкой пшеницы в контрастных условиях // Аграрная наука – сельскому хозяйству: Сборник статей в 3 книгах. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2016. –Т. 2. – С. 212-216.
228. Переведенцев Ю.П., Шаймарданов М.З., Френкель М.О. Современные изменения климатических условий и ресурсов Кировской области. – Казань, 2010. – 242 с.
229. Пересыпкин В. Ф. Сельскохозяйственная фитопатология 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с.
230. Петренкова В. П., Кучеренко Е. Ю. Оценка сортов сои по устойчивости к засухе // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №. 2. – С. 20-23.
231. Петрова Л. В. Формирование подземных междоузлий овса с влиянием гидротермического коэффициента метеоусловий Якутии на устойчивость полеганию к фазе созревания зерна овса // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – №. 2. – С. 72-74.
232. Петрова О. С., Афанасенко О. С. Методические рекомендации по диагностике и методам оценки устойчивости овса к возбудителям пятнистостей листьев. – СПб.: ВИЗР, 2003. – 27 с.
233. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 256 с.

234. Позняк Е. И. Результаты изучения коллекции ярового пивоваренного ячменя по некоторым показателям качества зерна в условиях Беларуси // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2022. – №. 51. – С. 340-346.
235. Поморцев А. А., Болдырев С. В., Лялина Е. В. Аллельное разнообразие гордеин-кодирующих локусов Hrd A и Hrd B у культурного (*Hordeum vulgare* L.) и дикого (*Hordeum spontaneum* C. Koch) ячменя в Сирии (как части Дуги плодородия) // Генетика. – 2018. – Т. 54. – №. 11. – С. 1275-1284.
236. Поморцев А. А., Болдырев С. В., Лялина Е. В. Аллельное разнообразие гордеин-кодирующих локусов Hrd A и Hrd B у культурного (*Hordeum vulgare* L.) и дикого (*Hordeum spontaneum* C. Koch) ячменя в Иордании (как части Дуги Плодородия) // Генетика. – 2019. – Т. 55. – №. 3. – С. 290-299.
237. Пономарев С. Н., Пономарева М. Л., Маннапова Г. С., Илалова Л. В. Болезни озимой ржи в среднем Поволжье и генетические источники устойчивости // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 1. – № 10. – С. 130-138.
238. Попова К. И. Получение и перспективы использования дигаплоидов ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare* L.) (обзор) // Генофонд и селекция растений: Материалы сателлитного симпозиума V Международной конференции. – Новосибирск: Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, 2020. – С. 89-92.
239. Посыпанов Г. С., Долгодворов В. Е., Гатулина Г. Г. и др. Растениеводство – М.: Колос, 2007. – 612 с.
240. Пруцков Ф. М., Рубцова В. П., Крючев Б. Д. Растениеводство с основами семеноводства – М.: Колос, 1984. – 479 с.
241. Пряхина С. И., Гужова Е. И., Смирнова М. М., Миронов А. А. Асинхронность наступления фаз развития зерновых культур по станции Саратов Юго-Восток // Изв. Саратов. ун-та Нов. сер. Сер. Науки о Земле. – 2014. – №. 1. – С. 27-29.

242. Пуалаккайнан Л. А., Прядун Ю. П. Селекция ярового ячменя в условиях Челябинской области // Аграрная наука Урала: вопросы теории и практики: Мат. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию ЧНИИСХ. – Челябинск, 2005. – С. 11-18.
243. Пугач А. А., Тарануха В. Г. Биология сельскохозяйственных растений: учеб.-метод. пособие. – Горки: БГСХА, 2020. – 94 с.
244. Пулодов Ф. М. Хозяйственно-ценные признаки и биологические особенности местных стародавних сортов пшеницы // ГУЗОРИШЊОИ. – 2007. – №. 7/24. – С. 8-12.
245. Путятин Ю. В., Серая Т. М., Маркевич Д. В., Таврыкина О. М. Сравнительный анализ состава незаменимых аминокислот в продукции основных сельскохозяйственных культур // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2016. – №. 3. – С. 60-68.
246. Радикорская В. А. Оптимизация минерального питания зерновых культур и сои // Дальневосточный аграрный вестник. – 2009. – №. 3 (11). – С. 87-89.
247. Радюкевич Т. Н., Бондарева Л. М., Лашина Н. М. Изучение коллекции ярового ячменя для целей селекции на Северо-Западе России // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – №. 2 (55). – С. 16-22.
248. Резвицкий Т. Х., Тикиджан Р. А., Позднякова А. В., Митлаш А. В., Калашник В. Ю. Защита почевов ячменя от мучнистой росы и бурой ржавчины // The Scientific Heritage. – 2021. – №. 58-1. – С. 27-29.
249. Резвякова С. В. Влияние засухи на состояние полевых культур // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – Ч. 1. – С. 273-278.
250. Репко Н. В., Коблянский А. С., Хронюк Е. В. Высота растений и устойчивость к полеганию коллекционных сортов озимого ячменя //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – №. 133. – С. 160-172.

251. Репко Н. В., Репко В. В., Скибина Ю. С., Шепелев К. В. Подбор родительских пар для гибридизации озимого ячменя // Научный альманах. – 2017. – №. 9-2 (35). – С. 205-209.

252. Родина Н. А. Ячмень. – Киров: Волго-Вятское книжное издательство, 1975. – 56 с.

253. 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.

254. Родина Н. А., Щенникова И. Н. Оценка исходного материала ячменя на кислых почвах // Современные аспекты селекции, семеноводства, технологии, переработки ячменя и овса: Материалы Международной научно-практической конференции. – Киров: Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, 2004. – С. 96-100.

255. Родина Н. А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья – Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. – 488 с.

256. Рустамов А. А., Хасанов Б. А. Полосатая пятнистость ячменя и биологическая эффективность фунгицидов-протравителей семян против болезней // *ЎЗБЕКИСТОН АГРАР ФАНИ ХАБАРНОМАСИ*. – 2013. – №. 4 (54). – С. 33-36.

257. Рындин А. Ю. Физические методы определения качества зерна: анализ источников // Вестник НГИЭИ. – 2013. – №. 12 (31). – С. 72-82.

258. Рябова О. В. К вопросу разработки микробиологических препаратов (фунгицидов и удобрений) для условий Северо-Востока европейской части Российской Федерации // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – №. 1 (50). – С. 31-40.

259. Саввина В. В. Оценка исходного материала ярового ячменя в Якутии // Аграрная наука. – 2021. – №. 2. – С. 71-73.

260. Сафонова И. В., Аниськов Н. И., Кобылянский В. Д. База данных генетических ресурсов коллекции озимой ржи ВИР как средство классификации генетического разнообразия, анализа истории коллекции и эффективного изучения и сохранения // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – Т. 23. – №. 6. – С. 780-786.
261. Сахибгареев А. А., Гарипова Г. Н. Влияние удобрений на урожайность ячменя в Предуральской степной зоне Республики Башкортостан // Итоги выполнения программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013-2020 гг.: Материалы Всероссийского координационного совещания научных учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2018. – С. 246-249.
262. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. – 1928. – Вып. 20. – С. 165–177.
263. Семененко Н. Н. Научные основы совершенствования системы управления продукционным процессом зерновых культур // Земледелие и растениеводство. – 2022. – №. 1. – С. 3-12.
264. Серебренников Ю. И. Пыльная головня ячменя в условиях искусственного заражения // Материалы V Международной научно-практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве». – Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2019. – С. 173-175.
265. Серегина Н. В., Еремина О. Ю. Пищевая ценность новых функциональных ингредиентов-порошков из вторичных продуктов переработки ячменя // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84. – №. S5. – С. 72-72.
266. Серкин Н. В., Ващенко В. Ф. К вопросу о повышении устойчивости озимого ячменя к полеганию // Вестник защиты растений. – 2013. – №. 1. – С. 71-72.
267. Скибина Ю. С. Об актуальности изучения патосистемы ячмень-темнобурая пятнистость // Агротехнологический метод защиты растений от

вредных организмов: Материалы VIII международной научно-практической конференции, посвящается 95-летию Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 376-378.

268. Скибина Ю. С., Репко Н. В., Астапчук И. Л., Затолокина Ю. А., Сердюков Д. Н. Оценка исходного материала озимого ячменя на устойчивость к темно-бурой пятнистости листьев // *Colloquium-journal*. –2019. – №. 16-2 (40). – С. 37-38.

269. Смуров С. И., Ермолаев С. Н., Наумкин В. Н. Влияние предшественников и возрастающих доз минеральных удобрений, урожайность и качество зерна ярового ячменя в условиях Центрально-Черноземного региона // Шаг в будущее: теоретические и прикладные исследования современной науки: Материалы XIX молодежной международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Санкт-Петербург: Lulu Press, 2020. – С. 67-71.

270. Солпиева К. Т. Изучение морфологических особенностей роста и развития ярового ячменя // Инновации и рискологическая компетентность педагога: Сборник научных трудов Шестнадцатой Международной заочной научно-методической конференции. В 2-х частях. – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2020. – Ч. 2. – С. 212-218.

271. Старковский Б. Н., Симонов Г. А. Производство пивоваренного ячменя в условиях Северо-Западного региона России // Передовые достижения науки в молочной отрасли. – Вологда-Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, 2021. – Т. 2. – С. 244-248.

272. Староверова Е. С., Еланская Т. А., Якубышина Л. И. Отечественные сорта ячменя в Тюменской области // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов LIII Международной студенческой научно-практической конференции. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. – Ч. 3. – С. 62-67.

273. Статистические данные продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных наций. URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data> (Режим доступа: 20.06.2022)
274. Страшная А., Пурина И. Э., Чуб О. В., Задорнова О. И., Чекулаева Т. С. Автоматизированная технология мониторинга и расчета количества декад с почвенной и атмосферно-почвенной засухой под зерновыми культурами // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. – 2013. – №. 349. – С. 161-175.
275. Стрижова Ф. М., Царёва Л. Е., Титов Ю. Н. Растениеводство. – Барнаул: Агау, 2008. – 219 с.
276. Ступко В.Ю., Зобова Н. В., Сидоров А. В., Гаевский Н. А. Перспективные способы оценки яровой мягкой пшеницы на чувствительность к эдафическим стрессам // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – №. 10. – С. 45-50.
277. Субботина Л. В. Экологические факторы устойчивого развития сельского хозяйства // Вестник Курганской ГСХА. – 2013. – №. 3 (7). – С. 4-8.
278. Сурин Н. А., Ляхова Н. Е. Селекция ячменя в Сибири. – Новосибирск: РАСХН, 1993. – 290 с.
279. Сурин Н. А., Ламажап Р. Р. Элементы продуктивности селекционных линий ярового ячменя // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – №. 5. – С. 32-39.
280. Сурин Н. А., Ляхова Н. Е., Герасимов С. А., Липшин А. Г. Интегрированная оценка адаптивной способности образцов ячменя из коллекции ВИР в условиях Красноярской лесостепи // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – №. 6. – С. 32-35.
281. Сурин Н. А., Ляхова Н. Е., Герасимов С. А., Липшин А. Г. Оценка коллекционных образцов ярового ячменя в селекции на продуктивность и качество зерна в условиях Восточной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – №. 5. – С. 41-44.

282. Сурин Н. А., Герасимов С. А., Ляхова Н. Е. Оценка генотипов ярового ячменя из коллекции ВИР на адаптивность и продуктивность в условиях Восточной Сибири // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2019. – №. 2. – С. 16-22.
283. Сухарева Е. П. Эффективность ярового ячменя, селекции НВНИИСХ, в сухостепной зоне Саратовской области // Научно-агрономический журнал. – 2019. – №. 2 (105). – С. 31-34.
284. Сухоруков А. Ф., Сухоруков А. А. Исходный материал для селекции озимой мягкой пшеницы в среднем Поволжье // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – №. 5. – С. 16-19.
285. Сущевич Ю. А. Изучение наследования признака устойчивости ячменя к сетчатой пятнистости и создание источников устойчивости с комплексом селекционно-ценных признаков // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №. 1. – С. 77-81.
286. Сынзыныс Б. И., Николаева О. Н., Рухляда Н. Н., Карасева Ю. В. Роль органических кислот в снижении фитотоксического действия алюминия на некоторые сорта российских пшениц // Вестник РАСХН. – 2004. – №. 3. – С. 42-45.
287. Тарасов А. Б. Продуктивность сортов ярового ячменя на Богдановичском ГСУ // Молодежь и наука. – 2019. – №. 7-8. – С. 78-78.
288. Тимошенкова Т. А. Доноры устойчивости к болезням ячменя и твёрдой пшеницы для селекции в степной зоне Оренбургского Предуралья // Животноводство и кормопроизводство. – 2017. – №. 4 (100). – С. 234-239.
289. Типсина Н. Н., Пуляева О. С. Биологическая ценность продуктов переработки ячменя // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2013. – №. 8. – С. 226-229.
290. Тихвинский С. В., Доронин С. В., Дудина А. Н., Тючкалов Л. В. Полевые культуры на Северо-Востоке Европейской части России. – Киров, 2007. – 352 с.

291. Тихонов Н. И., Авдеев А. А. Современное состояние производства ячменя // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – №. 1 (37). – С. 61-66.
292. Ториков В. Е., Мельникова О. В., Ториков В. В., Клименков Ф. И. Яровой ячмень на крупяные, пивоваренные и кормовые цели при биологизации земледелия. – Издание второе. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2013. – 246 с.
293. Тороп Е. А., Чайкин В. В., Тороп А. А. Способ отбора устойчивых к полеганию форм зерновых колосовых злаков. Патент № 2382549 С2 Российская Федерация, МПК А01G 7/00. № 2008103114/12; заявл. 28.01.2008; опубл. 27.02.2010.
294. Тороп Е. А., Чайкин В. В., Тороп А. А. Способ оценки селекционного материала озимой ржи на устойчивость к полеганию // Аграрная наука Северо-Востока. – 2011. – №. 3. – С. 14-16.
295. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Черноземные области в агроландшафтно-экологическом районировании Центрального федерального округа // Региональные геосистемы. – 2018. – Т. 42. – №. 3. – С. 316-325.
296. Трофимовская А. Я. Ячмень (эволюция, классификация, селекция). – Л., 1972. – 294 с.
297. Туктарова Н. Г., Торбина И. В. Проявление гетерозиса озимой пшеницы в гибридном питомнике первого года // Владимирский земледелец. – 2016. – №. 3 (77). – С. 35-37.
298. Туманян А. Ф., Васим Х., Тютюма Н. В. Засухоустойчивость сортообразцов ярового ячменя // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. – 2010. – №. 2. – С. 43-49.
299. Тюлин, В. В., Копысов И. Я. Оценка земель и их эффективное использование на Северо-Востоке Нечерноземной зоны. – Киров: ВГСХА, 1994. – 161 с.

300. Тютюма Н. В., Туманян А. Ф., Васим Х. Селекционная ценность сортообразцов ярового ячменя для аридных условий // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – №. 6. – С. 54-56.
301. Усаров З. И. Отбор засухо и жаростойких сортов и образцов ячменя в селекционном питомнике // JournalofNewCenturyInnovations – 2022. – vol.1. – С. 258-262.
302. Усольцев Ю. А. Снижение потерь урожая ярового ячменя от головневых заболеваний // Вестник Курганской ГСХА. – 2018. – №. 3 (27). – С. 65-69.
303. Усупбаев А. К. Обзор видов рода *Hordeum* (Poaceae) в Кыргызской Республике // Исследование живой природы Кыргызстана. – 2016. – №. 1. – С. 63-69.
304. Фатуллаев П. У. Изучение болезни ячменя в условиях Нахчыванской автономной республики Азербайджана // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – №. 52-3. – С. 63-68.
305. Фатыхов И. Ш., Исламова Ч. М., Колесникова Е. Ю. Экологическая пластичность и стабильность сортов яровой пшеницы на госсортоучастках Удмуртской Республики // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2020. – №. 1. – С. 44-50.
306. Фёдорова В. М., Яркова Н. Н., Елисеев С. Л. Растениеводство: учебное пособие. В 3 ч. Ч.1. Зерновые и зерновые бобовые культуры / под ред. С.Л. Елисеева. – Мин-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образоват. учреждение высшего проф. образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2014. – 112 с.
307. Федулов Ю. П., Котляров В. В., Доценко К. А., Тосунов Я. К., Барчукова А. Я., подушин Ю. В., Оберюхтина Л. А. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды: учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 64 с.
308. Федулов Ю.П. и др. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2015. – 89 с.

