

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий»

На правах рукописи

Кузикеев Жанат Владимирович

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

Специальность 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология
растений

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Усенко Владимир Иванович

Барнаул – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 ЗНАЧЕНИЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ И СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО СЕЛЕКЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	9
1.1 Основные требования к ячменю, как пивоваренному сырью.....	9
1.2 Значение сорта в формировании показателей качества зерна ячменя.....	21
1.3 Селекция на урожайность и адаптивность сортов ярового ячменя.....	26
ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	37
2.1 Почвенно-климатическая характеристика Алтайского края.....	37
2.1.1 Почвы опытного участка.....	39
2.2 Метеорологические условия в годы проведения исследований.....	41
2.3 Объекты исследований.....	47
2.4 Методика проведения исследований.....	50
ГЛАВА 3 ОЦЕНКА СОРТОВ И СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО УРОЖАЙНОСТИ, ЭЛЕМЕНТАМ ЕЕ СТРУКТУРЫ И ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ЗЕРНА.....	53
3.1 Основные элементы структуры урожайности.....	54
3.1.1 Полевая всхожесть.....	54
3.1.2 Сохранность растений.....	57
3.1.3 Густота стояния растений.....	61
3.1.4 Густота продуктивного стеблестоя.....	65
3.1.5 Озерненность главного колоса.....	69
3.1.6 Масса зерна главного колоса.....	73
3.1.7 Коэффициент продуктивного кущения.....	77
3.1.8 Масса 1000 зерен главного колоса.....	81
3.1.9 Масса зерна с растения.....	84
3.2 Урожайность ярового ячменя и факторы ее изменчивости.....	88

3.3 Показатели качества зерна ярового ячменя.....	95
3.3.1 Содержание белка в зерне.....	95
3.3.2 Натура зерна.....	99
3.3.3 Крупность зерна.....	103
3.3.4 Выравненность зерна.....	106
3.4 Взаимосвязь урожайности с элементами ее структуры и показателей качества зерна образцов ярового ячменя.....	110
ГЛАВА 4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛУЧШИХ ИСПЫТЫВАЕМЫХ ОБРАЗЦОВ В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ.....	116
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	119
РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ.....	120
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	122
ПРИЛОЖЕНИЕ А Патент и авторское свидетельство на селекционное достижение.....	154

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Алтайский край – один из основных производителей высококачественного зерна ярового ячменя в Сибири. К сожалению, в настоящее время площади посева этой культуры на Алтае, как и в других регионах, значительно сократились. На 2023 год она составляла в крае 248,4 тыс. га (85,1 % к 2022 году) (Посевные площади Российской Федерации, 2023¹).

Ячмень является основной зернофуражной культурой Российской Федерации. Он отличается редкими кормовыми достоинствами, корм из его зерна более ценен, чем корм из пшеницы, овса и ржи. Зерно ячменя служит для производства ячневой и перловой круп, ячневой муки, добавляемой к пшеничной при выпечке хлеба, и кофейных напитков (Садохина Т.П., Власенко Н.Г., Коротких Н.А., 2011). Кроме того ячмень – отличное сырье для пивоваренной промышленности. Особенно ценными для приготовления пивного солода считаются двурядные ячмени, имеющие крупное выравненное зерно с крупнозернистым крахмалом, с пониженной пленчатостью (8-10 %), содержанием экстрактивных веществ более 78-82 %, высокой энергией прорастания (не менее 95 %) и содержанием белка не более 12 % (Калашник Н.А., Козлова Г.Я., Аниськов Н.И., 2005; Сурин Н.А., 2011).

Сибирский регион также входит в группу районов возможного производства пивоваренного ячменя. Основной проблемой его производства в нашем регионе является ограниченный сортовой ассортимент, который восполняется в основном генотипами западной селекции. Несмотря на то, что за последние годы список пополнился несколькими новыми сортами местного происхождения, в настоящее время они не имеют существенного распространения в регионе. Старые же сорта уже не отвечают современным требованиям сельского хозяйства, и могут служить лишь в качестве исходного материала в селекции в связи с высокой приспособленностью их к резко-

1 URL.:https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Posev_2023.xlsx

континентальному климату юга Западной Сибири. В свою очередь, генотипы западного происхождения можно привлекать в процесс селекции, как источники нужных для пивоварения признаков. В связи с этим остро стоит вопрос по созданию сортов, сочетающих высокую продуктивность и качество зерна, отвечающих требованиям пивоваренной промышленности.

Степень разработанности темы исследований. Результаты исследований по селекции, морфо-биологической и биохимической оценке сортов ярового ячменя в условиях Западной Сибири и Алтайского края отражены в трудах Сурина Н.А., Ляховой Н.Е., Липшина А.Г., Герасимова С.А., Бахарева А.В., Кривогорницына Б.И., Борадулиной В.А., Мусалитина Г.М., Пакуль В.Н., Поползухина П.В., Аниськова Н.И., Николаева П.Н., Юсовой А.А., Спиридоновой Л.В., Козловой Г.Я. и др. Существенный вклад в разработку технологий возделывания ярового ячменя в Алтайском крае внесли Гамзиков Г.П., Яковлев В.В., Столяров В.И., Усенко В.И., Шотт П.Р., Олешко В.П., Стецов Г.Я., Литвинцева Т.А. и др.

Цель исследований – оценка образцов ярового ячменя по продуктивности, показателям качества зерна в зависимости от условий внешней среды и создание новых генотипов.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- оценить генотипы ярового ячменя по урожайности, элементам ее структуры и их экологической пластичности в зависимости от условий внешней среды;
- оценить генотипы пивоваренного ячменя по качеству зерна в зависимости от условий внешней среды;
- установить сопряженность урожайности с элементами ее структуры и качеством зерна ярового ячменя;
- создать новые генотипы ячменя, сочетающие высокую урожайность и качество зерна.

Научная новизна исследований. Соискателем впервые в условиях Приобской лесостепи Алтайского края проведена оценка широкого набора

лучших образцов ярового ячменя различного эколого-географического происхождения по урожайности, элементам структуры урожая и показателям качества зерна. В результате получен новый селекционный материал.

Теоретическая значимость работы. Выделенные образцы ярового ячменя по урожайности, элементам ее структуры и показателям качества зерна в резко-континентальных условиях Алтайского края являются источниками хозяйственно-ценных признаков для расширения генетического разнообразия. Установленные параметры экологической пластичности, стабильности и отзывчивости позволяют более эффективно вести отбор растений по хозяйственно-ценным признакам.

Практическая значимость работы. Выделены генотипы, обладающие высокой урожайностью и лучшими показателями качества зерна с учетом сроков посева, представляющие интерес для дальнейшей селекции ярового ячменя. Установлены закономерности взаимосвязи урожайности с элементами структуры урожая и показателями качества зерна.

По результатам исследований на Государственное сортоиспытание передан новый сорт ярового ячменя Алтайский 22.

Основные положения, выносимые на защиту:

- урожайность и элементы ее продуктивности образцов ячменя различного эколого-географического происхождения;
- показатели качества зерна генотипов ячменя и стабильности их проявления в зависимости от условий внешней среды;
- характеристика перспективной линии ячменя, переданной в 2023 году на Государственное сортоиспытание под названием Алтайский 22.

Методология и методы исследований. Методология полевых опытов основывается на: анализе отечественной и зарубежной научной литературы; разработке цели и задач исследований; постановке полевых и лабораторных исследований. Все учеты и наблюдения осуществлялись согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Москва,

1985). Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного и корреляционного анализа.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность и обоснованность результатов подтверждается достаточным количеством данных, полученных соискателем при проведении полевых, лабораторных и структурных исследований; результатами статистической обработки, с использованием современных математических методов обработки информации в научных исследованиях.

Материалы диссертации были доложены и обсуждены на заседаниях и конференциях различного уровня: Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию сибирской селекции (Омск, 2011); Международной научно-практической конференции «Повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий в условиях Алтая и Казахстана» (Барнаул, 2012 г.); Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул, 2010, 2013, 2016, 2017); Международной научно-практической конференции «Земледелие и селекция сельскохозяйственных растений на современном этапе» (Астана – Шортанды, 2016); Межрегиональной научно-практической конференции «Молодые ученые – сельскому хозяйству Алтайского края» (Барнаул, 2012 г.); Региональной научно-практической конференции «Актуальные направления сельскохозяйственной науки в работах молодых ученых» (Барнаул, 2018 г.); заседаниях научно-методического и ученого советов Алтайского НИИСХ (2010-2016 гг.), заседаниях ученого совета ФГБНУ ФАНЦА (2017-2024 гг.).

Личный вклад соискателя заключается в постановке цели и задач исследований, выполнении всех фенологических наблюдений, получении исходных данных и проведении научных экспериментов, обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе, формировании научных положений и выводов, написании и оформлении диссертации.

Совместно с Борадулиной В.А., Мусалитиным Г.М. и Кузикеевой А.П. проведены полевые опыты, создан новый исходный материал для дальнейшей селекции ярового ячменя, проведен анализ литературных данных и обобщение результатов исследований по влиянию нормы высева и уровня азотного питания на урожайность и качество зерна ярового ячменя.

На государственное сортоиспытание передан новый сорт ярового ячменя Алтайский 22 (номер заявки 87237 / 7754884 от 20.10.2022 г.), полученный коллективом автором: Борадулина В.А., Мусалитин Г.М., Кузикеев Ж.В., Кузикеева А.П. Совместно с Дейнес Н.В. выполнены агротехнические работы на полевом стационаре, где проводились исследования. Сорт ярового ячменя Салаир получен в соавторстве с Борадулиной В.А., Дейнес Н.В., Кривогорницким Б.И., Мусалитиным Г.М. и Поляковым В.Т.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 28 печатных работ, в том числе 9 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Получены патент и авторское свидетельство на сорт ярового ячменя Салаир.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 155 страницах компьютерного текста, содержит 6 рисунков, 35 таблиц; состоит из введения, 4 глав, заключения, рекомендаций для практической селекции, приложений, списка литературы из 299 источников, в т.ч. 33 – на иностранном языке.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность заведующей лабораторией селекции зернофуражных культур отдела Алтайского НИИСХ ФГБНУ ФАНЦА к.с.-х.н. Борадулиной Вере Анатольевне, а также сотрудникам лаборатории за помощь в работе и ценные консультации на протяжении всей работы над диссертацией. Автор признателен научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук Усенко Владимиру Ивановичу за помощь в анализе полученных результатов и их обобщении. Отдельную благодарность автор выражает сотрудникам лаборатории оценки качества зерна и лаборатории агротехнологий и агрохимии.

ГЛАВА 1 ЗНАЧЕНИЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ И СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО СЕЛЕКЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Основные требования к ячменю, как пивоваренному сырью

Яровой ячмень является важной зернофуражной и продовольственной культурой, которой нет равных по географии распространения в мире. Его выращивают в условиях высокогорья, в экваториальной Африке и за Полярным кругом. Это четвертая зерновая культура мира, уступающая по посевным площадям лишь пшенице, рису и кукурузе (Федотов В.А., Гончаров С.В., Рубцов А.Н., 2004; Кузнецова Т.Е., Серкин Н.В., 2006; Филиппов Е.Г., Алабушев А.В., 2014). По валовому сбору в 2023 году ячмень в России находился на втором месте (15,2 %) после пшеницы (66,7 %), в значительной мере опережая другие культуры (кукуруза на зерно – 11,9 %, овес – 2,4 %, рожь - 1,2 %) (рисунок 1) (Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур, 2023¹). По данным Росстата, посевные площади ярового ячменя варьировали в РФ за 2007-2021 гг. от 6,8 млн. га в 2010 году до 9,1 млн. га в 2007 году (рисунок 2) (Шалаева Л.В., 2023).

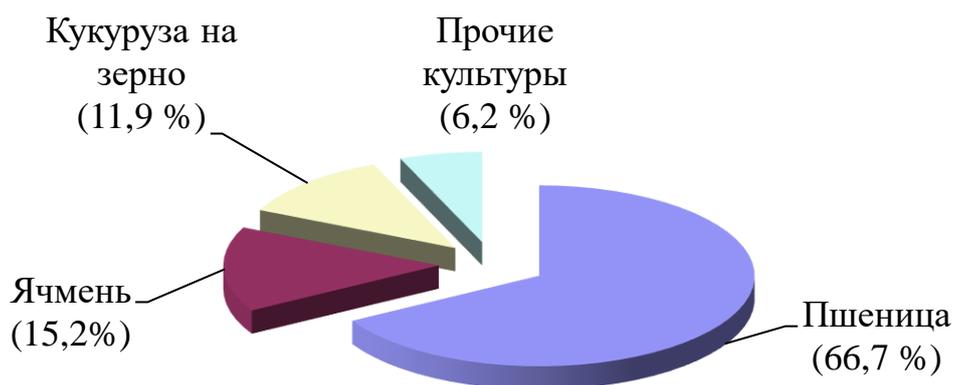


Рисунок 1 – Структура производства зерна, % от общего валового сбора, 2023 год (по данным Росстат).

1 <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>

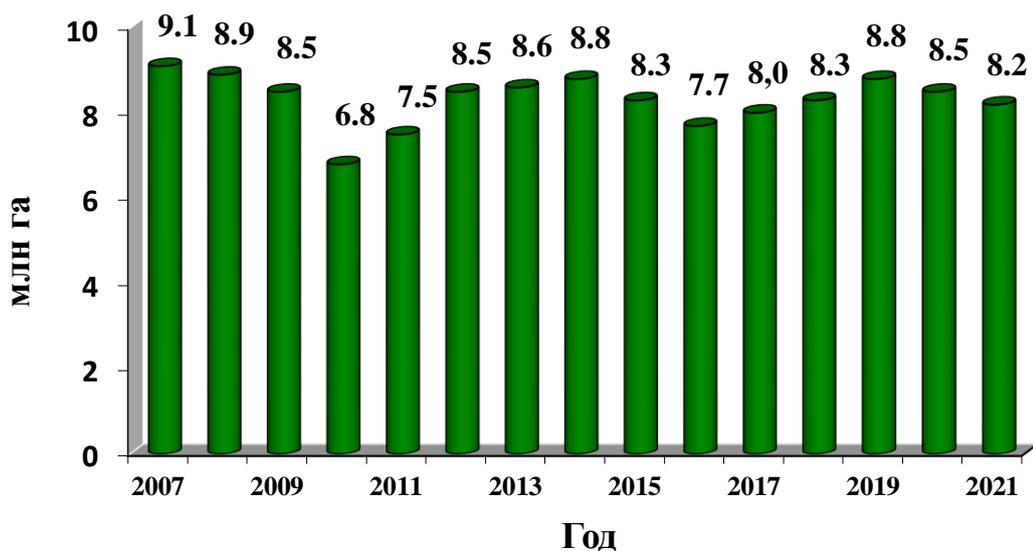


Рисунок 2 – Посевные площади ярового ячменя в России (с 2007 по 2021 гг.), млн га.

В последнее время в Алтайском крае наблюдается стабилизация посевных площадей ярового ячменя (рисунок 3). В 2022 году эта культура высевалась на площади 286,9 тыс. га, но это на 22,4 % меньше, чем в 2013 году (Посевные площади сельскохозяйственных культур в Алтайском крае, 2024¹).

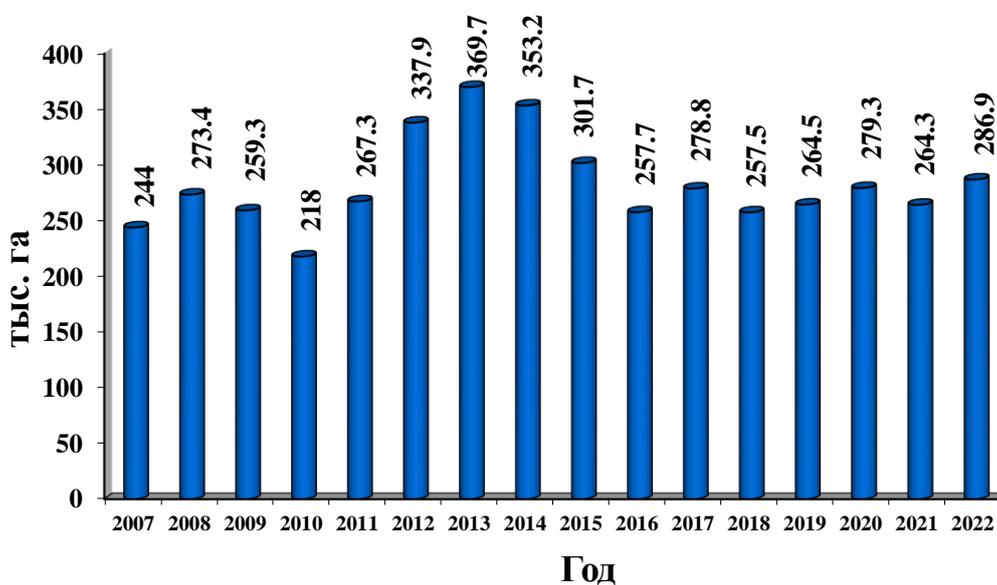


Рисунок 3 – Площадь посева ярового ячменя в Алтайском крае (с 2007 по 2021 гг.), тыс. га.

¹[https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Посевные%20площади%20сельхозкультур%20в%20Алтайском%20крае\(2\).htm](https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Посевные%20площади%20сельхозкультур%20в%20Алтайском%20крае(2).htm)

Зерно ячменя в основном состоит из органических веществ, содержание которых достигает 85-86 % от общей массы. Количество минеральных веществ колеблется от 2 до 3 %. Органические вещества в свою очередь, представлены углеводами (крахмал), белками (7-14 %), жиром и различными ферментами (2-3%), витаминов А, В, В₁, В₂, D, С и Е (Гамзикова О.И., Федулова Н.М., 1974; Родина Н.А., 2006; Меледина Т.В., Митюков И.В., Федоров А.В., 2017).

Ячмень – культура универсального использования. Он дает ценное для фуражных целей зерно, из него вырабатывают питательные крупы (перловую номерную и шлифованную, ячневую дробленную и сортированную, плющенную пропаренную и рифленую, хлопья) (Пивоваренный ячмень в Алтайском крае, 2003; Гончаров С.В., 2004; Мусалитин Г.М., Борадулина В.А., Кузикеев Ж.В., 2016), а также является основным и незаменимым видом сырья для производства пива. Морфологические и биохимические особенности состава зерна ячменя лучше всего подходят для промышленной технологии приготовления пива (Андреева О.В., Исаева В.С., Киселева Л.В. и др., 1977; Неттевич Э.Д., Аниканова З.Ф., Романова Л.М., 1981). Кроме пивоваренной промышленности, солод применяется для переработки в спирт, а сиропы из него в хлебопечении, приготовлении кондитерских изделий и лечебных препаратов (Диксон Алан Д, 1973).

Использование ячменя в пивоварении своими корнями уходит в доисторические времена. Пиво – самый древний алкогольный напиток в истории человечества. Оно занимает особое место в потреблении напитков, имеет огромную популярность и широко распространено у многих народов.

Первые сведения о приготовлении пива дошли до нас от шумеров. Они умели варить напиток с применением ячменного солода около 9 тыс. лет назад, а рецепты его приготовления были высечены на камне. От шумеров и других народов, населявших Месопотамию, умение варить пиво распространилось в Древний Египет. Древние египтяне, греки, римляне и германцы готовили пиво преимущественно из ячменя, пшеницы и других хлебных злаков (Грязнов А.А., 1996; Дридигер В.К., 2010).

У славянских народов первое упоминание о пиве относится к 448 году при описании торжества, когда венгры угощали греческих послов. В IX веке пивоварение было уже широко распространено в Киевских и Новгородских землях (Глуховцев В.В., 2001; Герасимова А.И., 2010).

В древности отсутствовали какие-либо жесткие требования к рецептуре пива: шумеры использовали в технологии мед, корицу, ароматные травы, египтяне – тмин, имбирь, анис, мирт, можжевельник, древние германцы – дубовую кору. Но в 1516 году баварский герцог Вильгельм IV принял закон о чистоте пивного производства (Reinheitsgebot), согласно которому запрещалось использовать в технологии пивоварения какие-либо компоненты, за исключением солода, хмеля, воды и дрожжей (Кунце В., 2011; Мордовин А., Хоманн Э., 2012).

Бурное развитие производства пива во многих странах убедительно свидетельствует о том, что человек не ослаблял своего внимания к этому напитку, разработав необозримое количество его рецептов, видов и марок. Лидерами по производству пивоваренного ячменя в Европе являются: Франция (3,6 млн т/год), Великобритания (3,0 млн) и Германия (1,8 млн) (Чиганцев Н.П., Чиганцева Л.П., Козубовская Г.В. и др., 2009).

Пивоваренная промышленность России – одна из наиболее стабильно развивающихся отраслей народного хозяйства, и представлена 340 большими и средними пивоваренными заводами, 600 минизаводами и примерно четырьмя десятками солодовен с мощностью переработки около 700 тыс. тонн ячменя в год. Производство пива ежегодно увеличивается, а высококачественного солода недостаточно, в связи с чем, его приходится импортировать, что не всегда экономически выгодно (Федотов В.А., Гончаров С.В., Рубцов А.Н., 2004; Шевцов В.М., Серкин Н.В., Кузнецова Т.Е. и др., 2004; Бельская Г.В., 2007). По количеству пивоваренных компаний лидируют: Центральный (126 предприятий), Сибирский (119) и Приволжский (89) федеральные округа (Мищенко В.В., Мищенко И.К., Попова Е.Г., 2015).

Среди 100 крупнейших предприятий Алтайского края по объемам реализации в стоимостном выражении занимают ООО «Бочкаревский

пивоваренный завод» и ОАО «Барнаульский пивоваренный завод» (ОАО «БПЗ»), которые производят более 80% пива в регионе (Рейтинг 100 крупнейших компаний Алтайского края в 2013 году, 2013¹). А лидерами по реализации пива на рынке, по данным компании «Нильсен», являются федеральные компании ОАО «Пивоваренная компания «Балтика», ОАО «Сан Инбев», а также местные производители – ООО «Бочкаревский пивоваренный завод» и ОАО «БПЗ» (Перемены на рынке пива России 2000-2014, 2015²).

В феврале 2002 года Министерство сельского хозяйства Российской Федерации приняло «Отраслевую целевую Программу обеспечения устойчивого производства пивоваренного ячменя и солода в Российской Федерации на 2002-2005 г.г. и на период до 2010 года», цель которой остановить дальнейшее падение производства отечественного товарного зерна высокого качества для пивоваренной промышленности.

Из-за низкокачественного отечественного сырья производство солода в России не превышает 400 тыс. т в год. Разница покрывается за счет зарубежных поставок. Основными поставщиками пивного солода в Россию являются Германия, Дания, Франция и Финляндия (Головин В.В., Артемьева Е.А., Левакова О.В., 2007; Отраслевая целевая программа... , 2002).

Около 1 млн га посевных площадей пивоваренного ячменя ежегодно заняты интенсивными сортами западно-европейской селекции. В 2012 году зарубежные компании экспортировали в РФ 2 тыс. тонн семян, из них 5% - украинские сорта, а 95% - сорта западной селекции.

1 http://expert.ru/ratings/rejting-100-krupnejshih-kompanij-altajskogo-kрая-v-2013-godu-po-ob_emu-realizatsii/

2 <https://www.pivnoe-delo.info/1-2015-что-остаётся-после-отстоя-пену-перемены-на-рынке-пива-россии-2000-2014>

Из-за спроса на пивоваренный ячмень доля посевных площадей сортов инорайонной селекции высока в Липецкой области – 77%, Курской и Рязанской – по 65%, Тульской – 59%, Тамбовской – 45% и др. (Гончаров С.В., Мордовин А.Н., 2014). По данным Алтайского Россельхозцентра, на 2018 год доля посевов ячменя зарубежной селекции в нашем регионе не превышает 20%.

По мнению некоторых авторов, отечественные сорта пивоваренного ячменя имеют мало шансов быть адаптированными к перерабатывающей промышленности, так как селекционеры не всегда владеют информацией о требованиях к сырью солодовен и часто, не обладают инструментарием оценки качества зерна, а действующий ГОСТ 5060-86 «Ячмень пивоваренный. Технические условия» утратил свою актуальность, так как пивоваров интересует еще и качество солода (Левин И.Ф., Кожемякин Е.В., Назмутдинов А.З., 2001).

В соответствии с очевидной перспективой повышения спроса на высококачественный пивоваренный ячмень, открываются большие возможности увеличения его производства (Кузикеев Ж.В., 2014).

Сибирь всегда относилась к зоне выращивания кормового ячменя, а запросы пивоваренной промышленности удовлетворялись в основном за счет ввоза сырья из европейской части страны, ближнего и дальнего зарубежья, что является экономически невыгодным. Проблема пивоваренного ячменя в местных условиях довольно сложная и требует комплексного подхода к ее решению. В основе должны быть сорта, характеризующиеся высокой урожайностью, адаптивностью к экстремальным условиям, со стабильным формированием качества зерна, удовлетворяющего требованиям пивоварения (Сурин Н.А., Ляхова Н.Е. и др., 1993; Кирьякова М.Н., 2005).

В настоящее время многие регионы России налаживают собственное производство пивоваренного ячменя для удовлетворения потребностей пивоваренных заводов, что позволит постепенно исключать его завоз, как из других субъектов РФ, так и из государств ближнего и дальнего зарубежья. Интенсивная работа в этом направлении ведется и в регионах Западной Сибири (Тихонов Н.И., 2007).

В начале 90-х годов в Алтайском научно-исследовательском институте земледелия и селекции сельскохозяйственных культур по заказу завода пивобезалкогольных напитков «Барнаульский» (в настоящее время ОАО «Барнаульский пивоваренный завод») была разработана комплексная программа, которая предусматривала создание и передачу на государственное испытание сорта пивоваренного ячменя. Итогом этой программы стал сорт Сигнал, который в 1997 году был внесен в Государственный реестр для использования в Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах. С созданием нового сорта появилась возможность расширить посевы этой культуры в Алтайском крае для полного обеспечения собственным сырьем для пивоварения. В период с 2005 по 2008 гг. в Государственный реестр селекционных достижений было включено еще два сорта пивоваренного направления селекции Алтайского НИИСХ – Ворсинский и Ворсинский 2.

В настоящее время в России ряд показателей, характеризующих качество зерна ячменя, включены в ГОСТ 5060-86 «Ячмень пивоваренный. Технические условия». По существующему ГОСТу зерно ячменя должно быть чистосортным, биологически вызревшим, иметь нормальный цвет (желтый или светло-желтый) и запах, экстрактивность в пределах 79-82%, содержание белка – 9-12 %, пленчатость – не более 9 %, способность к прорастанию на 5 день – не менее 95%, обладать крупностью более 85%, мелких зерен должно быть в партии не более 5%. Зерно должно быть без темного или бурого пятна на зародыше зерновки. В зависимости от качества пивоваренный ячмень подразделяют на два класса, причем солод второго класса не всегда пригоден для пивоварения.

Более широкий набор показателей предусмотрен правилами теххимического контроля именно на предприятиях пивоваренного производства. Хотя на пивоваренных заводах предъявляют разные требования к параметрам солода, пригодного для производства того или иного сорта пива, но общее для всех правило в том, что качественное сырье должно содержать максимальное количество экстрактивных веществ и полностью отдавать свой

экстракт в процессе приготовления из солода, обеспечивая высокий выход пива из единицы сырья (Горпинченко Т.В., Аниканова З.Ф., 2002).

Одним из самых дискутируемых вопросов является содержание белка в зерне. Большинство специалистов считают, что высокобелковый ячмень не пригоден для приготовления качественного пива. В связи с этим из зон заготовок пивоваренного ячменя были исключены многие регионы, где эту культуру выращивают на больших площадях (Глуховцев В.В., Михайлов А.А., Чурсин А.В., 2002). По данным В.А. Федотова (2004) высокая белковость (более 12,0%) снижает содержание крахмала и экстрактивность зерна, а также высокобелковое стекловидное зерно плохо разрыхляется, сильнее греется в процессе получения солода, дает менее стойкое и не всегда прозрачное пиво. Но и низкобелковое зерно (менее 8,0%) не обеспечивает хорошего брожения, так как дрожжам не хватает белкового питания.