309. Филенко Г. А., Фирсова Т. И., Скворцова Ю. Г., Филиппов Е. Г. Динамика посевных площадей и урожайности ярового ячменя в РФ // *Зерновое хозяйство России*. – 2017. – №. 5. – С. 20-25.
310. Филенко Г.А., Васильченко С.А., Донцов Д.П. Продуктивность сорта ярового ячменя Леон в зависимости от метеоусловий в южной зоне Ростовской области // *Зерновое хозяйство России*. – 2017. – №. 1. – С. 43-49.
311. Филиппов Е. Г., Алабушев А. В. Селекция ярового ячменя. – Ростов-на-Дону: ЗАО "Книга", 2014. – 208 с.
312. Филиппов Е.Г., Донцова А. А., Донцов Д. П., Засыпкина И. М. Оценка экологической пластичности и стабильности перспективных сортов и линий озимого ячменя в конкурсном сортоиспытании // *Зерновое хозяйство России*. – 2021. – №. 4. – С. 8-14.
313. Харина А. В., Амунова О. С. Устойчивость к пыльной головне и адаптивность сортов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2020. – Т. 21. – №. 1. – С. 18-27.
314. Хилевский В. А. Фитопатологическая экспертиза семян и защита ярового ячменя в Ростовской области // *Символ науки*. – 2016. – №. 6-2. – С. 35-37.
315. Хисамова М. М. Растения полевой культуры: Зерновые и зернобобовые. Учебное пособие. – Елабуга: Изд-во ЕГПУ, 2008. – 89 с.
316. Хоконова М. Б. Формирование элементов продуктивности и урожайности зерна ярового ячменя в зависимости от нормы высева // *Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты: сборник материалов Международной научно-практической конференции*. – Кемерово: Общество с ограниченной ответственностью "Западно-Сибирский научный центр", 2016. – Т. II. – С. 456-459.
317. Хоконова М. Б. Биологические требования ярового ячменя в связи с особенностями воспроизводства // *Наука и практика в XXI веке: межвузовский сборник научных трудов*. – Вып. VI. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2020. – С. 118-121.

318. Хохлова А. П., Курбанова П. М. Устойчивые к каменной и пыльной головне образцы ярового ячменя // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2011. – Т. 168. – С. 155-156.
319. Храмченкова О. М. Виды устойчивости растений: практ. рук-во по теме УСР. М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Чернигов: Десна Полиграф, 2016 – 48 с.
320. Шайхиев И. Г., Гальблауб О. А., Гречина А. С. Использование отходов от переработки ячменя в качестве сорбционных материалов для удаления поллютантов из водных сред (обзор литературы) // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20. – №. 23. – С. 110-117.
321. Шаптуренко М. Н., Хотылева Л. В. Гетерозис: современные тенденции в изучении молекулярных механизмов // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – Т. 20. – №. 5. – С. 683-694.
322. Шехурдин А.П. Селекция и семеноводство яровой пшеницы на Юго-Востоке. Избранные труды. – М., 1961. – 326 с.
323. Шешегова Т. К., Багаева Е. А. Развитие гельминтоспориозных пятнистостей на посевах ячменя в зависимости от агротехнологических факторов // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №. 2. – С. 40-42.
324. Шешегова Т. К., Градобоева Т. П., Баталова Г. А., Щенникова И. Н. 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.
325. Шешегова Т. К. Анализ фитосанитарного состояния посевов яровых зерновых культур в Кировской области (аналитический обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – №. 5 (48). – С. 10-14.
326. Шешегова Т. К., Щенникова И. Н., Щеклеина Л. М., Кокина Л.П. Источники устойчивости ярового ячменя к гельминтоспориозным болезням и их использование в селекции // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016– №5(54). – С. 9-14.

327. 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.
328. Шешегова Т. К. Растительно-микробные взаимоотношения в патокмлексе *Hordeum vulgare L.* – *Helminthosporium spp* // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы XV Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. – Киров: Вятский государственный университет, 2020.. – Т. 2. – С. 184-188.
329. Шораева А. Г., Шабалина М. В. Совершенствование агротехники выращивания растений в связи с потеплением климата // Изденистер, нэтижелер. Исследования, результаты. – 2013. – №. 1. – С. 133-137.
330. Шулепова О. В., Белкина Р. И. Качество зерна сортов ячменя в условиях Северного Зауралья // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – №. 10. – С. 9-14.
331. Шулепова О. В., Санникова Н. В., Ковалева О. В. Оценка биохимического состава зерна различных сортов ярового ячменя в зависимости от предпосевной обработки в условиях лесостепной зоны Зауралья // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021. – №. 1 (64). – С. 9-14.
332. Шуплецова О. Н., Широких И. Г. Повышение устойчивости ячменя к токсичности металлов и осмотическому стрессу путем клеточной селекции // Зерновое хозяйство России. – 2015. – №. 1. – С. 57-62.
333. 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.
334. Шуплецова О. Н., Щенникова И. Н. Генетические источники селекции ячменя (*Hordeum vulgare*) в Волго-Вятском регионе // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180. – №. 1. – С. 82-88.

335. Щенникова И. Н. Изучение и создание исходного материала для селекции ячменя на устойчивость к кислым почвам: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Киров, 2002.
336. Щенникова И. Н., Бутакова О. И. Оценка коллекционных образцов ячменя на засухоустойчивость // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2009. – №. 1. – С. 22-24.
337. 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.
338. 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.
339. Щенникова И. Н., Назарова Н. Н., Лисицын Е. М. Приемы возделывания многорядного ячменя в Волго-Вятском регионе // Земледелие. – 2011. – Т. 6. – С. 20-22.
340. Щенникова И. Н. Особенности селекции ячменя для условий европейского Северо-Востока // В сб.: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров, 2014. – С. 10-16.
341. Щенникова И. Н. Влияние погодных условий на рост и развитие растений ячменя в Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – №. 4 (41). – С. 9-12.
342. Щенникова И. Н. Модели сортов ярового ячменя для условий Волго-Вятского региона // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – №. 6 (49). – С. 9-14.
343. 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.

344. Щенникова И. Н., Кокина Л. П., Зайцева И. Ю. Экологическая стабильность сортов и селекционных линий ярового ячменя // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2018. – Т. 4. – №. 3 (15). – С. 85-90.
345. Щенникова И. Н., Кокина Л. П. Перспективы селекции ячменя для условий Волого-Вятского региона (аналитический обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – №. 1. – С. 21-31.
346. Щенникова И. Н., Шешегова Т. К., Кокина Л. П., Зайцева И. Ю., Ковалева О. Н. Биоресурсы ячменя ярового для селекции новых коммерческих сортов в условиях Волго-Вятского региона. Методическое руководство / Под редакцией академика РАН Г. А. Баталовой. – Киров, ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2022. – 28 с. URL: <http://fanc-sv.ru/uploads/docs/2022/Биоресурсы-ячменя-2022.pdf>
347. Щерба Т. Э., Гасанов А. С. Понятие «Опустынивание почв» и некоторые подходы к его трактовке // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. НЭ Баумана. – 2015. – Т. 224. – №. 4. – С. 274-279.
348. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков / Под ред. Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцевой. – Киров: Вятка, 2001. – 416 с.
349. Юдина Е. М., Авилова Е. Ю., Калитко С. А., Юдин М. О. Технологии в растениеводстве. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет аграрного университета Типография Кубанского государственного аграрного университета, 2015. – 119 с.
350. Юлушев И. Г. Система применения удобрений в севооборотах. Учебно-методическое пособие по применению удобрений. – Киров, 1999. – 154 с.
351. Юсова О. А., Николаев П. Н. Урожайность и качество зерна ячменя в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – №. 6. – С.13-22.
352. Юсова О. А., Николаев П. Н. Изучение урожайности коллекции ячменя различного агроэкологического происхождения для условий Западной Сибири // Перспективные разработки и прорывные технологии в АПК: Сборник

материалов национальной научно-практической конференции. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. – С. 157-161.

353. Юсова О. А., Николаев П. Н., Аниськов Н. И., Сафонова И. В. Адаптивность сортов ячменя по признаку «масса 1000 зерен» в условиях лесостепи Омской области // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – №. 2. – С. 24-28.

354. Яковец О. Г. Фитофизиология стресса: курс лекций. – Минск: БГУ, 2010. – 103 с.

355. Яковлев В. К., Першаков А. Ю., Белкина Р. И. Продуктивность и качество зерна пивоваренных сортов ячменя в Северном Зауралье // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – №. 12. – С. 10-15.

356. Яковлева О. В. Фитотоксичность ионов алюминия // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2018. – Т. 179. – №. 3. – С. 315-331.

357. Яковлева О. В. Алюмоустойчивость пивоваренного ячменя // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2021. – Т. 182. – №. 4. – С. 126-131.

358. Якубышина Л. И. Селекция ячменя в Тюменской области // Современные научно-практические решения в АПК: Сборник статей всероссийской научно-практической конференции. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2017. – Ч. 1. – С. 798-803.

359. Яркова Н. Н., Федорова В. М. Семеноведение сельскохозяйственных растений: учебное пособие. М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджет. образов. учреждение высшего образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2016. – 116 с.

360. Bai B., Hongwu Bian, Zhanghui Zeng, Ning Hou, Bo Shi, Junhui Wang, Muyuan Zhu, Ning Han miR393-mediated auxin signaling regulation is involved in root elongation inhibition in response to toxic aluminum stress in barley // Plant and Cell Physiology. – 2017. – V. 58. – №. 3. – P. 426-439.

361. Bian M., Zhou M., Sun D., Li C. Molecular approaches unravel the mechanism of acid soil tolerance in plants // The Crop Journal. – 2013. – V. 1. – №. 2. – P. 91-104.

362. Farag M. A., Xiao J., Abdallah H. M. Nutritional value of barley cereal and better opportunities for its processing as a value-added food: a comprehensive review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2022. – V. 62. – №. 4. – P. 1092-1104.
363. Gangwar O. P., Bhardwaj S. C., Singh G. P., Prasad P., Kumar S. Barley disease and their management: An Indian perspective // *Wheat and Barley Research*. – 2018. – V. 10. – №. 3. – P. 138-150.
364. Guo B., Li D., Lin S., Li Y., Wang S., Lv C., Xu R. Regulation of nitrogen availability results in changes in grain protein content and grain storage subproteomes in barley (*Hordeum vulgare L.*) // *Plos one*. – 2019. – V. 14. – №. 10.
365. Guo T., Zhang G., Zhou M., Wu F., Chen J. Effects of aluminum and cadmium toxicity on growth and antioxidant enzyme activities of two barley genotypes with different Al resistance // *Plant and soil*. – 2004. – V. 258. – №. 1. – P. 241-248.
366. Hagenblad J., Vanhala T., Madhavan S., Leino M. W. Protein content and HvNAM alleles in Nordic barley (*Hordeum vulgare*) during a century of breeding // *Hereditas*. – 2022. – V. 159. – №. 1. – P. 1-13.
367. Jaeger A., Zannini E., Sahin A. W., Arendt E. K. Barley protein properties, extraction and applications, with a focus on brewers' spent grain protein // *Foods*. – 2021. – V. 10. – №. 6. – P. 1-21.
368. Kochian L. V. Cellular mechanisms of aluminium toxicity and resistance in plants // *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant. Mol. Biol.* – 1995. – V. 46. – №. 1. – P. 237-260.
369. Mansour E., Moustafa E. S., Abdul-Hamid M. I., Ash-shormillesy S. M., Merwad A. R. M., Wafa H. A., Igartua E. Field responses of barley genotypes across a salinity gradient in an arid Mediterranean environment // *Agricultural Water Management*. – 2021. – V. 258.
370. Nauanova A. Resistance of barley varieties to the pathogens of leaf spotting on the artificial infectious background // *Systematic Reviews in Pharmacy*. – 2020. – V. 11. – №. 12. – P. 1589-1592.

371. Navacode S., Weidner A., Varshney R.K. Lohwasser U., Scholz U., Roder M.S., Borner A. A genetic analysis of aluminium tolerance in cereals // *Agris Conspec Sci.* – 2010. – V.75. – №. 4. – P. 191-196.
372. Packa D., Wiwart M., Suchowilska E., Bienkowska T. Morpho-anatomical traits of two lowest internodes related to lodging resistance in selected genotypes of *Triticum* // *International agrophysics.* – 2015. – V. 29. – №. 4. – P. 475-483.
373. Pinthus M. J. Spread of the root system as indicator for evaluating lodging resistance of wheat // *Crop. Sci.* – 1966. – V.7. – №. 2. – P. 107-111.
374. Samarah N. H. Effects of drought stress on growth and yield of barley // *Agronomy for sustainable development.* – 2005. – V. 25. – №. 1. – P. 145-149.
375. Shah A. N., Tanveer M., Anjum S. A., Iqbal J., Ahmad R. Lodging stress in cereal—effects and management: an overview // *Environmental Science and Pollution Research.* – 2017. – V. 24. – №. 6. – P. 5222-5237.
376. Siecińska J., Nosalewicz A. Aluminium toxicity to plants as influenced by the properties of the root growth environment affected by other co-stressors: a review // *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology.* – 2016. – V. 243. – P. 1-26.
377. Šterna V., Zute S., Jākobsone I. Grain composition and functional ingredients of barley varieties created in Latvia // *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences.* – 2015. – V. 69. – №. 4. – P. 158-162.
378. Taylor G. L. Current views of the aluminium stress response the physiological basis of tolerance // *Curr. Top Plant Biochem. Physiol.* – 1991. – V.10. – P. 57-93.
379. Wu W., Ma B. L., Whalen J. K. Enhancing rapeseed tolerance to heat and drought stresses in a changing climate: perspectives for stress adaptation from root system architecture // *Advances in agronomy.* – 2018. – V. 151. – P. 87-157.
380. Yu W., Tan X., Zou W., Hu Z., Fox G. P., Gidley M. J., Gilbert R. G. Relationships between protein content, starch molecular structure and grain size in barley // *Carbohydrate Polymers.* – 2017. – V. 155. – P. 271-279.
381. Zadoks J. C., Chang T. T., Konzak C. F. A decimal code for the growth stages of cereals // *Weed research.* – 1974. – V. 14. – №. 6. – P. 415-421.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Сортимент изученных коллекционных образцов

№ п/п	Номер каталога	Название образца	Разновидность	Страна происхождения
1	2	3	4	5
1	я-201*	Белгородский 100 (st.)	nutans	Россия
2	к-30806**	Новичок	nutans	Россия
3	я-207	Бионик	nutans	Россия
4	я-52	Crusades	nutans	Великобритания
5	к-30375	Cooper	nutans	Эстония
6	к-19798	Sultan	nutans	Нидерланды
7	к-30873	Mentor	nutans	Дания
8	к-30468	Orthega	nutans	Германия
9	к-30889	Danuta	deficiens	Германия
10	я-4	752A	pallidum	Швейцария
11	к-30574	Filippa	nutans	Швеция
12	к-21957	Vonita	nutans	Аргентина
13	к-35425	NCL 95098	nutans	Аргентина
14	к-30349	Landrace	pallidum	Перу
15	к-31053	Нахбу	medicum	США
16	к-5983	Местный	coeleste	Афганистан
17	к-3506	Местный	asiaticum	Индия
18	к-2929	Местный	trifurkatum	Китай
19	к-2930	Местный	violaceum	Китай
20	к-5210	Макбо	trifurcatum	Австралия
21	к-29010	Одесский 115	nutans	Украина
22	к-30379	Mie	nutans	Эстония
23	к-29917	Сябра	nutans	Беларусь
24	к-30256	Rodos	erectum	Польша
25	к-15619	Полярный 14	pallidum	Россия
26	к-30892	Наран	nutans	Россия
27	к-30926	Казьминский	rikotense	Россия
28	к-31046	Щедрый	nutans	Россия
29	я-181	Адам	nudum	Беларусь
30	я-270	Куфаль	nutans	Беларусь
31	я-356	Рейдер	nutans	Беларусь
32	к-31049	Bear	nudum	США
33	к-31108	CDC MC Gwire	nudum	Канада
34	к-31169	Эвергрин	nutans	Дания
35	к-31170	Калькюль	nutans	Германия
36	к-31190	Mauritia	nutans	Германия
37	к-31193	Issota	nutans	Германия
38	к-31186	Respect	nutans	Чехия
39	к-31174	Fitzroy	nutans	Австралия
40	к-31191	2033E	deficiens	Франция
41	к-31094	Бадьорий	nutans	Украина
42	к-31097	Юкатан	nutans	Украина
43	к-31138	Медикум 11	medicum	Казахстан
44	к-31139	Медикум 125	medicum	Казахстан

Приложение 1 (окончание)

1	2	3	4	5
45	к-31140	Медикум 176	medicum	Казахстан
46	к-31143	Irbe (PR-3528)	nudum	Латвия
47	к-31197	Докучаевский 10	nutans	Россия
48	к-31198	Буян	nutans	Россия
49	к-31199	Оленёк	nutans	Россия
50	к-31286	С-105	coeleste	Россия
51	к-31171	Липень	ricotense	Беларусь
52	я-6	999-93	nutans	Россия
53	к-31376	Форсаж	nutans	Россия
54	я-389	Форвард	nutans	Россия
55	я-1	121-13	nudum	Россия
56	к-30919	Омский голозёрный 1	nudum	Россия
57	к-31093	Соборный	nutans	Украина
58	к-31173	Талер	rikotense	Беларусь
59	к-31179	Radegast		Чехия
60	к-31192	Jenuva	nutans	Германия
61	к-31050	Clearwater	nutans	США
62	к-31059	Tamalpais	coeleste	США
63	к-31105	Tercel	nudum	Канада
64	к-31106	CDC Gainer	nudum	Канада
65	к-31107	AC Alberte	nudum	Канада
66	к-31148	Фобос	neogenes	Беларусь
67	к-31172	Дублет	neogenes	Беларусь
68	к-31178	Lawina	nudum	Германия
69	к-30846	Сигнал	nutans	Россия
70	к-31109	Ворсинский 2	nutans	Россия
71	я-186	Алей	nutans	Россия
72	я-361	Салаир	nutans	Россия
73	я-339	П-23/08	nutans	Россия
74	я-272	Л-102/17	nutans	Россия
75	я-273	Л-103/16	nutans	Россия
76	я-274	Л-168/16	nutans	Россия
77	я-275	Л-199/16	nutans	Россия
78	я-276	Л-209/11	nutans	Россия
79	я-277	Л-223/15	nutans	Россия
80	я-278	Л-236/10	nutans	Россия
81	я-279	Л-243/15	nutans	Россия
82	к-3367	Nakano wase	nutans	США
83	к-6496	Svanhals	erectum	Швеция
84	к-18686	Chevron C.I. 1111	pallidum	США
85	к-24724	Абава	nutans	Латвия
86	к-27440	Krystal	nutans	Чехословакия
87	к-28115	Novosadski 301	nutans	Югославия
89	к-31177	Казак	submedicum	Россия
90	к-29180	Natasha	nutans	Франция
91	к-29317	HVS 59393	nutans	Германия
92	к-30025	Prisma ATF 2/802	erectum	Великобритания
93	к-30290	Tallon	nutans	Австралия

Приложение 1 (окончание)

1	2	3	4	5
94	к-30431	Princesse	nutans	Германия
95	к-30872	Melton	nutans	Франция
96	к-31116	Кредо	nutans	Россия
97	к-31188	Triumph	nutans	Дания
98	к-31057	Tetonia	nutans	США
99	к-31061	Sublette	nutans	США
100	к-31062	Персей	nutans	Украина
101	к-31064	Казковский	nutans	Украина
102	к-31099	Зенит	nutans	Россия
103	к-31100	Зауральский 1	nutans	Россия
104	к-31103	Вариант	pallidum	Россия
105	к-31104	Волгодон	pallidum	Россия
106	к-31115	Таусень	nutans	Россия
107	к-31242	Анакин	nutans	Дания
108	к-31124	Асем	nutans	Казахстан
109	к-31147	Хаго	nutans	Беларусь
110	к-31149	Магутны	deficiens	Беларусь
111	к-31153	Маскау	nutans	Австралия
112	к-31156	Dhow	nutans	Австралия
113	к-31242	J.B. Flavour	nutans	Германия
114	к-31243	J.B. Maltasia	nutans	Германия
115	к-18709	Murasaki mochi	violaceum	Япония
116	к-30458	Botnia	parallelum	Финляндия
117	я-415	Биос-1	nutans	Россия
118	я-322	Нур	nutans	Россия
119	я-291	М 4-16-3	nutans	Россия
120	я-295	М 9-5-3	nutans	Россия
121	я-292	М 5-11	nutans	Россия
122	я-289	М 2-37-6	nutans	Россия
123	я-340	Памяти Дудина	nutans	Россия
124	я-288	М 11-13-Ха	nutans	Россия
125	я-290	М 4-10	nutans	Россия
126	я-293	М 5-3	nutans	Россия
127	я-294	М 6-10	nutans	Россия
128	я-287	М 10-12	nutans	Россия

Варьирование признаков продуктивности

Показатель	Год	Min-max	$\bar{x} \pm S_x$	Коэффициент вариации, %	
				генотипический	по годам
1	2	3	4	5	6
1 набор (2018-2020 гг.)					
Кустистость общая, шт./раст.	2018	1,0-3,4	1,9±0,1	29,6	36,0
	2019	1,2-6,2	2,2±0,2	37,5	
	2020	1,1-4,7	2,3±0,2	36,4	
Кустистость продуктивная, шт./раст.	2018	1,0-3,4	1,7±0,1	28,6	34,4
	2019	1,0-4,8	1,8±0,1	36,3	
	2020	1,1-4,1	2,0±0,1	35,2	
Длина колоса, см	2018	3,0-7,7	5,9±0,2	18,9	18,6
	2019	3,5-8,0	6,2±0,2	18,9	
	2020	3,8-7,7	6,4±0,2	17,7	
Плотность колоса	2018	9,3-14,6	12,3±0,2	11,4	10,3
	2019	10,9-15,8	12,8±0,2	10,0	
	2020	9,8-15,1	12,6±0,2	9,6	
Количество колосков, шт.	2018	16,4-23,3 ¹	19,7±0,4 ¹	8,6 ¹	9,0 ¹ 23,7 ²
		16,2-47,2 ²	31,0±3,2 ²	31,2 ²	
	2019	16,4-25,0* 27,2-49,1**	21,2±0,4 ¹ 37,7±2,5 ²	10,1 ¹ 19,7 ²	
2020	18,6-23,9 ¹	21,1±0,3 ¹	6,5 ¹	17,9 ²	
	29,1-52,9 ²	38,3±2,3 ²	17,9 ²		
Количество зерен, шт.	2018	14,9-21,5 ¹	17,7±0,3 ¹	8,5 ¹	9,4 ¹ 23,2 ²
		14,0-39,8 ²	27,9±2,9 ²	31,3 ²	
	2019	14,9-23,3 ¹ 20,8-36,7 ²	19,2±0,4 ¹ 28,8±2,0 ²	10,3 ¹ 20,7 ²	
2020	16,8-21,6 ¹	19,4±0,3 ¹	6,6 ¹	18,7 ²	
	23,4-39,4 ²	29,0±1,8 ²	18,7 ²		
Масса зерна с колоса, г	2018	0,54-1,59	0,87±0,03	20,0	16,9
	2019	0,65-1,53	1,00±0,03	16,7	
	2020	0,75-1,23	0,96±0,02	11,1	
Масса зерна с растения, г	2018	0,54-2,53	1,28±0,07	31,4	33,6
	2019	0,84-3,49	1,51±0,10	36,2	
	2020	0,84-2,85	1,58±0,08	29,7	
Масса 1000 зерен, г	2018	30,0-50,7	43,1±1,1	14,2	14,0
	2019	33,6-55,4	43,1±0,9	11,8	
	2020	25,6-52,0	43,2±1,2	16,0	
Урожайность, г/м ²	2018	169,0-516,0	385±16,0	23,1	30,1
	2019	135,0-449,0	310±16,2	29,1	
	2020	244,0-697,0	445±21,8	27,3	
2 набор (2019-2021 гг.)					
Кустистость общая, шт./раст.	2019	1,2-3,4	2,1±0,1	24,1	23,6
	2020	1,7-3,7	2,4±0,1	20,2	
	2021	1,1-2,7	1,8±0,1	20,3	
Кустистость продуктивная, шт./раст.	2019	1,2-2,8	1,8±0,1	23,3	22,7
	2020	1,6-3,2	2,1±0,1	19,0	
	2021	1,0-2,3	1,7±0,1	20,2	
Длина колоса, см	2019	4,6-8,1	6,8±0,2	13,7	14,0
	2020	4,7-9,5	7,1±0,2	13,8	
	2021	5,6-9,5	7,1±0,2	14,2	

Приложение 2 (окончание)

1	2	3	4	5	6
Плотность колоса	2019	10,7-14,4	12,8±0,2	7,8	8,5
	2020	10,9-15,0	12,9±0,2	9,1	
	2021	10,6-13,8	12,0±0,2	6,8	
Количество колосков, шт.	2019	15,6-25,5* 35,6-47,5**	20,7±0,6* 41,6±6,0**	13,3* 20,3**	14,1* 10,0**
	2020	16,6-27,0* 40,4-45,3**	21,5±0,6* 42,8±2,5**	13,7* 8,2**	
	2021	16,1-25,4* 41,9-44,5**	19,7±0,6* 43,2±1,3**	14,5* 4,3**	
Количество зерен, шт.	2019	15,0-24,5* 23,3-42,0**	19,3±0,6* 32,6±9,3**	14,1* 40,4**	15,2* 24,5**
	2020	14,9-24,6* 30,0-32,8**	19,8±0,6* 31,4±1,4**	13,7* 6,4**	
	2021	14,0-23,2* 23,2-25,7**	17,4±0,6* 24,4±1,3**	15,4* 7,3**	
Масса зерна с колоса, г	2019	0,64-1,10	0,95±0,04	23,8	21,5
	2020	0,71-1,40	0,98±0,03	15,0	
	2021	0,60-1,06	0,77±0,02	16,3	
Масса зерна с растения, г	2019	0,74-3,19	1,52±0,10	34,5	33,2
	2020	0,95-2,67	1,72±0,08	22,6	
	2021	0,66-1,61	1,08±0,05	23,0	
Масса 1000 зерен, г	2019	38,2-52,1	46,2±0,7	7,9	8,6
	2020	39,2-51,1	46,2±0,6	6,9	
	2021	35,1-51,3	43,1±0,8	9,3	
Урожайность, г/м ²	2019	261,0-513,0	397±11,2	14,4	34,5
	2020	319,0-647,0	521±15,8	15,4	
	2021	138,0-381,0	242±13,1	27,6	

Примечание: * – двурядные сорта, ** – многорядные сорта

Показатели продуктивности коллекционных образцов (1 набор)

Образец	Масса зерна, г								Масса 1000 зёрен, г				Урожайность, г/м ²			
	с главного колоса				с растения				2018	2019	2020	ср	2018	2019	2020	ср
	2018	2019	2020	ср	2018	2019	2020	ср								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Белгородский 100	0,84	1,03	0,88	0,92	1,48	1,42	1,58	1,49	46,6	47,7	48,3	47,5	478	384	527	463
Новичок	0,85	1,15	0,96	0,98	1,10	1,76	1,59	1,48	47,8	42,7	45,6	45,4	390	285	566	414
Бионик	0,70	0,94	0,79	0,81	1,83	1,79	1,35	1,65	40,1	41,9	39,9	40,6	379	214	489	361
Crusades	0,81	0,85	1,08	0,91	1,39	1,13	2,85	1,79	48,6	42,5	50,9	47,3	416	216	396	343
Cooper	0,88	1,05	0,96	0,96	1,49	1,63	1,95	1,69	46,1	48,0	48,7	47,6	383	286	697	455
Sultan	0,86	0,94	1,03	0,94	1,14	1,13	1,59	1,29	45,8	40,3	47,0	44,4	435	264	583	427
Mentor	0,83	0,65	0,75	0,74	1,30	0,89	1,39	1,19	46,4	39,8	43,6	43,3	435	237	433	368
Orthega	0,89	0,72	1,01	0,87	2,53	0,81	2,65	1,99	45,3	40,0	45,0	43,4	480	183	401	355
Danuta	1,05	0,98	1,08	1,03	1,87	1,31	1,75	1,64	49,6	45,4	49,4	48,1	444	232	571	416
752A	1,59	1,23	0,90	1,24	1,94	1,53	1,12	1,53	31,7	34,6	30,0	32,1	317	179	332	276
Filippa	0,87	0,93	1,07	0,96	1,28	1,20	1,53	1,33	49,9	43,9	47,8	47,2	391	284	619	431
Bonita	0,91	0,93	0,97	0,94	1,30	1,58	1,57	1,48	46,9	45,4	47,9	46,8	541	294	507	447
NCL 95098	0,86	0,95	0,86	0,89	1,41	2,85	1,64	1,96	47,7	45,4	47,9	47,0	422	297	407	375
Landrace	0,54	0,84	0,95	0,78	0,54	1,09	1,01	0,88	38,6	39,4	38,6	38,9	301	135	244	227
Нахбу	0,94	0,91	0,96	0,93	1,74	1,59	2,30	1,88	50,7	48,5	48,2	49,1	467	247	470	395
Местный (к-5983)	0,81	1,23	1,13	1,05	0,98	1,81	1,45	1,41	35,1	35,4	31,4	33,9	272	290	325	296
Местный (к-3506)	0,79	0,93	1,05	0,92	1,12	1,20	1,49	1,27	32,9	33,6	25,6	30,7	241	262	326	276
Местный (к-2929)	0,85	1,06	0,93	0,94	1,19	1,24	1,14	1,19	37,7	40,0	38,1	38,6	283	290	266	280
Местный (к-2930)	0,77	1,00	0,82	0,86	0,84	1,15	0,84	0,94	36,5	40,7	34,7	37,3	250	237	361	283
Макбо	0,64	1,19	1,00	0,94	0,64	1,41	1,34	1,13	30,0	34,0	31,6	31,8	169	323	274	255
Одесский 115	0,74	0,92	0,91	0,86	0,98	1,49	1,68	1,38	44,1	44,9	47,4	45,5	414	407	467	429
Мие	0,85	1,17	0,85	0,96	0,96	2,04	1,19	1,40	44,6	46,9	43,0	44,8	375	471	369	405

Приложение 3 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Сябра	0,82	1,12	1,00	0,98	1,19	3,49	1,76	2,14	45,9	50,1	47,1	47,7	351	414	319	361
Rodos	0,81	1,00	1,03	0,95	1,55	1,96	2,22	1,91	49,3	49,8	49,8	49,6	345	430	621	465
Полярный 14	1,00	1,53	1,01	1,18	1,05	1,82	1,02	1,30	38,7	42,3	38,5	39,8	320	319	303	314
Наран	0,84	0,96	0,78	0,86	1,04	1,25	1,00	1,09	43,4	43,1	42,9	43,1	427	401	393	407
Казьминский	1,11	0,84	1,23	1,06	1,11	0,84	1,71	1,22	40,1	37,2	38,8	38,7	405	428	494	442
Щедрый	0,83	0,98	0,92	0,91	0,99	1,44	1,31	1,25	45,0	45,8	45,4	45,4	487	449	446	461
Рейдер	0,97	1,05	1,06	1,02	1,09	1,51	1,96	1,52	50,0	47,9	52,0	50,0	516	393	614	508
Адам	0,82	0,89	0,95	0,89	1,30	1,29	2,02	1,53	31,9	44,3	42,4	39,5	302	310	383	332
Куфаль	1,04	0,90	1,04	0,99	1,38	1,20	1,32	1,30	47,6	55,4	51,5	51,5	495	445	579	506
НСР ₀₅	–	–	–	0,15	–	–	–	0,54	–	–	–	4,4	–	–	–	41

Показатели продуктивности коллекционных образцов (2 набор)

Образец	Масса зерна, г								Масса 1000 зёрен, г				Урожайность, г/м ²			
	с главного колоса				с растения				2019	2020	2021	ср	2019	2020	2021	ср
	2019	2020	2021	ср	2019	2020	2021	ср								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Белгородский 100	0,87	0,88	0,71	0,82	1,47	1,58	1,07	1,37	48,2	48,6	46,8	47,8	465	602	293	453
Beag	0,91	1,05	0,87	0,94	1,15	2,46	1,61	1,74	42,4	43,2	40,9	42,1	438	612	138	396
CDC Mc Gwire	0,95	0,95	0,78	0,89	2,03	2,45	1,13	1,87	38,2	39,2	35,5	37,6	261	559	142	321
Эвергрин	0,84	1,02	0,63	0,83	1,68	1,92	0,98	1,53	49,0	50,7	40,0	46,6	372	581	183	379
Калькуль	1,10	1,10	0,84	1,01	2,36	2,67	1,46	2,16	48,6	50,0	41,8	46,8	476	647	273	465
Mauritia	0,94	0,97	0,72	0,87	1,36	1,38	0,85	1,20	47,5	48,0	44,0	46,5	369	476	173	339
Issota	1,09	0,97	0,66	0,90	2,02	1,83	0,86	1,57	50,9	51,1	44,0	48,7	339	516	179	345
Respect	0,77	0,87	0,64	0,76	0,98	1,51	0,77	1,09	47,1	44,0	37,7	42,9	335	551	199	362
Fitzroy	0,80	0,94	0,67	0,80	1,20	1,58	0,93	1,23	48,2	48,4	43,5	46,7	320	569	196	362
2033 E	1,09	1,00	0,60	0,89	1,66	1,85	0,66	1,39	47,6	43,5	39,5	43,5	364	528	205	366
Бадьорий	1,04	0,99	0,67	0,90	1,95	1,73	0,67	1,45	51,6	50,6	46,3	49,5	372	412	238	341
Юкатан	0,96	1,12	0,82	0,96	1,21	1,86	1,07	1,38	43,5	45,7	41,3	43,5	361	627	198	395
Медикум 11	0,85	0,78	0,71	0,78	1,26	1,35	0,98	1,19	47,9	46,3	45,8	46,7	432	443	237	371
Медикум 125	0,77	0,79	1,04	0,86	1,18	1,45	0,99	1,20	48,2	48,3	46,2	47,6	346	533	222	367
Медикум 176	0,83	0,88	0,75	0,82	1,11	1,62	1,23	1,32	52,1	49,7	48,9	50,3	366	459	300	375
Irbe (PR-3528)	1,01	0,97	0,81	0,93	2,00	1,62	1,16	1,59	42,0	43,3	35,1	40,1	394	408	225	342
Докучаевский 10	0,91	0,89	0,70	0,83	1,65	1,22	0,94	1,27	48,0	45,9	51,3	48,4	478	597	271	449
Буян	1,09	1,15	1,06	1,10	1,81	1,98	1,61	1,80	45,1	46,3	47,1	46,2	513	607	381	500
Оленёк	1,01	1,06	0,86	0,98	1,64	1,85	1,14	1,54	44,1	45,1	43,8	44,3	433	519	370	441
C-105	1,90	1,28	0,79	1,32	3,19	1,37	1,16	1,90	44,9	41,9	41,7	42,9	392	319	227	313
Липень	0,99	1,40	1,05	1,14	1,05	1,94	1,33	1,44	44,1	42,7	41,4	42,7	470	428	283	394
999-93	0,64	0,71	0,69	0,68	0,74	0,95	1,08	0,92	37,2	42,8	39,3	39,8	381	556	366	434
Форсаж	0,77	0,97	0,66	0,80	1,15	1,74	1,27	1,39	46,9	43,6	45,7	45,4	418	500	297	405

Приложение 4 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Форвард	0,85	0,88	0,80	0,84	1,06	1,49	1,11	1,22	43,9	46,0	40,0	43,3	422	539	290	417
121-13	1,00	0,97	0,83	0,93	1,38	1,47	0,89	1,25	49,3	46,6	46,1	47,3	422	425	242	363
Омский голозёрный 1	0,86	0,99	0,79	0,88	1,24	1,94	1,31	1,49	45,0	50,3	46,5	47,3	388	544	171	368
НСР ₀₅	–	–	–	0,16	–	–	–	0,47	–	–	–	3,6	–	–	–	101

Структура урожайности 1 набора образцов, 2018-2020 гг.