Еще в начале XX века многими исследователями было доказано, что качественное пиво можно получать и из высокобелкового ячменя, а сорта ячменя надо оценивать не по количеству, а по качеству белка, обращая внимание на высокобелковые ячмени, из которых можно получить качественное пиво. И.М. Коданев (1964) писал, что оптимальное содержание белка в зерне 9,5-10,0%, но не исключал получение пива хорошего качества при 12,0% и более. В.В. Глуховцев (2002) считает, что низкое содержание белка в зерне (до 12,0%) не может быть основным критерием оценки пивоваренного ячменя. Результаты этих исследований были подтверждены Горпинченко Т.В., Аникановой З.Ф. (2002), которые на основании многолетних опытов делают вывод, что при содержании белка в зерне 13,0% ячмень может быть пригодным для пивоварения.

Вопрос о содержании и значении белка в пивоваренном зерне ячменя в нашей стране до настоящего времени является спорным, и исследования в данном направлении до настоящего времени остаются актуальными (Тихонов Н.И., 2007).

По данным пивоваров, чем меньше в зерне ячменя белка, тем выше содержание крахмала и больше выход пива (Глуховцев В.В., 2001). В Европе наиболее благоприятным содержанием белка в зерне ячменя считается не более

11,5 %, а экстрактивность – 80–82 %. Но разное содержание белка в зерне может подходить для производства разного типа пива. Так, содержание белка 11,0-11,5% может быть удовлетворительным при производстве светлого лагерного пива, а пиво пильзенского типа должно вырабатываться из ячменя с содержанием белка менее 11,0%. Желательные свойства темных сортов пива (полнота, цвет, аромат) могут быть получены при переработке ячменя с высоким содержанием белка (11,5-12%) (Нарцисс Л., 2007; Меледина Т.В., Прохорчик И.П., Кузнецова Л.И., 2013).

Одним из главных показателей качества зерна, который регламентируется ГОСТ 5060-2021, является прорастаемость (способность зерен давать проростки на пятые сутки). Учитывают также жизнеспособность и энергию прорастания через трое суток. Для I класса жизнеспособность зерна пивоваренного ячменя должна быть не менее 95 %, а для II класса - не менее 90 %. Но даже если партия зерна достигнет кондиций второго класса по прорастаемости, пригодность ее для солодоращения может быть экономически не выгодна (Борисоник З.Б., 1974; Новолоцкий В.Д., Титовский А.Г., Шелемех Д.Я., 2003). Ограничение в использовании ячменя с 90%-ной способностью прорастания, связана с низкой экстрактивностью солода, и, как следствие, малый выход пива, так как крахмал солода неполно и неравномерно осахаривается, активность ферментов снижается, а фильтруемость сусла очень низкая (Колунянц К.А., 1990; Ермолаева Г.А., Колчева Р.А., 2000).

Еще одним из важных показателей качества пивоваренного ячменя является его крупность. Крупным можно считать зерно, состоящее в основной массе из двух фракций: сход с сита 2,8 мм плюс сход с сита 2,5 мм. К I классу относится зерно с крупностью не менее 85 %, а ко II классу – 60 %. Преимущество первоклассного по крупности зерна состоит в том, что оно содержит больше крахмала и меньше белка, характеризуется дружностью прорастания, имеет пониженную пленчатость, равномерно замачивается и теряет способность греться при соложении. Кроме того, экстрактивность крупного зерна высокая, что

обеспечивает хорошую плотность и качество пива (Пивоваренный ячмень в Алтайском крае, 2003; Меледина Т.В., Прохорчик И.П., Кузнецова Л.И., 2013).

Крупность относится к сортовым признакам (Горпинченко Т.В., Аниканова З.Ф., 2002; Пасынков А.В., 2002; Герасименко Е., 2003; Огнев В.Н., 2003; Ермолаева Г.А., 2004; Фараджива Е.Д., Востриков С.В., Дамдинсурэн А., 2003, 2004).

Наряду с показателями, регламентируемыми ГОСТом, существуют и ряд признаков, которые также относятся к качественным, характеризующим физические свойства зерна. К ним относятся масса 1000 зерен, выравненность, натура зерна и пленчатость.

По некоторым источникам, зерно пивоваренного ячменя с натурой 610 г/л считается хорошим, а при 680 г/л и выше – отличным (Пивоваренный ячмень в Алтайском крае, 2003; Федотов В.А., Гончаров С.В., Рубцов А.Н., 2004). По мнению других авторов, лучшей натурой для зерна ячменя должна быть 720-750 г/л, а минимальная натурная масса – в пределах 600-650 г/л (Трофимовская А.Я., 1972; Фараджива Е.Д., Востриков С.В., Дамдинсурэн А., 2003).

В то же время, натура, как отдельный показатель, не может применяться в оценке пивоваренных качеств ячменя, поскольку она может быть высокой как у пивоваренных, так и у кормовых сортов ячменя (Борисоник З.Б., 1974).

Во многих странах мира одним из показателей качеств пивоваренного ячменя является масса 1000 зерен, которая применяется для расчета экстрактивности и коррелирует с крупностью зерна и, по мнению многих авторов, масса 1000 зерен лучших сортов пивоваренного ячменя должна составлять 40-50 г (Федотов В.А., Гончаров С.В., Рубцов А.Н., 2004). Борисоник З.Б. (1974) считает – 40-47 г, Новолоцкий В.Д. с авторами (2001, 2003) – 42–52 г, Фараджива Е.Д. и др. (2003) – 45–50 г, Складал В. и др. (1961) – 50 г, Лепайыэ Я.Я. (1980) – 43,7 г. С возрастанием массы 1000 зерен может увеличиваться выход зерна I сорта, а, следовательно, и экстрактивность (Кунце В., 2011).

Форма зерна ячменя также влияет на качество и процесс пивоварения. У ярового ячменя зерно имеет различную форму: ромбическую, эллиптическую

или овальную. В процессе соложения у удлиненного зерна остаются нерастворенными концы, что способствует увеличению потерь и уменьшению выхода пива. В связи с этим, по мнению некоторых авторов, у пивоваренного ячменя отношение длины зерна к ширине должно быть не более 2,25–2,50 (Горпинченко Т.В., Аниканова З.Ф., 2002, Федотов В.А., Гончаров С.В., Рубцов А.Н., 2004; Кузикеев Ж.В., 2014). Форма зерна – это сортовой признак и лучшими считаются сорта с эллиптической и овальной формой, благодаря которой происходит более равномерное распределение запасных питательных веществ по всей длине зерна (Складал В. и др., 1961; Борисоник З.Б., 1974; Лепайыз Я.Я., 1980).

Качество пива в большой степени зависит от пленчатости ячменя, то есть от содержания мякины. Избыточная пленчатость (более 9%) уменьшает экстрактивность, увеличивает горечь пива, резко снижает его качество. Повышенная пленчатость связана с меньшим содержанием остальных веществ в зерне, что ведет к уменьшению количества экстракта и выхода пива. Установлено, что толстые пленки содержат большое количество полифенольных и горьких веществ, которые замедляют процесс соложения и ухудшают вкус пива, вызывая появление в пиве холодной мути (Нарцисс Л, 2007; Кунце В., 2011).

В то же время, низкая пленчатость так же отрицательно сказывается на технологическом процессе (пленка является естественный фильтром), на вкусе, цвете и букете пива (Федотов В.А., Гончаров С.В., Рубцов А.Н., 2004). Лепайыз Я.Я. (1980) отмечает, что мякинная оболочка должна быть 6–9 %. Новолоцкий В.Д. с авторами (2001, 2003) считают, что пленчатость у ячменя должна быть 9 %. Герасименко Е. (2003), Фараджева Е.Д. и др. (2003), Меледина Т.В. (2013) утверждают, что оболочка зерна должна быть тоненькая и морщинистая с пленчатостью зерна 7-9 %. Грязнов А.А. (1996) считает оптимальной пленчатостью зерна 8,0-10,5 %. По мнению Трофимовской А.Я. (1972), низкая пленчатость ячменя - 8–10 %, может указывать на высокое содержание крахмала. Голозеренный ячмень, из-за отсутствия семенной оболочки, которая

служит естественным фильтром при фильтровании суслу, для производства пива непригоден (Ходьков Л.Е., 1985).

Экстрактивность, как результирующий показатель характеристики пивоваренного зерна, характеризуется количеством органического вещества, которое способно переходить в водный раствор из измельченного зерна под воздействием ферментов ячменного солода, и чем выше экстрактивность зерна, тем больший получается выход пива. Количество крахмала, который является главной составной частью эндосперма зерна ячменя, в свою очередь, напрямую влияет на экстрактивность зерна. В ГОСТ 5060-86 отмечено, что экстрактивность зерна ячменя должна быть не менее 75%, и при увеличении ее на 1% с 1 тонны перерабатываемого солода получается дополнительно 65-70 л пива (Пивоваренный ячмень в Алтайском крае, 2003).

По вопросу об оптимальном значении экстрактивности единого мнения также нет. Лучшие пивоваренные сорта ячменя имеют экстрактивность 80–82 %, что соответствуют Европейскому стандарту (Меледина Т.В., 2013; Федотов В.А., Гончаров С.В., Рубцов А.Н., 2004). По мнению других авторов экстрактивность пивоваренного ячменя должна быть в пределах 78-83 % (Борисоник З.Б., 1974; Глуховцев В.В., 2001; Горпинченко Т.В., Аниканова З.Ф., 2002; Пасынков А.В., 2002; Герасименко Е., 2003; Фараджива Е.Д. и др., 2003; Ториков В.Е. и др., 2007).

Увеличение содержания крахмала повышает ценность ячменя, так как он является основным экстрагирующим веществом солода в водном растворе. В свою очередь качество солода зависит не от количества крахмала в эндосперме зерна, а от соотношения в нем мелких и крупных крахмалистых зерен, которые различаются по химическому и видовому составу (Косминский Г.И., 1969; Калашник Н.А., Козлова Г.Я., Аниськов Н.И., 2005). По данным авторов содержание крахмала в зерне считают хорошим: Лукьянова М.В., Трофимовская А.Я и др., (1990) – на уровне 55-70 %, Огнев В.Н. (2003) – 59-62 %, Складавал В., Догнал Л., Горак А. и др., (1961) – 60-70 %, Кретович В.Л. (1991) – 65,8 %, Трофимовская А.Я. (1972) – 60-65 %, Пасынков А.В. (2002) – не мене 60,0 %, Борисоник З.Б. (1974) – 60-64%.

Солодовенные предприятия имеют собственную спецификацию на товарный ячмень, содержащий требования к качеству зерна, не представленные в ГОСТе 5060-86. Пивоваренные компании выбирают солод с качеством, подходящим для производства пива определенных марок (Гончаров С.В., Рубцов А.Н., 2004).

При получении солода, согласно методики Европейской пивоваренной конвенции ЕВС, оценивают химико-технологические показатели: влажность, стекловидность по диафанаскопу, твердость по фаринографу, экстрактивность муки в грубом и тонком помолах, конечную степень сбраживания, число Кольбаха, количество аминного азота, прозрачность сусла, кислотность, количество потерь и др. (Федотов В.А., Гончаров С.В., Рубцов А.Н., 2006).

1.2 Значение сорта в формировании показателей качества зерна ячменя

Сорт является одним из главных факторов повышения урожайности, на долю которого приходится более 40% ее прироста (Леонтьев С.И., 1980; Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш., 1999; Зыкин В.А., Шаманин В.П., Белан И.А., 2000). Правильный выбор сорта является наиболее дешевым и эффективным элементом рентабельного производства (Медведев А.М., Медведева Л.М., 2002; Нечаев В.И., Рыбалкин А.Р., 2002).

Учитывая разнообразие почвенно-климатических условий Сибири, в частности, Алтайского края, создание сорта с высокими адаптивными свойствами является актуальной проблемой нашего региона (Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., 1993; Кузикеев Ж.В., Борадулина В.А., Мусалитин Г.М. и др., 2022).

Высокие темпы развития пивоваренной промышленности в России вызвали значительное увеличение потребности в качественном пивоваренном ячмене (Дровальева Н.В., 2005). Потребность российских предприятий в ячмене за счет отечественного сырья полностью не удовлетворяется. По оценке Росстата, производство солода в РФ в 2014 году составило 1074,6 тыс. т, а для

удовлетворения потребностей отрасли солода необходимо порядка 1600,0 тыс. т в год (Мищенко В.В., Мищенко И.К., Попова Е.Г. и др., 2012).

Основная причина недостатка местного пивоваренного сырья – отсутствие государственной поддержки, слабое научное и материальное обеспечение селекции и семеноводства пивоваренного ячменя, отсутствие научно-обоснованных технологий выращивания новых сортов ячменя в регионах нашей страны (Тихонов Н.И., 2007).

В европейских странах, где пивоваренный ячмень и солод являются выгодным экспортным сырьем, в большей мере уделяют внимание выращиванию этой культуры, развивают селекцию новых сортов, разрабатывают и улучшают технологии, необходимые для производства зерна нужного биохимического состава. Экономическая ценность пивоваренного ячменя заключается в том, что его цена на мировом рынке превышает цену товарной пшеницы на 20, а то и более процентов (Чешинский Л.С., 1999; Храмцов И.Ф., Кошелев Б.С., 2001; Назмутдинов А.З., 2001). В нашей стране экономическая выгода от производства пивоваренного ячменя также высока и преимущества его производства служат основанием, чтобы этой культуре уделялось больше внимания.

На пивоваренные цели пригодны сорта ячменя, которые включены в Госреестр селекционных достижений, допущенные к использованию в производстве в определенном регионе РФ и внесённые в список пивоваренных (Тихонов Н.И., 2007; Мусалитин Г.М., Борадулина В.А., Кузикеев Ж.В., 2018). Выбор сорта ячменя является наиболее доступным и дешевым способом повышения, как урожайности, так и качества зерна. Именно сорт должен быть фундаментом, на котором основан весь технологический процесс производства зерна пивоваренного ячменя и, как итог, самого пива (Коновалов Ю.Б., 1981; Сокол А.А., 1985; Тихонов Н.И., 2007)

По мнению многих авторов, новые сорта пивоваренного ячменя, зная их хозяйственно биологические особенности, потенциал урожайности, устойчивость к болезням и вредителям, необходимо внедрять в производство, и тогда можно с гарантией получать высококачественное, отвечающее определенным

требованиям, зерно с низкой себестоимостью (Горпиченко Т.В., Анниканова З.Ф., 2002; Левин И.Ф., Кожемякин Е.В., 2001; Назмутдинов А.З., 2001; Ильин А. В., Калинин Ю.А., Степанова Т.И. и др., 2002; Питоня В.Н., 2004; Тихонов Н.И., 2007). Одним из направлений в селекции пивоваренного ячменя должно быть выведение новых сортов с хорошей адаптацией в условиях с неустойчивым температурным режимом и влагообеспеченностью.

По мнению многочисленных авторов, для пивоваренной промышленности больше подходят двурядные формы ярового ячменя (Трофимовская А.Я., 1972; Глуховцев В.В., 2001; Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И., 1985; Складал В., Догнал Л., Горак А. и др., 1961; Грязнов А.А., 1996; Федотов В.А., Гончаров С.В., Рубцов А.Н., 2004).

Отличие двурядного ячменя от многорядного заключается в том, что у первого в колосе формируется более высокая доля полноценных зерен с низким содержанием белка. Также двурядные сорта ячменя более устойчивы к полеганию и меньше потерь при перестое созревшей массы (Маковски Н., Класс Г., 2000).

По мнению Кунце В., Мит Г. (2001) двурядный ячмень даёт крупные полные зерна с тонкой волнистой оболочкой. Поэтому в таком ячмене содержится сравнительно много ценных экстрактивных веществ и мало пленок, а, следовательно, меньше дубильных и горьких веществ, все зерна одинакового размера, обладающие большей выравненностью, содержание экстракта сравнительно высокое. Двурядный ячмень, как правило, яровой и объединяет в себе все преимущества, важные для приготовления солода и пива. У шестирядного ячменя зерна разной величины, и так как им не хватает места для роста, то зерна боковых рядов – более узкие, а их кончики изогнуты, что служит отрицательным признаком шестирядных ячменей для использования в пивоварении.

В последние годы в Европе получили распространение сорта озимого двурядного пивоваренного ячменя, а также озимого шестирядного, которые по своим качествам приближаются к двурядным яровым и находят применение в

пивоварении (Schildbach R., 1994; Федотов В.А., Гончаров С.В., Рубцов А.Н., 2004).

Высокая урожайность и хорошее качество озимых сортов ячменя, может быть экономически эффективнее по сравнению с яровыми, но из-за более толстой оболочки зерна, богатой белком, а, следовательно, меньшей экстрактивностью, они не всегда подходят для пивоварения (Герасименко Е., 2003).

Сорта пивоваренного ячменя должны обладать высокой урожайностью, определенной длительностью периода вегетации, устойчивостью к полеганию и различным абиотическим факторам, устойчивостью к болезням и вредителям, отвечать требованиям пивоваренной промышленности по различным качественным показателям и др.

В зарубежных странах, в частности и в европейских, где селекция пивоваренного ячменя ведется уже более 100 лет, было выведено большое количество сортов ячменя с отличными технологическими качествами. Для этого селекционеры и представители пивоваренных заводов в этих странах постоянно сотрудничают друг с другом (Трофимовская А.Я., 1972).

Процесс селекции очень длителен, поэтому в начале работы по селекции цель должна быть определена с перспективой на несколько лет, так как изменить направление в процессе уже практически невозможно (Цильке Р.А., 2003; Дорохова Д.П., Копусь М.М., 2018; Грабовец А. И., 2022).

Правильный выбор исходного материала является необходимым условием достижения поставленной цели: на основе неподходящего и не изученного исходного материала нельзя получить сорт с заданными свойствами. В то же время, правильно выбрать исходный материал – это сложная задача, так как селекционер имеет дело со многими генетическими свойствами и признаками. Поэтому в селекционной практике всегда разрабатывается широкий исходный материал с учетом того, что большое количество комбинаций в процессе будет исключено (Трофимовская А.Я., 1972; Вавилов Н.И., 1987; Коваль С.Ф., 2005; Мусалитин Г.М., Борадулина В.А., Кузикеев Ж.В., 2018).

Основным методом селекции пивоваренного ячменя является внутривидовая (межсортовая) гибридизация с последующим целенаправленным отбором растений и оценкой их по потомству. Исходным материалом для скрещивания могут быть родительские формы, в потомствах которых можно ожидать появления желаемых комбинаций генов, и в качестве материнской формы лучше использовать местный исходный материал, а другой компонент должен иметь один или несколько улучшающих признаков, которые необходимо внести в гибридный материал (Лангер И., 2003; Сурин Н.А., Ляхов Н.Е., 1993; Грязнов А.А., 1996; Мусалитин Г.М., Борадулина В.А., Кузикеев Ж.В., 2012).

Целенаправленность использования местного исходного и селекционного материала в качестве одного из компонентов при гибридизации доказана многими учеными (Трофимовская А.Я., 1972; Гаркавый П.Ф., 1936, 1970, 1973; Вавилов, 1935, 1987). По словам Шмидта с сотрудниками (Schmidt et al, 1970), «... сердцем любой селекционной программы является скрещивание приспособленных сортов». Поэтому для повышения эффективности гибридизации одна из родительских форм должна содержать в себе большую долю зародышевой плазмы местных и приспособленных сортов, прошедших жесткий естественный отбор (Цильке Р.А., 1975; Драгавцев В.А., Кардашина В.Е., Ковтуновская Е.С., 2022; Ерёмин Д.И., Любимова А.В., Таутекенова А.К. и др., 2022).

Местные сорта при своей большой продуктивности и адаптивности не могут быть единственными источниками исходного материала, так как наряду со своим преимуществом по этим показателям, они не всегда имеют качества, которые необходимы для создания нового сорта (Гуляев Г.В., Гужов Ю.Л., 1978; Юсова О.А., Николаев П.Н., Аниськов Н.И., и др., 2020).

Высококачественные сорта пивоваренного ячменя зарубежной селекции, являясь генетическими источниками многих качественных показателей, не приспособлены к нашим климатическим условиям, поэтому их рационально использовать в гибридизации в качестве отцовских форм (Филиппов Е.Г., Брагин Р.Н., Донцов Д.П., 2022).

Скращивание отдаленных эколого-географических форм, очень эффективно в гибридизации и может привести к образованию новых типов устойчивости, то есть новых экотипов, не похожих на исходные (Синская Е.Н., 1937; Лукьяненко П.П., 1956; Максимов Р. А., Киселев Ю.А., Шадрина Е.А., 2022). В то же время эффективность зависит от комбинационной ценности сортов, которые были привлечены в гибридизацию (Юрьев В.Я., 1958; Катаржин М.С., 1973; Гаркавый П.Ф., 1973).

При использовании определенного метода в селекции необходимо выбрать верную стратегию отбора отдельных требуемых признаков, учитывая при этом их генетическую характеристику, а также технологические и экономические аспекты отбора конкретного признака (Thomas W.T.V. et al, 1991; Лангер И., 2003).

1.3 Селекция на урожайность и адаптивность сортов ярового ячменя

Увеличение потенциала урожайности всегда было и остается фундаментально важным в селекционных программах. Урожайность – это интегральный показатель, в основе которого лежат многочисленные корреляционные связи между целым комплексом взаимосвязанных и соподчиненных признаков (Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С. и др., 2011; Ерёмин Д. И., Моисеева М. Н., Ерёмин Д. В., 2022).

Лимитирующее влияние климатических условий на урожайность и качество зерна зерновых культур доказано в исследованиях многих авторов (Носатовский А.И., 1965; Ацци Д.А., 1932; Деревянко А.Н., 1989; Цильке Р.А., 1983; Ведров Н.Г., Дмитриев В.Е., Нестеренко Е.М., 1998; Мансапова А.И., Котелкина Л.А., Плетова Л.И., 2010).

В селекции на урожайность принимается во внимание сложный комплекс физиологических, морфологических, биологических и других признаков и свойств, определяющих уровень урожайности в конкретных условиях выращивания (Трофимовская А.Я., 1972). Исходным моментом является структура урожая, то есть количественные признаки каждого растения, которые в

свою очередь определяются полимерными генами и характеризуются широким спектром изменчивости под влиянием условий среды (Абдулатанов К., 1985; Гуляев Г.В., Лоскутов Н., 1971; Ruzicka F., 1971; Schuster W., Tудay M., 1971; Sethi et al, 1972; Sarkar B. et al., 2014).

Урожайность, как комплексный признак, определяется большим количеством генов и зависит от множества факторов: устойчивость к полеганию, устойчивость к болезням и вредителям, засухоустойчивость и др., а также от условий внешней среды (взаимодействие генотип \times среда) (Stoskopf N.C. et al, 1966; Minarik F., 1985; Трофимовская А.Я., 1972).

Продуктивность зерна с единицы площади можно разложить на отдельные составляющие, так называемые элементы структуры урожая, к ним относятся: количество растений и продуктивных стеблей, продуктивное кущение, озерненность главного и боковых колосьев, масса 1000 зерен и др. Но нужно принимать во внимание то, что между элементами структуры и урожайностью действует механизм взаимной компенсации, что усложняет селекционный процесс на тот или иной признак. Например, при селекции на короткостебельность (устойчивость к полеганию) у сортов снижался уровень урожайности, в связи с тем, что стебель в процессе вегетации накапливает значительное количество питательных веществ (ассимилянтов), которые транспортируются в зерно в период его созревания (Дорофеев В.Ф., 1960; Неттевич Э.Д., Сергеев А.В., 1974; Трофимовская А.Я., Лукьянова М.В., 1969, 1974; Stoy V., 1979; Третьяков Н.Н., Яковлев А.Ф., 1984). Поэтому соотношение между массой зерна и общей надземной биомассой, то есть индекс урожайности, является важной характеристикой сортов (Нау R.K.M., 1995).

Причиной недобора урожая может быть слабая устойчивость к полеганию, и этой проблеме было посвящено много экспериментальных работ (Зенищева Л.С., Лекеш Я., 1966; Pinthus M.I., 1973; Гуляев Г.В., Кызласов В.Г., 1975; Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., 1993; Gardener C.J., Rathjen A.J., 1975; Фомина М.Н., Иванова Ю.С., Пай О.А. и др., 2022). Повышение устойчивости к полеганию ячменя может быть достигнуто за счет повышения прочности стебля, снижения высоты

растений, мощности развития корневой системы и силы сцепления с почвой (Дорофеев В.Ф., 1962, 1965; Зенищева Л.С., Лекеш Я., 1966; Неттевич Э.Д., Сергеев А.В., 1974; Трофимовская. А.Я., 1972; Мусалитин Г.М., Борадулина В.А., Кузикеев Ж.В., 2019; Шевченко С.Н., Калякулина И.А., Долженко Д.О. и др., 2022; Мусалитин Г.М., Борадулина В.А., Кузикеев Ж.В., Кузикеева А.П., 2023).

Лучшие сорта должны обладать и рядом других признаков, которые влияют на урожайность и ее стабильность, а также экономичность и рентабельность. К ним можно отнести пригодность выращивания в определенных климатических условиях, длительность периода вегетации, засухоустойчивость, устойчивость к кислым почвам, вредителям и болезням и др. (Arnau G., Monneveux, P., 1995; Karsai I. et al., 2001; Karamanos A.J. et al., 1999; Zofaiova A. et al., 1997; Мальчиков П. М., Мясникова М. Г., 2021).

Проблема устойчивости сортов к экологическим факторам среды, которые оказывают лимитирующее влияние на продуктивность растений, особо актуальна в районах с резкоконтинентальным климатом (Баташева Б.А., 2000; Косяненко Л.П., 2006). К основным лимитирующим факторам внешней среды можно отнести температуру, количество осадков, состав и структуру почвы и содержание в ней питательных веществ, наличие патогенной микрофлоры и др. В связи с этим перед селекционером должна стоять задача по созданию высокоадаптивных и экологически пластичных сортов, которые могут формировать высокие и стабильные урожаи качественной продукции независимо от места произрастания (Горшкова В.А., Городов В.Т., 1987; Моргунов А.И., Наумов А.А., 1987; Жученко А.А., 1988; Зыкин В.А., Белан А.И., Россеев В.М. и др., 2000, Зыкин В.А., Белан А.И., Россеев В.М. и др., 2001; Евдокимов М.Г., Юсов В.С., 2001; Розова М.А., 2003; Сапега В.А., 2008; Мельникова О.В., Клименков Ф.И., 2007; Пискарев В.А., Цильке Р.А., Тимофеев А.А. и др., 2008; Лыкова Н.А., 2008; Зиборов А.И., 2013; Кузикеев Ж.В., Борадулина В.А., Мусалитин Г.М., Кузикеева А.П., 2020).

Учитывая разнообразие почвенно-климатических условий Сибири, в частности Алтайского края, возрастающую континентальность климата, а также то, что в большинстве хозяйств ячмень является замыкающей культурой

севооборота, создание сорта с высокими адаптивными свойствами, пригодного для возделывания в экстремальных условиях, является актуальной проблемой для этого обширного региона (Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., 1993). Эффективное растениеводство здесь возможно лишь на базе адаптированных к местным условиям сортов, при соблюдении соответствующих сортам зональной технологии возделывания и использовании качественных средств защиты растений (Гончаров П.Л., 2002; Kendal. E et al., 2015).

Поэтому изучение экологически пластичных сортов, целенаправленность их применения и адаптация их к конкретным природно-климатическим условиям является важной задачей современного сельхозпроизводства и селекции (Persival J., 1936; Мельникова О.В., Клименко Ф.И. 2007; Пинчук Л.Г., Кондратенко Е.П., Ефремова Т.Н., 2008; Косяненко Л.П., 2008; Косых Л. А., Никонорова Ю. Ю., 2022).

Под термином «адаптация» нужно понимать процесс изменений в структуре и функциях организма, обеспечивающих лучшую выживаемость в варьирующих условиях внешней среды (Жученко А.А., 1980; Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., 1993; Максимов Р.А., 2021).

Другими авторами адаптивность трактуется, как способность живых существ приспосабливаться к определенному разнообразию средовых факторов, последовательности и степени их проявления, которая проявляется через обретение признаков и свойств, способствующих приспособлению организмов к определенным условиям среды (Зыкин В.А., Белан И.А., Россеев В.М., 2001; Асеева Т. А., Трифунтова И. Б., 2022).