Образец	Кустистость, шт./раст.								Колос															
	общая				продуктивная				длина, см				плотность				Количество, шт.							
																	колосков				зёрен			
	2018	2019	2020	ср	2018	2019	2020	ср	2018	2019	2020	ср	2018	2019	2020	ср	2018	2019	2020	ср	2018	2019	2020	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Белгородский 100	2,6	2,0	2,7	2,4	2,3	1,8	2,3	2,1	6,0	6,6	6,9	6,5	12,8	13,2	13,0	13,0	18,3	22,1	18,6	19,7	16,6	18,7	17,7	17,7
Новичок	1,7	2,3	2,2	2,0	1,4	2,1	2,0	1,8	6,7	7,5	7,2	7,1	11,9	13,5	13,1	12,8	20,0	25,0	22,3	22,4	17,3	22,1	20,5	20,0
Бионик	2,3	2,3	2,5	2,4	1,9	2,2	2,2	2,1	6,1	6,4	6,4	6,3	13,1	14,2	14,8	14,0	19,8	21,0	21,4	20,7	17,3	18,0	18,8	18,0
Crusades	2,3	2,2	4,7	3,0	2,0	2,1	4,1	2,7	5,6	7,6	7,7	6,9	12,1	13,0	12,9	12,7	16,4	19,2	21,5	19,0	14,9	17,1	20,1	17,4
Cooper	2,3	2,4	3,1	2,6	2,0	2,3	2,6	2,3	7,6	6,9	7,2	7,2	12,8	13,4	12,0	12,7	23,1	20,4	18,9	20,8	21,2	18,8	18,6	19,5
Sultan	1,7	2,2	2,3	2,0	1,4	2,0	1,9	1,8	6,3	6,8	7,0	6,7	13,9	14,3	13,9	14,0	20,6	22,2	22,0	21,6	18,3	19,7	20,7	19,6
Mentor	2,2	2,2	2,6	2,3	2,0	1,8	2,3	2,0	6,4	5,3	6,3	6,0	12,3	12,5	14,0	12,9	19,2	16,4	20,9	18,8	16,8	14,9	16,8	16,1
Orthega	3,4	2,2	3,6	3,0	3,4	1,3	3,3	2,7	6,6	5,9	7,2	6,5	12,9	14,1	12,8	13,3	19,4	18,8	21,9	20,0	18,9	16,8	20,9	18,9
Danuta	2,3	2,2	2,6	2,4	2,1	1,7	2,0	1,9	7,6	7,6	6,8	7,3	13,3	13,0	11,9	12,7	23,3	23,1	21,1	22,5	21,5	21,1	20,9	21,2
752A	2,4	2,0	1,4	1,9	1,9	1,5	1,3	1,6	6,2	5,5	5,1	5,6	9,3	10,9	11,1	10,4	40,7	40,1	37,9	39,6	38,6	34,6	28,6	33,9
Filippa	2,0	1,9	1,8	1,9	1,8	1,5	1,6	1,6	6,4	6,8	7,6	6,9	13,2	13,5	13,4	13,3	20,7	21,1	22,9	21,6	16,7	19,6	21,3	19,2
Bonita	2	2,4	2,0	2,1	1,9	2,0	2,0	2,0	6,6	7,1	7,2	7,0	12,7	13,1	12,9	12,9	19,2	21,2	21,1	20,5	18,3	19,2	19,3	18,9
NCL 95098	2,5	6,2	2,9	3,8	2,2	4,8	2,5	3,2	6,0	7,0	6,6	6,5	12,4	12,7	12,9	12,7	18,2	21,0	19,0	19,4	16,0	18,7	17,4	17,3
Landrace	1,0	1,6	1,2	1,3	1,0	1,3	1,1	1,1	3,0	3,9	4,3	3,7	10,6	10,9	9,8	10,4	16,2	31,0	33,2	26,8	14,0	20,8	24,8	19,8
Нахбу	2,6	2,6	3,5	2,9	2,3	2,3	3,2	2,6	7,7	7,0	7,7	7,4	11,5	11,9	11,5	11,6	21,9	19,3	20,2	20,4	17,4	17,8	19,0	18,1
Местный (к-5983)	1,5	2,3	1,5	1,8	1,4	1,7	1,3	1,5	4,9	5,7	5,5	5,4	12,4	11,6	11,5	11,8	19,0	44,4	43,2	35,5	16,8	34,3	35,4	28,8
Местный (к-3506)	2,1	1,9	2,1	2,0	1,8	1,4	1,8	1,7	6,6	6,5	6,7	6,6	9,8	11,1	12,2	11,0	47,2	49,1	53,6	49,9	39,8	31,4	39,9	37,0
Местный (к-2929)	1,8	1,6	1,4	1,6	1,5	1,3	1,3	1,4	4,4	4,3	4,0	4,2	10,7	10,9	11,5	11,0	32,3	32,0	34,1	32,8	30,1	25,8	24,7	26,9
Местный (к-2930)	1,1	1,7	1,3	1,4	1,1	1,2	1,1	1,1	3,8	4,3	3,8	3,9	9,7	10,9	11,4	10,6	26,8	33,1	29,1	29,7	23,5	24,7	23,4	23,8
Макбо	1,2	1,7	1,9	1,6	1,1	1,6	1,8	1,5	4,6	5,2	5,4	5,1	10,1	11,1	11,5	10,9	33,3	38,0	40,4	37,2	28,9	30,3	30,4	29,9
Одесский 115	1,5	2,3	3,0	2,3	1,4	2,0	2,5	2,0	6,0	6,7	6,8	6,5	13,1	13,1	12,6	12,9	18,0	20,8	20,5	19,7	16,2	19,0	18,7	17,9
Mie	1,3	2,7	1,9	1,9	1,3	2,2	1,6	1,7	6,4	8,0	7,0	7,1	14,0	13,1	13,8	13,6	20,6	25,0	21,8	22,4	18,7	23,3	19,2	20,4
Сябра	1,7	2,6	2,4	2,2	1,6	2,2	2,3	2,0	5,7	7,0	7,2	6,6	13,8	14,0	13,5	13,7	18,3	23,1	22,2	21,2	17,0	21,6	19,6	19,4
Rodos	2,4	2,9	3,7	3,0	2,2	2,5	2,9	2,5	5,5	5,8	6,2	5,8	14,4	15,8	15,0	15,1	19,6	21,1	20,6	20,4	17,3	19,7	19,4	18,8
Полярный 14	1,1	1,5	1,1	1,2	1,1	1,3	1,1	1,2	4,3	5,5	4,7	4,8	11,2	12,1	12,2	11,8	33,4	44,9	38,8	39,0	31,6	36,7	25,1	31,1
Наран	1,5	1,8	1,6	1,6	1,5	1,4	1,5	1,5	6,2	7,7	6,9	6,9	12,8	12,4	12,6	12,6	19,3	22,6	19,9	20,6	17,8	21,0	18,6	19,1

Приложение 5 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Казьминский	1,4	1,2	1,7	1,4	1,4	1,0	1,5	1,3	4,1	3,5	4,9	4,1	11,1	11,4	11,8	11,4	30,3	27,2	35,6	31,0	27,9	21,1	29,8	26,3
Щедрый	1,5	2,3	1,9	1,9	1,5	2,0	1,6	1,7	6,4	7,4	7,5	7,1	12,2	14,6	12,5	13,1	18,3	22,3	21,4	20,7	17,3	19,9	19,3	18,8
Рейдер	1,3	1,9	2,4	1,8	1,3	1,8	2,2	1,8	6,3	6,8	7,4	6,8	12,8	13,3	13,6	13,2	18,8	20,9	22,5	20,7	17,6	19,3	20,4	19,1
Адам	2,2	2,2	2,9	2,4	2,0	1,7	2,7	2,1	6,5	7,0	7,3	6,9	14,6	13,8	15,1	14,5	21,8	22,9	23,9	22,9	18,8	21,1	21,6	20,5
Куфаль	1,6	1,7	1,8	1,7	1,5	1,3	1,6	1,4	6,4	5,2	6,4	6,0	13,1	13,2	11,9	12,7	19,8	17,4	19,1	18,7	18,3	16,7	18,6	17,9
НСР ₀₅	–	–	–	0,8	–	–	–	0,6	–	–	–	0,5	–	–	–	0,7	–	–	–	2,9	–	–	–	3,0

Структура урожайности 2 набора образцов, 2019-2021 гг.

Образец	Кустистость, шт./раст.								Колос															
	общая				продуктивная				длина, см				плотность				Количество, шт.							
																	колосков				зёрен			
	2019	2020	2021	ср	2019	2020	2021	ср	2019	2020	2021	ср	2019	2020	2021	ср	2019	2020	2021	ср	2019	2020	2021	ср
Белгородский 100	2,4	2,4	1,9	2,2	2,1	2,2	1,8	2,0	5,8	6,3	6,0	6,0	12,8	12,7	12,4	12,6	19,3	18,4	16,1	17,9	17,6	17,5	14,8	16,6
Beag	1,8	3,2	2,7	2,6	1,4	2,8	2,3	2,1	8,1	9,5	9,5	9,0	11,5	13,0	10,9	11,8	22,2	27,0	24,0	24,4	21,1	24,2	22,4	22,5
CDC Mc Gwire	3,4	3,2	1,9	2,8	2,8	2,9	1,7	2,5	7,9	8,0	9,2	8,4	14,1	14,3	12,5	13,6	25,5	26,1	25,4	25,7	23,8	23,2	23,2	23,4
Эвергрин	2,8	2,8	2,1	2,5	2,3	2,3	1,9	2,2	6,5	7,2	7,7	7,1	12,6	10,9	12,3	11,9	18,8	20,3	21,2	20,1	17,3	19,5	15,3	17,4
Калькуль	3,0	3,7	2,5	3,0	2,6	3,2	2,3	2,7	7,5	7,6	7,8	7,6	12,8	13,6	11,8	12,7	22,8	23,0	20,7	22,2	20,8	21,2	19,0	20,3
Mauritia	1,9	2,1	1,4	1,8	1,6	1,8	1,3	1,6	6,5	7,1	7,0	6,9	13,0	13,7	12,5	13,1	20,2	21,4	20,3	20,6	19,2	19,1	17,7	18,6
Issota	3,0	2,3	1,6	2,3	2,3	2,1	1,5	1,9	8,0	7,6	7,6	7,7	12,4	12,3	10,9	11,9	22,5	21,2	18,2	20,6	20,9	19,4	16,2	18,8
Respect	1,7	2,2	1,6	1,8	1,5	2,1	1,5	1,7	7,0	7,1	6,9	7,0	12,1	13,3	12,6	12,7	18,0	21,4	19,2	19,5	16,5	19,6	17,0	17,7
Fitzroy	2,1	2,7	1,6	2,1	2,0	2,3	1,5	1,9	5,5	6,6	6,3	6,1	13,7	14,1	12,5	13,4	17,3	20,4	17,7	18,5	15,3	18,2	15,7	16,4
2033 E	2,4	2,3	1,4	2,0	1,9	2,1	1,2	1,7	7,4	7,3	6,0	6,9	13,3	14,6	13,0	13,6	23,4	23,8	18,1	21,8	21,9	21,9	15,6	19,8
Бадьорий	2,6	2,3	1,1	2,0	2,3	2,1	1,0	1,8	7,8	7,7	5,9	7,1	11,9	13,2	12,3	12,4	21,3	21,3	15,7	19,4	19,9	19,5	14,2	17,8
Юкатан	1,7	2,2	1,7	1,9	1,4	2,0	1,5	1,6	7,3	8,3	8,4	8,0	13,0	13,5	12,4	13,0	22,4	25,0	23,0	23,4	21,0	23,0	20,0	21,3
Медикум 11	2,1	2,4	2,0	2,2	1,8	2,0	1,7	1,8	6,8	7,3	7,0	7,0	12,2	12,0	11,0	11,8	18,4	18,6	16,5	17,8	16,6	16,3	15,1	16,0
Медикум 125	2,2	2,6	1,8	2,2	2,0	2,3	1,6	1,9	5,9	6,2	6,1	6,1	11,7	12,6	11,9	12,1	15,6	17,2	15,6	16,1	15,0	14,9	14,0	14,6
Медикум 176	1,7	2,6	2,3	2,2	1,5	2,2	1,9	1,9	6,8	6,9	6,7	6,8	11,6	10,4	11,1	11,0	17,8	16,6	16,2	16,9	16,0	15,7	14,2	15,3
Irbe (PR-3528)	2,6	2,1	1,8	2,2	2,3	2,0	1,6	2,0	7,7	7,6	7,9	7,7	13,9	13,6	12,2	13,2	25,5	24,1	23,6	24,4	24,5	22,8	21,3	22,9
Докучаевский 10	2,3	1,7	1,9	2,0	2,2	1,6	1,7	1,8	6,5	6,5	7,2	6,7	14,3	12,0	11,9	12,7	20,9	19,7	18,8	19,8	18,6	17,9	16,4	17,6
Буян	2,1	2,1	2,0	2,1	1,7	2,0	2,0	1,9	7,4	8,4	8,3	8,0	14,4	14,3	12,9	13,8	24,3	26,8	24,3	25,1	23,0	24,6	21,5	23,0
Оленёк	2,2	2,5	1,8	2,2	1,8	2,3	1,6	1,9	7,6	8,0	8,0	7,9	13,6	13,5	11,8	13,0	24,1	24,6	21,7	23,5	22,1	23,0	18,8	21,3
С-105	2,3	1,7	1,6	1,9	2,0	1,5	1,6	1,7	6,0	4,7	5,6	5,4	11,7	12,9	11,4	12,0	47,5	40,4	41,9	43,3	42,0	30,0	23,2	31,7
Липень	1,2	1,8	1,7	1,5	1,2	1,6	1,5	1,4	4,6	5,9	6,3	5,6	10,7	12,4	10,6	11,2	35,6	45,3	44,5	41,8	23,3	32,8	25,7	27,3
999-93	1,5	1,8	2,2	1,8	1,3	1,6	2,0	1,6	5,3	5,8	6,4	5,8	13,9	15,0	13,5	14,1	18,1	18,7	19,6	18,8	16,6	16,5	17,3	16,8
Форсаж	2,1	2,2	2,4	2,2	1,7	2,0	2,3	2,0	5,8	7,2	7,3	6,8	13,3	12,3	11,7	12,4	18,0	21,5	18,9	19,5	16,8	20,4	15,8	17,7
Форвард	1,6	2,5	1,8	2,0	1,4	2,0	1,7	1,7	6,0	6,0	6,7	6,2	13,8	12,2	13,8	13,2	19,3	19,3	21,0	19,8	19,0	18,7	18,7	18,8
121-13	1,7	1,8	1,4	1,6	1,5	1,7	1,2	1,4	7,4	7,5	7,1	7,3	12,0	11,3	12,0	11,7	21,5	20,3	19,5	20,4	20,4	19,2	17,0	18,8
Омский голозёрный 1	1,7	2,4	2,3	2,1	1,6	2,2	2,1	2,0	7,0	7,5	7,0	7,1	12,0	11,3	10,9	11,4	19,8	19,5	18,1	19,1	18,7	19,0	17,0	18,2
НСР05	–	–	–	0,6	–	–	–	0,5	–	–	–	0,7	–	–	–	0,5	–	–	–	2,2	–	–	–	1,9

Экологическая пластичность и стабильность коллекционных
образцов ячменя по урожайности

Образец	b_i	σd^2
1	2	3
1 набор		
Белгородский 100	2,06	1757,02
Новичок	1,07	116,15
Бионик	2,05	93,89
Crusades	1,39	6609,58
Cooper	2,98	11535,76
Sultan	2,36	28,95
Mentor	1,50	5243,50
Orthegea	1,72	20475,50
Danuta	2,53	359,17
752 A	1,17	1851,79
Filippa	2,44	4196,77
Bonita	1,65	10946,02
NCL 95098	0,85	2698,40
Landrace	0,87	7362,40
Нахбу	1,71	6097,87
Местный (к-5983)	0,24	932,81
Местный (к-3506)	0,44	2128,99
Местный (к-2929)	-0,17	26,87
Местный (к-2930)	0,89	2084,50
Макво	-0,43	10659,38
Одесский 115	0,43	462,83
Mie	-0,78	1020,63
Сябра	-0,71	67,83
Rodos	1,31	24302,91
Полярный 14	-0,11	65,17
Наран	-0,04	615,65
Казьминский	0,46	2369,52
Щедрый	-0,0001	1044,67
Адам	1,64	0,0012
Куфаль	0,51	1570,68
Рейдер	0,98	401,87
2 набор		
Белгородский 100	1,32	0,16
Beag	2,04	906,18
CDC MC Gwire	1,75	8392,30
Эвергрин	1,69	674,82

1	2	3
Калькюль	1,60	13,81
Mauritia	1,30	514,75
Issota	1,43	484,99
Respect	1,48	2338,92
Fitzroy	1,57	4574,81
2033E	1,37	272,45
Бадьорий	0,75	930,48
Юкатан	1,81	3743,30
Медикум 11	0,91	4321,60
Медикум 125	1,31	1568,12
Медикум 176	0,67	328,45
Irbe (PR-3528)	0,80	3019,91
Докучаевский 10	1,40	451,57
Буян	0,97	28,71
Оленёк	0,63	257,46
С-105	0,43	8620,51
Липень	0,65	7535,23
999-93	0,78	5431,65
Форсаж	0,87	46,19
Форвард	1,06	25,43
121-13	0,81	4085,41
Омский голозёрный 1	1,60	66,33

Экологическая пластичность и стабильность 1 набора коллекционных образцов ячменя по содержанию белка в зерне

Образец	Содержание белка, %				b_i	σd^2
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	ср.		
Белгородский 100	11,9	10,9	13,9	12,2	1,89	0,195
Новичок	11,2	12,8	14,7	12,9	1,83	1,177
Бионик	12,9	12,8	13,5	13,1	0,48	0,001
Crusades	13,7	14,6	15,9	14,7	1,17	0,719
Cooper	11,8	12,5	16,7	13,7	3,16	0,938
Sultan	11,9	12,8	13,1	12,6	0,45	0,496
Mentor	13,5	12,7	13,7	13,3	0,46	0,249
Ortheга	12,3	12,3	12,6	12,4	0,22	0,006
Danuta	13,0	12,0	14,1	13,0	1,24	0,305
752 А	15,5	13,5	14,6	14,5	0,25	1,796
Filippa	13,6	12,9	15,5	14,0	1,61	0,075
Bonita	12,8	11,3	14,2	12,8	1,61	0,712
NCL 95098	13,9	14,6	14,4	14,3	0,01	0,235
Landrace	15,4	14,6	16,8	15,6	1,35	0,125
Нахby	11,7	11,8	14,6	12,7	2,00	0,149
Местный (к-5983)	14,9	14,9	14,0	14,6	-0,65	0,006
Местный (к-3506)	15,7	14,6	14,2	14,8	-0,62	0,733
Местный (к-2929)	15,8	14,7	17,4	16,0	1,60	0,298
Местный (к-2930)	16,8	15,9	15,9	16,2	-0,24	0,465
Макbo	16,4	15,8	15,3	15,8	-0,54	0,321
Одесский 115	11,7	12,3	13,8	12,6	1,18	0,377
Мie	11,9	12,1	13,3	12,4	0,92	0,078
Сябра	12,3	11,5	14,9	12,9	2,17	0,075
Rodos	13,1	12,1	15,9	13,7	2,43	0,139
Полярный 14	13,9	14,9	15,8	14,9	0,96	0,704
Наран	13,9	13,4	13,9	13,7	0,24	0,114
Казьминский	13,8	13,0	14,1	13,6	0,59	0,218
Щедрый	12,5	11,8	13,2	12,5	0,80	0,109
Адам	10,9	12,5	12,8	12,1	0,64	1,545
Куфаль	11,6	11,7	13,9	12,4	1,58	0,062
Рейдер	10,5	11,2	14,1	12,0	2,25	0,649
НСР ₀₅	—	—	—	1,5	—	—

Экологическая пластичность и стабильность 2 набора коллекционных
образцов ячменя по содержанию белка в зерне

Образец	Содержание белка, %				b_i	σd^2
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	ср.		
Белгородский 100	10,9	13,9	11,1	12,0	2,07	0,852
Bear	12,2	13,8	12,1	12,7	1,24	0,130
CDC MC Gwire	12,8	14,5	10,5	12,6	2,52	0,618
Эвергрин	11,8	13,5	11,1	12,1	1,62	0,003
Калькюль	12,9	12,6	11,4	12,3	0,63	0,691
Mauritia	12,5	12,8	11,5	12,3	0,75	0,246
Issota	12,8	13,3	11,2	12,4	1,30	0,585
Respect	11,3	13,4	10,5	11,7	1,97	0,027
Fitzroy	11,6	14,5	10,5	12,2	2,71	0,022
2033E	10,9	12,0	10,5	11,2	1,01	0,007
Бадьорий	13,4	12,8	11,4	12,5	0,74	1,411
Юкатан	12,3	13,3	11,8	12,5	1,01	0,001
Медикум 11	13,2	14,3	11,5	13,0	1,75	0,357
Медикум 125	13,5	15,7	11,8	13,7	2,55	0,123
Медикум 176	12,3	13,3	12,1	12,6	0,84	0,024
Irbe (PR-3528)	12,6	12,7	14,0	13,1	-0,70	0,627
Докучаевский 10	12,8	14,0	11,5	12,8	1,57	0,130
Буян	11,2	13,2	10,5	11,6	1,83	0,011
Оленёк	12,7	14,4	10,2	12,4	2,63	0,725
С-105	15,1	14,5	13,9	14,5	0,20	0,641
Липень	11,4	13,0	13,1	12,5	0,17	1,913
999-93	11,8	12,9	11,9	12,2	0,73	0,141
Форсаж	13,9	13,9	16,0	14,6	-1,17	1,217
Форвард	12,2	14,5	12,4	13,0	1,55	0,494
121-13	13,1	14,0	13,8	13,6	0,28	0,337
Омский голозёрный 1	12,8	14,1	12,3	13,1	1,20	0,017
НСР ₀₅	—	—	—	1,5	—	—

Натурная масса и выравненность коллекционных образцов

Сорт	Натурная масса, г/л	Выравненность, %
1	2	3
2018-2020 гг.		
Белгородский 100	678,3	94,7
Новичок	693,8	92,0
Crusades	671,0	93,2
Cooper	673,9	92,2
Sultan	678,9	93,8
Mentor	686,2	94,7
Danuta	651,4	94,1
752A	800,0	11,6
Filippa	665,3	92,4
Bonita	699,4	93,0
NCL 95098	683,8	91,9
Landrace	811,4	72,2
Нахбу	696,5	93,9
Местный сорт (к-5983)	806,2	27,6
Местный сорт (к-3506)	762,6	40,6
Местный сорт (к-2929)	810,3	73,3
Местный сорт (к-2930)	821,4	73,0
Макбо	809,0	61,6
Одесский 115	697,0	90,1
Мие	686,6	95,3
Сябра	680,2	97,4
Полярный 14	666,0	86,0
Наран	702,4	94,0
Казьминский	674,0	89,9
Щедрый	709,9	88,2
Рейдер	691,7	93,2
Куфаль	700,2	97,5
Адам	749,8	54,7
НСР ₀₅	21,7	9,7
2019-2020 гг.		
Белгородский 100	684,9	96,8
Beag	791,3	65,7
CDC Mc Gwire	751,0	88,7
Эвергрин	676,4	97,4
Калькюль	684,2	97,7
Mauritia	657,3	94,9
Issota	676,8	94,5

1	2	3
Respect	703,1	94,5
Fitzroy	665,7	91,9
2033E	662,3	88,5
Бадьорий	672,1	86,0
Юкатан	672,3	88,1
Медикум 11	673,8	86,2
Медикум 125	673,9	91,6
Медикум 176	755,8	70,0
Irbe (PR-2835)	796,2	61,5
Докучаевский 10	705,0	95,9
Буян	713,3	93,5
Оленёк	701,0	94,3
Липень	674,3	92,0
С-105	759,3	75,3
999-93	711,0	92,2
Форсаж	678,5	88,9
Форвард	717,3	95,3
121-13	792,7	69,8
Омский голозёрный 1	782,9	78,1
НСР ₀₅	56,4	14,4

Устойчивость к полеганию и элементы структуры урожайности

1 набора образцов

Образец	Устойчивость к полеганию	Высота растения	Общая кустистость	Количество вторичных корней в фазу «созревание»
41-60 см				
Mentor	8,8	52,0	2,3	15,9
Ortheга	8,8	52,4	3,0	20,9
Адам	9,0	52,9	1,7	15,3
Куфаль	8,8	53,7	2,4	17,0
Казьминский	8,0	53,9	1,4	13,6
Sultan	8,8	55,3	2,0	16,1
Бионик	9,0	56,4	2,4	11,6
Сябра	8,8	56,6	2,2	16,9
Рейдер	8,8	58,6	1,8	18,0
Crusades	8,5	59,0	3,0	12,5
Mie	9,0	59,0	1,9	14,7
Rodos	8,5	59,0	3,0	16,2
61-70 см				
Одесский 115	8,8	61,4	2,3	16,0
Filippra	9,0	61,8	1,9	17,7
Нахбу	8,0	61,9	2,9	17,9
Белгородский 100	9,0	62,5	2,4	18,1
NCL 95098	9,0	62,6	3,8	15,5
Danuta	8,5	64,3	2,4	17,1
Cooper	8,5	64,9	2,6	13,7
Щедрый	8,0	65,2	1,9	14,8
Vonita	8,8	65,4	2,1	15,5
Макво	4,5	66,2	1,6	9,6
Новичок	8,9	66,9	2,0	12,1
Landrace	5,5	68,6	1,3	15,9
71-80 см				
Местный (к-2929)	5,3	71,2	1,6	13,7
Местный (к-2930)	5,0	71,3	1,4	10,5
Наран	8,5	72,6	1,6	18,6
Местный (к-5983)	5,5	73,5	1,8	16,0
752А	5,5	78,3	1,9	16,3
Полярный 14	7,0	78,5	1,2	18,0
81-95 см				
Местный (к-3506)	5,5	82,5	2,0	17,5
НСР ₀₅	–	4,1	0,8	5,4

Морфологические особенности второго нижнего междоузлия

1 набора образцов

Образец	Устойчивость к полеганию, балл	Длина 2-го нижнего междоузлия, см	Диаметр 2-го нижнего междоузлия, мм	Масса 2-го нижнего междоузлия, мг	Масса отрезка 1 см, мг
1	2	3	4	5	6
4,41-4,80 см					
Бионик	9,0	4,77	2,3	41,1	9,2
4,81-5,20 см					
Адам	8,8	5,14	2,9	65,3	17,6
5,21-5,60 см					
Crusades	8,5	5,40	2,4	70,3	12,3
Rodos	8,5	5,39	2,6	56,4	11,5
5,61-6,00 см					
Mentor	8,8	5,71	2,3	53,2	11,1
Orthegea	8,8	5,81	2,4	64,2	12,0
Mie	9,0	5,83	2,4	60,5	12,8
Сябра	8,8	5,66	2,7	66,3	14,6
Куфаль	8,8	5,96	2,8	65,9	15,6
6,01-6,40 см					
Sultan	8,8	6,09	2,4	60,3	10,5
752A	5,5	6,17	2,7	86,2	17,7
Filippa	9,0	6,14	2,4	73,0	13,1
Местный (к-5983)	5,5	6,05	2,6	83,7	15,6
Макво	4,5	6,07	2,4	54,0	11,7
Казьминский	8,0	6,30	2,4	58,2	10,3
6,41-6,80 см					
Рейдер	8,8	6,44	2,7	76,7	15,9
Vonita	8,8	6,52	2,3	65,1	11,5
Danuta	8,5	6,68	2,6	90,9	14,7
6,81-7,20 см					
Новичок	8,9	6,82	2,4	68,0	10,9
Нахбу	8,0	6,90	2,6	72,2	12,1
Местный (к-2929)	5,3	6,91	2,6	73,3	12,7
Наран	8,5	6,97	2,6	79,3	14,0
Соорер	8,5	7,16	2,6	77,1	11,1
Щедрый	8,0	7,12	2,2	78,7	11,7
7,21-7,60 см					
NCL 95098	9,0	7,23	2,3	71,6	12,1
Landrace	5,5	7,28	2,4	75,3	11,5
Одесский 115	8,8	7,32	2,3	70,3	10,9

Приложение 12 (окончание)

1	2	3	4	5	6
Местный (к-2930)	5,0	7,53	2,6	78,1	12,0
8,01-8,40 см					
Местный (к-3506)	5,5	8,18	2,2	78,7	10,4
Белгородский 100	9,0	8,38	2,5	80,5	11,4
9,21-9,60 см					
Полярный 14	7,0	9,24	2,9	121,8	15,6
НСР ₀₅	–	0,74	0,2	12,8	–

Устойчивость к полеганию и элементы структуры урожайности

2 набора образцов

Образец	Устойчивость к полеганию	Высота растения	Общая кустистость	Количество вторичных корней в фазу «созревание»
41-60 см				
Эвергрин	8,3	55,9	2,5	15,9
Калькюль	8,7	59,9	3,0	13,5
Mauritia	8,8	57,7	1,8	11,3
Issota	9,0	56,9	2,3	13,0
Respect	8,7	56,0	1,8	15,4
Fitzroy	8,7	52,9	2,1	10,9
2033E	8,7	52,1	2,0	11,8
999-93	8,5	60	1,8	13,9
61-70 см				
Белгородский 100	8,6	63,5	2,2	10,0
CDC Mc Gwire	8,5	70,0	2,8	15,8
Юкатан	8,8	62,5	1,9	12,3
Медикум 125	8,4	65,1	2,2	9,6
Irbe (PR-3528)	8,7	66,6	2,2	11,4
Докучаевский 10	8,7	67,9	2,0	17,1
Липень	8,3	69,0	1,5	13,9
Форсаж	9,0	61,1	2,2	10,8
Форвард	8,3	64,1	2,0	12,0
121-13	8,2	65,6	1,6	13,4
Омский голозёрный 1	8,2	65,9	2,1	12,8
Медикум 11	7,3	67,7	2,2	11,2
Медикум 176	7,8	67,0	2,2	9,9
C-105	7,2	69,0	1,9	13,7
71-80 см				
Bear	8,2	72,5	2,6	10,9
Бадьорий	8,4	70,2	2,0	13,9
Оленёк	7,8	74,7	2,2	15,0
81-95 см				
Буян	6,7	87,1	2,1	12,1
НСР ₀₅	–	7,9	0,6	нет различий

Морфологические особенности второго нижнего междуузлия

2 набора образцов

Образец	Устойчивость к полеганию	Длина 2-го нижнего междуузлия, см	Диаметр 2-го нижнего междуузлия, мм	Масса 2-го нижнего междуузлия, мг	Масса отрезка 1 см, мг
4,81-5,20 см					
CDC Mc Gwire	8,5	4,88	2,6	54,4	14,2
5,21-5,60					
Эвергрин	8,3	5,38	2,5	57,9	11,3
Mauritia	8,8	5,31	2,5	60,7	12,1
Respect	8,7	5,35	2,3	46,4	8,9
2033E	8,7	5,31	2,4	57,4	9,9
Юкатан	8,8	5,58	2,4	62,1	11,4
5,61-6,00 см					
Калькюль	8,7	5,95	2,6	63,5	11,6
Fitzroy	8,7	5,64	2,3	51,4	9,1
Медикум 176	7,8	5,75	2,3	66,0	11,4
Форвард	8,3	5,83	2,3	56,9	10,8
6,01-6,40 см					
Issota	9,0	6,01	2,7	71,2	13,6
Оленёк	7,8	6,38	2,4	74,5	13,1
121-13	8,2	6,23	2,4	69,5	11,5
6,41-6,80 см					
Белгородский 100	8,6	6,68	2,3	62,8	11,1
Beag	8,2	6,77	2,6	79,0	12,9
Медикум 125	8,4	6,43	2,2	64,8	10,3
Irbe (PR-3528)	8,7	6,62	2,8	67,4	13,9
Омский голозёрный 1	8,2	6,43	2,3	65,4	10,1
6,81-7,20 см					
Буян	6,7	6,82	2,6	60,7	11,8
999-93	8,5	6,85	2,1	55,1	8,1
Бадьорий	8,4	7,10	2,4	82,9	11,3
Докучаевский 10	8,7	7,02	2,5	68,8	23,3
7,21-7,60 см					
С-105	7,2	7,48	3,2	96,7	13,8
Липень	8,3	7,47	2,7	85,9	12,3
7,61-8,00 см					
Медикум 11	7,3	7,73	2,3	65,8	8,9
Форсаж	9,0	7,76	2,5	77,8	10,7
НСР ₀₅	–	0,88	0,2	12,3	1,3

Поражение образцов пыльной головнёй (*U. nuda*) (1 набор), %

Образец	2018	2019	2020
Белгородский 100	0,0	0,1	0,2
Новичок	0,0	0,0	0,1
Бионик	1,5	0,0	0,1
Crusades	0,0	0,0	0,0
Cooper	0,0	0,6	0,4
Sultan	0,0	0,2	0,1
Mentor	1,4	0,8	0,8
Orthega	0,0	0,4	0,7
Danuta	1,5	3,4	2,0
752 A	5,4	3,6	9,2
Filippa	0,0	0,0	0,0
Bonita	0,0	0,1	0,0
NCL 95098	0,0	0,1	0,2
Landrace	0,0	0,1	0,0
Нахбу	0,0	0,1	2,0
Местный (к-5983)	7,0	0,9	1,6
Местный (к-3506)	0,0	0,2	0,1
Местный (к-2929)	0,0	0,2	1,6
Местный (к-2930)	0,1	0,2	0,9
Макво	0,0	0,3	6,9
Одесский 115	0,5	0,1	0,3
Mie	0,2	0,0	0,2
Сябра	0,0	0,0	0,0
Rodos	0,3	0,1	0,8
Полярный 14	0,2	0,3	4,2
Наран	0,6	0,2	1,2
Казьминский	1,6	6,2	10,7
Щедрый	0,0	0,0	0,9
Рейдер	0,2	0,0	0,2
Адам	0,1	0,0	0,2
Куфаль	0,1	0,0	0,6
Среднее по годам	0,7	0,6	1,5