Критерием оценки адаптационной способности растений является их устойчивость к неблагоприятным условиям – засухе, заморозкам, болезням, кислым почвам и другим факторам. Поэтому в системе адаптивной селекции особое внимание должно быть уделено поиску, сохранению, идентификации и использованию генетических источников (Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., 1993; Mohammadi M. et al., 2013; Рекашус Э.С., 2022).

Адаптивность как фактор проявления устойчивости растений к неблагоприятным условиям внешней среды часто отождествляется с понятиями «пластичность» и «стабильность».

И.И. Пушкарев в 1932 году приспособляемость сорта к различным погодным, почвенным и хозяйственным условиям назвал экологической пластичностью (Склярова Н.П., Жарова В.А., 1998). В.О. Островерхов (1978) считал, что экологическая пластичность это способность живых организмов приспосабливаться к изменяющимся условиям произрастания, а применяя к культурным растениям это способность генотипов давать высокий и качественный урожай в различных почвенно-климатических, погодных и агротехнических условиях. П.П. Литун (1980) использовал понятие пластичность как в генетическом (степень модифицируемости признаков, что позволяет генотипам приспосабливаться к различным условиям), так и в агрономическом смысле (степень распространенности генотипа в производстве). В работе В.Н. Мамонтовой (1980) под этим термином понимается способность сорта давать стабильно высокие урожаи в различных условиях выращивания.

Как подчеркивал Н. Nilsson-Ehle (1911), пластичность растений или отсутствие стабильности во многих случаях может иметь адаптивное значение. A.D. Bradshaw назвал пластичность как свойство генотипа изменять значение признаков в различных условиях среды, а стабильность – как отсутствие пластичности (Biffen R.H., 1912).

Пластичность и стабильность характеризуют приспособительные свойства организма и раскрывают динамику изменения реакции генотипов на варьирующие условия среды и позволяющие сохранять при этом относительно постоянными свои функции, а само свойство приспособляемости назвали гомеостазом развития (Литун П.П., 1980; Жученко А.А., 1990).

А.Г. Юсуфов (1983) представлял гомеостаз как способность растений поддерживать внутреннее равновесие и реализовывать генетически детерминированные возможности сортов при отклонении условий их культивирования от нормы. В.В. Хангильдин (1978, 1984) считал, что гомеостаз

растений это способность генетических механизмов сводить к минимуму последствия неблагоприятных внешних условий. При этом селекция на гомеостаз предполагает повышение неспецифической устойчивости генотипа к неблагоприятным факторам (Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А., 1981; Завалин А.А., Шмырева Н.Я., Соколов О.А. и др., 2022).

Из двух видов гомеостаза - генетический и онтогенетический, последний является главным объектом внимания при селекции самоопылителей, так как он проявляется как генетически детерминированная система взаимодействия различных структур организма, направленная на ликвидацию нарушений в его метаболизме и развитии (Моргунов А.И., Наумов А.А., 1987; Левина Г.С., Пастухов Г.П., Исаев С.А., 1988; Зыкин В.А., 1992; Жученко А.А., 1988; Зиборов А.И., Валекжанин В.С., 2016).

Некоторые авторы гомеостаз ассоциировали с физиологической буферностью, то есть способностью противостоять неблагоприятным факторам внешней среды, при этом именно популяционная буферность обуславливает пластичность сортов (Allard R.W., Bradshaw A.D., 1964).

Сорт можно назвать буферным, если он оказывается устойчивым по продуктивности к большинству факторов внешней среды (Бриггс Ф., Ноулз П., 1972; Шаманин В.П., 2003).

По мнению некоторых авторов, стабильность - это способность генотипов поддерживать определенный фенотип в различных условиях среды с помощью определенных регуляторных механизмов (Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1989). Также, стабильностью можно назвать адаптивную реакцию генотипа, приводящую к соответствию изменений состояний признаков и свойств организма изменениям условий внешней среды (Бурдун А.М., Лопатин Л.М., Гуйда А.Н., 1981).

S.A. Eberhart, W.A. Russel (1966) стабильность трактовали как устойчивость проявления признака. Термин стабильность употребляется в двух смысловых значениях: в широком смысле стабильность характеризует сорта, у которых изменение условий произрастания не влияют на изменения того или иного

признака, а в узком – это степень отклонения конкретного генотипа от среднего значения всей системы или группы изучаемых генотипов на изменение условий внешней среды (Finlay K.W., Wilkinson G.N., 1963).

В настоящее время во многих селекционных программах особое значение имеет вопрос о связи генетически обусловленной высокой отзывчивости к оптимальным условиям выращивания с реакцией генотипа на изменяющиеся климатические условия, которая, в свою очередь, определяется экологической пластичностью (Сапега В.А., 2008; Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С. и др., 2011; Максимов Р.А., 2021).

Некоторые авторы считают, что отзывчивость и стабильность это противоположные понятия, то есть генотип не может быть одновременно стабильным и отзывчивым по определенному признаку (Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1989). В связи с этим стабильность продуктивности растений ограничивает возможности ее повышения при улучшении условий произрастания. Но наибольшая адаптивность может быть достигнута за счет пластичности одних признаков, которые в свою очередь обуславливают стабильность проявления других (Зыкин В.А., Белан И.А., Россеев В.М., 2000).

Экологическая устойчивость растений в неблагоприятных условиях произрастания является важным условием реализации их потенциальной продуктивности, а само понятие «урожай» нужно рассматривать как результат взаимодействия между продуктивностью и устойчивостью растений к неблагоприятным условиям внешней среды (Анци Д.А., 1932). Поэтому важно учитывать приспособленность сорта и их поведение в различных условиях среды (Вавилов Н.И., 1935).

Продукт взаимодействия генотипа с конкретными условиями проявляется в виде «фенотипического отиска». При сравнении генотипов выращенных при разных условиях было установлено, что генотипический эффект не является постоянным и изменяется в зависимости от условий, то есть проявляется взаимодействие генотипа со средой (Федин М.А., Силис Д.Я., Смиряев А.В., 1980). При этом ни генотип, ни среда сами по себе не могут обеспечить развитие

признака, но взаимодействуя между собой, детерминируют фенотип (Lin C.S., Binns M.R., Letkovich L.P., 1986).

Взаимосвязи и взаимодействия генотипа со средой разнообразны, сложны по характеру и степени проявления и зависят как от генотипа, так и от того какой фактор рассматривается в роли среды или условий (Кумаков В.А., 1985; Зыкин В.А., Белан И.А., Россеев В.М., 2000).

Для выявления адаптивного потенциала сортов необходимо проводить экологическое испытание. Использование различных пунктов выращивания для оценки генотипов на экологическую устойчивость и пониженный агротехнический фон, как решающий фактор рационального использования питательных веществ зерновых культур, заслуживает внимания при селекции на адаптивность (Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., 1993; Оганян Л. Р., Ерошенко Ф. В., 2022).

Экологическое испытание требует значительных материальных и трудовых затрат, и поэтому многими учеными используются различные методы моделирования провокационных фонов: разные предшественники, сроки посева, дозы удобрений и др. (Дорофеев В.Ф., Якубцинер М.М., Руденко М.И. и др., 1976; Мовчан В.К., Кривобочек В.Г., 1983; Линчевский А.А., Мельникова В.И., 1988; Сапега В.А., 2017; Голик В.С., Голик А.В., 2008; Розова М.А., Янченко В.И., Мельник В.М., 2010).

Пластичность сортов нужно определять на основе оценки продуктивности зерна за ряд отличающихся друг от друга лет исследований или изучать их в различных почвенно-климатических условиях с определением регрессии и генотип-средовых взаимодействий (Eberhart S.A., Russel W.A., 1966).

В программах селекции на адаптивность, для исследований влияния различных стрессов на растения в процессе онтогенеза, необходимо использовать комплекс провокационных фонов, и уже на основе этого проводить выбраковки образцов с ограниченными приспособительными свойствами (Коваль С.Ф., 1985).

Селекционер часто не имеет возможности широко испытать свои селекционные линии в разных экологических зонах, поэтому для успешной

работы в селекции новых сортов на условия среды необходимо шире использовать опыты по определению нормы реакции генотипа на фоне различных агротехнических приемов (Литун П.П., 1978).

При анализе селекционного материала селекционер сталкивается с огромным количеством данных, которые без соответствующей обработки проанализировать невозможно. Оценку экологической пластичности и стабильности проводят с использованием различных математических методов, позволяющих получить индивидуальную характеристику признака в различные годы и при различных условиях выращивания (Яковлев В.Л., 1972; Лещенко А.К., Михайлов В.Г., 1975; Литтл Т.М., Хиллз Ф.Дж., 1981; Южаков А.И., Жуков В.И., Никитина В.И., 1989; Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., 1993).

Считается, что родоначальниками оценки стабильности и пластичности генотипов на основе регрессионного анализа, были К.W. Finley и G.N. Wilkinson (1963), а уже потом их методику усовершенствовали и значительно доработали S.A. Eberhart и W.A. Russel (1966). В основе их метода был расчет двух компонент: коэффициента линейной регрессии, который характеризует оценку пластичности по усредненной реакции генотипа на различные среды, и варианты отклонения от линии регрессии, характеризующая стабильность среднесортной реакции. Этот метод широко был использован в селекции при оценке сортов по параметрам пластичности, и до сих пор не потерял своей актуальности (Lin C.S., Binns M.R., Letkovich L.P., 1986; Зыкин В.А., Белан И.А., Россеев В.М., 2000; Евдокимов М.Г., 2006; Стрижова Ф.М., Титов Ю.Н., Стрижов В.М., 2009; Рыбась И.А., 2014; Verma P., 2015). По мнению А.И. Моргунова, метод S.A. Eberhart и W.A. Russell необходимо дополнять коэффициентом вариации (CV%), который используется для определения стабильности (Новиков В.М., 1982; Моргунов А.И., 1985).

С.П. Мартынов (1989) считал линейный регрессионный подход несостоятельным, и предложил свой метод, который, по его мнению, более подходит по смыслу к селекционному процессу и понятие пластичность он

характеризовал, как способность сорта давать высокий урожай в благоприятных и минимально снижать его в неблагоприятных условиях выращивания.

Еще один метод, который предложил G.C.C. Tai (1971), основан на анализ структурных взаимосвязей с помощью дисперсионного анализа, и сам результат взаимодействия «генотип × среда» рассматривается как линейный отклик на средние взаимодействия и отклонение от линейного отклика (Зыкин В.А., Белан И.А., Россеев В.М., 2000; Евдокимов М.Г., 2006;).

Метод, основанный на расчете для каждого сорта (эковоленты) предложил G.I. Wricke (1962). Понятие эковолента представляет собой часть изменчивости, вносимой этим сортом в общее взаимодействие «генотип × среда». Чем больше этот показатель отличен от нуля, соответственно, тем сильнее реакция сорта на изменение условий внешней среды.

Другие ученые использовали комплексный показатель индекс стабильности ($P_{уст}$), который служит, как для оценки, так и одновременно учитывает уровень и стабильность проявления признака (Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И., 1985).

В.В. Хангильдин (1978) для определения стабильности предложил использовать показатель гомеостатичности.

В.А. Драгавцев с соавторами (1984) для определения гомеостатичности предложил коэффициент мультипликативности, который определяется через соотношение приращения среднего значения признака сорта к среднему уровню признака в экологическом градиенте.

Методы оценки стабильности, основанные на том же регрессионном подходе, что и метод S.A. Eberhart и W.A. Russell, были разработаны у J.M. Perkins, J.L. Links (1968), G.H. Freeman, J.M. Perkins (1971), П.П. Литуна (1980), Лыу Нгок Чинь (1984). Но у этих методов существуют недостатки относительно их разрешающей способности, в особенности их селекционной ценности (Юсова А.О., Николаев П.Н., 2021).

М.Г. Евдокимов с соавторами (2001, 2006) пришли к выводу, что оценку сортов целесообразно проводить с использованием методики S.A. Eberhart, W.A.

Russel (1966), но с обязательным учетом коэффициента вариации. К аналогичному выводу пришли и алтайские селекционеры (Зиборов А.И., 2013).

Таким образом, яровой ячмень является и остается основным сырьем для пивоваренной промышленности. В связи с общим повышением культуры земледелия в настоящее время возрастает потребность в сортах ячменя интенсивного типа (Сурин Н.А. Ляхова Н.Е. и др., 2014). В различных источниках было сказано, что дальнейшее увеличение продуктивности (величины и качества урожая) обусловлено оптимизацией взаимодействия в системе «генотип - среда», поэтому при создании и оценке новых сортов значительное внимание должно быть уделено их адаптивной способности, экологической пластичности и стабильности (Жученко А.А., 2001; Гончаренко А.А., Макаров А.В., Ермаков С.А. и др., 2015; Сапега В.А., 2017; Carbonell S.A. et al., 2004). Особенно это актуально для регионов с жесткими климатическими условиями, их значительной изменчивостью во времени и пространстве, что характерно для Западной Сибири, в частности и Алтайского края.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Почвенно-климатическая характеристика Алтайского края

Площадь Алтайского края составляет 16,8 млн га или 4% от площади РФ. Из них 10,6 млн га - это сельскохозяйственные угодья, в том числе пашня - 6,5 млн га – это самая большая площадь пашни в РФ (Сельское хозяйство Алтайского края, 2024¹). По результатам почвенно-климатического районирования на территории края выделено 7 природно-климатических зон (Кулундинская, Приалейская, Приобская, Бийско-Чумышская, Присалаирская, Приалтайская, Алтайская), отличающихся между собой почвами, количеством осадков, температурным режимом, гидротермическим коэффициентом, продолжительностью безморозного периода и др. (Система земледелия в Алтайском крае, 1987).

Территория Алтайского края орографически представляет собой как бы ряд высотных ступеней, которые поднимаются с северо-запада на юго-восток, от низменной Кулундинской равнины (100-150 м), через средневысотные равнины Приобского плато (250-280 м) и возвышенные равнины правобережья Оби (Бийско-Чумышская возвышенность, 300-350 м) к предгорьям Салаира (400-600 м) и Алтая (высота), опоясывающим с юго-востока в виде огромной подковы Алтайские равнины (Почвы Алтайского края, 1959).

В крае встречаются почти все типы почв умеренного пояса. На западе края, где расположена область засушливого климата, преобладают каштановые почвы сухих степей. К востоку количество осадков увеличиваются, соответственно каштановые почвы сменяются черноземами. На востоке края черноземные почвы сливаются с лесными типами почв Салаирского края. На юге почвы равнин смыкаются с почвами Алтайских гор (Почвы Алтайского края, 1959).

¹ <http://www.altairegion22.ru/territory/agriculture/shAk/>

Повсеместно встречаются черноземы выщелоченные, типичные, южные, обыкновенные, оподзоленные, горные, лугово-черноземные и карбонатные смытые черноземы, темно-серые лесные и луговые почвы. Значительные площади левобережной равнинной части края занимают солонцы и солончаки, которые малопригодны для земледелия (Бурлакова Л.М., Пудовкина Т.А., 1995).

Черноземы - наиболее плодородные почвы, представляющие основной фонд пахотных угодий Алтайского края. Наибольший интерес для сельского хозяйства представляют черноземы выщелоченные и типичные чаще среднемошные, среднегумусные и тучные, с нарастанием гумуса с запада на восток (Почвы Алтайского края, 1959; Бурлакова Л.М., Викулов Д.Е., Самойлов С.А. и др., 2006).

Климат Алтайского края резко континентальный. Средняя температура самого холодного месяца (январь) $-16-18^{\circ}\text{C}$, а самого теплого (июля) $+19+20^{\circ}\text{C}$. При этом зимой температура в отдельных случаях понижается до $-48-50^{\circ}\text{C}$, а летом может достигать $+38+40^{\circ}\text{C}$. Континентальность климата проявляется также в том, что основная часть осадков выпадает в течение трех летних месяцев, с июня по август. Наряду с этими чертами климата, свойственными вообще внутриматериковым районам Сибири, Алтайский край имеет некоторые местные особенности климата, обусловленные главным образом наличием горного рельефа (Почвы Алтайского края, 1959).

Влияние гор Алтая и Салаира на климат равнинной части края сказывается в меридиональном простирании природных зон: степной – к западу от Оби и лесостепной – к востоку от нее. Климат степи характеризуется малым количеством осадков (230-250 мм в год) в районах Кулунды на западе и до 400-425 на востоке, в Приобской части, и большим количеством тепла в вегетационном периоде (сумма температур выше 10°C составляет $2100-2400^{\circ}\text{C}$). Лесостепь, по сравнению со степью, отличается большим количеством осадков (400-450 мм), но меньшими количествами тепла в вегетационный период (сумма температур выше 10°C не превышает $2000-2100^{\circ}\text{C}$) (Почвы Алтайского края, 1959).

Продолжительность периода активной вегетации, связываемой с переходом среднесуточной температуры воздуха через 10°C, в северных районах края составляет 125 суток, в центральных – 130, в западных и южных степных районах до 138 суток (Агроклиматические ресурсы Алтайского края, 1971).

Таким образом, континентальность климата в Алтайском крае по направлению с запада на восток, благодаря влиянию гор, уменьшается (Агроклиматические ресурсы Алтайского края, 1971).

Специфика природно-климатических условий Алтайского края определяет основные направления селекции ячменя, а ведение растениеводческой отрасли должно быть только на основе адаптированным к местным условиям сортов.

2.1.1 Почвы опытного участка

Опытное поле ФГБНУ ФАНЦА расположено в подзоне обыкновенных черноземов умеренно-засушливой колючей степи, в районе черноземов обыкновенных среднеспособных и маломощных малогумусных, среднеспособных, черноземов карбонатных и смытых. Преобладающие почвы пашни – черноземы выщелоченные, обыкновенные и лугово-черноземные почвы, а почва под опытом – чернозем выщелоченный среднеспособный малогумусный среднесуглинистый слабодефлированный (Суховеркова В.Е., 2016).

Для установления запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы и основных элементов минерального питания в 2010-2012 гг. на всех вариантах опыта перед посевом было проведено обследование. Результаты обследования представлены в таблицах 1, 2.

Для нормального начального роста и развития растений требуется, чтобы запасы продуктивной влаги в почвенном слое 0-20 см составляли 20-30 мм (Гуляев Г.В., Гужов Ю.Л., 1978). В нашем опыте запасы влаги по всем вариантам соответствовали этому требованию (таблица 1).

Таблица 1 – Запасы продуктивной влаги в почве перед посевом при разных сроках, мм

Слой почвы, см	2010 год		2011 год		2012 год	
	I срок	II срок	I срок	II срок	I срок	II срок
0-20	44,2	33,3	27,1	25,5	33,4	31,7
20-40	46,6	41,1	49,2	44,3	44,5	41,3
40-60	93,3	59,2	77,1	42,9	76,3	61,6
Среднее	184,1	133,6	153,4	112,7	154,2	134,6

Обеспеченность доступными формами азота (N-NO₃) на момент посева ярового ячменя, согласно методике А.Е. Кочергина, была низкой на первом сроке и очень низкой на втором сроке посева (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание основных элементов питания перед посевом (2010-2012 гг.), мг/кг.

Год	Срок	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
2010	I	6,7	323	271
	II	4,3	295	269
2011	I	5,2	261	260
	II	3,9	255	254
2012	I	5,3	253	235
	II	3,8	244	228
Среднее	I	5,7	279	255
	II	4,0	245	250

Обеспеченность почвы подвижными формами фосфора и калия перед посевом по всем вариантам опыта была очень высокой (по Чирикову).

Таким образом, наиболее благоприятные условия опыта для роста и развития растений ячменя по влагообеспеченности и запасам основных элементов питания в почве складывались при первом сроке посева.

2.2 Метеорологические условия в годы проведения исследований

Климат Алтайского края характеризуется резкой континентальностью. Погодные условия в годы проведения исследований были очень разнообразными, что отражено в таблице 3.

Таблица 3 – Среднесуточная декадная температура воздуха и количество осадков периода вегетации в годы исследований (по данным Алтайской ЦГМС)

Месяц, декада		2010 год		2011 год		2012 год		Средние многолетние	
		t°C	Осадки, мм	t°C	Осадки, мм	t°C	Осадки, мм	t°C	Осадки, мм
Май	I	8,8	6,1	7,3	2,6	10,3	13,1	10,1	15
	II	7,5	7,9	12,6	1,8	11,6	5,2	12,0	13
	III	14,2	4,4	16,7	27,2	14,3	5,4	13,9	14
	месяц	10,3	18,4	12,3	31,6	12,1	23,7	12,0	42
Июнь	I	17,2	4,9	20,4	19,2	21,3	2,8	15,6	15
	II	20,9	1,2	21,0	0,7	21,9	7,6	18,0	13
	III	15,9	38,5	19,1	10,3	23,0	0,0	19,2	19
	месяц	18,0	44,6	20,2	30,2	22,1	10,4	17,6	47
Июль	I	17,6	20,8	16,7	21,0	20,4	82,3	19,8	15
	II	19,4	59,5	20,3	10,2	21,5	0,0	20,3	18
	III	15,4	33,4	17,4	11,2	24,4	14,8	19,5	31
	месяц	17,4	119,7	18,1	42,4	22,1	97,1	19,9	64
Август	I	18,0	1,3	17,6	11,4	19,8	17,0	18,2	18
	II	15,3	9,4	17,4	9,8	19,1	4,9	17,6	16
	III	19,5	2,0	14,2	14,6	16,3	22,1	15,2	15
	месяц	17,7	12,7	16,3	35,8	18,3	44,0	17,0	49
Май-август		15,8	195,4	16,7	140,0	18,6	175,2	16,6	202,0

Среднесуточная температура воздуха была ниже средней многолетней на 0,8°C в 2010 году, и выше на 0,1 и 2,0°C в 2011 и 2012 гг. соответственно (рисунок 4).

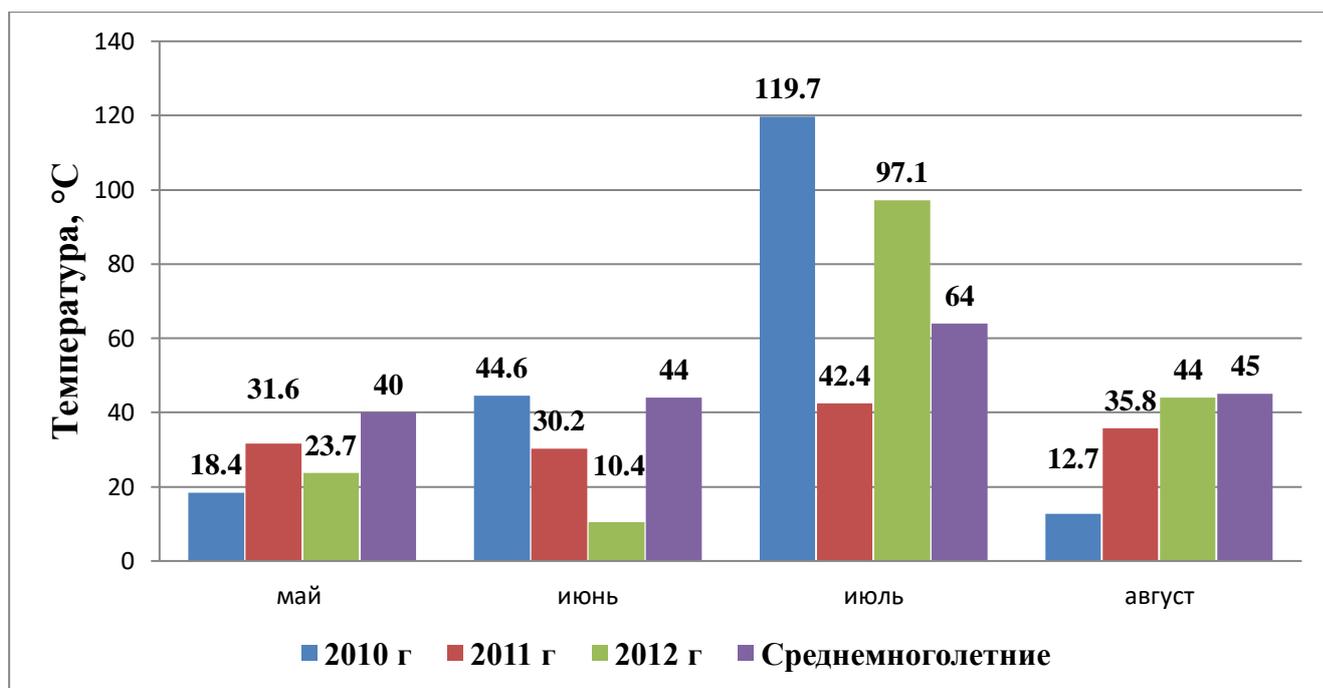


Рисунок 4 – Среднесуточная температура воздуха в период вегетации, 2010-2012 гг. (по данным Алтайской ЦГМС)

Количество осадков за годы исследований за период с мая по август составило 195,4 мм в 2010 сельскохозяйственном году, 140,0 мм в 2011 году и 175,2 мм в 2012 году, что ниже средне многолетних значений на 66,6, 62,0 и 26,8 мм соответственно (рисунок 5).

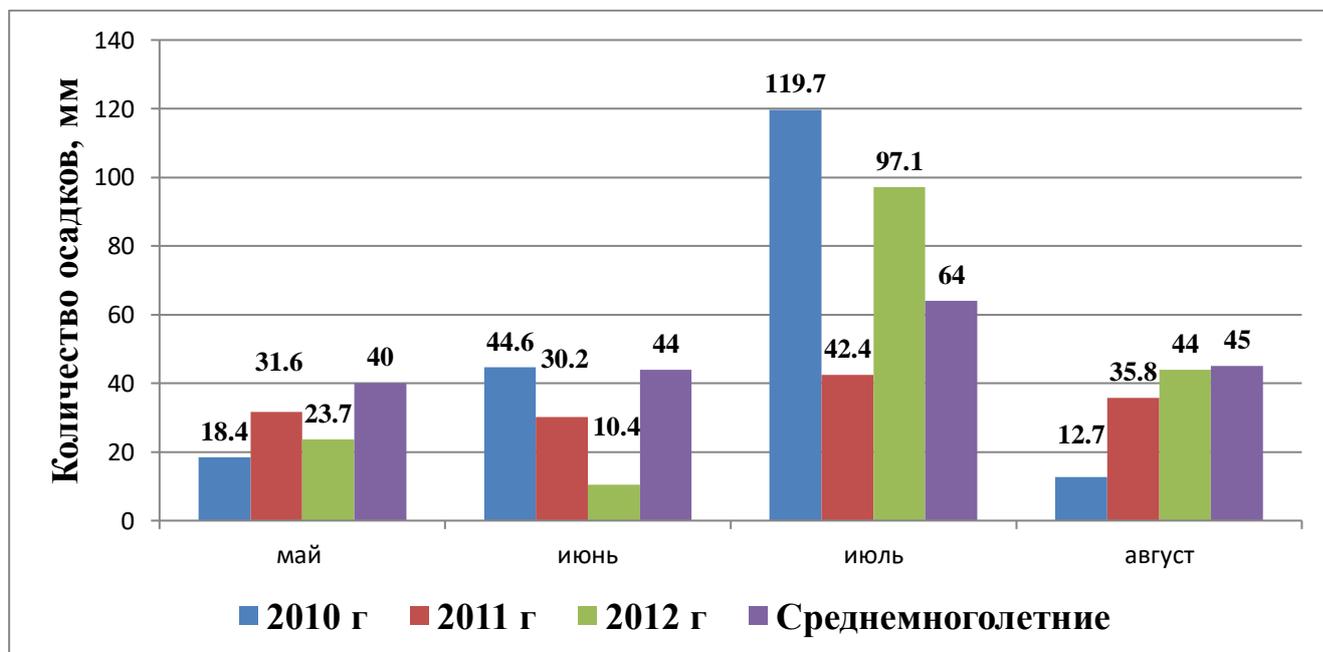


Рисунок 5 – Количество осадков в период вегетации, 2010-2012 гг. (по данным Алтайской ЦГМС)

2010 год. В мае преобладала жаркая и сухая погода. Средняя температура в первой декаде месяца $8,8^{\circ}\text{C}$, что на 1°C ниже нормы. Осадков выпало $6,1$ мм (47 % от нормы). Во второй декаде температура была $7,5^{\circ}\text{C}$, что на 4°C меньше среднемноголетних температур. Осадков выпало $7,9$ мм (66 %). В последней десятидневке месяца температура воздуха составила $14,2^{\circ}\text{C}$, осадков выпало $4,4$ мм (29,3 % от нормы). Средняя температура за месяц равна $10,3^{\circ}\text{C}$, что на $1,4^{\circ}\text{C}$ ниже среднемноголетней. Осадков выпало в мае $18,4$ мм (46 % от нормы).