Поражение образцов пыльной головнёй (*U. nuda*) (2 набор), %

Образец	2019	2020	2021
Белгородский 100	0,0	1,2	0,28
Bear	0,2	4,9	0,00
CDC Mc Gwire	3,1	3,7	0,00
Эвергрин	0,0	0,0	0,00
Калькуль	0,0	1,0	0,08
Mauritia	0,0	0,4	0,00
Issota	0,0	0,4	0,00
Respect	0,0	0,2	0,10
Fitzroy	0,0	0,4	0,19
2033E	0,0	0,2	0,00
Бадьорий	0,2	0,7	0,10
Юкатан	0,1	0,0	0,00
Медикум 11	0,1	3,8	0,22
Медикум 125	0,2	1,0	0,00
Медикум 176	0,2	1,5	0,00
Irbe (PR-3528)	2,0	0,9	0,09
Докучаевский 10	0,2	0,4	0,00
Буян	0,0	0,1	0,00
Оленёк	0,0	0,4	0,00
С-105	0,0	0,2	0,00
Липень	0,0	2,0	0,72
999-93	0,0	0,5	0,06
Форсаж	0,0	0,1	0,08
Форвард	0,1	0,9	0,00
121-13	0,1	0,3	0,00
Омский голозёрный 1	0,1	2,0	0,11
Среднее по годам	0,3	1,0	0,1

Поражение образцов сетчатой пятнистостью (*Drechslera teres*) (1 набор), %

Сорт	2018	2019	2020
Белгородский 100	13,2	10,0	14,0
Новичок	20,0	13,2	4,5
Бионик	11,0	11,0	4,7
Crusades	5,5	6,0	5,2
Cooper	5,5	6,0	5,5
Sultan	5,5	16,5	4,0
Mentor	6,6	9,0	3,7
Ortheга	9,0	10,0	3,5
Danuta	11,0	8,0	5,0
752А	0,0	5,5	6,0
Filippa	9,0	8,0	4,0
Bonita	5,5	12,3	9,5
NCL 95098	5,5	6,0	4,3
Landrace	3,3	5,5	4,7
Нахby	11,0	13,4	5,5
Местный (к-5983)	7,7	8,0	3,0
Местный (к-3506)	14,3	4,0	3,0
Местный (к-2929)	0,5	5,5	5,2
Местный (к-2930)	5,5	5,0	5,2
Макbo	0,0	4,0	2,3
Одесский 115	3,3	17,5	13,2
Мie	2,0	9,0	4,7
Сябра	5,5	9,0	2,0
Rodos	5,5	10,0	5,0
Полярный 14	10,0	13,0	5,0
Наран	3,3	10,0	5,2
Казьминский	5,5	10,0	4,5
Щедрый	22,0	20,0	19,5
Рейдер	8,0	22,0	15,6
Адам	8,0	22,0	16,5
Куфаль	7,6	22,0	10,0
Среднее по годам	7,4	10,7	6,6

Поражение образцов сетчатой пятнистостью (*Drechslera teres*) (2 набор), %

Сорт	2019	2020	2021
Белгородский 100	10,0	14,5	9,0
Бег	13,4	5,0	14,5
CDC Mc Gwire	14,5	8,5	10,8
Эвергрин	16,5	21,0	33,0
Калькуль	6,0	8,0	21,5
Mauritia	22,0	14,0	24,4
Issota	25,3	18,0	23,0
Respect	8,0	6,0	23,3
Fitzroy	9,0	5,0	22,0
2033E	14,5	9,0	34,4
Бадьорий	12,2	11,0	13,0
Юкатан	7,0	16,0	15,5
Медикум 11	7,0	5,0	13,4
Медикум 125	7,0	4,2	14,5
Медикум 176	5,5	4,5	19,5
Irbe (PR-3528)	13,4	44,0	25,7
Докучаевский 10	13,0	5,0	22,0
Буян	7,0	17,0	15,0
Оленёк	10,0	2,0	14,5
С-105	15,0	10,0	13,0
Липень	14,5	16,0	18,2
999-93	12,0	13,4	20,0
Форсаж	11,0	10,0	18,0
Форвард	6,0	5,0	14,4
121-13	10,0	7,5	14,0
Омский голозёрный 1	17,5	11,0	14,0
Среднее по годам	11,8	11,2	18,5

Поражение образцов тёмно-бурой пятнистостью (*Drechslera teres*)

(1 набор), %

Сорт	2018	2019	2020
Белгородский 100	8,0	24,2	15,6
Новичок	9,0	17,5	7,8
Бионик	11,0	16,5	11,2
Crusades	11,0	17,5	11,0
Cooper	11,0	24,0	8,0
Sultan	11,0	21,0	13,5
Mentor	13,2	14,3	5,8
Ortheга	15,4	10,0	8,0
Danuta	11,0	10,0	8,5
752A	13,2	15,0	9,5
Filippa	11,0	16,5	12,2
Bonita	14,3	22,0	8,7
NCL 95098	13,2	14,3	5,2
Landrace	3,3	14,3	3,2
Нахбу	5,5	19,8	12,0
Местный (к-5983)	17,6	13,4	11,0
Местный (к-3506)	16,5	11,0	14,5
Местный (к-2929)	11,0	16,0	1,0
Местный (к-2930)	12,1	11,0	12,2
Макво	5,5	11,0	11,0
Одесский 115	7,7	23,1	16,5
Міе	9,0	13,4	14,4
Сябра	11,0	14,5	9,0
Rodos	9,0	16,5	8,8
Полярный 14	5,5	18,7	14,5
Наран	9,0	20,0	14,0
Казьминский	22,0	16,5	16,0
Щедрый	10,0	29,0	18,7
Рейдер	9,4	17,5	13,4
Адам	9,8	22,0	15,0
Куфаль	9,5	22,0	11,0
Среднее по годам	10,8	17,2	11,0

Поражение образцов тёмно-бурой пятнистостью (*Drechslera teres*)

(2 набор), %

Сорт	2019	2020	2021
Белгородский 100	18,7	11,0	10,5
Bear	8,0	14,5	15,0
CDC Mc Gwire	16,5	11,0	16,5
Эвергрин	12,2	17,0	18,7
Калькуль	13,5	11,1	22,0
Mauritia	14,5	16,5	19,7
Issota	16,5	19,8	18,0
Respect	16,5	16,0	11,0
Fitzroy	15,0	14,5	22,0
2033E	15,5	17,8	22,0
Бадьорий	12,2	16,5	14,0
Юкатан	19,8	18,7	15,0
Медикум 11	11,0	11,0	14,5
Медикум 125	9,0	11,0	14,0
Медикум 176	10,0	11,0	18,0
Irbe (PR-3528)	16,5	16,5	21,0
Докучаевский 10	14,5	14,5	18,6
Буян	14,0	15,0	13,3
Оленёк	11,0	13,4	17,0
С-105	16,5	10,5	24,4
Липень	26,5	16,7	27,5
999-93	21,0	15,0	17,2
Форсаж	19,8	13,5	16,5
Форвард	11,0	11,0	15,0
121-13	19,0	11,0	13,0
Омский голозёрный 1	13,5	14,5	14,0
Среднее по годам	15,1	14,2	17,2

Поражение образцов полосатой пятнистостью (*Drechslera graminea*)

(1 набор), %

Сорт	2018	2019	2020
Белгородский 100	0,0	0,0	0,0
Новичок	0,0	0,0	0,0
Бионик	5,0	0,0	0,0
Crusades	0,0	0,0	0,0
Cooper	0,0	0,0	5,8
Sultan	5,0	9,0	8,3
Mentor	1,0	2,0	0,0
Ortheга	0,0	2,0	0,0
Danuta	0,0	4,0	0,0
752A	0,0	0,0	6,0
Filippa	0,0	3,0	4,0
Bonita	0,0	4,0	5,7
NCL 95098	0,0	4,5	3,0
Landrace	0,0	0,0	0,0
Нахby	0,0	3,0	5,0
Местный (к-5983)	0,0	0,0	0,0
Местный (к-3506)	0,0	0,0	0,0
Местный (к-2929)	0,0	0,0	0,0
Местный (к-2930)	0,0	0,0	0,0
Макbo	0,0	0,0	0,0
Одесский 115	0,0	11,0	10,5
Мie	0,0	1,0	0,0
Сябра	0,0	3,3	0,0
Rodos	0,0	6,0	0,0
Полярный 14	0,0	40,0	19,0
Наран	0,0	6,5	5,7
Казьминский	1,0	0,0	0,0
Щедрый	0,0	0,0	0,0
Рейдер	0,0	4,5	8,0
Адам	0,0	4,5	0,0
Куфаль	0,0	5,0	0,0
Среднее по годам	0,4	3,7	2,6

Поражение образцов полосатой пятнистостью (*Drechslera graminea*)
(2 набор), %

Сорт	2019	2020	2021*
Белгородский 100	0,0	3,0	–
Bear	0,0	3,5	–
CDC Mc Gwire	0,0	8,5	–
Эвергрин	0,0	0,0	–
Калькуль	0,0	0,0	–
Mauritia	0,0	0,0	–
Issota	2,0	6,0	–
Respect	0,0	4,0	–
Fitzroy	5,0	5,5	–
2033 E	3,0	5,0	–
Бадьорий	0,0	10,0	–
Юкатан	0,0	0,0	–
Медикум 11	2,0	4,0	–
Медикум 125	2,0	3,0	–
Медикум 176	3,3	3,0	–
Irbe (PR-3528)	0,0	0,0	–
Докучаевский 10	0,0	0,0	–
Буян	0,0	6,0	–
Оленёк	2,0	5,0	–
С-105	0,0	5,0	–
Липень	3,0	0,0	–
999-93	3,3	0,0	–
Форсаж	0,0	4,0	–
Форвард	0,0	0,0	–
121-13	0,0	6,0	–
Омский голозёрный 1	3,0	7,5	–
Среднее по годам	1,1	3,4	–

* – поражения образцов *Drechslera graminea* не наблюдалось

Энергия прорастания и всхожесть коллекционных образцов
при осмотическом стрессе

Сорт	Энергия прорастания, %				Всхожесть, %	
	3 сутки		5 сутки			
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
1	2	3	4	5	6	7
Белгородский 100	85,7	25,7	86,7	66,7	88,9	66,7
Новичок	88,9	85,6	91,1	88,9	91,1	91,1
Бионик	83,3	47,7	84,3	84,3	84,4	84,4
Crusades	55,7	19,0	73,3	55,7	73,3	55,6
Cooper	64,3	36,7	76,7	69,0	76,7	68,9
Sultan	65,7	41,0	66,7	62,3	74,4	50,0
Mentor	81,0	16,7	83,3	48,9	87,8	48,9
Orthega	89,0	73,3	87,7	80,0	87,8	81,1
Danuta	73,3	67,8	76,7	72,2	76,7	72,2
752A	63,3	73,3	74,3	73,3	74,4	73,3
Filippa	69,0	13,3	85,7	61,0	85,6	77,8
Bonita	80,0	46,7	84,3	81,0	84,4	82,2
NCL 95098	87,7	75,7	87,7	76,7	91,1	76,7
Landrace	90,0	75,7	91,0	80,0	93,3	83,3
Нахбу	84,3	61,0	85,7	61,0	90,0	66,7
Местный сорт (к-5983)	82,3	63,3	82,3	71,0	82,2	77,8
Местный сорт (к-3506)	85,7	72,3	85,7	74,3	85,6	74,4
Местный сорт (к-2929)	87,7	69,0	87,7	70,0	90,0	72,2
Местный сорт (к-2930)	64,3	52,3	73,3	67,7	73,3	71,1
Макбо	89,0	62,3	90,0	77,7	90,0	80,0
Одесский 115	95,7	76,7	96,7	77,7	97,8	77,8
Мие	73,3	29,0	79,0	49,0	82,2	48,9
Сябра	69,0	36,7	84,3	72,3	88,9	72,2
Rodos	89,0	69,0	89,0	75,7	88,9	77,8
Полярный 14	87,7	67,7	87,7	69,0	88,9	71,1
Наран	79,0	33,3	85,7	85,7	85,7	88,9
Казьминский	82,3	42,3	92,3	79,0	93,3	78,9
Щедрый	74,3	5,7	81,0	71,0	81,1	73,3
Рейдер	84,4	75,6	87,8	83,3	87,8	83,3
Адам	85,6	74,4	85,6	76,7	85,6	77,8
Куфаль	85,6	92,2	86,7	93,3	86,7	93,3
Bear	87,8	78,9	87,8	78,9	87,8	78,9
CDC Mc Gwire	53,3	76,7	53,3	78,9	53,3	78,9
Эвергрин	27,8	15,6	66,7	63,3	70,0	64,4
Калькюль	71,1	42,2	73,3	67,8	75,6	72,2

Приложение 23 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7
Mauritia	47,8	26,7	70,0	30,0	75,6	34,4
Issota	70,0	34,4	76,7	45,6	77,8	47,8
Respect	71,1	30,0	81,1	40,0	82,2	40,0
Fitzroy	70,0	34,4	82,2	42,2	82,2	47,8
2033E	72,2	32,2	74,4	50,0	76,7	65,6
Бадьорий	37,8	14,4	55,6	25,6	71,1	30,0
Юкатан	54,4	13,3	73,3	50,0	74,4	57,8
Медикум 11	27,8	14,4	57,8	28,9	53,3	78,9
Медикум 125	23,3	6,7	53,3	34,4	55,6	35,6
Медикум 176	16,7	10,0	25,6	25,6	36,7	28,9
Irbe (PR-3528)	83,3	82,2	83,3	82,2	84,4	82,2
Докучаевский 10	25,6	13,3	43,3	28,9	60,0	28,9
Буян	57,8	15,6	72,2	22,2	75,6	23,3
Оленёк	76,7	15,6	80,0	63,3	80,0	66,7
С-105	83,3	62,2	83,3	62,2	83,3	63,3
Липень	45,6	50,0	60,0	57,8	65,6	57,8
999-93	42,2	45,6	88,9	75,6	90,0	76,7
Биос-1	44,4	11,1	52,2	61,1	78,9	61,1
Форсаж	60,0	22,2	68,9	27,8	70,0	34,4
Форвард	72,2	40,0	76,7	61,1	77,8	64,4
121-13	45,6	44,4	66,7	54,4	66,7	58,9
Омский голозёрный 1	70,0	66,7	70,0	68,9	66,7	68,9

Оценка засухоустойчивости коллекционных образцов по показателю RSR

Сорт	RSR, %		Относительная RSR, %	Отклонение RSR, %
	контроль	опыт		
1	2	3	4	5
Белгородский 100	83,3	169,2	203,0	103,0
Новичок	147,8	213,8	144,6	44,6
Бионик	123,1	99,4	80,8	19,2
Crusades	111,6	174,7	156,5	56,5
Cooper	106,3	146,4	137,7	37,7
Sultan	77,4	172,6	223,1	123,1
Mentor	122,4	59,4	48,6	51,4
Ortheга	109,2	177,0	162,0	62,0
Danuta	99,1	126,7	127,8	27,8
752A	91,5	90,6	99,0	1,0
Filippa	98,3	549,4	559,1	459,1
Bonita	91,4	118,6	129,6	29,6
NCL 95098	129,0	128,8	99,8	0,2
Ci 11084	67,8	196	289,2	189,2
Нахбу	67,2	273	406,5	306,5
Местный сорт (к-5983)	69,8	130,2	186,5	86,5
Местный сорт (к-3506)	60,5	46,1	76,3	23,7
Местный сорт (к-2929)	79,8	156,6	196,3	96,3
Местный сорт (к-2930)	75,4	194,5	258,0	158,0
Макбо	60,4	119,4	197,7	97,7
Одесский 115	107,0	119,3	111,5	11,5
Mie	107,9	116,8	108,3	8,3
Сябра	150,9	444,6	294,7	194,7
Rodos	77	85,7	111,4	11,4
Полярный 14	96,7	131,9	136,4	36,4
Наран	100,4	217,9	217,0	117,0
Казьминский	129,4	108,9	84,2	15,8
Щедрый	90,5	230,1	254,4	154,4
Рейдер	196,7	598,0	302,5	202,5
Адам	149,6	174,9	116,9	16,9
Куфаль	136,4	304,4	223,1	123,1
Bear	160,0	128,2	80,2	19,8
CDC Mc Gwire	102,3	239,9	234,6	134,6
Эвергрин	121,4	279,5	230,3	130,3
Калькюль	155,2	273,8	176,4	76,4
Mauritia	95,1	299,4	314,8	214,8
Issota	86,6	131,9	152,3	52,3
Respect	127,3	178,8	140,5	40,5
Fitzroy	113,0	113,7	100,6	0,6

Приложение 24 (окончание)