В первые две декады июня стояла жаркая и сухая погода. Средняя температура в первой десятидневке месяца составила $17,2^{\circ}\text{C}$, что на $1,6^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Во второй декаде температурный фон $20,9^{\circ}\text{C}$ оказался также выше на $2,5^{\circ}\text{C}$. Осадков в первой и второй декадах практически не было (35 % и 12 % от нормы соответственно). В третьей декаде температура воздуха была на $3,4^{\circ}\text{C}$ ниже среднемноголетней, но осадков выпало на 92% выше нормы.

В целом в июне среднесуточная температура составила $18,0^{\circ}\text{C}$, а осадков выпало $44,6$ мм, что практически совпадает со среднемноголетними данными.

В июле преобладала теплая и влажная погода. Температура воздуха в среднем за месяц была на 2°C ниже среднемноголетней ($17,4^{\circ}\text{C}$ против $19,4^{\circ}\text{C}$). В первой декаде месяца осадков выпало $20,8$ мм (149%). Во второй декаде – $59,5$ % (313 %), а третьей – $33,4$ мм (108 %). В среднем за июль выпало $119,7$ мм осадков, что составляет 187% от среднемноголетних данных.

Август характеризовался теплой с недобором осадков погодой. Средняя температура воздуха в первой декаде была $18,0^{\circ}\text{C}$, что выше нормы на $0,3^{\circ}\text{C}$. Количество осадков за декаду составило $1,3$ мм (7% от нормы). Во второй десятидневке средняя температура равнялась $15,3^{\circ}\text{C}$, что меньше нормы на 2°C . Количество осадков выпало 67 % от среднемноголетних. В третьей декаде температурный режим был на $4,3^{\circ}\text{C}$ больше нормы. Осадков практически не было (17 % от нормы). В августе месяце температура воздуха составила $17,7^{\circ}\text{C}$, что на 1°C выше среднемноголетней. Осадков выпало всего 28 % от среднемноголетних данных.

В целом климатические условия 2010 года были неблагоприятными для нормального роста и развития пивоваренного ячменя. Сильная засуха мая-июня привела к значительному угнетению растений. Особенно это было видно на втором сроке посева, где всходы были значительно изрежены. Начавшиеся в конце июня осадки продолжались в июле (119,7 мм), в результате чего некоторые сорта и линии начали активно отрастать и вегетационный период затянулся.

2011 год. В мае преобладала теплая и сравнительно сухая погода (первые две декады). Средняя декадная температура воздуха составляла 7,3°C, что меньше на 2,5°C нормы. Осадков в первой и второй декаде практически не было (20 % и 15 % от нормы соответственно). Во второй декаде средняя температура превысила норму на 0,8°C и составила 12,6°C. В третьей десятидневке температура воздуха составила 16,7°C, что на 3,5°C больше среднегодовой. Осадков выпало 27,2 мм (181 %). Температурный режим за месяц превысил многолетний на 0,6°C (12,3°C). Осадков выпало на 21% меньше многолетнего значения. Недостаток влаги в первые две декады мая неблагоприятно сказался на всходах ячменя первого срока. Всходы были неравномерными и немного изрежены. На втором сроке посева ячменя выглядели лучше, так как в третьей декаде месяца пошли дожди.

Июнь характеризовался теплой, но также засушливой, погодой. Среднесуточная температура воздуха в первой декаде составила 20,4°C, что выше среднегодовой значения на 4,8°C. Осадков выпало 19,2 мм (137 %). Во второй декаде средняя температура воздуха была на 2,6°C больше многолетней. Осадков практически не было, всего лишь 7% от нормы. Среднесуточная температура в третьей декаде оказалась близкой к многолетним значениям (19,1°C). Осадков же выпало 50 % от нормы (10,3 мм). Среднемесячная температура воздуха составила 20,2°C, что выше нормы на 2,4°C. Осадков выпало 69 % от нормы (30,2 мм).

Осадки конца мая и первой декады июня позволили растениям ячменя обоих сроков хорошо раскуститься. Но если растениям первого срока посева влаги хватило на начало выхода в трубку, то ячмени второго срока ощутили

значительный ее недостаток. Все это обусловило низкую озерненность колоса образцов второго срока посева и, следовательно, низкую урожайность.

В июле преобладала теплая с недобором осадков погода. Среднедекадная температура воздуха в первой декаде составила $16,7^{\circ}\text{C}$, что на $2,6^{\circ}\text{C}$ меньше нормы. Осадков выпало 21 мм (150 %). За вторую десятидневку средняя декадная температура воздуха была $20,3^{\circ}\text{C}$, на $0,5^{\circ}\text{C}$ выше многолетней. Декадная сумма осадков составила 10,2 мм, 54 % от среднемноголетних данных. Третья декада характеризовалась теплой погодой (ниже нормы на $1,9^{\circ}\text{C}$) с большим недобором осадков (36%). Среднемесячная температура воздуха оказалась на $1,3^{\circ}\text{C}$ ниже нормы ($18,1^{\circ}\text{C}$). Осадков выпало 66% от нормы.

В августе преобладала теплая и умеренно засушливая погода. В первой и второй десятидневках средняя температура воздуха была близка к среднемноголетним данным ($17,6^{\circ}\text{C}$ и $17,4^{\circ}\text{C}$ соответственно). Осадков в первой декаде выпало 60% от нормы. Во второй количество осадков было на 30% меньше нормы. В третьей декаде средняя температура воздуха была на 1°C ниже многолетней ($14,2^{\circ}\text{C}$), осадков выпало на 22 % больше нормы. Среднемесячная температура составила $16,3^{\circ}\text{C}$. Осадков выпало на 20 % меньше среднемноголетних.

Погодные условия 2011 года были также неблагоприятными для развития ячменя. Недобор влаги в период кущения, трубкования и налива зерна привел к значительному недобору урожая, щуплости зерна, что отразилось на качестве пивоваренного ячменя.

2012 год. Май характеризовался теплой, но засушливой погодой. Первые две декады месяца по температурному режиму были на уровне среднемноголетних значений, третья декада была на $1,1^{\circ}\text{C}$ теплее обычного. Осадков выпало в первой десятидневке на 0,1 мм больше, а во второй и третьей наблюдался большой их недобор. Во второй декаде он составил 44 % от нормы, в третьей – 41 %. В целом за месяц температура воздуха была на $0,4^{\circ}\text{C}$ теплее среднемноголетней, но осадков выпало 59% от нормы.

В июне преобладала жаркая и сухая погода. За месяц выпало всего 10,4 мм осадков, что на 33,6 мм меньше нормы. Первая декада июня была теплее на 5,7°C среднемноголетней, осадков выпало 20 % от нормы. Среднедекадная температура во второй десятидневке составила 21,9°C, что на 3,5°C больше среднемноголетней, осадков выпало 76 % от нормы (7,6 мм). В третьей декаде температура воздуха на 3,7°C была больше нормы, но осадков не было. За июнь осадков выпало всего лишь 10,4 мм, что составляет 23 % от нормы, а температурный режим был на 4,3°C теплее.

Июль характеризовался жаркой погодой с ливневыми дождями в первой декаде месяца. В первой десятидневке температура воздуха составила 20,4°C (+1,1°C). Осадки наблюдались в виде продолжительных ливневых дождей, всего выпало 587 % (82,3 мм) от среднемноголетней нормы по декаде. Во второй десятидневке температура была на уровне среднемноголетней, но осадки не наблюдались. Третья декада была теплее на 5,1°C, осадков выпало 47 % от нормы. В целом июль был на 2,7°C теплее и на 51 % влажнее среднемноголетних значений за этот месяц.

В августе преобладала теплая и влажная погода. Первая и вторая декады месяца в среднем были на 2°C теплее среднемноголетней температуры. В первой десятидневке выпало на 2 мм меньше, чем по многолетним данным, а во второй всего лишь 35 % от нормы. Третья декада была жарче на 1,1°C, а осадков выпало 22,1 мм (184 %). Среднемесячная температура составила 18,3°C, что на 1,6°C больше среднемноголетних, а осадков выпало на 1 мм меньше.

Гидротермические условия 2012 года были крайне неблагоприятными для роста и развития растений. За вегетационный период выпало 209,3 мм осадков или 108,4 % от нормы, но распределение их по отдельным периодам вегетации было очень неравномерным. Осадки мая способствовали хорошим всходам и кущению ячменя, но жаркий июнь при отсутствии осадков привел к тому, что растения ячменя на многих делянках не выколашивались, боковые побеги засыхали и зерно образовалось мелкое и щуплое. Выпавшие в первой декаде июля

ливневые дожди уже мало что изменили. Все это привело к значительному недобору урожая и снижению пивоваренных качеств ячменя.

2.3 Объекты исследований

Объектом исследований послужили перспективные сорта и линии ярового ячменя разного эколого-географического происхождения.

При выборе сортов мы преследовали цель включить в этот набор как сорта Западной Сибири, так и сортообразцы из регионов, традиционно производящих пивоваренное сырье.

Западно-сибирские – Сигнал (ФГБНУ ФАНЦА; ИЦиГ СО РАН), который на момент исследований был стандартом, Ворсинский, Ворсинский 2, Салаир, линии 116/06 и 54/07 (ФГБНУ ФАНЦА), Ача (ИЦиГ СО РАН), Омский 90 (Омский АНЦ), Никита (ФГБУН СФНЦА РАН); западно-европейские – Аннабель, Беатрис, Лилли (Saaten-Union GMBH; Nordsaat Saatzucht GMBH, Германия), Алисиана, Консита, Филадельфия (KWS Lochow GMBH, Германия), Изабелла (Sejet, Дания), Жозефин, линии 9/02 и 65/03 (Secobra Recherches S.A.S, Франция, представлены ООО «Пивоваренная компания «Балтика»»), а также восточно-европейский Харьковский 99 (Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН, Украина).

Характеристика сортов Сигнал, Ворсинский, Ворсинский 2, Салаир, Ача, Омский 90, Никита и линий 116/06, 54/07 представлены ниже (Реестр селекционных достижений РФ, 2025).

Сигнал. Сорт создан методом индивидуального отбора из гибридной комбинации [(Винер х Кейстон) х (Кейстон х Новосибирский 1)] х [(Московский 121 х Омский 13709) х к-23484]. Районирован в 1997 году, включен в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) региону. Разновидность нутанс. Колос двурядный. Масса 1000 зерен 39-54 г. Средняя урожайность в регионе составила 3,2 т/га, превысив стандарт на 0,4 т/га. Среднеспелый. Вегетационный период 66-87 дней. Устойчивость к полеганию средняя - выше средней, превышает стандарт Омский 87 до 2 баллов. Засухоустойчивость средняя. Устойчив к пыльной, твердой и

черной головне; восприимчив к гельминтоспориозным пятнистостям и корневым гнилям.

Никита. Сорт выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Нутанс 518 х Носовский 9. Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) региону. Рекомендован для возделывания в Северной лесостепи предгорий Кемеровской области. Разновидность нутанс. Колос двурядный. Масса 1000 зерен 41-51 г. Средняя урожайность в регионе составила 2,8 т/га, на 0,2 т/га ниже среднего стандарта. В рекомендуемой зоне возделывания урожайность колеблется от 2,2 до 4,3 т/га, на уровне стандарта Одесский 100. Среднеспелый, вегетационный период 72-89 дней, созревает на 1-2 дня раньше сорта Одесский 100. Среднеустойчив к полеганию. По засухоустойчивости уступает стандартам. Включен в список пивоваренных сортов. Восприимчив к твердой головне, стеблевой ржавчине; сильновосприимчив к пыльной головне, гельминтоспориозу, мучнистой росе; карликовой ржавчиной поражался средне.

Ача. Сорт выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации (Парагон х Кристина) х [(Джет х Обской) х (Новосибирский 1 х Винер)]. Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому (10), Восточно-Сибирскому (11) и Дальневосточному (12) регионам. Разновидность нутанс. Колос двурядный. Масса 1000 зерен 34-56 г. Урожайность в зависимости от погодных условий и зон выращивания в Западно-Сибирском регионе варьирует в пределах 1,0-4,7 т/га, в Восточно-Сибирском – 0,9-5,4 т/га и Дальневосточном – 1,6-2,7 т/га. Прибавка к стандарту Одесский 115 в Красноярском крае колеблется от 0,2 до 1,4 т/га. Среднеспелый. Вегетационный период 70-85 дней. Устойчивость к полеганию высокая. Засухоустойчивость средняя. Среднеустойчив к твердой головне; восприимчив к гельминтоспориозным пятнистостям и стеблевой ржавчине; сильновосприимчив к пыльной головне.

Омский 90. Сорт выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Омский 80 х Донецкий 9. Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) региону. Разновидность медикум. Колос двурядный. Масса 1000 зерен 48-53 г. При средней урожайности в регионе 23,1 ц/га превысил Носовский

9 на 1,6 ц/га. Максимальная урожайность 58,6 ц/га. Среднеспелый, вегетационный период 64-84 дня, созревает на 1-2 дня позднее стандарта. Устойчивость к полеганию и засухе средняя. Среднеустойчив к пыльной и твердой головне, ржавчинам и гельминтоспориозным пятнистостям.

Ворсинский. Сорт выведен путем двукратной обработки гамма-лучами в дозе 3,5 кР сорта Жодинский 5. Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) региону. Рекомендован для возделывания в следующих зонах Алтайского края: Приобская лесостепь, Лесостепь предгорий Салаира и Предгорья Алтая. Разновидность нутанс. Колос двурядный. Зерновка крупная, с неопушенной брюшной бороздкой и охватывающей лодиколой. Масса 1000 зерен 39-48 г. Средняя урожайность в регионе – 2,7 т/га, на 0,2 т/га выше среднего стандарта. В рекомендованных для возделывания зонах Алтайского края прибавка к стандарту Сигнал составила от 0,1 до 0,5 т/га. Среднеспелый, вегетационный период 72-87 дней, созревает на 1-2 дня раньше сорта Сигнал. Устойчив к полеганию. Среднезасухоустойчив. Умеренно восприимчив к твердой головне; сильновосприимчив к пыльной головне, гельминтоспориозу и корневым гнилям.

Ворсинский 2. Сорт выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Сигнал х (Irene х Гусар). Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) региону. Рекомендован для возделывания в Алтайском крае в зонах Кулундинской степи и Предгорий Алтая и Тюменской области. Разновидность нутанс. Колос двурядный. Масса 1000 зерен 42-50 г. Средняя урожайность в регионе - 32,6 ц/га. Прибавка к стандарту Сигнал составила от 1,6 до 5,7 ц/га. Среднеспелый, вегетационный период 77-90 дней, созревает на 1-2 дня раньше сорта Сигнал. Среднезасухоустойчив. Восприимчив к гельминтоспориозу и корневым гнилям. В полевых условиях пыльной головней поражен очень сильно.

Салаир. Выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации Фрэция х Донецкий 10. Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) и Дальневосточному (12) регионам. Рекомендован для возделывания в Предгорьях Алтая Алтайского края и Хабаровском крае.

Разновидность нутанс. Колос двурядный. Куст полупрямостоячий. Крупнозерный, масса 1000 зерен - 40-50 г. Средняя урожайность в Западно-Сибирском регионе - 25,0 ц/га, в Дальневосточном - 22,6 ц/га. В рекомендуемой для возделывания зоне Алтайского края прибавка к стандарту Сигнал составила 2,9 ц/га. Среднеспелый, вегетационный период - 71-90 дней, созревает одновременно с сортом Муссон, на 2-3 дня раньше сорта Сигнал, на 2-4 дня позднее сортов Биом и Ача. Умеренно устойчив к каменной головне; восприимчив к сетчатой пятнистости; сильновосприимчив к гельминтоспориозу и корневым гнилям (Приложение А).

Селекционная линия 116/06. Получена методом внутривидовой гибридизации из комбинации [(Дина х Омский 86) х А-4375] х Сигнал. Созревает одновременно со стандартным сортом Сигнал, уступает ему по высоте растений, превосходит его по урожайности, массе 1000 зерен, продуктивной кустистости, натуре зерна, твердой головней поражается слабо, устойчивость к полеганию на уровне стандарта.

Селекционная линия 54/07. Получена методом внутривидовой гибридизации из комбинации [(Дина х Омский 86) х А-4375] х Ача. Созревает на один день позднее Сигнала, превосходит его по урожайности, массе 1000 зерен, продуктивной кустистости, крупности, низкорослая, имеет низкое содержание белка. Практически устойчива к твердой головне, устойчивость к полеганию высокая.

2.4. Методика проведения исследований

Полевые опыты были заложены на опытном поле лаборатории селекции зернофуражных культур ФГБНУ ФАНЦА в 2010-2023 гг.

Сорта и линии различного эколого-географического происхождения высевали в 4-х повторениях по зерновому предшественнику (овес) нормой 5 млн всхожих семян на 1 га в 2 срока: ранний определяли по физической спелости почвы (2010 г. – 7 мая; 2011 г. – 5 мая; 2012 г. – 5 мая), поздний – через 15 сут

после раннего. Площадь делянок – 10 м². Селекционный питомник 2-го года (СП-2) высевали в однократной повторности по пару, площадь делянок – 2 м². Подготовку почвы проводили общепринятыми в зоне приемами без внесения удобрений.

Посев осуществляли сеялкой ССФК – 7, агрегатируемой с трактором Т-16М, уборку - селекционным комбайном «Сампо – 130» в фазу полной спелости. Все учеты и наблюдения проводили в соответствии с Методикой государственного испытания сельскохозяйственных культур (1985).

Перед посевом каждого варианта опыта отбирали почвенные образцы для расчета продуктивной влаги в метровом слое почвы (через 10 см) и определения содержания основных элементов минерального питания. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом с последующим расчетом запасов продуктивной влаги. Агрохимические исследования почвенных образцов выполняли в лаборатории агротехнологии и агрохимии ФГБНУ ФАНЦА по общепринятым методикам.

После всходов были поставлены учетные площадки в 2-х несмежных повторениях (1; 3), площадью 0,25 м² для определения полевой всхожести и сохранности растений к уборке. Каждая из них включала 2 ряда растений по 83,3 см рядка. Перед комбайновой уборкой в фазу полной спелости растения с этих площадок были убраны для структурного анализа в лаборатории. После подсчета количества сохранившихся к уборке растений и числа продуктивных стеблей для индивидуального анализа из каждого снопа отбирали по 25 растений (всего для анализа использовали по 50 растений).

Проведен анализ структуры урожая каждого сортообразца, для определения следующих признаков продуктивности: продуктивная кустистость, озерненность главного колоса, масса зерна главного колоса, масса 1000 зерен главного колоса, масса зерна с растения. Учет урожая проводили методом сплошной уборки селекционным комбайном с последующим взвешиванием зерна на лабораторных весах и пересчетом урожая на 100%-ную чистоту и 14%-ную влажность.

Определены физические свойства зерна: крупность и выравненность. Проведена биохимическая оценка зерна на содержание белка, крахмала.

Содержание белка, крахмала определяли методом инфракрасной спектроскопии на приборе инфралюм ФТ-10 фирмы «Люмекс». Крупность, выравненность определяли на ситах согласно ГОСТу 5060-86 «Ячмень пивоваренный. Технические условия».

Статистическая обработка экспериментальных данных была проведена методами дисперсионного, корреляционного и вариационного анализов по Б.А. Доспехову (1979), с использованием компьютерных программ Microsoft Excel и «VIUA». Параметры экологической пластичности определяли по методу S.A. Eberhart и W.A. Russel (1966) с использованием пакета компьютерных программ «Агрос-1», разработанного в Россельхозакадемии.

ГЛАВА 3 ОЦЕНКА СОРТОВ И СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО УРОЖАЙНОСТИ, ЭЛЕМЕНТАМ ЕЕ СТРУКТУРЫ И ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Селекция на динамическое увеличение потенциальной урожайности сорта включает ряд сложных взаимосвязанных проблем: повышение продуктивности растений, их способности эффективно использовать условия интенсификации, выносливости к неблагоприятным факторам среды, поражению болезнями и вредителями (Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., 1993).

Поэтому одно из приоритетных направлений современной селекции – это создание сортов с высокой урожайностью и ее стабильностью на фоне варьирующих погодных условий, как во времени, так и в пространстве (Пухальский А.В., 1981; Комар О.А., Моргунов А.И., 1985; Гончаров П.Л., 2001; Гончаренко А.А., 2005; Сулейманов Р.М., Оковитая Р.Н., Мамыкина Г.П., 2005; Gauch H.G., Zobel, R.W., 1997).

Научно обоснованный подбор исходного материала для селекции является обязательным условием ее успеха. По меткому выражению В.Я. Юрьева (1971), «...процесс селекции начинается с изучения исходного материала» (Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., 1993). Для достижения успеха в селекционной работе нужно получить как можно больше информации об исходном материале и о характере наследования нужных признаков, и чем больше информации изучено, тем надежнее подбираются компоненты для скрещивания (Пухальский А.В., Дорофеев В.Ф., Кобылянский В.Д., 1985; Грязнов А.А., 1996; Валекжанин В.С., Коробейников Н.И., 2005; Пискарев В.В., Цильке Р.А., Москаленко В.М., 2010; Мусалитин Г.М., Борадулина В.А., Кузикеев Ж.В., 2016).

Чтобы выявить перспективный исходный материал для селекции на экологическую пластичность, в наших исследованиях мы оценивали сортообразцы пивоваренного ячменя различного эколого-географического происхождения с помощью методики Eberhart, W.A. Russel (1966), с учетом коэффициента вариации и пределов варьирования.

3.1 Основные элементы структуры урожайности

3.1.1 Полевая всхожесть

Алтайский край характеризуется сильным контрастом по климатическим условиям, поэтому к адаптивным свойствам посевного материала выдвигаются особые требования, повышающие значимость показателей, отражающих эти свойства у видов и сортов сельскохозяйственных культур.

На полевую всхожесть семян влияют множество различных факторов, такие как плотность и структура почвы, крупность семян, условия формирования и хранения семян, влажность и температура почвы при прорастании, которые не всегда благоприятны во время посева (Боме Н.А., Боме А.Я., Тетянников Н.В., 2015; Иванченко Т.В., Маркова И.Н., Питоня В.Н. и др., 2012).

Сложившиеся агроклиматические условия в годы проведения исследований способствовали формированию хороших и дружных всходов ячменя, которые в меньшей степени определялись сортовыми особенностями (5,0 %) и сроком посева (3,3 %), и на 71,6 % - условиями лет исследований (таблице 4).

Достоверно наибольшей в опыте полевой всхожестью отличался сорт Ворсинский 2, в среднем по опыту она составила 76,7 %, что на 6,0 % больше, чем у стандартного сорта Сигнал. Следует отметить, что всхожесть у Ворсинского 2 на втором сроке посева была также максимальной среди всех сортов эксперимента, и составила 79,0 % (+ 6,3 % к стандарту). Существенно большую полевую всхожесть, по сравнению с Сигналом, можно отметить у образцов Омский 90 (75,6 %), Никита (74,2 %), Ворсинский (74,2 %) и 116/06 (75,9 %), а меньшую у линии 65/03 (65,9 %), сортов Харьковский 99 (68,3 %), Аннабель (68,8 %) и Изабелла (68,8 %).

Таблица 4 – Полевая всхожесть ячменя, %

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)											
	1 срок посева				2 срок посева				среднее			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.
Сигнал, ст.	61,8	51,6	92,4	68,6	61,8	67,2	89,2	72,7	61,8	59,4	90,8	70,7
Алисиана	54,2	58,6	83,4	65,4	68,2	60,2	82,6	70,3	61,2	59,4	83,0	67,9
Аннабель	61,6	53,8	86,2	67,2	67,4	63,0	80,6	70,3	64,5	58,4	83,4	68,8
Ача	64,4	64,6	72,0	67,0	66,5	70,4	91,6	76,2	65,4	67,5	81,8	71,6
Беатрис	58,3	61,2	83,2	67,6	68,8	69,2	85,2	74,4	63,5	65,2	84,2	71,0
Ворсинский	60,2	78,4	74,4	71,0	69,0	66,6	96,8	77,5	64,6	72,5	85,6	74,2
Ворсинский 2	68,2	64,0	91,0	74,4	84,0	64,4	88,6	79,0	76,1	64,2	89,8	76,7
Жозефин	55,9	56,2	87,8	66,6	70,1	69,0	88,4	75,8	63,0	62,6	88,1	71,2
Изабелла	51,1	62,8	91,8	68,6	63,7	61,0	82,6	69,1	57,4	61,9	87,2	68,8
Консита	55,3	70,2	75,4	67,0	72,4	67,4	90,0	76,6	63,9	68,8	82,7	71,8
Лилли	46,1	65,6	84,4	65,4	67,8	68,4	83,8	73,3	57,0	67	84,1	69,4
Никита	63,4	71,2	92,0	75,5	59,0	68,6	91,0	72,9	61,2	69,9	91,5	74,2
Омский 90	69,4	69,8	90,0	76,4	70,4	66,6	87,4	74,8	69,9	68,2	88,7	75,6
Салаир	68,5	74,8	79,6	74,3	57,0	63,0	91,6	70,5	62,8	68,9	85,6	72,4
Филадельфия	58,5	55,6	78,8	64,3	69,4	63,6	84,0	72,3	63,9	59,6	81,4	68,3
Харьковский 99	60,8	49,2	89,8	66,6	70,4	68,6	89,4	76,1	65,6	58,9	89,6	71,4
9/02	43,4	66,0	81,2	63,5	65,6	70,2	92,6	76,1	54,5	68,1	86,9	69,8
54/07	63,6	63,4	92,2	73,1	70,8	64,0	88,4	74,4	67,2	63,7	90,3	73,7
65/03	54,6	54,0	89,4	66,0	55,5	57,8	84,0	65,8	55,0	55,9	86,7	65,9
116/06	63,2	63,0	97,2	74,5	83,0	64,8	84,0	77,3	73,1	63,9	90,6	75,9
Среднее	59,1	62,7	85,6	69,1	68,0	65,7	87,6	73,8	63,6	64,2	86,6	71,5
НСР ₀₅ для факторов	А=3,1; В=1,2; С=1,2; АВ=2,4; АС=5,3; ВС=3,9; частных различий=7,3											
Доля влияния факторов, %	А=5,0; В=3,3; С=71,6; АВ=3,2; АС=7,1; ВС=1,5; АВС=8,3											

Второй срок посева был более благоприятным для прорастания семян ячменя – полевая всхожесть составила в среднем 73,8 %, что на 4,7 % больше, чем на первом сроке, причем такая тенденция проявляется во все годы исследований у всех генотипов.

В целом по опыту погодные условия 2012 года способствовали большей полевой всхожести у всех генотипов ячменя. В среднем она составила 86,6 %, что на 23,0 и 22,4 % больше, чем в 2010 и 2011 гг. соответственно.

Максимальная полевая всхожесть при благоприятных условиях была у 116/06 (97,2 %), Ворсинского (96,8 %), 9/02 (92,6 %) и Сигнала (92,4 %) (таблица 5).

Таблица 5 - Коэффициент вариации и пределы варьирования полевой всхожести ячменя, %

Сорт, линия	пределы варьирования		CV, %
	min	max	
Сигнал, ст	51,6	92,4	22,2
Алисиана	54,2	83,4	17,7
Аннабель	53,8	86,2	17,1
Ача	64,4	91,6	13,8
Беатрис	58,3	85,2	15,0
Ворсинский	60,2	96,8	16,4
Ворсинский 2	64,0	91,0	15,6
Жозефин	55,9	88,4	19,3
Изабелла	51,1	91,8	21,1
Консита	55,3	90,0	15,1
Лилли	46,1	84,4	19,4
Никита	59,0	92,0	18,1
Омский 90	66,6	90,0	13,0
Салаир	57,0	91,6	16,3
Филадельфия	55,6	84,0	15,8
Харьковский 99	49,2	89,8	21,4
9/02	43,4	92,6	22,7
54/07	63,4	92,2	17,1
65/03	54,0	89,4	23,6
116/06	63,0	97,2	18,0
Среднее	56,3	90,0	17,9

Вариабельность полевой всхожести в эксперименте было средней (CV=17,9 %) (по Б.А. Доспехову). Наименьшим коэффициентом вариации характеризовались сорта: Омский 90 (CV=13,0 %), Ача (CV=13,8 %), Консита (CV=15,1 %) и Ворсинский 2 (CV=15,6 %). Наиболее высокие его значения были у линий иностранной селекции 65/03 (23,6 %) и 9/02 (22,7 %).

3.1.2 Сохранность растений

Сохранность растений – это отношение числа сохранившихся к уборке растений к числу взошедших, выраженное в процентах (Денисов В.П., Стихии М.Ф., 1965; Трофимовская А.Я., 1972; Зыкин В.А., Шаманин В.П., Белан И.А., 2000).

За период вегетации зерновые культуры, в том числе и ячмень, могут терять до 30 % растений. Потери связаны, в первую очередь, с агрометеорологическими условиями, сложившимися в период вегетации, конкуренцией внутри ценоза, фитосанитарной обстановкой, нормой высева, уровнем питания растений и другими факторами, влияющие на рост и развитие растений (Кузикеев Ж.В., Борадулина В.А., Мусалитин Г.М., 2016; Кузикеев Ж.В., Кузикеева А.П., 2018).

По данным дисперсионного анализа наибольший вклад в изменчивость признака в наших исследованиях вносят погодные условия лет проведения опыта (41,9 %) и сроки посева (39,3 %) (таблица 6).

Таблица 6 – Сохранность растений ячменя, %

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)											
	1 срок посева				2 срок посева				среднее			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.
Сигнал, ст.	86,7	84,9	43,5	71,7	80,3	62,8	46,8	63,3	83,5	73,9	45,2	67,5
Алисиана	80,4	72,8	53,4	68,9	60,1	54,2	40,6	51,6	70,3	63,5	47,0	60,3
Аннабель	81,8	83,8	50,8	72,1	64,1	58,7	44,4	55,7	73,0	71,3	47,6	63,9
Ача	81,1	78,9	71,6	77,2	61,7	48,9	43,2	51,3	71,4	63,9	57,4	64,3
Беатрис	79,3	87,3	56,2	74,3	60,8	54,6	36,6	50,7	70,1	71,0	46,4	62,5
Ворсинский	82,4	87,7	77,6	82,6	57,7	69,8	40,9	56,1	70,1	78,8	59,3	69,4
Ворсинский 2	89,4	91,6	84,6	88,5	66,2	74,9	52,1	64,4	77,8	83,3	68,4	76,5
Жозефин	79,1	74,4	45,1	66,2	58,5	62,3	47,5	56,1	68,8	68,4	46,3	61,2
Изабелла	84,6	77,4	41,1	67,7	64,7	56,7	36,8	52,7	74,7	67,1	39,0	60,2
Консита	68,0	74,3	55,7	66,0	55,5	51,4	37,5	48,1	61,8	62,9	46,6	57,1
Лилли	76,3	78,8	63,2	72,8	58,7	56,7	40,1	51,8	67,5	67,8	51,7	62,3
Никита	85,8	82,8	59,5	76,0	62,0	61,1	49,6	57,6	73,9	72,0	54,6	66,8
Омский 90	83,3	79,9	66,8	76,7	63,1	52,3	46,2	53,9	73,2	66,1	56,5	65,3
Салаир	85,8	75,7	64,3	75,3	68,4	63,8	40,3	57,5	77,1	69,8	52,3	66,4
Филадельфия	82,7	77,5	54,3	71,5	59,4	60,1	42,3	53,9	71,1	68,8	48,3	62,7
Харьковский 99	78,3	83,7	66,5	76,2	65,1	60,0	39,8	54,9	71,7	71,9	53,2	65,6
9/02	82,1	80,5	56,9	73,2	62,5	62,9	30,0	51,8	72,3	71,7	43,5	62,5
54/07	87,7	85,2	46,4	73,1	64,4	60,7	41,6	55,6	76,1	73,0	44,0	64,4
65/03	81,7	80,8	50,5	71,0	59,1	57,4	37,6	51,4	70,4	69,1	44,1	61,2
116/06	82,9	83,8	58,6	75,1	52,8	59,5	45,0	52,4	67,9	71,7	51,8	63,8
Среднее	81,9	81,1	58,3	73,8	62,3	59,5	41,9	54,6	72,1	70,3	50,1	63,9
НСР ₀₅ для факторов	А=1,0; В=0,3; С=0,4; АВ=0,5; АС=1,7; ВС=1,4; частных различий=2,5											
Доля влияния факторов, %	А=6,6; В=39,3; С=41,9; АВ=2,3; АС=5,5; ВС=0,5; АВС=3,9											

Наибольшая сохранность растений к уборке была отмечена у Ворсинского 2 и составила 76,5 %, что на 9 % больше, чем у стандартного сорта Сигнал. Ворсинский 2 лидирует по этому признаку в течение всех лет исследований по обоим срокам посева, что свидетельствует о его большей устойчивости к неблагоприятным факторам произрастания среди всех представленных в опыте генотипов.

Сорт Ворсинский также показал достоверно большую сохранность, чем стандарт, превышение составило 1,9%. Существенно меньшая сохранность растений к уборке была отмечена у образцов ячменя Ача (64,3 %), 116/06 (63,8 %), 54/07 (64,4 %) и у всех генотипов иностранной селекции. Сорта Никита и Салаир по этому признаку были на уровне с Сигналом.

Среди образцов ячменя инорайонной селекции по сохранности растений лучшими были Аннабель (63,9 %), Филадельфия (62,7 %), Беатрис и селекционная линия 9/02 (62,5 %).

В целом по опыту лучшую сохранность растений к уборке обеспечивал ранний срок посева (73,8 %). Преимущество этого фона составило 19,2 % по отношению к значения, полученному при более позднем посеве (54,6 %). Высокая относительная сохранность растений на первом сроке наблюдается во все годы исследования, следовательно, он является более благоприятным сроком для посева ячменя.

За время проведения исследований проявилась сильная зависимость этого признака от погодных условий, особенно можно отметить 2012 год. Высокие положительные температуры вместе со значительным недостатком влаги в период кущения – начала выхода в трубку привело к значительному отмиранию растений ячменя, вследствие чего сохранность растений составила 50,1 %, что на 22,0 % меньше по сравнению с более благоприятным 2010 годом - 72,1 %.

Самая высокая сохранность растений при благоприятных условиях отмечена у сортов: Ворсинский 2 (91,6 %), 54/07 (87,7 %), Ворсинский (87,7 %) и Беатрис (87,3 %), а при неблагоприятных - у Ворсинского 2 (52,1 %), Никиты (49,6 %), Омского 90 (46,2 %) и Жозефина (45,1 %) (таблица 7).

Таблица 7 - Коэффициент вариации и пределы варьирования сохранности растений ячменя

Сорт	Пределы варьирования, %		CV, %
	min	max	
Сигнал, ст.	43,5	86,7	22,2
Алисиана	40,6	80,4	23,2
Аннабель	44,4	83,8	24,2
Ача	43,2	81,1	23,6
Беатрис	36,6	87,3	28,1
Ворсинский	40,9	87,7	24,1
Ворсинский 2	52,1	91,6	19,1
Жозефин	45,1	79,1	21,8
Изабелла	36,8	84,6	30,6
Консита	37,5	74,3	22,2
Лилли	40,1	78,8	22,1
Никита	49,6	85,8	20,6
Омский 90	46,2	83,3	21,7
Салаир	40,3	85,8	22,0
Филадельфия	42,3	82,7	23,1
Харьковский 99	39,8	83,7	22,7
9/02	30,0	82,1	29,2
54/07	41,6	87,7	28,6
65/03	37,6	81,7	27,2
116/06	45,0	83,8	24,2
Среднее	41,7	83,6	22,8

Вариабельность признака в наших исследованиях была значительной (22,8 %) (Доспехов Б.А., 1979). Наименьший коэффициент вариации, который указывает на большую стабильность сортообразца по изучаемому признаку, был отмечен у сортов Ворсинский 2 (CV=19,1 %), Никита (CV=20,6 %), Омский 90 (CV=21,7 %) и Жозефин (CV=21,8 %). Наиболее высокие его значения показали Изабелла (CV=30,6%), линия 9/02 (CV=29,2 %), Беатрис (CV=28,1 %) и селекционная линия 65/03 (CV=27,2 %).

Таким образом, сохранность растений к уборке во многом зависела от погодных условий года проведения исследований и сроков посева ячменя. Кроме того установлено достоверное влияние генотипа на уровень проявления признака.

Сорта Ворсинский 2, Ворсинский и Сигнал имеют наибольшее количество сохранившихся растений к уборке. С учетом коэффициента вариации и предельных значений Ворсинский 2 можно охарактеризовать как пластичный и стабильный сорт. А генотипы Ворсинский, Беатрис и селекционную линию 54/07 – как отзывчивые.

3.1.3 Густота стояния растений

Густота стояния растений к уборке является одной из самых важных составляющих урожая сельскохозяйственных культур. Оптимальное число сохранившихся растений позволяет максимально использовать площадь питания и солнечную радиацию, и зависит от различных факторов, таких как дефицит влаги, низкие или высокие температуры, конкуренция с дикорастущими растениями, а также многочисленные болезни и вредители культурных растений (Зыкин В.А., Шаманин В.П., Белан И.А., 2000; Кем А.А., Юшкевич Л.В., Щитов А.Г., 2007). К этим факторам также можно добавить способность семян к дружному прорастанию, то есть энергию и полевую всхожесть (Бакиров Ф.Г., 2006; Лелли Я., 1980; Мусалитин Г.М., Борадулина В.А., Кузикеев Ж.В., Кузикеева А.П., 2021).

По данным дисперсионного анализа наибольший вклад в изменчивость признака вносят сроки посева (35,0 %) и генотип (30,0 %). Существенное влияние оказывают взаимодействия «год × генотип» (10,8 %) и «год × срок посева × генотип» (11,4 %) (таблица 8).

Таблица 8 – Количество растений ячменя, 2010-2012 гг., шт/м²

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)											
	1 срок посева				2 срок посева				среднее			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.
Сигнал, ст.	268	219	201	229	248	211	209	223	258	215	205	226
Алисиана	218	213	223	218	205	163	168	179	212	188	196	199
Аннабель	252	225	219	232	216	185	179	193	234	205	199	213
Ача	261	254	258	258	205	172	198	192	233	213	228	225
Беатрис	231	267	234	244	209	189	156	185	220	228	195	215
Ворсинский	248	344	289	294	295	233	198	242	272	289	244	268
Ворсинский 2	305	281	385	324	278	241	231	250	292	261	308	287
Жозефин	221	209	198	209	205	215	210	210	213	212	204	210
Изабелла	216	243	189	216	206	173	152	177	211	208	171	197
Консита	188	259	210	219	201	173	169	181	195	216	190	200
Лилли	176	258	267	234	199	153	168	173	188	206	218	204
Никита	272	295	274	280	183	210	226	206	228	253	250	243
Омский 90	289	279	301	290	222	174	202	199	256	227	252	245
Салаир	294	283	256	278	195	201	185	194	245	242	221	236
Филадельфия	242	215	214	224	206	203	178	196	224	209	196	210
Харьковский 99	238	206	299	248	229	204	178	204	234	205	239	226
9/02	178	266	231	225	205	221	139	188	192	244	185	207
54/07	279	270	214	254	228	213	184	208	254	242	199	231
65/03	223	248	226	232	164	166	158	163	194	207	192	198
116/06	262	264	285	249	219	192	189	200	241	228	237	225
Среднее	243	255	249	249	216	195	184	199	230	225	217	224
НСР ₀₅ для факторов	А=2,8; В=0,8; С=1,0; АВ=1,5; АС=4,8; ВС=3,9; частных различий=6,9											
Доля влияния факторов, %	А=30,0; В=35,0; С=1,6; АВ=7,4; АС=10,8; ВС=3,8; АВС=11,4											

Среди представленных генотипов по этому признаку, как по срокам посева, так и по всему опыту, лидирует сорт Ворсинский 2. Густота растений его на первом сроке составила 324 шт./м², а на втором – 250 шт./м². В среднем по опыту у Ворсинского 2 плотность растений составила 287 шт./м², что на 61 шт./м² больше, чем у стандартного сорта Сигнал. Существенно большее число сохранившихся растений по сравнению со стандартом можно отметить у сортов сибирской селекции: Ворсинский (268 шт./м²), Омский 90 (245 шт./м²) и Никита (243 шт./м²). Достоверно меньшая плотность растений была у всех генотипов зарубежной селекции.

По срокам посева число растений уменьшается от раннего (249 шт./м²) – к более позднему (199 шт./м²) и разница между сроками составила 50 шт./м². Низкая плотность стояния растений на втором сроке посева, по-видимому, обусловлена большей конкуренцией между растениями, и большей концентрацией вредоносных факторов.

Максимальное количество сохранившихся растений было отмечено в 2010 году (230 шт./м²), а минимальное в 2012 (217 шт./м²).

Согласно предельным значениям признака лучшей густотой стояния растений среди всех представленных генотипов в неблагоприятных условиях характеризовались Ворсинский 2 (231 шт./м²), Сигнал (201 шт./м²), Ворсинский (198 шт./м²) и Жозефин (198 шт./м²) (таблица 9). Наименьшее число растений было отмечено у селекционной линии 9/02 (139 шт./м²), Изабеллы (152 шт./м²), Лилли (153 шт./м²), Беатрис (156 шт./м²) и линии 65/03 (158 шт./м²). В более благоприятных условиях произрастания выделились Ворсинский 2 (385 шт./м²), Ворсинский (344 шт./м²) и Омский 90 (301 шт./м²). Низкая отзывчивость по плотности растений была отмечена у сортообразцов западной селекции Жозефина (221 шт./м²), Алисианы (223 шт./м²), Филадельфии (242 шт./м²) и Изабеллы (243 шт./м²).

Таблица 9 – Коэффициент вариации густоты стояния растений ячменя и пределы варьирования

Сорт, линия	Пределы варьирования, шт/м ²		CV, %
	min	max	
Сигнал, ст.	201	268	11,7
Алисиана	163	223	14,2
Аннабель	179	252	13,9
Ача	172	261	16,8
Беатрис	156	267	18,5
Ворсинский	198	344	18,7
Ворсинский 2	231	385	18,6
Жозефин	198	221	7,50
Изабелла	152	243	17,2
Консита	169	259	16,9
Лилли	153	267	23,4
Никита	183	295	17,5
Омский 90	174	301	20,9
Салаир	185	294	19,8
Филадельфия	178	242	11,6
Харьковский 99	178	299	18,2
9/02	139	266	21,3
54/07	184	279	15,7
65/03	158	226	20,0
116/06	189	285	17,1
Среднее	177	274	17,0

Сроки посева и генотипические особенности сортообразцов обусловили среднюю изменчивость признака. Среднесортовой коэффициент составил 17,0 %. Минимальным коэффициентом вариации характеризовались сорта: Жозефин (CV=7,5 %), Филадельфия (CV=11,6 %) и Сигнал (CV=11,7 %). Наиболее высокий коэффициент был у Лилли (CV=23,4 %), селекционной линии 9/02 (CV=21,3 %), Омского 90 (CV=20,9 %) и линии 65/03 (CV=20,0 %). У остальных номеров коэффициент был близок к среднесортовому значению.

Таким образом, можно сделать вывод, что густота стояния растений к уборке данного набора генотипов характеризуется средней изменчивостью, основной вклад в которую внесли сроки посева и генотипические особенности образцов. Вклад погодных условий лет исследований минимальный по сравнению с другими факторами.

Сорта Ворсинский 2 и Ворсинский обладают выраженным преимуществом по густоте стояния растений к уборке по всем вариантам опыта. Эти генотипы можно охарактеризовать, как экологически пластичные. К относительно стабильным можно отнести Жозефин, Филадельфия и Сигнал, но, несмотря на это, они сильно уступают лидерам по этому признаку.

3.1.4 Густота продуктивного стеблестоя

Густота продуктивных стеблей является одним из самых важных признаков структуры урожая, находясь в тесной зависимости с густотой стояния и продуктивным кущением, вклад этого признака в формирование будущего урожая может составлять 50-94%. (Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я., Чулкина В.А., 2002; Ерошенко Н.А., 2011).

При низкой густоте продуктивность ячменя снижается из-за неполного использования площади питания, происходит угнетение сорными растениями, образование большого количества подгона и ряда других факторов. В загущенных посевах нарушается фотосинтез из-за взаимного затенения, ухудшается фитосанитарное состояние растений, ужесточается конкуренция, приводящая к редукции части образовавшихся побегов (Касаева К.А., 1978; Воробьев Н.В., Скаженник М.А., Ковалев В.С., 2011).

Как показал дисперсионный анализ, основной вклад в изменчивость признака внесли условия лет исследований (67,5 %) (таблица 10). Доля влияния сроков посева и генотипических особенностей составила 12,9 % и 8,5 % соответственно.

Таблица 10 – Количество продуктивных стеблей ячменя, шт/м²

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)											
	1 срок посева				2 срок посева				среднее			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.
Сигнал, ст.	509	329	201	346	372	253	209	278	441	291	205	312
Алисиана	392	256	223	290	389	179	168	245	391	218	196	268
Аннабель	479	315	219	338	432	204	179	272	456	260	199	305
Ача	495	279	258	344	389	172	198	253	442	226	228	299
Беатрис	509	427	234	390	439	227	156	274	474	327	195	332
Ворсинский	520	378	289	396	443	303	198	315	482	341	244	356
Ворсинский 2	641	562	385	529	583	241	231	352	612	402	308	441
Жозефин	508	334	198	347	369	237	210	272	439	286	204	310
Изабелла	562	389	189	380	494	242	152	296	528	316	171	338
Консита	395	388	210	331	362	190	169	240	379	289	190	286
Лилли	475	412	267	385	458	214	168	280	467	313	218	333
Никита	516	354	274	381	440	231	226	299	478	293	250	340
Омский 90	404	279	301	328	333	174	202	236	369	227	252	282
Салаир	500	396	256	356	430	221	185	279	465	309	221	318
Филадельфия	556	258	214	343	474	305	178	319	515	282	196	331
Харьковский 99	381	350	299	343	412	204	178	265	397	277	239	304
9/02	515	399	231	382	451	221	139	270	483	310	185	326
54/07	446	324	214	328	433	213	184	277	440	269	199	303
65/03	536	372	226	378	476	166	158	267	506	269	192	323
116/06	602	317	285	401	329	192	189	237	466	255	237	319
Среднее	496	356	249	367	425	219	184	277	460	287	216	322
НСР ₀₅ для факторов	А=15,6; В=4,9; С=6,0; АВ=8,5; АС=27,0; ВС=22,1; частных различий=38,2											
Доля влияния факторов, %	А=8,5; В=12,9; С=67,5; АВ=1,7; АС=4,6; ВС=1,5; АВС=3,3											

В среднем по опыту максимальную густоту продуктивных стеблей сформировали сорта Ворсинский 2 (440 шт./м²), Ворсинский (356 шт./м²), Никита (340 шт./м²), Изабелла (338 шт./м²), Беатрис (332 шт./м²), Лилли (333 шт./м²) и Филадельфия (331 шт./м²). Все они имели достоверные положительные отклонения от стандарта.

Преимущество сорта Ворсинский 2 по этому признаку проявилось практически на всех фонах. На втором сроке в 2011 году он уступил Ворсинскому, Сигналу и Изабелле, но несмотря на это Ворсинский 2 в среднем за 3 года имел неоспоримое преимущество по количеству продуктивных стеблей как на первом сроке (529 шт./м²), так и на втором (352 шт./м²).

Наименьшую густоту сформировали сорта Консита (286 шт./м²), Омский 90 (282 шт./м²) и Алисиана (268 шт./м²), что существенно меньше, чем у стандартного сорта Сигнал на 27, 30 и 45 шт./м² соответственно.

Первый срок посева обеспечил лучшую густоту продуктивного стеблестоя (367 шт./м²), на втором сроке этот показатель составил 277 шт./м², что меньше на 90 стеблей, по сравнению с ранним. Меньшее количество продуктивных стеблей на позднем сроке посева было во все годы исследований, что свидетельствует о менее благоприятных условиях произрастания.

Сильная зависимость признака от погодных условий можно объяснить тем, что из-за высоких температур и сильной засухи в 2011 году, и особенно в 2012 году произошло отмирание дополнительных побегов растений, поэтому продуктивного кущения в последний год исследований отмечено не было и посевы были значительно изрежены. В связи с этим максимальная густота продуктивных стеблей была отмечена в 2010 году и составила в среднем по опыту 460 шт./м², в 2011 году – 287 шт./м², а минимальная в 2012 - всего 216 шт./м².

Минимальное количество продуктивных стеблей отмечено у сортов местной селекции: Ворсинский 2 (231 шт./м²), Никита (226 шт./м²), Сигнал (201 шт./м²) и Ворсинский (198 шт./м²), а наименьший уровень признака показали инорайонные образцы: 9/02 (139 шт./м²), Изабелла (152 шт./м²), 65/03 (158 шт./м²) и Беатрис (156 шт./м²) (таблица 11). Они в большей степени снижают густоту

продуктивного стеблестоя из-за неблагоприятных факторов, что свидетельствует о меньшей адаптивности их к местным погодным условиям.

Наиболее высокое значение признака в благоприятных условиях было отмечено у следующих генотипов: Ворсинский 2 (641 шт./м²), 116/06 (602 шт./м²), Изабелла (562 шт./м²), Филадельфия (556 шт./м²) и 65/03 (536 шт./м²).

Таблица 11 – коэффициент вариации и пределы варьирования количества продуктивных стеблей ячменя

Сорт, линия	Пределы варьирования, шт/м ²		CV, %
	min	max	
Сигнал, ст.	201	509	36,3
Алисиана	168	392	38,9
Аннабель	179	479	40,6
Ача	172	495	39,5
Беатрис	156	509	43,0
Ворсинский	198	520	31,3
Ворсинский 2	231	641	35,4
Жозефин	198	508	38,8
Изабелла	152	562	49,0
Консита	169	395	38,1
Лилли	168	475	39,9
Никита	226	516	33,7
Омский 90	174	404	29,5
Салаир	185	500	37,1
Филадельфия	178	556	45,1
Харьковский 99	178	412	30,7
9/02	139	515	45,5
54/07	184	446	37,1
65/03	158	536	49,7
116/06	189	602	44,7
Среднее	180	499	39,2

Изменчивость признака в опыте была очень сильной и составляла в среднем 39,2 %. Минимальные его значения были отмечены у сортов: Омский 90 (29,5 %), Харьковский 99 (30,7 %), Ворсинский (31,3 %), Никита (33,7 %) и Ворсинский 2 (35,4 %). Максимальной вариабельностью в основном характеризовались генотипы западной селекции: линия 65/03 (49,7 %), Изабелла (49,0 %), линия 9/02 (45,5 %) и немецкий сорт Филадельфия (45,1 %).

Таким образом, установлена сильная зависимость количества продуктивных стеблей к уборке от условий лет исследований. Лучшими по этому показателю были Ворсинский 2, Ворсинский и Никита. По совокупности признаков сорта Ворсинский 2 и Ворсинский можно отнести к экологически пластичным генотипам, причем первый обладает большей отзывчивостью к улучшению условий среды, а второй отличается большей стабильностью. К стабильным можно отнести еще ряд других сортов, таких как Омский 90, Харьковский 99 и Никита.

3.1.5 Озерненность главного колоса

Число зерен в колосе является одним из основных признаков, составляющих структуру урожая, а вместе с крупностью позволяет оценить как потенциал продуктивности, так и параметры его адаптивности (Гарис, 2008). Потенциальным показателем степени ее фенотипического проявления является размер колоса, а также особенности гидротермического режима в онтогенезе растений. Если неблагоприятные условия в период кущения определяют размер будущего колоса, то высокие температуры во время цветения приводят к череззернице (Калашник Н.А., Козлова Г.Я., Аниськов Н.И., 2005; Кузикеев Ж.В., Борадулина В.А., Мусалитин Г.М., 2013). Отрицательный эффект на число зерен в колосе оказывает и недостаток питательных веществ (Носатовский А.И., 1965; Кузикеев Ж.В., Борадулина В.А., Мусалитин Г.М., 2017).

По данным дисперсионного анализа основной вклад в изменчивость озерненности колоса вносят годы исследований (31,4 %) и генотипические особенности (16,4 %) (таблица 12). Влияние сроков посева составило лишь 2,2 %, но имело достоверный характер.

Наибольшая озерненность главного колоса в опыте была у стандартного сорта Сигнал - 16,9 шт. Также можно отметить, что по этому признаку он лидировал и на обоих сроках посева (16,7 и 17,2 шт. соответственно). Все генотипы сформировали существенно меньшую озерненность по сравнению со

стандартом, но наибольшее количество зерен было у сортов сибирской селекции: Ворсинский (15,8 шт.), Ворсинский 2 (15,7 шт.), Салаир (15,7 шт.), Никита (15,2 шт.) и Омский 90 (15,1 шт.).

Число зерен главного колоса на втором сроке посева была на 0,8 шт. больше, чем при первом. Преимущество позднего срока над ранним по этому признаку составила 0,2 и 1,1 шт. в 2010 и 2012 гг. соответственно.

Сильная зависимость признака от погодных условий проявилась в 2012 году, когда недостаток влаги и высокие положительные температуры в период кущения привели к значительному снижению количества зерен в колосе на 2,7 шт. в среднем по сравнению с 2011 годом, когда была отмечена максимальная озерненность (15,3 шт.).

Таблица 12 – Озерненность главного колоса ячменя, шт.

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)											
	1 срок посева				2 срок посева				среднее			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.
Сигнал, ст.	16,5	18,5	15,0	16,7	16,1	16,7	18,8	17,2	16,3	17,6	16,9	16,9
Алисиана	14,3	15,6	13,2	14,4	17,9	14,2	11,5	14,5	16,1	14,9	12,4	14,5
Аннабель	17,0	13,6	11,4	14,0	15,2	15,7	15,5	15,5	16,1	14,7	13,5	14,8
Ача	13,9	15,9	10,3	13,4	16,3	14,7	13,3	14,8	15,1	15,3	11,8	14,1
Беатрис	12,1	14,6	10,4	12,4	15,5	13,7	10,9	13,4	13,8	14,2	10,7	12,9
Ворсинский	15,4	15,9	14,8	15,4	18,0	14,9	15,6	16,2	16,7	15,4	15,2	15,8
Ворсинский 2	15,3	15,7	14,3	15,1	17,6	15,6	15,7	16,3	16,5	15,7	15,0	15,7
Жозефин	14,8	14,8	10,4	13,3	16,7	13,5	13,3	14,5	15,8	14,2	11,9	13,9
Изабелла	15,2	16,8	12,2	14,7	14,7	12,0	11,3	12,7	15,0	14,4	11,8	13,7
Консита	12,3	16,2	11,0	13,2	16,5	16,5	8,9	13,9	14,4	16,4	10,0	13,6
Лилли	11,5	16,3	11,4	13,1	14,8	13,5	11,4	13,2	13,2	14,9	11,4	13,2
Никита	16,0	16,5	13,2	15,2	15,0	15,8	14,9	15,2	15,5	16,2	14,1	15,2
Омский 90	13,2	16,7	12,4	14,1	15,9	18,1	14,2	16,1	14,6	17,4	13,3	15,1
Салаир	15,0	16,8	14,1	15,3	17,4	18,7	12,1	16,1	16,2	17,8	13,1	15,7
Филадельфия	13,6	15,4	10,7	13,2	14,3	14,2	12,0	13,5	14,0	14,8	11,4	13,4
Харьковский 99	12,2	16,3	12,6	13,7	16,6	14,9	10,4	13,9	14,4	15,6	11,5	13,8
9/02	13,8	14,6	10,7	13,0	14,4	12,5	13,3	13,4	14,1	13,6	12,0	13,2
54/07	13,3	16,1	11,6	13,7	17,4	14,9	14,2	15,5	15,4	15,5	12,9	14,6
65/03	13,0	14,3	11,6	12,9	14,7	13,1	11,5	13,1	13,9	13,7	11,6	13,0
116/06	13,0	14,6	11,4	13,0	15,3	14,7	13,2	14,4	14,2	14,7	12,3	13,7
Среднее	14,1	15,8	12,1	13,9	16,1	14,9	13,1	14,7	15,1	15,3	12,6	14,3
НСР ₀₅ для факторов	А=0,7; В=0,2; С=0,3; АВ=0,3; АС=1,3; ВС=1,0; частных различий=1,8											
Доля влияния факторов, %	А=16,4; В=2,2; С=31,4; АВ=5,5; АС=21,1; ВС=6,1; АВС=17,3											

В жестких условиях западно-сибирские генотипы в меньшей степени снижали озерненность колоса (таблица 13). Выше других минимальное значение признака отмечено у Сигнала (15,0 шт.), Ворсинского (14,8 шт.) и Ворсинского 2 (14,3 шт.). Максимальное значение озерненности показали: Сигнал (18,8 шт.), Салаир (18,7 шт.), Омский 90 (18,1 шт.), Ворсинский (18,0 шт.), Алисиана (17,9 шт.), Ворсинский 2 (17,6 шт.) и Аннабель (17,0 шт.).