1	2	3	4	5
2033Е	124,5	314,9	253,0	153,0
Бадьорий	84,5	168,9	199,9	99,9
Юкатан	155,2	283,0	182,3	82,3
Медикум 11	97,6	130,7	134,0	34,0
Медикум 125	107,5	401,1	373,0	273,0
Медикум 176	79,2	181,7	229,3	129,3
Irbe (PR-3528)	100,5	131,4	130,8	30,8
Докучаевский 10	111,6	373,1	334,2	234,2
Буян	105,0	399,6	380,7	280,7
Оленёк	118,3	268,8	227,3	127,3
С-105	96,6	79,5	82,3	17,7
Липень	135,7	276,7	203,9	103,9
999-93	139,1	232,4	167,1	67,1
Биос-1	141,6	268,4	189,6	89,6
Форсаж	138,3	208,1	150,4	50,4
Форвард	151,5	323,1	213,2	113,2
121-13	143,6	155,2	108,1	8,1
Омский голозёрный 1	98,4	166,0	168,8	68,8

Влияние алюмокислого стресса на развитие корневой системы образцов ячменя

Сорт	Длина корней, см		Количество корней, шт.		Длина проростка, см		Всхожесть, %	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Новичок	11,7±0,2	10,7±0,2***	6,4±0,1	6,4±0,1	9,4±0,2	9,1±0,2	96,7±0,8	99,3±0,8
Белгородский 100	11,3±0,3	8,6±0,2***	6,2±0,1	6,4±0,1*	6,9±0,2	8,8±0,2***	97,3±2,2	94,7±2,2
Бионик	9,0±0,2	7,7±0,2***	6,1±0,1	7,1±0,1***	9,8±0,2	9,6±0,2	92,7±1,6	92,7±1,6
Crusades	9,2±0,3	5,5±0,1***	6,3±0,1	6,5±0,1	12,8±0,8	10,4±0,3**	89,3±0,8	92,7±3,3
Cooper	10,0±0,2	5,6±0,2***	6,5±0,1	6,4±0,1	9,3±0,2	7,4±0,2***	99,3±0,8	96,0±1,4
Sultan	10,4±0,2	6,6±0,2***	6,3±0,1	6,6±0,1*	10,6±0,2	9,6±0,3**	95,3±0,8	95,3±3,3
Mentor	10,6±0,2	9,0±0,2***	7,1±0,1	7,3±0,1	9,8±0,2	9,1±0,2*	94,0±3,7	90,7±3,6
Orthega	7,6±0,2	7,0±0,2**	6,6±0,1	6,6±0,1	9,1±0,2	10,0±0,2**	98,0±2,4	92,7±0,8
Дануга	6,8±0,2	5,0±0,1***	8,8±0,1	6,2±0,1***	9,5±0,3	8,9±0,3	86,7±5,0	82,7±2,9
752A	6,2±0,1	3,8±0,1***	6,9±0,1	6,0±0,1***	11,3±0,3	8,8±0,4***	86,0±4,9	75,3±7,3
Filippa	8,2±0,2	4,8±0,1***	6,5±0,1	6,3±0,1*	12,0±0,2	8,3±0,2***	95,3±1,6	94,0±2,8
Bonita	8,0±0,2	4,7±0,1***	6,2±0,1	5,9±0,1**	11,4±0,2	8,1±0,2***	97,3±0,8	97,3±2,2
NCL 95098	8,8±0,2	8,5±0,2	6,6±0,1	6,6±0,1	9,7±0,2	9,5±0,2	97,3±3,3	98,7±0,8
Ci 11084	8,3±0,2	6,9±0,1***	6,7±0,1	6,5±0,1	11,3±0,2	11,0±0,2	96,0±1,4	97,3±2,3
Нахбу	8,5±0,2	9,3±0,2**	5,8±0,1	5,8±0,1	10,2±0,2	9,9±0,2	97,3±2,2	96,7±1,6
Местный (к-5983)	7,1±0,2	6,1±0,2***	5,8±0,1	5,9±0,1	9,9±0,3	8,6±0,4**	84,0±5,1	78,0±3,7
Местный (к-3506)	8,1±0,2	6,6±0,1***	5,9±0,1	5,7±0,1*	12,1±0,2	11,6±0,2	89,3±0,8	90,7±2,9
Местный (к-2929)	10,0±0,2	8,8±0,2***	6,2±0,1	6,3±0,1	12,4±0,3	11,8±0,3	90,7±3,3	86,7±4,1
Местный (к-2930)	9,8±0,2	9,6±0,2	6,2±0,1	6,1±0,1	13,2±0,3	11,5±0,2***	80,7±2,9	92,7±1,6*
Макво	9,2±0,2	7,0±0,2***	5,8±0,1	5,6±0,1*	10,2±0,2	9,8±0,2	95,3±1,6	92,7±1,6
Одесский 115	12,6±0,2	10,7±0,2***	6,2±0,1	6,4±0,1	11,9±0,2	12,1±0,2	97,3±0,8	97,3±1,6
Мие	9,7±0,2	7,9±0,2***	6,5±0,1	6,3±0,1	9,3±0,2	9,4±0,2	96,7±1,6	96,0±1,4
Сябра	9,9±0,3	8,8±0,2*	6,7±0,1	6,5±0,1*	9,4±0,2	9,7±0,2	96,7±0,8	96,7±2,2
Rodos	12,1±0,2	11,2±0,2	6,3±0,1	6,4±0,1	9,2±0,2	9,7±0,2	95,3±3,6	100,0
Полярный 14	10,3±0,2	10,6±0,4	6,0±0,1	5,9±0,1	8,7±0,2	9,6±0,2**	97,3±0,8	98,7±0,8
Наран	13,2±0,3	12,1±0,7	6,7±0,1	6,7±0,1	11,4±0,2	11,7±0,2	99,3±0,8	100,0
Казьминский	12,4±0,2	11,7±0,2*	6,1±0,1	5,9±0,1	11,1±0,2	10,5±0,2*	100,0	94,0±6,2
Щедрый	14,2±0,3	11,7±0,2***	6,2±0,1	6,4±0,1	11,4±0,2	11,6±0,2	95,3±2,2	96,7±0,8

Приложение 25 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bear	11,4±0,3	11,3±0,3	5,8±0,1	5,8±0,1	10,1±0,3	10,5±0,3	87,3±3,3	80,0±1,2
CDC Mc Gwire	12,4±0,3	11,4±0,3*	5,1±0,1	5,1±0,1	9,1±0,2	9,0±0,2	80,0±5,3	77,3±8,8
Эвергрин	13,9±0,3	10,2±0,3***	6,3±0,1	6,5±0,1	11,0±0,3	10,3±0,3	90,0±2,3	94,0±2,0
Калькюль	13,5±0,4	12,1±0,3**	5,6±0,1	5,7±0,1	9,3±0,3	9,6±0,2	87,3±0,7*	94,7±1,3
Mauritia	12,9±0,3	12,7±0,3**	5,9±0,1*	6,1±0,1	10,4±0,3	10,9±0,3	90,7±1,8	86,7±5,2
Issota	12,4±0,2	11,7±0,3*	5,9±0,1**	6,2±0,1	13,2±0,3	12,8±0,4	89,3±2,4	90,7±2,9
Respect	11,2±0,3	10,7±0,3	5,6±0,1	5,7±0,1	12,7±0,3	11,7±0,3*	86,7±2,9	94,0±2,0
Fitzroy	13,0±0,3	11,1±0,3***	5,9±0,1	6,0±0,1	10,9±0,2	10,3±0,3	92,7±2,4	88,0±2,0
2033E	10,2±0,4	10,5±0,3	5,8±0,1	5,7±0,1	9,8±0,3***	11,6±0,3	90,7±2,9	91,3±4,7
Бадьорий	15,6±0,4	14,1±0,3**	6,1±0,1	5,9±0,1	13,1±0,3	13,0±0,3	89,3±1,8	90,7±1,8
Юкатан	12,9±0,3	11,1±0,3***	6,0±0,2	6,2±0,1	9,9±0,3*	10,8±0,3	83,3±1,8	86,7±5,2
Медикум 11	14,6±0,3	15,3±0,3	6,1±0,1**	6,4±0,1	15,2±0,3	14,2±0,3**	95,3±2,4	94,0±1,2
Медикум 125	12,7±0,3	11,8±0,3*	6,3±0,1	6,4±0,1	9,7±0,2	9,8±0,2	87,3±1,8	89,3±3,5
Медикум 176	9,7±0,2	9,7±0,2	5,8±0,1*	6,0±0,1	10,1±0,2**	10,9±0,2	84,0±1,2	80,7±1,3
Irbe (PR-3528)	10,8±0,2	10,6±0,2	5,8±0,1	6,0±0,1	11,2±0,2	10,8±0,2	65,3±2,4	58,0±1,2
Докучаевский 10	14,2±0,2**	15,1±0,2	6,2±0,1	6,3±0,3	12,3±0,2	12,3±0,3	92,0±2,3	91,3±1,8
Буян	14,2±0,3	11,7±0,3***	5,7±0,1	5,8±0,1	12,5±0,2	12,3±0,2	95,3±1,8	92,7±6,4
Оленёк	11,9±0,3	10,4±0,2***	6,4±0,1	6,3±0,1	11,6±0,2*	12,4±0,2	97,3±0,7	91,3±1,8*
C-105	9,4±0,2	6,2±0,2***	6,2±0,1	6,0±0,1	10,8±0,2	11,0±0,3	78,7±6,4	80,0±3,1
Липень	12,3±0,3	9,5±0,2***	5,6±0,1	5,4±0,1*	8,8±0,2	8,8±0,2	98,7±1,3	98,7±0,7
999-93	11,4±0,2	9,1±0,3***	5,7±0,1	5,7±0,1	10,6±0,2	9,8±0,2**	96,7±2,4	94,0±1,2
Куфаль	11,8±0,3	11,0±0,3	5,7±0,1	5,7±0,1	12,2±0,3	12,8±0,3	84,0±2,0	88,3±5,0
Биос-1	8,4±0,2	7,0±0,2***	6,8±0,1	6,4±0,2*	8,9±0,3	8,0±0,3*	88,0±3,1	90,7±0,7
Форсаж	11,2±0,3*	11,3±0,3	5,9±0,1	6,1±0,1	11,7±0,2	11,1±0,2	93,3±1,8	95,3±0,7
Форвард	9,3±0,2	9,3±0,2	6,5±0,1	6,3±0,1	8,6±0,2	8,0±0,2*	92,0±1,2	95,3±4,7
Адам	8,9±0,3	8,6±0,3	5,9±0,1	5,9±0,1	9,7±0,3	7,9±0,3***	56,7±0,7	63,3±3,7
121-13	11,6±0,2	11,5±0,2	6,9±0,1	6,6±0,1	10,7±0,3	10,6±0,3	80,0±3,1	84,0±1,2
Омский голозёрный 1	10,4±0,3	8,7±0,2***	6,4±0,2	6,6±0,2	10,5±0,3	10,0±0,3	81,3±2,9	82,0±6,0
Среднее	10,9±0,3	9,5±0,3	6,2±0,1	6,2±0,1	10,6±0,2	10,3±0,2	90,6±1,1	90,3±1,1
НСР ₀₅	1,2	1,3	0,3	0,3	0,9	1,1	–	–

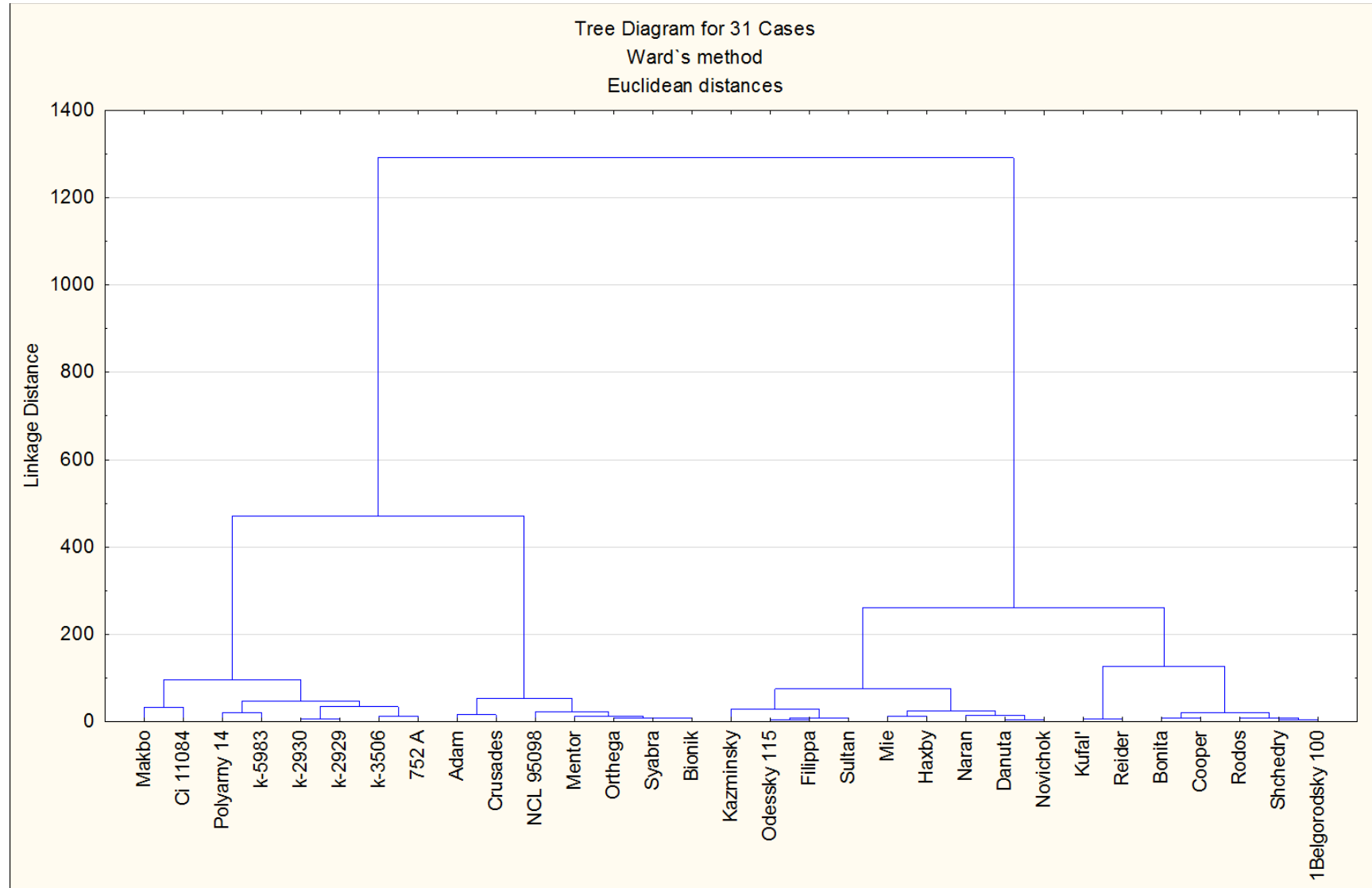
Оценка устойчивости коллекционных образцов к алюмокислотному стрессу

Сорт	ИДК, %	Отклонение ИДК, %	Относительная RSR, %	Отклонение RSR, %	Суммарный индекс устойчивости
1	2	3	4	5	6
Белгородский 100	75,8	24,2	83,7	16,3	40,5
Новичок	91,7	8,3	90,3	9,7	18,0
Бионик	85,7	14,3	149,6	49,6	63,9
Crusades	60,2	39,8	66,8	33,2	73,0
Cooper	56,1	43,9	85,3	14,7	58,6
Sultan	63,8	36,2	88,1	11,9	48,1
Mentor	84,9	15,1	115,5	15,5	30,6
Orthega	91,7	8,3	115,7	15,7	24,0
Danuta	73,8	26,2	87,5	12,5	38,7
752A	61,7	38,3	73,2	26,8	65,1
Filippa	58,3	41,7	78,4	21,6	63,4
Bonita	59,1	40,9	80,8	19,2	60,1
NCL 95098	96,4	3,6	108,4	8,4	12,0
Landrace	83,3	16,7	84,6	15,4	32,1
Нахby	110,3	10,3	92,8	7,2	17,5
Местный (к-5983)	86,3	13,7	80,6	19,4	33,2
Местный (к-3506)	81,7	18,3	82,8	17,2	35,6
Местный (к-2929)	87,4	12,6	112,7	12,7	25,3
Местный (к-2930)	97,7	2,3	107,5	7,5	9,8
Макbo	76,4	23,6	87,9	12,1	35,8
Одесский 115	85,1	14,9	101,4	1,4	16,2
Мie	81,7	18,3	86,5	13,5	31,8
Сябра	88,5	11,5	102,8	2,8	14,3
Rodos	92,3	7,7	99,1	0,9	8,5
Полярный 14	102,1	2,1	103,0	3,0	5,1
Наран	91,8	8,2	89,2	10,8	19,0
Казьминский	94,4	5,6	89,3	10,7	16,3
Щедрый	82,6	17,4	86,1	13,9	31,2
Рейдер	92,7	7,3	97,9	2,1	9,4
Адам	97,0	3,0	101,4	1,4	4,4
Куфаль	86,6	13,4	91,9	8,1	21,5
Bear	99,1	0,9	94,2	5,8	6,7
CDC Mc Gwire	84,0	16,0	95,8	4,2	20,2
Эвергрин	72,7	27,3	73,6	26,4	53,8
Калькюль	83,1	16,9	100,5	0,5	17,5
Mauritia	89,1	10,9	101,0	1,0	11,9
Issota	94,0	6,0	101,3	1,3	7,3
Respect	95,6	4,4	110,3	10,3	14,7
Fitzroy	86,0	14,0	93,3	6,7	20,6
2033E	110,9	10,9	109,4	9,4	20,3