Таблица 13 – Коэффициенты вариации и пределы варьирования озерненности главного колоса ячменя

Сорт, линия	Пределы варьирования, шт.		CV, %
	min	max	
Сигнал, ст.	15,0	18,8	10,7
Алисиана	11,5	17,9	16,6
Аннабель	11,4	17,0	14,5
Ача	10,3	16,3	15,2
Беатрис	10,4	15,5	17,0
Ворсинский	14,8	18,0	9,60
Ворсинский 2	14,3	17,6	8,90
Жозефин	13,3	16,7	17,6
Изабелла	11,3	16,8	16,8
Консита	8,9	16,5	24,2
Лилли	11,4	16,3	18,1
Никита	13,2	16,5	12,5
Омский 90	12,4	18,1	15,8
Салаир	12,1	18,7	16,8
Филадельфия	10,7	15,4	15,4
Харьковский 99	10,4	16,6	18,7
9/02	10,7	14,6	13,3
54/07	11,6	17,4	15,0
65/03	11,5	14,7	12,9
116/06	11,4	15,3	12,6
Среднее	11,8	16,7	15,6

Изменчивость озерненности колоса описывалась коэффициентом вариации равным 15,6 %, что соответствует средней изменчивости. Ниже среднего коэффициенты вариации отмечены у многих сортообразцов, но наименьший показали Ворсинский и Ворсинский 2 (9,6 и 8,9 % соответственно). Наиболее высокие его значения характерны для сортов иностранной селекции, таких как

Консита (CV=24,2 %), Лилли (CV=18,1 %), Жозефин (CV=17,6 %), Беатрис (CV=17,0 %), и Алисиана (CV=16,6 %), а также для сорта алтайской селекции Салаир (16,8 %).

Таким образом, число зерен главного колоса во многом зависело от метеоусловий года проведения исследований и генотипических особенностей образцов ячменя. Также установлено небольшое, но достоверное влияние сроков посева на уровень проявления признака.

Наибольшей озерненностью обладают сорта Сигнал, Ворсинский, Ворсинский 2 и Салаир. С учетом коэффициента вариации и предельных значений экологически пластичным является сорт Сигнал. Салаир можно отнести к генотипу с хорошей отзывчивостью. Ворсинский и Ворсинский 2 характеризуются стабильностью по озерненности главного колоса.

3.1.6 Масса зерна главного колоса

Масса зерна главного колоса является составляющей продуктивности всего растения и в неблагоприятных условиях, когда продуктивная кустистость невысока, наряду с густотой стояния растений, играет ведущую роль в формировании урожайности ценоза (Зиборов А.И., 2013).

Результаты дисперсионного анализа показывают высокую зависимость данного признака от погодных условий, доля влияния которых составила 66,2 % (таблица 14). Вклад генотипа, а также взаимодействия этих двух факторов составил 4,6 и 9,7 % соответственно и носил достоверный характер.

Таблица 14 – Масса зерна главного колоса ячменя, г

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)											
	1 срок посева				2 срок посева				среднее			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.
Сигнал, ст.	0,78	0,79	0,55	0,71	0,85	0,77	0,49	0,70	0,82	0,78	0,52	0,71
Алисиана	0,81	0,80	0,55	0,72	1,10	0,75	0,45	0,77	0,96	0,78	0,50	0,75
Аннабель	0,83	0,60	0,44	0,62	0,85	0,74	0,60	0,73	0,84	0,67	0,52	0,68
Ача	0,67	0,69	0,33	0,56	0,82	0,71	0,46	0,66	0,75	0,70	0,40	0,61
Беатрис	0,66	0,70	0,40	0,59	0,92	0,68	0,38	0,66	0,79	0,69	0,39	0,63
Ворсинский	0,77	0,68	0,59	0,68	1,02	0,70	0,53	0,75	0,90	0,69	0,56	0,72
Ворсинский 2	0,80	0,65	0,56	0,67	1,00	0,73	0,51	0,75	0,90	0,69	0,54	0,71
Жозефин	0,81	0,69	0,41	0,64	0,99	0,55	0,53	0,69	0,90	0,62	0,47	0,67
Изабелла	0,81	0,79	0,48	0,69	0,74	0,61	0,35	0,57	0,78	0,70	0,42	0,63
Консита	0,65	0,75	0,31	0,57	0,99	0,84	0,24	0,69	0,82	0,80	0,28	0,63
Лилли	0,60	0,79	0,40	0,59	0,79	0,67	0,43	0,63	0,70	0,73	0,42	0,61
Никита	0,78	0,67	0,35	0,60	0,71	0,74	0,47	0,64	0,75	0,71	0,41	0,62
Омский 90	0,73	0,85	0,44	0,67	0,97	0,94	0,57	0,83	0,85	0,90	0,51	0,75
Салаир	0,76	0,75	0,52	0,68	0,99	0,93	0,49	0,80	0,88	0,84	0,51	0,74
Филадельфия	0,70	0,73	0,41	0,61	0,77	0,66	0,38	0,60	0,74	0,70	0,40	0,61
Харьковский 99	0,60	0,79	0,43	0,61	0,93	0,70	0,36	0,66	0,77	0,75	0,40	0,64
9/02	0,84	0,70	0,44	0,66	0,89	0,66	0,54	0,69	0,87	0,68	0,49	0,68
54/07	0,64	0,73	0,38	0,58	0,90	0,70	0,53	0,71	0,77	0,72	0,46	0,65
65/03	0,72	0,73	0,52	0,66	0,94	0,68	0,45	0,69	0,83	0,71	0,49	0,68
116/06	0,66	0,74	0,43	0,61	0,86	0,74	0,50	0,70	0,76	0,74	0,47	0,66
Среднее	0,73	0,73	0,44	0,64	0,90	0,73	0,46	0,69	0,81	0,73	0,45	0,66
НСР ₀₅ для факторов	А=0,05; В=0,01; С=0,02; АВ=0,02; АС=0,09; ВС=0,07; частных различий=0,12											
Доля влияния факторов, %	А=4,6; В=3,1; С=66,2; АВ=4,4; АС=9,7; ВС=4,7; АВС=7,3											

Среди сортов по массе зерна главного колоса выделились Омский 90 (0,75 г), Салаир (0,74 г), Алисиана (0,75 г), Ворсинский (0,72 г) и Ворсинский 2 (0,71 г), но превышение над значением стандартного сорта Сигнал (0,71 г) статистически не доказано. Можно отметить, что Омский 90 в 4 случаях из 6 входил в число лидеров по данному признаку. Существенно ниже, чем у Сигнала, продуктивность колоса была у сортов Изабелла (0,63 г), Консита (0,63 г), Харьковский 99 (0,64 г), Беатрис (0,63 г), Никита (0,62 г), Ача (0,61 г), Лилли (0,61 г), Филадельфия (0,61 г) и у селекционной линии 54/07 (0,65 г).

Поздний срок посева обеспечивал максимальное проявление признака во все годы, который в среднем составил 0,69 г, что на 0,05 г выше, чем при первом сроке.

Наиболее высокая масса зерна главного колоса (0,81 г) сформировалась в 2010 году, а минимальная (0,45 г) – в 2012 г., когда условия для формирования зерна сложились крайне неблагоприятно.

Вариабельность признака в опыте была сильной ($CV=30,1\%$) (таблица 15). Выше других минимальное значение продуктивности главного колоса отмечено у Ворсинского (0,53 г), Ворсинского 2 (0,51 г), Сигнала и Салаира (по 0,49 г). Наиболее высокое значение признака имели сорта Алисиана (1,10 г), Ворсинский (1,02 г), Ворсинский 2 (1,00 г), Салаир, Консита и Жозефин (по 0,99 г).

Наименьший коэффициент вариации был у сортов Аннабель ($CV=15,2\%$), Ача ($CV=23,9\%$), Никита ($CV=25,5\%$) и селекционных линий 9/02 ($CV=22,2\%$) и 54/07 ($CV=25,2\%$). Наиболее высокой изменчивостью признака характеризовались Консита ($CV=51,7\%$), Алисиана ($CV=42,5\%$) и Харьковский 99 ($CV=37,3\%$). У остальных образцов ячменя коэффициент вариации отличался от среднего в меньшей степени.

Таблица 15 – Коэффициенты вариации и пределы варьирования массы зерна главного колоса ячменя

Сорт	Пределы варьирования, г		CV, %
	min	max	
Сигнал, ст.	0,49	0,85	26,7
Алисиана	0,45	1,10	42,5
Аннабель	0,44	0,85	15,2
Ача	0,33	0,82	23,9
Беатрис	0,38	0,92	34,7
Ворсинский	0,53	1,02	29,7
Ворсинский 2	0,51	1,00	29,0
Жозефин	0,41	0,99	32,9
Изабелла	0,35	0,81	33,7
Консита	0,24	0,99	51,7
Лилли	0,40	0,79	28,4
Никита	0,35	0,78	25,5
Омский 90	0,44	0,97	26,8
Салаир	0,49	0,99	31,9
Филадельфия	0,38	0,77	26,3
Харьковский 99	0,36	0,93	37,3
9/02	0,44	0,89	22,2
54/07	0,38	0,90	25,2
65/03	0,45	0,94	32,2
116/06	0,43	0,86	26,6
Среднее	0,41	0,91	30,1

Таким образом, продуктивность главного колоса сильно зависит от агрометеорологических условий периода вегетации. В первую очередь это связано с характером поступления и распределения атмосферных осадков в течение вегетационного периода растений и особенно в критический по влаге период формирования колоса и цветения. Также установлено достоверное влияние сроков посева и генотипических особенностей ячменя на уровень проявления признака.

Наиболее продуктивный колос имеют сорта Омский 90, Салаир. Салаир можно охарактеризовать как экологически пластичный генотип, а Аннабель – как стабильный. Ворсинский 2 обладает хорошей отзывчивостью по массе зерна главного колоса.

3.1.7 Коэффициент продуктивного кущения

Продуктивное кущение является наследственным признаком, но в свою очередь сильно зависит от условий произрастания. Количество стеблей, которое образует типичное растение у зерновых культур, является одним из экологических признаков, значительно изменяющихся в связи с погодными условиями (почвенная влага и температурный режим), применяемой агротехники и наследственных особенностей генотипа (Трофимовская А.Я., 1972; Кузикеев Ж.В., Борадулина В.А., Мусалитин Г.М., 2018).

В различных источниках отмечают, что доля урожая, полученная за счет побегов кущения, может достигать 30-70 %, и по данным некоторых селекционеров высокая урожайность связана с повышенной продуктивной кустистостью (Ермаков Е.И., Савин В.Н., Канаш В.Н., 2001; Вавилов Н.И., 1966; Чепелев В.П., 1980; Эммерих Э.Д., 1980).

Для сортов пивоваренного ячменя отечественной селекции, в отличие от европейских генотипов, различные приемы по усилению кущения, являются нежелательными, так как стебли кущения (то есть стебли 2-го, 3-го и других порядков) отстают в развитии, формируют менее выровненное и крупное зерно, с пониженной энергией прорастания. Поэтому в посевах сортов местной селекции рекомендуют иметь преимущественно одноколосые растения. Европейские же сорта отличаются большей кустистостью и равномерностью в развитие стеблей. (Федотов В.А., Гончаров С.В., Рубцов.А.Н., 2004; Эммерих Э.Д., 1980).

В связи с неблагоприятными климатическими условиями 2012 года, все генотипы не имели продуктивных дополнительных побегов на обоих сроках посева. Поэтому анализ продуктивного кущения проведен лишь по 2010-2011 годам.

По данным дисперсионного анализа основной вклад в изменчивость признака внесли условия лет исследований (61,9 %), генотип (13,0 %) и их взаимодействие «год × генотип» (9,5 %) (таблица 16).

Таблица 16 – Коэффициенты продуктивного кущения ячменя

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)								
	1 срок посева			2 срок посева			среднее		
	2010 г.	2011 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	средн.
Сигнал, ст.	1,91	1,54	1,73	1,48	1,24	1,36	1,70	1,39	1,54
Алисиана	1,83	1,24	1,54	1,92	1,10	1,51	1,88	1,17	1,52
Аннабель	1,91	1,41	1,66	2,04	1,14	1,59	1,98	1,28	1,63
Ача	1,90	1,15	1,53	1,92	1,04	1,48	1,91	1,10	1,50
Беатрис	2,21	1,61	1,91	2,12	1,21	1,67	2,17	1,41	1,79
Ворсинский	2,13	1,10	1,62	1,52	1,32	1,42	1,83	1,21	1,52
Ворсинский 2	2,11	2,12	2,12	2,11	1,02	1,57	2,11	1,57	1,84
Жозефин	2,34	1,59	1,97	1,81	1,09	1,45	2,08	1,34	1,71
Изабелла	2,61	1,63	2,12	2,40	1,44	1,92	2,51	1,54	2,02
Консита	2,14	1,51	1,83	1,84	1,11	1,48	1,99	1,31	1,65
Лилли	2,73	1,58	2,16	2,29	1,39	1,84	2,51	1,49	2,00
Никита	1,92	1,23	1,58	2,39	1,14	1,77	2,16	1,19	1,67
Омский 90	1,44	1,10	1,27	1,54	1,03	1,29	1,49	1,07	1,28
Салаир	1,73	1,43	1,58	2,21	1,10	1,66	1,97	1,27	1,62
Филадельфия	2,32	1,22	1,77	2,32	1,51	1,92	2,32	1,37	1,84
Харьковский 99	1,61	1,70	1,66	1,83	1,04	1,44	1,72	1,37	1,55
9/02	2,94	1,47	2,21	2,20	1,04	1,62	2,57	1,26	1,91
54/07	1,62	1,24	1,43	1,91	1,05	1,48	1,77	1,15	1,46
65/03	2,43	1,53	1,98	2,89	1,03	1,96	2,66	1,28	1,97
116/06	2,34	1,23	1,79	1,53	1,04	1,29	1,94	1,14	1,54
Среднее	2,11	1,43	1,77	2,01	1,15	1,58	2,06	1,29	1,68
НСР ₀₅ для факторов		А=0,21; В=0,07; С=0,07; АВ=0,09; АС=0,30; ВС=0,30; частных различий=0,42							
Доля влияния факторов, %		А=13,0; В=2,7; С=61,9; АВ=5,9; АС=9,5; ВС=1,1; АВС=5,9							

Наибольшим коэффициентом продуктивного кушения обладали генотипы западной селекции: Изабелла, Лилли и французская селекционная линия 65/03 (2,02, 2,00 и 1,97 соответственно). Достоверным преимуществом над стандартом по этому показателю также обладали линия 9/02 (1,91), Филадельфия, Беатрис и Ворсинский 2 (1,84, 1,79 и 1,84 соответственно). Нужно отметить, что сорт Ворсинский 2 был в числе лидеров по продуктивной кустистости в среднем за два года на первом сроке сева (2,12), и уступил лишь Лилли и селекционной линии 9/02. Существенно меньшее кушение было отмечено у сорта сибирской селекции Омский 90 (1,28), он показал наименьший уровень признака как на первом (1,27), так и на втором (1,29) сроках посева.

Ранний срок посева обеспечивал наибольшее проявление признака во все годы исследований, и составил в среднем 1,77, что на 0,19 достоверно больше, чем на позднем сроке.

Максимальную продуктивную кустистость в среднем по обоим срокам посева растения ячменя сформировали в 2010 году (2,06), что на 0,77 больше, чем в 2011.

Большая часть генотипов ячменя в неблагоприятных условиях не имела продуктивных побегов кушения, но сорта Лилли, Изабелла, Жозефин, Филадельфия, Консита, Беатрис и Сигнал смогли сформировать коэффициент кушения в среднем от 1,09 до 1,38 стеблей (таблица 17).

В благоприятных условиях максимальным продуктивным кушением отличались линии 9/02 – 2,94, 65/03 – 2,89, сорта Лилли – 2,73, Изабелла - 2,61, минимальное значение имели в основном генотипы сибирской селекции: Омский 90 - 1,54, Сигнал – 1,91, Харьковский 99 – 1,83, Ача – 1,92, Алисиана – 1,92 и селекционная линия 54/07 – 1,91.

Таблица 17 – Коэффициенты вариации и пределы варьирования коэффициентов продуктивного кущения ячменя

Сорт, линия	Пределы варьирования		CV, %
	min	max	
Сигнал, ст.	1,24	1,91	22,8
Алисиана	1,10	1,92	28,7
Аннабель	1,14	2,04	30,6
Ача	1,04	1,92	34,7
Беатрис	1,21	2,21	30,1
Ворсинский	1,10	2,13	31,7
Ворсинский 2	1,02	2,12	30,1
Жозефин	1,09	2,34	31,9
Изабелла	1,44	2,61	32,0
Консита	1,11	2,14	30,1
Лилли	1,39	2,73	33,3
Никита	1,14	2,39	36,1
Омский 90	1,03	1,54	22,1
Салаир	1,10	2,21	31,9
Филадельфия	1,22	2,32	31,5
Харьковский 99	1,04	1,83	26,2
9/02	1,04	2,94	45,8
54/07	1,05	1,91	29,7
65/03	1,03	2,89	45,5
116/06	1,04	2,34	38,5
Среднее	1,12	2,21	30,3

Согласно коэффициентам вариации, изменчивость признака в опыте была сильной (CV=30,3 %). Минимальные его значения были отмечены у сортов: Омский 90 (CV=22,1 %), Сигнал (CV=22,8 %) и Харьковский 99 (CV=26,2 %). Максимальные значения вариабельности признака показали селекционные линии 9/02 (CV=45,8 %), 65/03 (CV=45,5 %), 116/06 (CV=38,5 %) и сорт Никита (CV=36,1 %).

Таким образом, на продуктивное кущение сильное влияние оказывают годы исследований, генотипы и их взаимодействие. Были установлены достоверные межсортовые различия по этому признаку. Наибольшим количеством продуктивных стеблей обладают сортообразцы западной селекции. Лилли, Изабелла и селекционная линия 65/03. Их можно отнести к экологически

пластичным генотипам, а сорта Сигнал, Омский 90 и Харьковский 99 - к стабильным по данному показателю.

3.1.8 Масса 1000 зерен главного колоса

Масса 1000 зерен, по мнению многих исследователей, важнейший показатель полноценности семян и является одним из самых стабильных элементов структуры урожайности (Гарис Д.В., 2008; Натрова З., Смочек Я., 1983). Крупность зерна, как и озерненность колоса вносит высокий вклад в продуктивность колоса.

Масса 1000 зерен определяет уровень продуктивности колоса и, соответственно, всего растения. В тоже время, она может характеризовать реакцию сорта на неблагоприятные условия выращивания и относится к показателям качества зерна (Савицкая В.А., Сеницин С.С., Широков А.И., 1987; Васильчук Н.С., 2001; Янченко В.И., Мельник В.М., Розова М.А. и др., 2001; Евдокимов М.Г., 2006).

Выраженность этого признака зависит от условий внешней среды и генотипических особенностей сорта, складывающихся во время налива и созревания зерна (Евдокимов М.Г., 2006, Стрижова Ф.М., Титов Ю.Н., Стрижов В.М., 2009). Так, например, уменьшение продуктивного стеблестоя ниже оптимального повышает массу 1000 зерен, но из-за изреженности посевов приводит к недобору урожая зерна с единицы площади.

По данным дисперсионного анализа основной вклад в общую изменчивость изучаемого признака вносили условия лет исследований (77,0 %) (таблица 18). Вклад факторов «срок посева» и «генотип» был намного меньше и составил 1,2 и 6,1 % соответственно. Доля парного взаимодействия «год × генотип» составила 7,2 %.

Таблица 18 – масса 1000 зерен главного колоса ячменя, 2010-2012 гг., г

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)											
	1 срок посева				2 срок посева				среднее			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.
Сигнал, ст.	47,0	42,2	36,7	41,9	52,6	45,9	32,8	43,8	49,8	44,1	34,8	42,9
Алисиана	56,5	50,7	41,8	49,7	64,3	51,3	39,2	51,6	60,4	51,0	40,5	50,7
Аннабель	48,5	43,2	38,5	43,4	55,6	46,6	38,7	46,9	52,1	44,9	38,6	45,2
Ача	47,7	42,8	32,1	40,9	50,1	47,9	34,6	44,2	48,9	45,4	33,4	42,6
Беатрис	54,5	47,8	38,3	46,9	58,4	49,1	34,9	47,5	56,5	48,5	36,6	47,2
Ворсинский	49,6	42,4	39,9	43,9	56,2	46,5	33,9	45,5	52,9	44,5	36,9	44,7
Ворсинский 2	51,2	43,7	35,9	43,6	57,1	46,7	32,1	45,3	54,2	45,2	34,0	44,5
Жозефин	54,6	46,3	39,5	46,8	59,0	45,5	39,9	48,1	56,8	45,9	39,7	47,5
Изабелла	52,3	46,2	39,5	46,0	50,0	44,8	31,0	41,9	51,2	45,5	35,3	44,0
Консита	52,3	45,6	28,3	42,1	59,3	51,1	27,0	45,8	55,8	48,4	27,7	44,0
Лилли	51,2	48,1	34,9	44,7	52,6	48,8	37,7	46,4	51,9	48,5	36,3	45,6
Никита	49,3	40,7	26,4	38,8	47,3	46,5	31,5	41,8	48,3	43,6	29,0	40,3
Омский 90	54,9	50,5	35,5	46,9	60,9	51,0	40,3	50,7	57,9	50,8	37,9	48,8
Салаир	50,5	44,2	36,8	43,8	56,7	49,6	40,6	48,9	53,6	46,9	38,7	46,4
Филадельфия	51,2	46,8	38,3	45,4	54,2	46,2	31,6	44,0	52,7	46,5	35,0	44,7
Харьковский 99	48,7	47,6	34,2	43,5	55,0	46,6	34,5	45,4	51,9	47,1	34,4	44,5
9/02	60,7	47,7	41,2	49,9	63,0	52,5	40,7	52,1	61,9	50,1	41,0	51,0
54/07	47,6	45,1	32,7	41,8	52,2	46,5	37,2	45,3	49,9	45,8	35,0	43,6
65/03	55,3	49,9	44,8	50,0	63,3	52,1	39,2	51,5	59,3	51,0	42,0	50,8
116/06	51,2	50,4	37,6	46,4	56,6	50,2	37,9	48,2	53,9	50,3	37,8	47,3
Среднее	51,8	46,1	36,7	44,8	56,2	48,3	35,7	46,7	54,0	47,2	36,2	45,8
НСР ₀₅ для факторов	А=1,7; В=0,5; С=0,6; АВ=0,9; АС=3,0; ВС=2,4; частных различий=4,2											
Доля влияния факторов, %	А=6,1; В=1,2; С=77,0; АВ=2,5; АС=7,2; ВС=1,7; АВС=4,3											

Согласно проведенным исследованиям 12 из 20 сортообразцов ячменя сформировали достоверно большую массу зерен по сравнению со стандартом Сигнал, а существенно меньшее значение признака было отмечено у сорта Никита (40,3 г). Ача, Консита, Изабелла и селекционная линия 54/07 имели массу зерна на уровне со стандартом.

Среди генотипов лидерами по крупности зерна были сорта Алисиана (50,7 г), Омский 90 (48,8 г), Жозефин (47,5 г), Беатрис (47,2 г), селекционные линии 9/02 (51,0 г), 65/03 (50,7 г) и 116/06 (47,3 г).

По срокам посева колебание массы 1000 зерен было значительным от 44,8 г на первом сроке посева, до 46,7 г на втором.

Сильная зависимость признака от погодных условий проявилась в 2012 году, когда недостаток атмосферных осадков в течение вегетационного периода обусловил самую низкую массу 1000 зерен за годы исследований (36,2 г).

Минимальное снижение массы 1000 зерен в неблагоприятных условиях было отмечено у сортов Никита (26,4 г), Консита (27,0 г), Изабелла (31,0 г) и Филадельфия (31,6 г). Алисиана, а также линии 65/03 и 9/02 имели и максимальное значение (64,3 г, 63,3 г и 63,0 г соответственно) (таблица 19).

Изменчивость массы 1000 зерен соответствовала средней вариабельности (18,2 %). Наименьшие коэффициенты вариации были у Аннабели (14,5 %), Салаира (15,3 %) и селекционной линии 116/06 (15,6 %). Наибольшей вариабельностью по этому признаку обладали Консита (29,9%), Никита (23,7 %) и Омский 90 (21,4 %).

Таблица 19 – Коэффициенты вариации и пределы варьирования по массе 1000 зерен

Сорт, линия	Пределы варьирования, г		CV, %
	min	max	
Сигнал, ст.	32,8	52,6	17,6
Алисиана	39,2	64,3	19,2
Аннабель	38,5	55,6	14,5
Ача	32,1	50,1	17,1
Беатрис	34,9	58,4	18,4
Ворсинский	33,9	56,2	17,3
Ворсинский 2	32,1	57,1	17,0
Жозефин	39,5	59,0	16,8
Изабелла	31,0	52,3	17,7
Консита	27,0	59,3	29,9
Лилли	34,9	52,6	17,4
Никита	26,4	49,3	23,7
Омский 90	35,5	60,9	21,4
Салаир	40,6	56,7	15,3
Филадельфия	31,6	54,2	17,3
Харьковский 99	34,2	55,0	16,6
9/02	40,7	63,0	17,2
54/07	32,7	52,2	16,7
65/03	39,2	63,3	16,8
116/06	37,6	56,6	15,6
Среднее	34,7	56,4	18,2

Таким образом, масса 1000 зерен имеет высокую степень зависимости от условий периода вегетации растений. Наиболее крупным зерном отличались Омский 90, Алисиана, селекционные линии 9/02 и 65/03. Первые два можно отнести к отзывчивым, а последние - к пластичным генотипам по массе 1000 зерен.

3.1.9 Масса зерна с растения

Масса зерна с растения один из важнейших структурных показателей, определяющих ценность сорта, которая в свою очередь зависит от ряда других его элементов, таких как продуктивное кущение, озерненность главного и боковых (при их наличии) колосьев (Чепелев В.П., 1980; Медведев А.М., Медведева Л.М.

2002). Данный признак, наряду с другими показателями продуктивности, генетически обусловлен и сильно варьирует под воздействием условий выращивания (Воробьев В.Ф., 1972; Дорофеев В.Ф., 1986).

Основной вклад в изменчивость признака внесли годы проведения исследований (85,3 %) (таблица 20).

Среди всех генотипов достоверную прибавку по массе зерна с растения к Сигналу формировали: Жозефин (1,01 г), селекционная линия 9/02 (1,01 г) и Салаир (0,98 г). Наименьшая продуктивность растения была отмечена у Ачи (0,84 г), Беатрис (0,84 г), Никиты, Харьковского 99 и линии 116/06 (0,86 г соответственно), что существенно ниже, чем у стандарта.

По срокам посева изменение массы зерна с растения была также значительным от 0,87 г на первом сроке, до 0,95 г на втором. Преимущество более позднего срока (на 0,08 г) можно объяснить значительной изреженностью посева к уборке, в связи с чем, площадь питания растений ячменя увеличилась, что позволило им более эффективно использовать осадки и питательные вещества для увеличения количества побегов кущения, озерненности колоса и крупности зерна. Такая динамика прослеживается в 2010 и 2012 годах, но в 2011 году на втором сроке посева в период кущения был сильный недостаток влаги, что в дальнейшем способствовало низкой озерненности колоса.

Максимальное влияние погодных условий на массу зерна с растения обусловлено значительной зависимостью составляющих этот структурный показатель от изменчивости погодных условий вегетационного периода.

Продуктивность образцов ячменя сильно варьировала по годам, от минимальной в 2012 году (0,46 г), до максимальной в 2010 году (1,43 г). В условиях вегетации 2012 года растения ячменя не смогли сформировать продуктивные побеги кущения, была отмечена наименьшая озерненность колоса и масса 1000 зерен, и, в итоге, все это повлияло на низкие значения массы зерна с растения у генотипов.

Таблица 20 – Масса зерна с растения ячменя, г

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)											
	1 срок посева				2 срок посева				среднее			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.
Сигнал, ст.	1,28	1,04	0,44	0,92	1,36	0,88	0,49	0,91	1,32	0,96	0,47	0,92
Алисиана	1,20	0,85	0,55	0,87	1,85	0,78	0,45	1,03	1,53	0,82	0,50	0,95
Аннабель	1,48	0,75	0,44	0,89	1,54	0,77	0,60	0,97	1,51	0,76	0,52	0,93
Ача	1,14	0,73	0,40	0,76	1,54	0,72	0,46	0,91	1,34	0,73	0,43	0,84
Беатрис	1,11	0,94	0,35	0,80	1,50	0,77	0,38	0,88	1,31	0,86	0,37	0,84
Ворсинский	1,30	0,71	0,41	0,81	1,78	0,80	0,53	1,04	1,54	0,76	0,47	0,93
Ворсинский 2	1,22	1,00	0,48	0,90	1,62	0,73	0,51	0,95	1,42	0,87	0,50	0,93
Жозефин	1,55	1,08	0,56	1,06	1,76	0,58	0,53	0,96	1,66	0,83	0,55	1,01
Изабелла	1,60	1,03	0,59	1,07	1,43	0,76	0,35	0,85	1,52	0,90	0,47	0,96
Консита	1,11	1,00	0,44	0,85	1,67	0,86	0,24	0,92	1,39	0,93	0,34	0,89
Лилли	1,14	1,02	0,33	0,83	1,45	0,83	0,43	0,90	1,30	0,93	0,38	0,87
Никита	1,35	0,74	0,55	0,88	1,25	0,78	0,47	0,83	1,30	0,76	0,51	0,86
Омский 90	1,04	0,85	0,40	0,76	1,47	0,94	0,57	0,99	1,26	0,90	0,49	0,88
Салаир	1,28	0,94	0,41	0,88	1,75	0,98	0,49	1,07	1,52	0,96	0,45	0,98
Филадельфия	1,38	0,77	0,43	0,86	1,46	0,87	0,38	0,90	1,42	0,82	0,41	0,88
Харьковский 99	0,97	1,13	0,31	0,80	1,71	0,70	0,36	0,92	1,34	0,92	0,34	0,86
9/02	1,73	0,90	0,52	1,05	1,71	0,66	0,54	0,97	1,72	0,78	0,53	1,01
54/07	1,05	0,80	0,52	0,79	1,59	0,91	0,53	1,01	1,32	0,86	0,53	0,90
65/03	1,28	0,91	0,43	0,87	1,90	0,68	0,45	1,01	1,59	0,80	0,44	0,94
116/06	1,17	0,83	0,44	0,81	1,46	0,76	0,50	0,91	1,32	0,80	0,47	0,86
Среднее	1,27	0,90	0,45	0,87	1,59	0,79	0,46	0,95	1,43	0,84	0,46	0,91
НСР ₀₅ для факторов	А=0,05; В=0,02 С=0,02; АВ=0,03; АС=0,09; ВС=0,07; частных различий=0,12											
Доля влияния факторов, %	А=1,4; В=0,8; С=85,3; АВ=2,1; АС=3,6; ВС=4,1; АВС=2,7											

В неблагоприятных условиях наибольшую массу зерна сформировали Жозефин (0,53 г), линии 54/07 и 9/02 (по 0,52 г), Ворсинский 2 (0,48 г) и Никита (0,47 г), а наименьшую Консита (0,24 г), Лилли (0,33 г), Беатрис (0,35 г) и Изабелла (0,35 г) (таблица 21).

Более высоким максимальным значением характеризовались линия 65/03 (1,90 г), а также сорта Алисиана (1,85 г), Ворсинский (1,78 г), Жозефин (1,76 г) и Салаир (1,75 г), самую низкую продуктивность в благоприятных условиях показали селекционная линия 116/06 (1,56 г), Омский 90 (1,47 г), Сигнал (1,36 г), Никита (1,35 г).

Таблица 21 - Коэффициент вариации и пределы варьирования массы зерна с растения ячменя

Сорт, линия	Пределы варьирования, г		CV, %
	min	max	
Сигнал, ст	0,44	1,36	41,7
Алисиана	0,45	1,85	52,7
Аннабель	0,44	1,54	48,7
Ача	0,40	1,54	51,2
Беатрис	0,35	1,50	51,6
Ворсинский	0,41	1,78	54,7
Ворсинский 2	0,48	1,62	47,2
Жозефин	0,53	1,76	52,4
Изабелла	0,35	1,60	49,5
Консита	0,24	1,67	55,8
Лилли	0,33	1,45	49,1
Никита	0,47	1,35	42,9
Омский 90	0,40	1,47	42,2
Салаир	0,41	1,75	50,0
Филадельфия	0,38	1,46	51,5
Харьковский 99	0,31	1,71	59,3
9/02	0,52	1,73	54,4
54/07	0,52	1,59	43,3
65/03	0,43	1,90	58,4
116/06	0,44	1,46	45,2
Среднее	0,41	1,60	48,5

Изменчивость массы зерна с растения в опыте была очень сильной, коэффициент вариации в среднем составил 48,5 %. Наименьшую вариабельность

признака отмечали у Сигнала (CV=41,7 %), Омского 90 (CV=42,2 %), Никиты (CV=42,9 %) и селекционной линии 54/07 (CV=43,3 %), а наибольшую у Харьковского 99 (CV=59,3 %), линии 65/03 (CV=58,4 %), Конситы (CV=55,8 %) и 9/02 (CV=54,4 %).

Таким образом, установлено достоверное влияние на изменчивость зерновой продуктивности растения ячменя от всех изучаемых факторов, лимитирующим из которых являются условия года проведения исследований. Наиболее высокой массой зерна обладают Жозефин, линия 9/02 и Салаир. Первые два можно отнести к экологически пластичным генотипам, отзывчивостью по продуктивности обладают линия 65/03, Алисиана, Ворсинский, Салаир и Жозефин.

3.2 Урожайность ярового ячменя и факторы ее изменчивости

Урожайность - это итоговый комплексный показатель роста и развития растений, характеризующий ценность сорта и тесно связан со всеми элементами продуктивности (Вакуленко Г.М., 1979; Зеленский Ю.И., 2001). Чем больше признаков и свойств участвует в формировании урожайности, тем сложнее и непредвиденней результат, так как изменчивость любого из них может повлиять на уровень урожайности (Зыкин В.А., Белан И.А., Россеев В.М. и др., 2000; Кузикеев Ж.В., Борадулина В.А., Мусалитин Г.М., 2015).

Условия вегетации в годы проведенных экспериментов оказали существенное влияние на уровень продуктивности образцов ярового ячменя, что подтверждается результатом дисперсионного анализа (таблица 22). Доля влияния фактора «срок посева» была максимальной – 52,5 %. Вклад условий года составил 28,5 %, а генотипов лишь 3,5 %. Достоверное влияние также оказали взаимодействия «год × срок посева» - 4,8 %, «год × генотип» - 3,8 % и «срок посева × генотип» - 3,5 %.

Наибольшая урожайность среди всего набора образцов была отмечена у Ворсинского 2 (1,97 т/га), что на 0,22 т/га достоверно больше, чем у стандартного

сорта Сигнал. Нужно отметить, что Ворсинский 2 имел наибольшую продуктивность среди генотипов практически на всех фонах опыта, лишь на втором сроке в 2010 г. он уступил Сигналу, что доказывает о его большей адаптивности к неблагоприятным условиям роста и развития (Кузикеев Ж.В., 2017).

Несколько меньшую урожайность сформировали образцы Омский 90 (1,70 т/га), Никита (1,68 т/га), Ворсинский (1,68 т/га), Аннабель (1,65 т/га), Салаир (1,55 т/га), линии 116/06 (1,62 т/га), 54/07 (1,55 т/га) и 9/02 (1,56 т/га). Сорты Ача, Харьковский 99 и большинство генотипов западной селекции показали достоверно меньшую продуктивность по сравнению со стандартом, их урожайность варьировала в пределах 1,39-1,53 т/га.

В целом по опыту наибольшую урожайность обеспечивал ранний срок посева (1,88 т/га). Преимущество этого фона составило 0,63 т/га к значению полученному при более позднем посеве (1,25 т/га). Высокий уровень продуктивности на первом сроке наблюдается во все годы исследований, следовательно, он является более благоприятным сроком для посева пивоваренного ячменя.

Разнообразие погодных условий в разные годы исследования обусловило колебание среднесортной урожайности ярового ячменя от 0,97 т/га в наименее благоприятном 2012 году, до 1,96 т/га – в 2010 году.

Таблица 22 – Урожайность образцов ярового ячменя в различных условиях выращивания, 2010-2012 гг., т/га

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)											
	1 срок посева				2 срок посева				среднее			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.
Сигнал, ст.	2,52	2,28	0,95	1,92	2,43	1,37	0,90	1,57	2,48	1,83	0,93	1,75
Алисиана	2,10	2,07	1,24	1,80	1,38	1,04	0,70	1,04	1,74	1,56	0,97	1,42
Аннабель	2,34	2,44	1,20	1,99	1,99	1,19	0,79	1,32	2,17	1,82	1,00	1,65
Ача	1,70	2,08	1,16	1,64	1,56	1,24	0,74	1,18	1,63	1,66	0,95	1,41
Беатрис	2,05	2,51	1,35	1,97	1,38	1,16	0,53	1,02	1,72	1,84	0,94	1,49
Ворсинский	2,24	2,44	1,31	1,99	1,53	1,70	0,88	1,37	1,89	2,07	1,10	1,68
Ворсинский 2	2,67	2,71	1,61	2,33	2,16	1,76	0,95	1,62	2,42	2,24	1,28	1,97
Жозефин	2,02	2,08	0,84	1,64	1,67	1,04	0,71	1,14	1,85	1,56	0,78	1,39
Изабелла	2,29	2,20	0,98	1,82	2,18	0,81	0,44	1,14	2,24	1,51	0,71	1,48
Консита	1,95	2,29	1,26	1,83	1,25	1,49	0,65	1,13	1,60	1,89	0,96	1,48
Лилли	1,95	2,31	1,48	1,91	1,23	1,12	0,54	0,96	1,59	1,72	1,01	1,43
Никита	2,35	2,18	1,35	1,96	1,99	1,33	0,90	1,41	2,17	1,76	1,13	1,68
Омский 90	2,25	2,37	1,46	2,03	1,89	1,41	0,83	1,38	2,07	1,89	1,15	1,70
Салаир	2,35	2,19	1,03	1,87	1,68	1,34	0,66	1,23	2,02	1,77	0,85	1,55
Филадельфия	2,20	2,20	1,39	1,93	1,31	1,33	0,65	1,09	1,76	1,77	1,02	1,51
Харьковский 99	1,87	2,10	1,13	1,70	2,07	1,36	0,66	1,36	1,97	1,73	0,90	1,53
9/02	2,09	2,39	1,11	1,86	2,10	1,17	0,50	1,26	2,09	1,78	0,81	1,56
54/07	2,23	2,16	1,05	1,81	1,75	1,40	0,74	1,29	1,99	1,78	0,90	1,55
65/03	2,00	2,32	1,24	1,85	2,10	0,92	0,61	1,21	2,05	1,62	0,93	1,53
116/06	2,11	2,19	1,35	1,88	1,82	1,39	0,88	1,36	1,97	1,79	1,12	1,62
Среднее	2,16	2,27	1,23	1,88	1,77	1,28	0,71	1,25	1,96	1,77	0,97	1,57
НСР ₀₅ для факторов	А=0,21; В=0,08; С=0,07; АВ=0,10; АС=0,37; ВС=0,30; частных различий=0,52											
Доля влияния факторов, %	А=3,5; В=52,5; С=28,5; АВ=3,5; АС=3,8; ВС=4,8; АВС=3,8											

Таким образом, наиболее продуктивными, а, следовательно, и наиболее адаптивными, в данном наборе генотипов можно считать сорта Ворсинский 2, Сигнал, Омский 90, Ворсинский, Никита и Аннабель.

Самое высокое значение минимальной урожайности среди всех сортов показал Ворсинский 2 (0,95 т/га), что характеризует его как наиболее стрессоустойчивый генотип (таблица 23). Близкие к нему значения были отмечены у образцов Сигнал и Никита (по 0,90 т/га), Ворсинский и линия 116/06 (по 0,88 т/га). По максимальной урожайности преимущество над стандартом имел только Ворсинский 2 (+0,19 т/га). Близкие значения с Сигналом имели Аннабель (2,44 т/га), Ворсинский (2,44 т/га) и Беатрис (2,51 т/га).

Среди генотипов инорайонной селекции Аннабель занимает лидирующую позицию, как по минимальному значению урожайности (0,79 т/га), так и по максимальному (2,44 т/га), что свидетельствует о его большей адаптивности к местным условиям. Наименьшее значение минимальной урожайности было у образцов Изабелла (0,44 т/га), французская линия 9/02 (0,50 т/га), Беатрис (0,53 т/га) и Лилли (0,54 т/га).

Генотипы, сочетающие высокие значения признака в жестких и благоприятных условиях и в среднем по всем фонам опыта, можно охарактеризовать как экологически пластичные. Это Ворсинский 2, Сигнал, Ворсинский, Никита и немецкий сорт Аннабель.

Методика оценки параметров экологической пластичности по S.A. Eberhart and W.A. Russel предполагает определение двух величин: линейного компонента – коэффициента регрессии (b_i), определяющего отклик генотипа на изменение условий среды и нелинейного – среднего квадратического отклонения от линии регрессии (S_i^2) отражающего стабильность генотипа в варьирующих условиях (Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш., 1999).

Таблица 23 – Параметры экологической пластичности образцов ярового ячменя по урожайности

Сорт, линия	b_i	S_i^2	Лимиты, т/га
Сигнал, ст.	1,14	17,7	0,90-2,52
Алисиана	0,90	10,1	0,70-2,10
Аннабель	1,13	5,76	0,79-2,44
Ача	0,76	6,88	0,74-2,08
Беатрис	1,10	14,5	0,53-2,51
Ворсинский	0,91	12,1	0,88-2,44
Ворсинский 2	1,11	3,26	0,95-2,71
Жозефин	0,98	9,56	0,71-2,08
Изабелла	1,31	17,2	0,44-2,29
Консита	0,87	16,2	0,65-2,29
Лилли	0,95	18,3	0,54-2,31
Никита	0,93	6,57	0,90-2,35
Омский 90	0,96	2,70	0,83-2,37
Салаир	1,06	8,51	0,66-2,35
Филадельфия	0,93	13,8	0,65-2,20
Харьковский 99	0,86	12,4	0,66-2,10
9/02	1,20	10,2	0,50-2,39
54/07	0,98	7,44	0,74-2,23
65/03	1,11	14,5	0,61-2,32
116/06	0,84	1,43	0,88-2,19
Среднее			0,71-2,31

Повышенными значениями коэффициента регрессии, то есть более высокой отзывчивостью обладали Изабелла (1,31), линия 9/02 (1,20), Сигнал (1,14), Аннабель (1,13), Ворсинский 2 и линия 65/03 (по 1,11), Беатрис (1,10). Коэффициентом регрессии, близким к единице, обладали Салаир (1,06), Жозефин и линия 54/07 (по 0,98), Омский 90 (0,96) и Лилли (0,95). У остальных он был в пределах от 0,76 (Ача) до 0,93 (Никита).

Таким образом, в группу отзывчивых сортов вошли генотипы с разным уровнем продуктивности. Например, немецкий сорт Изабелла имел наибольший коэффициент регрессии 1,31, но средняя урожайность его по опыту существенно ниже стандарта, при этом сорт не отличался высокой продуктивностью в благоприятных условиях произрастания. Поэтому, оперировать только коэффициентом регрессии, характеризуя отзывчивость данного сорта и ему подобных, мы считаем некорректно.

Низкими величинами отклонения от линии регрессии, а, следовательно, повышенной стабильностью, отличались образцы западно-сибирской селекции: линия 116/06 ($S_i^2=1,43$), Омский 90 ($S_i^2=2,70$), Ворсинский 2 ($S_i^2=3,26$). Среднее отклонение было отмечено у таких генотипов, как немецкий сорт Аннабель ($S_i^2=5,76$), Никита ($S_i^2=6,57$), Ача ($S_i^2=6,88$) и линия 54/07 ($S_i^2=7,44$). Значительное отклонение от линии регрессии имели: Ворсинский ($S_i^2=12,14$), Харьковский 99 ($S_i^2=12,39$), Сигнал ($S_i^2=17,75$). У большинства сортов инорайонной селекции данный показатель также имел высокое значение ($S_i^2=10,05-18,32$).

Графическое изображение линии регрессии позволяет дать объективную оценку поведения сортов относительно друг друга, в сравнение с их средней реакцией на изменение условий среды (рисунок 6).

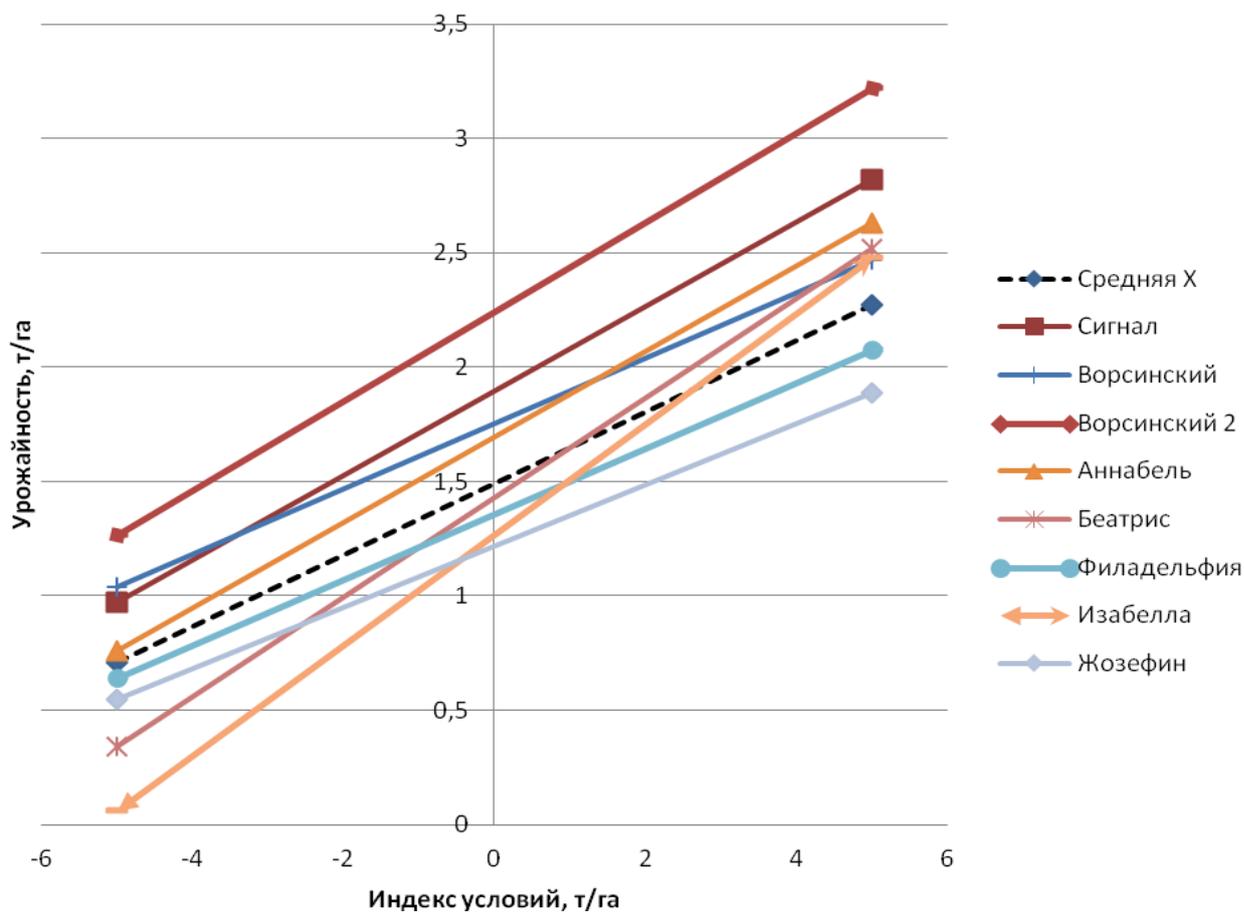


Рисунок 6 – Линии регрессии урожайности сортов ярового ячменя в среднем за 2010-2012 гг.

На данном рисунке отображены линии регрессии нескольких сортов ячменя. Ниже линии средней по опыту находятся сорта инорайонного происхождения – Филадельфия и Жозефин. Они формировали низкую урожайность независимо от положительных или отрицательных факторов среды. У сортов Беатрис и Изабелла урожайность в благоприятных условиях среды выше средней, но в неблагоприятных их продуктивность значительно меньше, чем у всего набора сортов представленных на графике.

Сорта Ворсинский 2, Сигнал, Ворсинский и Аннабель пересекают ординату выше точки средней по опыту, что объясняется более высоким уровнем урожайности по опыту за все годы изучения.

Величина наклона линий регрессии дает более исчерпывающую информацию о поведении сортов относительно друг от друга и в сравнении со средней реакцией сортообразцов на изменения условий произрастания. Линии регрессии сортов Ворсинский, Филадельфия и Жозефин идут примерно параллельно средней по опыту (X), что свидетельствует о том, что данные сорта изменяют свою урожайность с изменением условий так же, как и в среднем сорта изучаемого набора.

Сорта Ворсинский 2, Сигнал, Аннабель, Беатрис и Изабелла характеризуются высокой отзывчивостью на улучшение условий выращивания, о чем свидетельствует более крутой угол наклона их линий регрессии.

Сорт Ворсинский 2 лучший в данном наборе. Линия регрессии этого сорта находится выше других. Ворсинский 2 характеризуется отзывчивостью на улучшения условий выращивания. В жестких и благоприятных условиях урожайность этого сорта выше других в наборе, а также имеет наивысшую среднюю урожайность по отношению к другим сортам.

Таким образом, в результате проведенных исследований из 20 образцов ярового ячменя выделен ряд генотипов, который представляют определенный интерес в селекции на экологическую пластичность, и с учетом продуктивности, а также отзывчивости и пластичности, экологически пластичными можно считать: Ворсинский 2, Сигнал, Ворсинский, Омский 90, Никита и Аннабель.

3.3 Показатели качества зерна ярового ячменя

3.3.1 Содержание белка в зерне

Белковость зерна ячменя является основным из показателей пивоваренных свойств. Основными факторами, определяющими содержание белковых веществ, являются сортовые особенности ячменя, агротехнические приемы возделывания и климатические условия.

Низкое содержание белка способствует более качественной переработке зерна при солодоращении и улучшает выход и органолептические показатели самого пива, но вместе с тем не всегда является достаточным критерием оценки солодовых свойств (Глуховцев В.В., 2001; Меледина Т.В., Прохорчик И.П., Кузнецова Л.И., 2013). Тем не менее выведение сортов, способных накапливать меньшее количество белка, представляет интерес для селекции пивоваренного ячменя (Калашник Н.А., Козлова Г.Я., Аниськов Н.И., 2005). В настоящее время ГОСТ 5060-86 нормирует содержание белка в зерне не более 12,0%.

Исследования, которые проходили в традиционных странах-производителях пивоваренных ячменей, показали, что решающее влияние на белковость зерна оказывают условия окружающей среды, и один и тот же сорт в один год может быть пивоваренным, а в другой – фуражным (Неттевич Э.Д., Аниканова З.Ф., Романова Л.М., 1981).

Согласно проведенному дисперсионному анализу, основной вклад в изменчивость признака внесли годы проведения исследований (68,8 %) (таблица 24). Достоверное влияние на белковость зерна также оказывали генотипические особенности (5,9 %), взаимодействия «год × срок посева» (11,3 %), «год × генотип» (6,3 %), «срок посева × генотип» (4,3 %) и «год × срок посева × генотип» (3,5%). Сроки посева не оказали статистически доказанного влияния на содержание белка в зерне.

Таблица 24 – Содержание белка в зерне ячменя, %

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)											
	1 срок посева				2 срок посева				среднее			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.
Сигнал, ст.	10,2	12,3	13,7	12,1	9,7	12,8	14,6	12,4	10,0	12,6	14,2	12,3
Алисиана	11,3	12,4	12,5	12,1	9,7	11,8	15,0	12,2	10,5	12,1	13,8	12,2
Аннабель	9,7	11,0	13,6	11,4	8,7	10,3	14,3	11,1	9,2	10,7	14,0	11,3
Ача	12,6	12,4	12,0	12,3	11,5	14,3	16,0	13,9	12,1	13,4	14,0	13,1
Беатрис	10,6	11,5	13,6	11,9	9,1	11,1	15,8	12,0	9,9	11,3	14,7	12,0
Ворсинский	10,5	11,9	14,2	12,2	10,1	12,0	15,4	12,5	10,3	12,0	14,8	12,4
Ворсинский 2	10,6	12,0	12,6	11,7	8,6	11,9	13,0	11,2	9,6	12,0	12,8	11,5
Жозефин	11,2	12,1	14,5	12,6	10,3	10,2	14,7	11,7	10,8	11,2	14,6	12,2
Изабелла	9,4	12,1	14,2	11,9	7,7	9,8	15,8	11,1	8,6	11,0	15,0	11,5
Консита	10,6	11,9	13,9	12,1	9,5	12,4	15,6	12,5	10,1	12,2	14,8	12,3
Лилли	11,1	11,9	14,3	12,4	8,9	11,5	17,3	12,6	10,0	11,7	15,8	12,5
Никита	11,1	11,4	13,0	11,8	10,6	12,0	15,9	12,8	10,9	11,7	14,5	12,3
Омский 90	13,3	12,6	12,8	12,9	10,2	12,1	15,4	12,6	11,8	12,4	14,1	12,8
Салаир	10,9	13,7	14,0	12,9	9,5	12,4	15,1	12,3	10,2	13,1	14,6	12,6
Филадельфия	11,7	12,6	13,9	12,7	10,2	12,2	15,0	12,5	11,0	12,4	14,5	12,6
Харьковский 99	12,9	12,9	13,0	12,9	10,1	12,6	16,5	13,1	11,5	12,8	14,8	13,0
9/02	10,7	11,4	13,6	11,9	8,9	11,0	14,9	11,6	9,8	11,2	14,3	11,8
54/07	11,7	13,1	13,5	12,8	10,0	12,7	14,6	12,4	10,9	12,9	14,1	12,6
65/03	10,0	10,4	13,6	11,3	8,2	10,0	14,8	11,0	9,1	10,2	14,2	11,2
116/06	12,2	12,4	13,8	12,8	10,5	13,5	16,4	13,5	11,4	13,0	15,1	13,2
Среднее	11,1	12,1	13,5	12,2	9,6	11,8	15,3	12,2	10,4	11,9	14,4	12,2
НСР ₀₅ для факторов	А=0,1; В=0;1 С=0,1; АВ=0,1; АС=0,2; ВС=0,2; частных различий=0,4											
Доля влияния факторов, %	А=5,9; В=0,0; С=68,8; АВ=4,3; АС=6,3; ВС=11,3; АВС=3,5											

Исследуемые генотипы имели достоверные различия по содержанию белка в зерне. Так, существенно меньшую белковость по сравнению с Сигналом показали следующие сортообразцы: линия 65/03 (11,2 %), Аннабель (11,3%), Ворсинский 2 (11,5%), Изабелла (11,5%), 9/02 (11,8%) и Беатрис (12,0%). Достоверно большее содержание белка было отмечено у практически всех образцов сибирской селекции (кроме Ворсинского 2 и Никиты), а также у иностранных сортов Лилли и Филадельфия, белковость зерна у генотипов варьировала от 12,4% до 13,2%.