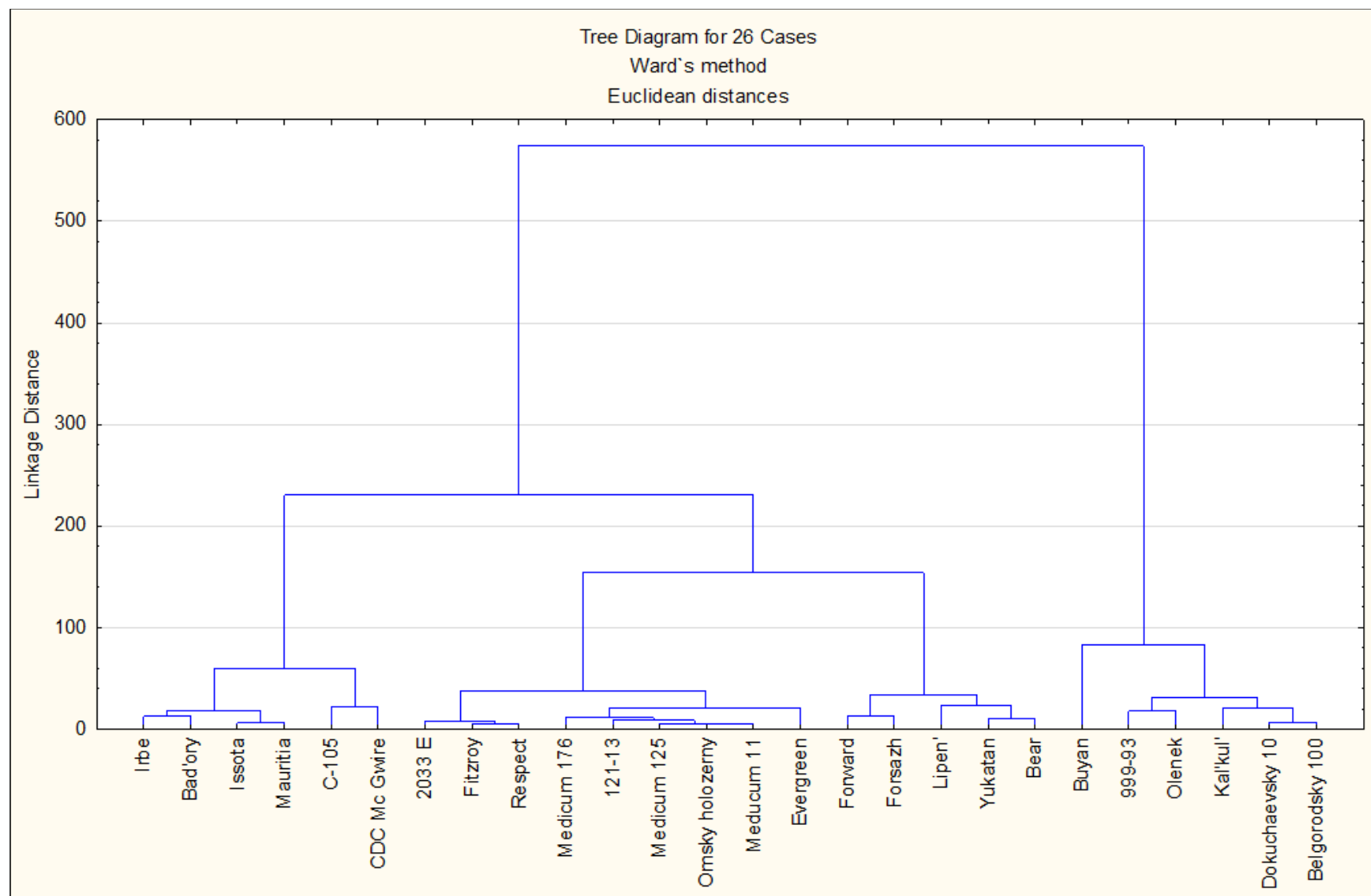
Приложение 26 (окончание)

1	2	3	4	5	6
Бадьорий	85,0	15,0	90,6	9,4	24,4
Юкатан	85,5	14,5	95,3	4,7	19,2
Медикум 11	105,3	5,3	107,6	7,6	12,9
Медикум 125	92,6	7,4	95,5	4,5	11,9
Медикум 176	100,3	0,3	98,3	1,7	2,0
Igbe (PR-3528)	98,8	1,2	83,4	16,6	17,8
Докучаевский 10	107,1	7,1	106,5	6,5	13,6
Буян	82,6	17,4	93,2	6,8	24,3
Оленёк	86,6	13,4	82,1	17,9	31,3
С-105	66,7	33,3	79,3	20,7	54,0
Липень	75,8	24,2	77,3	22,7	46,9
999-93	71,6	28,4	88,0	12,0	40,4
Биос-1	83,9	16,1	96,8	3,2	19,3
Форсаж	85,7	14,3	91,5	8,5	22,7
Форвард	100,4	0,4	99,4	0,6	1,0
121-13	104,2	4,2	93,9	6,1	10,3
Омский голозёрный 1	84,2	15,8	94,2	5,8	21,6

Кластерный анализ (1 набор образцов)



Кластерный анализ (2 набор образцов)



Элементы продуктивности кластеров

Кластер	Высота растения, см	Кустистость, шт./раст.		Колос				Масса зерна, г		Масса 1000 зёрен	Урожайность, г/м ²	Продолжительность вегетационного периода, дней	Устойчивость к полеганию, балл
		общая	продуктивная	длина, см	плотность	Количество, шт		с главного колоса	с растения				
						колосков	зёрен						
2018-2020 гг.													
1	73,7±2,0	1,6±0,1	1,4±0,1	4,9±0,3	11,3±0,3	36,3±2,5	28,9±1,9	0,99±0,06	1,20±0,08	35,4±1,3	276±9	73±0,3	5,8±0,2
2	56,0±1,5	2,7±0,2	2,4±0,2	6,5±0,1	13,4±0,2	20,3±0,5	18,2±0,6	0,87±0,03	1,75±0,12	44,1±1,2	356±6	77±0,5	8,8±0,1
3	61,9±1,9	2,0±0,1	1,8±0,1	6,7±0,3	12,5±0,2	22,5±1,1	20,2±0,8	0,95±0,02	1,41±0,08	45,1±1,0	418±5	75±0,5	8,5±0,2
4	61,3±1,7	2,2±0,2	2,0±0,1	6,6±0,2	13,3±0,2	20,2±0,3	18,7±0,2	0,96±0,02	1,52±0,08	48,3±0,8	472±9	75±0,4	8,5±0,2
2019-2021 гг.													
1	65,1±2,5	2,2±0,2	1,9±0,1	7,2±0,4	12,3±0,3	25,6±3,7	22,2±2,1	0,97±0,07	1,60±0,11	44,2±2,0	333±5	75±0,5	8,4±0,3
2	60,9±2,2	2,1±0,1	1,8±0,1	6,8±0,1	12,2±0,3	18,9±0,6	17,1±0,6	0,84±0,02	1,30±0,05	46,5±0,7	368±2	75±0,4	8,2±0,2
3	65,8±2,1	2,0±0,2	1,8±0,1	7,1±0,6	12,3±0,4	25,8±4,1	21,5±1,7	0,94±0,06	1,43±0,08	43,4±0,5	401±4	74±0,7	8,5±0,2
4	68,8±4,3	2,2±0,2	2,0±0,2	7,0±0,4	13,2±0,3	21,2±1,2	19,3±1,1	0,90±0,06	1,51±0,18	45,6±1,3	457±10	75±0,5	8,2±0,3

Гетерозис по элементам продуктивности у гибридов первого поколения

Комбинация	P ₁	P ₂	F ₁	Г _{тип}	Г _{ист}	Г _{конк}	H _p
1	2	3	4	5	6	7	8
общая кустистость, шт./раст.							
Sultan x Феникс	6,5	8,0	2,5	-65,52	-68,75	-73,68	-6,33
Казьминский x Sultan	3,8	6,5	6,9	33,98	6,15	-27,37	1,30
Казьминский x Феникс	3,8	8,0	4,0	-32,20	-50,00	-57,89	-0,90
NCL 95098 x Crusades	11,1	7,1	7,5	-17,58	-32,43	-21,05	1,33
Crusades x NCL 95098	7,1	11,1	7,3	-19,78	-34,23	-23,16	13,78
Crusades x Феникс	7,1	8,0	10,4	37,75	30,00	9,47	-1,67
Crusades x Sultan	7,1	6,5	7,9	1,62	11,27	-16,84	3,67
Полярный 14 x NCL 95098	3,7	11,1	10,5	41,89	-5,41	10,53	0,84
Полярный 14 x Mie	3,7	6,6	4,2	18,45	-36,36	-55,79	-0,66
Полярный 14 x Cooper	3,7	8,2	5,8	-2,52	-29,27	-38,95	-0,07
продуктивная кустистость, шт./раст.							
Sultan x Феникс	4,7	5,7	2,0	-61,54	-64,91	-69,23	-6,40
Казьминский x Sultan	3,3	4,7	4,4	10,00	-6,38	-32,31	0,57
Казьминский x Феникс	3,3	5,7	2,0	55,56	-64,91	-69,23	-2,08
NCL 95098 x Crusades	7,9	5,5	6,0	-10,45	-24,05	-7,69	-0,58
Crusades x NCL 95098	5,5	7,9	6,2	-7,46	-21,52	-4,62	-0,42
Crusades x Феникс	5,5	4,7	7,1	26,79	24,56	9,23	15,00
Crusades x Sultan	5,5	4,7	5,7	11,76	3,64	-12,31	1,50
Полярный 14 x NCL 95098	2,2	7,9	8,2	62,38	3,80	26,15	1,11
Полярный 14 x Mie	2,2	4,8	2,5	-28,7	-47,92	-61,54	-0,77
Полярный 14 x Cooper	2,2	5,6	3,8	-2,56	-32,14	-41,54	-0,06
длина колоса, см							
Sultan x Феникс	8,3	9,5	9,2	3,37	-3,16	16,46	0,50
Казьминский x Sultan	6,2	8,3	8,0	10,35	-3,61	1,27	0,71
Казьминский x Феникс	6,2	9,5	7,5	-4,46	-21,05	-5,06	-0,21
NCL 95098 x Crusades	8,0	7,6	6,8	-12,82	-15,00	-13,92	-5,00
Crusades x NCL 95098	7,6	8,0	8,5	8,97	6,25	7,59	-1,40
Crusades x Феникс	7,6	9,5	8,8	2,92	-7,37	11,39	0,26
Crusades x Sultan	7,6	8,3	8,4	5,66	1,20	6,33	1,29
Полярный 14 x NCL 95098	6,1	8,0	7,0	-0,71	-12,50	-11,39	-0,05
Полярный 14 x Mie	6,1	11,0	8,3	-2,92	-24,55	5,06	-0,10
Полярный 14 x Cooper	6,1	8,6	10,2	38,76	18,60	29,11	2,28
плотность колоса							
Sultan x Феникс	12,0	11,2	12,0	3,45	0,00	3,45	1,00
Казьминский x Sultan	11,8	12,0	12,1	1,68	0,83	4,31	2,00
Казьминский x Феникс	11,8	11,2	15,5	34,78	31,36	33,62	13,33
NCL 95098 x Crusades	12,5	12,0	13,0	6,12	4,00	12,07	3,00
Crusades x NCL 95098	12,0	12,5	12,7	3,67	1,60	9,48	1,80
Crusades x Феникс	12,0	11,2	12,5	7,76	4,17	7,76	2,25
Crusades x Sultan	12,0	12,0	12,5	4,17	4,17	7,76	0,00
Полярный 14 x NCL 95098	11,3	12,5	12,4	4,20	-0,80	6,90	0,83
Полярный 14 x Mie	11,3	11,4	12,3	8,37	7,89	6,03	19,00
Полярный 14 x Cooper	11,3	12,8	11,7	-2,91	-8,59	0,86	-0,47

Приложение 30 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8
КОЛИЧЕСТВО КОЛОСКОВ, ШТ.							
Sultan х Феникс	23,7	24,0	23,0	-3,56	-4,17	-13,21	-5,67
Казьминский х Sultan	48,6	23,7	33,8	-6,50	-30,45	27,55	-0,19
Казьминский х Феникс	48,6	24,0	29,0	-20,11	-40,33	9,43	-0,63
NCL 95098 х Crusades	21,6	20,6	18,8	-10,90	-13,19	-29,25	-4,70
Crusades х NCL 95098	20,6	21,6	22,9	8,53	6,02	-13,58	3,60
Crusades х Феникс	20,6	24,0	23,8	6,73	-0,83	-10,19	0,88
Crusades х Sultan	20,6	23,7	22,9	3,39	-3,38	-13,58	0,48
Полярный 14 х NCL 95098	46,6	21,6	26,8	-21,41	-42,49	1,13	-0,58
Полярный 14 х Mie	46,6	24,3	34,6	-2,40	-25,75	30,57	-0,08
Полярный 14 х Cooper	46,6	25,6	49,9	38,23	6,61	88,30	1,31
количество зёрен, шт.							
Sultan х Феникс	20,0	21,4	22,5	8,70	5,14	13,07	1,38
Казьминский х Sultan	35,7	20,0	20,4	-26,75	-42,86	2,51	-0,95
Казьминский х Феникс	35,7	21,4	21,0	-26,45	-41,18	5,53	-0,38
NCL 95098 х Crusades	20,8	19,0	16,8	-15,58	-19,47	-15,83	-3,50
Crusades х NCL 95098	19,0	20,8	20,9	5,03	0,48	5,03	1,11
Crusades х Феникс	19,0	21,4	21,8	7,92	1,87	9,55	1,33
Crusades х Sultan	19,0	20,0	20,5	5,13	2,50	3,02	2,00
Полярный 14 х NCL 95098	28,5	20,8	16,6	-32,66	-41,75	-16,58	-2,09
Полярный 14 х Mie	28,5	21,3	25,0	0,40	-12,28	25,63	0,03
Полярный 14 х Cooper	28,0	22,9	28,4	10,51	-0,35	42,71	0,96
масса зерна с главного колоса, г							
Sultan х Феникс	1,11	1,17	0,72	-36,84	-38,64	-34,55	-12,60
Казьминский х Sultan	1,63	1,11	1,22	-10,95	-25,15	10,91	-0,58
Казьминский х Феникс	1,63	1,17	0,93	-33,57	-42,94	-15,45	-2,04
NCL 95098 х Crusades	1,02	1,03	1,08	5,37	5,19	-1,82	33,00
Crusades х NCL 95098	1,03	1,02	1,16	13,17	12,99	5,45	81,00
Crusades х Феникс	1,03	1,17	1,28	16,36	9,09	16,36	2,45
Crusades х Sultan	1,03	1,11	1,13	5,61	1,50	2,73	1,38
Полярный 14 х NCL 95098	1,44	1,02	0,96	-21,95	-33,33	-12,73	-1,29
Полярный 14 х Mie	1,44	1,11	1,20	-5,88	-16,67	9,09	-0,45
Полярный 14 х Cooper	1,44	1,19	1,50	-14,07	4,00	36,36	1,48
масса зерна с растения, г							
Sultan х Феникс	3,86	4,73	1,50	-65,08	-68,27	-70,26	-6,47
Казьминский х Sultan	4,22	3,86	3,80	5,94	-9,95	-24,65	-1,33
Казьминский х Феникс	4,22	4,73	1,59	64,47	-66,36	-68,47	-11,46
NCL 95098 х Crusades	5,60	3,68	3,37	-27,37	-39,82	-33,18	-1,32
Crusades х NCL 95098	3,68	5,60	4,16	-10,35	-25,80	-17,61	-0,51
Crusades х Феникс	3,68	4,73	6,10	45,07	29,06	20,95	3,63
Crusades х Sultan	3,68	3,86	4,88	22,75	26,32	-3,24	11,89
Полярный 14 х NCL 95098	2,15	5,60	5,01	29,29	5,92	-0,73	0,66
Полярный 14 х Mie	2,15	3,47	2,70	-3,92	-22,19	-46,46	-0,17
Полярный 14 х Cooper	2,15	4,43	3,74	13,68	-15,58	-25,84	0,39
высота растения, см							
Sultan х Феникс	55,9	73,6	64,5	-0,39	-12,36	-4,44	-0,03
Казьминский х Sultan	55,6	55,9	62,3	11,75	11,45	-7,70	43,67
Казьминский х Феникс	55,6	73,6	69,3	7,28	-5,84	2,67	0,52

Приложение 30 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8
NCL 95098 x Crusades	61,6	55,5	52,0	-11,19	-15,58	-22,96	-2,15
Crusades x NCL 95098	55,5	61,6	59,5	1,62	-3,41	-11,85	0,31
Crusades x Феникс	55,5	73,6	66,3	2,71	-9,92	-1,78	0,19
Crusades x Sultan	55,5	55,9	56,6	1,62	1,25	-16,15	4,50
Полярный 14 x NCL 95098	73,3	61,6	83,6	23,58	13,43	23,85	2,64
Полярный 14 x Mie	73,3	59,1	79,6	19,88	8,01	17,93	1,81
Полярный 14 x Cooper	73,7	56,4	86,6	33,13	17,50	28,30	2,49