Нужно отметить, что наименьшим белком в зерне среди сибирских генотипов характеризовался Ворсинский 2. На первом сроке белковость у него составила 11,7%, а на втором – 11,2%. В условиях 2012 года на втором сроке Ворсинский 2 показал наименьшее содержание белка среди всего набора генотипов и в оба срока в 2012 году показатель был минимальным в наборе сортообразцов (12,8%).

Достоверных различий по данному признаку между сроками посева отмечено не было. В условиях более позднего срока посева в 2010 и 2011 годах практически все образцы ячменя показали меньшее содержание белка, в среднем по генотипам разница между сроками составила 1,5% и 0,3% соответственно. Это можно объяснить тем, что ячмени на втором сроке посева попали в период с прохладными и увлажненными условиями, поэтому у генотипов фазы роста и развития во второй половине вегетации были более продолжительными. В неблагоприятных условиях 2012 года наоборот, поздний срок способствовал большей белковости на 1,8% из-за укороченного вегетационного периода.

Сильная зависимость признака от погодных условий четко проявилась в 2012 году, когда сильный недостаток влаги высокие температуры практически в течение всего периода вегетации способствовали ускоренному созреванию и обусловили высокое содержание белка в зерне (14,4%). В более благоприятные по климатическим условиям 2010 и 2011 годы белковость зерна составила 10,4% и 11,9% соответственно.

Минимальное значение белка отмечено у Изабеллы (7,7%), селекционной линии 65/03 (8,2%), Ворсинского 2 (8,6%), Аннабели (8,7%), Лилли и линии 9/02

(по 8,9 %) и Беатрис (9,1 %), а генотипы Харьковский 99, Лилли, Ача, Беатрис и линия 116/06 показали наибольшую белковость зерна в опыте (от 15,8 до 17,3 %) (таблица 25).

Таблица 25 - Коэффициент вариации и предельные значения содержания белка в зерне ячменя

Сорт, линия	Пределы варьирования, %		CV, %
	min	max	
Сигнал, ст.	9,7	14,6	16,1
Алисиана	9,7	15,0	15,3
Аннабель	8,7	14,3	17,9
Ача	11,5	16,0	14,9
Беатрис	9,1	15,8	18,7
Ворсинский	10,1	15,4	14,6
Ворсинский 2	8,6	13,0	15,4
Жозефин	10,2	14,7	16,8
Изабелла	7,7	15,8	24,4
Консита	9,5	15,6	15,5
Лилли	8,9	17,3	21,3
Никита	10,6	15,9	14,9
Омский 90	10,2	15,4	13,9
Салаир	9,5	15,1	15,5
Филадельфия	10,2	15,0	12,4
Харьковский 99	10,1	16,5	17,2
9/02	8,9	14,9	17,6
54/07	10,0	14,6	14,9
65/03	8,2	14,8	20,5
116/06	10,5	16,4	16,5
Среднее	9,6	15,3	15,5

Изменчивость содержания белка в зерне описывалась коэффициентом вариации равным 15,5 %, что соответствует средней вариабельности признака. Ниже среднего коэффициент вариации был отмечен у Филадельфии (CV=12,4 %), Омского 90 (13,9 %), Ворсинского (CV=14,6 %), Никиты, Ачи и линии 54/07 (по 14,9 %), Алисианы (CV=15,3 %) и Ворсинского 2 (CV=15,4 %). Наиболее высокой изменчивостью признака характеризовались Изабелла (CV=24,4 %), Лилли (CV=21,3 %), линия 65/03 (CV=20,5 %), Беатрис (CV=18,7 %), линия 9/02 (CV=17,6 %), Харьковский 99 (CV=17,2 %).

Таким образом, основной вклад в изменчивость признака в опыте внесли годы проведения исследований. Образцы ячменя Ворсинский 2, Аннабель, Изабелла, Беатрис, 9/02 и 65/03 сформировали зерно с наименьшим содержанием белка, отвечающее требованиям ГОСТа 5060-86 «Ячмень пивоваренный. Технические условия».

3.3.2 Натура зерна

Натура зерна (масса зерна в объеме 1 л) является одним из общих признаков, характеризующих добротность и качество пивоваренного ячменя. Являясь показателем, характеризующим физические свойства зерна, степень выраженности натурной массы определяется как генотипическими особенностями сортов, так и условиями произрастания во время формирования и налива зерна. Ранее предполагалось, что по натуре зерна можно было определить белковость и экстрактивность зерна, но в дальнейшем это не подтвердилось (Неттевич Э. Д., Аниканова З.Ф., Романова Л.М. и др., 1981; Грязнов А.А., 1996). По данным различных источников считается, что натура пивоваренного ячменя должна быть не менее 620-650 г/л, а в благоприятные годы более 700 г/л (Горак Л., 1961; Смолин В.П., Кирдин В.Ф., 2001; Трофимовская А.Я., 1972).

По данным дисперсионного анализа все факторы оказывают достоверное влияние на изучаемый признак (таблица 26). Основной вклад вносят условия лет исследований – 72,8 %. Доля вклада генотипов составила 7,9 %, сроков посева – 2,2 %, взаимодействий «год × генотип» - 7,0 %, «год × срок посева × генотип» - 6,5 %.

Лидером по натуре зерна в среднем по всем фонам опыта стал сорт местной селекции Салаир, который достоверно превзошел стандартный сорт Сигнал на 20 г/л. Существенные прибавки по этому признаку также были отмечены у следующих сортообразцов: Филадельфия (702 г/л), Беатрис (702 г/л), Ворсинский 2 (698 г/л), Ворсинский (697 г/л), 54/07 (693 г/л), Алисиана (692 г/л), Харьковский 99, Жозефин и линия 9/02 (по 690 г/л соответственно).

Существенно ниже, чем у стандарта, натурная масса была у селекционной линии 65/03 (673 г/л), Омского 90 (677 г/л), Лилли (679 г/л), Конситы (680 г/л) и Изабеллы (683 г/л).

На позднем сроке посева генотипы имели существенно большую натуру зерна (694 г/л), чем на раннем сроке (685 г/л). Преимущество второго срока по этому признаку было отмечено во все годы исследований.

Лучшие условия для данного признака сложились в 2011 году (713 г/л), в 2010 году натура была – 703 г/л, а самый неблагоприятным для натурной массы был 2012 год – 653 г/л.

Таблица 26 – Натура зерна ячменя, г/л

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)											
	1 срок посева				2 срок посева				среднее			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.
Сигнал, ст.	695	692	649	679	723	719	646	696	709	706	648	688
Алисиана	697	704	673	691	702	724	649	692	700	714	661	692
Аннабель	685	691	652	676	708	711	658	692	697	701	655	684
Ача	704	710	656	690	696	716	654	689	700	713	655	690
Беатрис	696	714	683	698	700	723	692	705	698	719	688	702
Ворсинский	714	724	654	697	726	724	642	697	720	724	648	697
Ворсинский 2	715	711	655	694	718	724	663	702	717	718	659	698
Жозефин	709	705	647	687	718	724	636	693	714	715	642	690
Изабелла	695	701	654	683	708	710	631	683	702	706	643	683
Консита	698	702	626	675	688	721	644	684	693	712	635	680
Лилли	647	724	644	672	720	715	623	686	684	720	634	679
Никита	707	702	626	678	711	729	650	697	709	716	638	688
Омский 90	684	698	614	665	703	703	658	688	694	701	636	677
Салаир	723	715	700	713	722	730	655	702	723	723	678	708
Филадельфия	707	723	662	697	711	721	685	706	709	722	674	702
Харьковский 99	688	694	678	687	703	705	669	692	696	700	674	690
9/02	697	707	643	682	722	717	653	697	710	712	648	690
54/07	700	712	637	683	719	728	660	702	710	720	649	693
65/03	681	694	657	677	669	714	623	669	675	704	640	673
116/06	692	697	626	672	705	719	691	705	699	708	659	689
Среднее	697	706	652	685	709	719	654	694	703	713	653	690
НСР ₀₅ для факторов	А=2,2; В=0,7; С=0,8; АВ=1,2; АС=3,8; ВС=3,1; частных различий=5,4											
Доля влияния факторов, %	А=7,9; В=2,2; С=72,8; АВ=3,0; АС=7,0; ВС=0,6; АВС=6,5											

Наиболее высокие предельные значения признака в неблагоприятных условиях были отмечены у следующих генотипов: Беатрис (683 г/л), Харьковский 99 (669 г/л), Филадельфия (662 г/л) и Ворсинский 2 (655 г/л) (таблица 27). Последний вместе с Никитой, Салаиром, Ворсинским и линией 54/07 имел и наиболее высокие значение натуре (724, 729, 730, 726 и 728 г/л соответственно).

Таблица 27 - Коэффициент вариации и предельные значения натуре зерна ячменя

Сорт, линия	Пределы варьирования, г/л		CV, %
	min	max	
Сигнал, ст.	646	723	4,7
Алисиана	649	724	3,9
Аннабель	652	711	3,6
Ача	654	716	4,0
Беатрис	683	723	2,3
Ворсинский	642	726	5,4
Ворсинский 2	655	724	4,3
Жозефин	636	724	5,4
Изабелла	631	710	4,7
Консита	626	721	5,3
Лилли	623	724	6,5
Никита	626	729	5,7
Омский 90	614	703	5,1
Салаир	655	730	3,9
Филадельфия	662	723	3,4
Харьковский 99	669	705	2,3
9/02	643	722	4,8
54/07	637	728	5,1
65/03	623	714	4,7
116/06	626	719	4,6
Среднее	643	720	4,2

Вариабельность признака была слабой (4,2 %). Наименьшие коэффициенты вариации отмечены у Харьковского 99 (CV=2,3 %), Беатрис (CV=2,3 %), Филадельфии (CV=3,4 %), Аннабели (CV=3,6 %), Алисианы и Салаира (по 3,9 %), а наибольшие – у Лилли (CV=6,5 %), Никиты (CV=5,7 %), Жозефина (CV=5,4 %), Ворсинского (CV=5,4 %) и Конситы (CV=5,3 %).

Таким образом, доминирующее влияние на изменчивость природы зерна оказывают годы исследований. Наибольшей натурной массой выделились Салаир, Филадельфия, Беатрис, Ворсинский 2 и Ворсинский. Ворсинский 2 можно охарактеризовать как экологически пластичный генотип, а Беатрис и Филадельфия – как стабильные. Салаир и Ворсинский обладают отзывчивостью по натуре зерна.

3.3.3 Крупность зерна

Крупность – это отношение массы зерен ячменя (суммарного схода на ситах с отверстиями 2,8x20 и 2,5x20 мм) к массе образца навески. Согласно требованиям ГОСТа 5060-86 «Ячмень пивоваренный. Технические условия», для I класса содержание крупных зерен должно быть не менее 85 %, для II класса – не менее 60 %. Этот показатель является сортовым признаком и зависит от условий среды (Меледина Т.В., Прохорчик И.П., Кузнецова Л.И., 2013; Калашник Н.А., Козлова Г.Я., Аниськов Н.И., 2005). Использование зерна с низкой крупностью и высоким содержанием щуплого зерна, которое содержит больше белка и пленок, ведет к снижению экстрактивности и выходу готового солода.

Результаты дисперсионного анализа указывают на очень высокую зависимость данного признака от погодных условий (таблица 28). Доля влияния этого фактора составила 82,1 %. Остальные факторы внесли меньший, но достоверный вклад в изменчивость крупности зерна: «генотип» - 6,3 %, взаимодействия «год × генотип» - 5,0 %, «год × срок посева × генотип» - 3,9 %, «срок посева × генотип» - 2,5 %. Срок посева и взаимодействие его с условиями лет исследований, практически не оказали никакого влияния на уровень признака.

Таблица 28 – Крупность зерна ячменя, %

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)											
	1 срок посева				2 срок посева				среднее			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.
Сигнал, ст.	95,8	75,6	59,2	76,9	91,2	74,8	55,2	73,7	93,5	75,2	57,2	75,3
Алисиана	98,7	93,4	73,0	88,4	97,4	89,4	68,3	85,0	98,1	91,4	70,7	86,7
Аннабель	95,9	80,8	67,7	81,5	93,2	77,8	57,4	76,1	94,6	79,3	62,6	78,8
Ача	91,2	77,4	32,1	66,9	91,3	80,8	62,1	78,1	91,3	79,1	47,1	72,5
Беатрис	97,2	91,0	60,1	82,8	96,8	83,2	55,1	78,4	97,0	87,1	57,6	80,6
Ворсинский	95,7	71,5	65,5	77,6	94,7	78,2	51,7	74,9	95,2	74,9	58,6	76,3
Ворсинский 2	95,2	73,8	72,1	80,4	94,4	77,8	53,4	75,2	94,8	75,8	62,8	77,8
Жозефин	97,4	89,1	78,1	88,2	98,1	87,4	68,4	84,6	97,8	88,3	73,3	86,4
Изабелла	92,7	82,4	71,1	82,1	94,4	80,5	53,7	76,2	93,6	81,5	62,4	79,2
Консита	97,2	88,6	55,8	80,5	95,1	82,9	55,7	77,9	96,2	85,8	55,8	79,2
Лилли	96,1	90,1	59,7	82,0	93,6	86,3	52,8	77,6	94,9	88,2	56,3	79,8
Никита	95,3	68,6	41,5	68,5	96,1	78,2	60,2	78,2	95,7	73,4	50,9	73,4
Омский 90	95,9	81,3	64,5	80,6	95,4	71,7	58,2	75,1	95,7	76,5	61,4	77,9
Салаир	94,9	83,3	66,2	81,5	94,6	81,4	67,2	81,1	94,8	82,4	66,7	81,3
Филадельфия	97,6	86,6	76,4	86,9	96,2	84,8	57,6	79,5	96,9	85,7	67,0	83,2
Харьковский 99	97,3	73,5	25,3	65,4	95,3	72,1	49,4	72,3	96,3	72,8	37,4	68,9
9/02	98,5	85,3	67,8	83,9	96,5	88,4	51,0	78,6	97,5	86,9	59,4	81,3
54/07	94,2	81,1	48,0	74,4	93,8	83,2	60,7	79,2	94,0	82,2	54,4	76,8
65/03	97,7	89,6	60,5	82,6	96,8	86,5	53,2	78,8	97,3	88,1	56,9	80,7
116/06	96,3	84,6	56,4	79,1	96,0	82,4	61,5	80,0	96,2	83,5	59,0	79,6
Среднее	96,0	82,4	60,1	79,5	95,0	81,4	57,6	78,0	95,5	81,9	58,9	78,8
НСР ₀₅ для факторов	А=1,6; В=0,5; С=0,6; АВ=0,9; АС=2,8; ВС=2,3; частных различий=4,0											
Доля влияния факторов, %	А=6,3; В=0,2; С=82,1; АВ=2,5; АС=5,0; ВС=0,0; АВС=3,9											

Наибольшая крупность зерна в среднем по опыту была отмечена у Алисианы (86,7 %), Жозефина (86,4 %), Филадельфии (83,2 %), Салаира (81,3 %), 9/02 (81,3 %), 65/03 (80,7 %) и Беатрис (80,6 %). Достоверно меньшим значением признака относительно стандарта характеризовались сорта Харьковский 99 (68,9 %), Ача (72,5 %) и Никита (73,4 %). Харьковский 99 сформировал зерно с наименьшей крупностью среди всех генотипов как в среднем по обоим срокам посева, так и по всем вариантам опыта в 2012 году.

Ранний срок посева обеспечивал наибольшую выраженность этого признака во все годы, и в среднем составил 79,5 %, что на 1,5 % больше, чем на позднем сроке. Наибольшую крупность зерна сортообразцы ячменя сформировали в 2010 году (95,5 %), в последующие два года исследований величина данного признака составила 81,9 % - в 2011 году и 58,9 % - в 2012 году, что на 13,6 % и 36,6 % меньше, чем в 2010 году.

Выше других минимальное значение крупности зерна отмечено у Жозефина (68,4 %), Алисианы (68,3 %) и Салаира (66,2 %) (таблица 29). У первых двух из этих сортов было отмечено и максимальное значение признака в благоприятных условиях: Жозефин (98,1 %) и Алисиана (98,7 %). Минимальными значениями признака в неблагоприятных условиях характеризовались: Харьковский 99 (25,3 %) и Ача (32,1 %). Последний, вместе с образцами 54/07 и Изабеллой, также был отмечен и минимальной крупностью зерна в благоприятных условиях.

Вариабельность признака в опыте была значительной и составила в среднем по опыту 20,3 %. Наименьшим коэффициентом вариации характеризовались Жозефин (CV=13,0 %), Алисиана (CV=14,3 %) и Салаир (CV=15,2 %), а наибольшим – Харьковский 99 (CV=38,5 %), Ача (CV=29,9 %), Никита (CV=27,7 %) и линия 54/07 (CV=23,4 %).

Таблица 29 - Коэффициент вариации и предельные значения крупности зерна ячменя

Сорт, линия	Пределы варьирования, %		CV, %
	min	max	
Сигнал, ст.	55,2	95,8	21,0
Алисиана	68,3	98,7	14,3
Аннабель	57,4	95,9	18,0
Ача	32,1	91,3	29,9
Беатрис	55,1	97,2	22,1
Ворсинский	51,7	95,7	21,8
Ворсинский 2	53,4	95,2	19,7
Жозефин	68,4	98,1	13,0
Изабелла	53,7	94,4	18,6
Консита	55,7	97,2	22,9
Лилли	52,8	96,1	22,4
Никита	60,2	96,1	27,7
Омский 90	58,2	95,9	19,8
Салаир	66,2	94,9	15,2
Филадельфия	57,6	97,6	17,2
Харьковский 99	25,3	97,3	38,5
9/02	51,0	98,5	21,7
54/07	48,0	94,2	23,4
65/03	53,2	97,7	22,7
116/06	56,4	96,3	20,6
Среднее	54,0	96,2	20,3

Таким образом, крупность зерна во многом зависела от условий вегетационного периода, в связи с чем, в 2010 году зерно образцов ячменя по этому признаку соответствовало I классу, в 2011 году – II классу, а в 2012 – не подходит к требованиям ГОСТ 5060-86. Наибольшую крупность зерна в среднем по опыту сформировали Алисиана, Жозефин, Филадельфия, Салаир и селекционная линия 9/02. Первые два сорта, вместе с Салаиром можно отнести к экологически пластичным генотипам, а линию 9/02 к отзывчивым.

3.3.4 Выравненность зерна

Наряду с крупностью, зерно пивоваренного ячменя еще должно быть выравненным. Выравненность – это показатель качества, характеризующий

однородность зерна по толщине зерновки и имеет очень большое значение в пивоварении. Он определяется в основном генетической предрасположенностью и, в меньшей степени, - условиями выращивания. Неоднородность зерен по размеру, массе и форме негативно сказывается в процессе приготовления солода, такое зерно не одинаково впитывает влагу при замочке и прорастает с различной скоростью. По зарубежным и российскому стандартам, ячмень высокого качества должен содержать более 85 % зерен на ситах с отверстиями 2,8 и 2,5 мм. (Пивоваренный ячмень в Алтайском крае, 2003; Меледина Т.В., Прохорчик И.П., Кузнецова Л.И., 2013; Коновалов Ю.Б., 1981).

По данным дисперсионного анализа лимитирующим фактором являются годы проведения исследований (46,9 %). Достоверный вклад в изменчивость признака внесли также генотипические различия (8,6 %), взаимодействия «год × генотип» - 18,5 %, «год × срок посева × генотип» - 13,3 %. (таблица 30).

Наибольшим значением признака в среднем по опыту обладали следующие генотипы: Ворсинский (93,5 %), Харьковский 99 (93,2 %), селекционные линии 9/02 и 65/03 (93,2 % и 93,0 % соответственно), преимущество которых, по сравнению со стандартным сортом, было достоверными. Существенно меньшую выравненность зерна показали Изабелла (87,6 %), Салаир и Жозефин (по 89,3 %), линия 54/07 (89,7 %) и Аннабель (89,8 %). Остальные сортообразцы по этому показателю были на уровне стандарта.

В среднем за 3 года на раннем сроке посева генотипы сформировали зерно с наибольшей выравненностью – 91,3 %, что на 0,6 % больше, по сравнению с более поздним сроком (90,7 %).

Выравненность зерна по годам распределилась следующим образом: в 2010 году она была наибольшей и составляла 95,5 %, в 2012 году – 91,0 %, а наименьшей в 2011 году - 86,6 %.

Таблица 30 – Выравненность зерна ячменя, %

Сорт, линия (фактор А)	Срок посева (фактор В) / год (фактор С)											
	1 срок посева				2 срок посева				среднее			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средн.
Сигнал, ст.	95,8	89,3	91,6	92,2	91,2	85,2	95,3	90,6	93,5	87,3	93,5	91,4
Алисиана	98,7	93,4	82,0	91,4	97,4	89,4	86,0	90,9	98,1	91,4	84,0	91,2
Аннабель	95,9	88,3	86,2	90,1	93,2	82,2	93,2	89,5	94,6	85,3	89,7	89,8
Ача	91,2	90,4	98,9	93,5	91,3	81,0	92,2	88,2	91,3	85,7	95,6	90,9
Беатрис	97,2	91,0	92,0	93,4	96,8	83,2	92,5	90,8	97,0	87,1	92,3	92,1
Ворсинский	95,7	92,7	94,5	94,3	94,7	86,6	96,5	92,6	95,2	89,7	95,5	93,5
Ворсинский 2	95,2	92,0	86,0	91,1	94,4	82,5	94,5	90,5	94,8	87,3	90,3	90,8
Жозефин	97,4	89,1	78,1	88,2	98,1	87,4	85,8	90,4	97,8	88,3	82,0	89,3
Изабелла	92,7	87,9	71,1	83,9	94,4	84,1	95,5	91,3	93,6	86,0	83,3	87,6
Консита	97,2	88,6	92,6	92,8	95,1	82,9	89,2	89,1	96,2	85,8	90,9	91,0
Лилли	96,1	90,1	90,9	92,4	93,6	86,3	91,4	90,4	94,9	88,2	91,2	91,4
Никита	95,3	88,2	97,2	93,6	96,1	82,7	90,5	89,8	95,7	85,5	93,9	91,7
Омский 90	95,9	81,3	89,6	88,9	95,4	89,5	89,2	91,4	95,7	85,4	89,4	90,2
Салаир	94,9	83,5	90,7	89,7	94,6	81,4	90,5	88,8	94,8	82,5	90,6	89,3
Филадельфия	97,6	87,5	88,0	91,0	96,2	84,8	93,8	91,6	96,9	86,2	90,9	91,3
Харьковский 99	97,3	85,5	99,6	94,1	95,3	88,5	93,0	92,3	96,3	87,0	96,3	93,2
9/02	98,5	88,4	89,8	92,2	96,5	88,4	97,7	94,2	97,5	88,4	93,8	93,2
54/07	94,2	83,9	92,1	90,1	93,8	83,2	91,0	89,3	94,0	83,6	91,6	89,7
65/03	97,7	89,6	91,3	92,9	96,8	86,5	96,1	93,1	97,3	88,1	93,7	93,0
116/06	96,3	84,5	91,0	90,6	96,0	82,4	91,6	90,0	96,2	83,5	91,3	90,3
Среднее	96,0	88,3	89,7	91,3	95,0	84,9	92,3	90,7	95,5	86,6	91,0	91,0
НСР ₀₅ для факторов	А=1,4; В=0,5; С=0,6; АВ=0,8; АС=2,5; ВС=2,1; частных различий=3,6											
Доля влияния факторов, %	А=8,6; В=0,4; С=46,9; АВ=6,4; АС=18,5; ВС=5,9; АВС=13,3											

Согласно предельным значениям отзывчивостью на улучшение условий по выравненности зерна обладают Ворсинский 2, Ача, Омский 90 и Алисиана. Сортообразцы Ворсинский, Харьковский 99, Сигнал, селекционные линии 9/02 и 65/03 имеют максимальное значение показателя в наиболее жестких условиях, а Лилли, Аннабель, Изабелла, Салаир и линия 54/07 имеют наиболее невыравненное зерно в наиболее благоприятных условиях выращивания (таблица 31).

Таблица 31 - Коэффициент вариации и предельные значения выравненности зерна ячменя

Сорт, линия	Пределы варьирования, %		CV, %
	min	max	
Сигнал, ст.	85,2	95,8	4,5
Алисиана	82,0	98,7	7,4
Аннабель	82,2	95,9	6,3
Ача	81,0	98,9	6,4
Беатрис	83,2	97,2	6,2
Ворсинский	86,6	96,5	4,5
Ворсинский 2	82,5	95,2	6,2
Жозефин	78,1	98,1	8,4
Изабелла	71,1	95,5	10,5
Консита	82,9	97,2	6,2
Лилли	86,3	96,1	4,6
Никита	82,7	97,2	6,1
Омский 90	81,3	95,9	6,0
Салаир	81,4	94,9	6,3
Филадельфия	84,8	97,6	6,1
Харьковский 99	85,5	97,3	5,7
9/02	88,4	98,5	5,4
54/07	83,2	94,2	5,6
65/03	86,5	97,7	5,3
116/06	82,4	96,3	6,4
Среднее	82,8	96,7	6,2

По коэффициенту вариации генотипы отличались слабо при среднесортовом значении 6,2 %, характеризующему признак как слабоизменчивый. Наименьший коэффициент вариации, указывающий на большую стабильность генотипа по изучаемому признаку, был у сортов Сигнал

(4,5 %), Ворсинский (4,5 %), Лилли (4,6 %), селекционных линий 65/03 (5,3 %) и 9/02 (5,4 %), а максимальный у Изабеллы (10,5 %), Жозефина (8,4 %) и Алисианы (7,4 %).

Таким образом, выравненность зерна во многом зависела от вегетационного периода в годы исследований и меньшей степени от сроков посева. В среднем за три года наибольшая выравненность характерна для сортов Ворсинский, Харьковский 99, а также для селекционных линий 9/02 и 65/03. Первые два сорта можно охарактеризовать как экологически пластичные генотипы, а линии – как стабильные.

3.4 Взаимосвязь урожайности с элементами ее структуры и показателями качества зерна сортообразцов ярового ячменя

В селекционной практике важно изучить корреляционные зависимости между признаками, прямо или косвенно влияющими на результирующий показатель – продуктивность растения.

Одним из достоинств корреляционного анализа является то, что он позволяет выделить признаки, определяющие изменчивость урожая или его комплексных элементов в конкретных климатических условиях (Коробейников Н.И., 2001).

Оценку коэффициентов корреляции в наших опытах проводили по следующей классификации: $r < 0,3$ связь является слабой; при $0,3 < r < 0,7$ средней; при $r > 0,7$ сильной (Б.А. Доспехов, 1979).

В результате корреляционного анализа было установлено, что связи урожайности с элементами ее структуры по генотипам имеют свои особенности (таблица 32). Между сохранностью растений и продуктивностью выявлена наиболее тесная связь среди всех сортообразцов – от 0,79 у Ворсинского 2 до 0,98 у Аллисианы, Филадельфии и линии 54/07. Достоверная связь урожайности с числом растений на 1 м² установлена у большинства генотипов, за исключением сортов Жозефин и Никита. Также достоверный коэффициент корреляции

выявлен между числом продуктивных стеблей и урожайностью у всех сортообразцов.

Таблица 32 – Взаимосвязь урожайности с основными показателями структуры урожая ярового ячменя

Сорт, линия	Структурный признак							
	Сохранность растений к уборке, %	Число растений / 1 м ²	Число продуктивных стеблей / 1 м ²	Озерненность главного колоса, шт.	Масса зерна главного колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с растения, г	Коэффициент продуктивного кущения
Сигнал, ст.	0,86	0,85	0,90	0,56	0,87	0,80	0,96	0,94
Алисиана	0,98	0,73	0,66	0,48	0,49	0,50	0,39	0,52
Аннабель	0,96	0,84	0,83	0,15	0,44	0,54	0,63	0,77
Ача	0,79	0,52	0,55	0,56	0,60	0,56	0,50	0,43
Беатрис	0,99	0,93	0,80	0,42	0,44	0,50	0,47	0,58
Ворсинский	0,84	0,60	0,73	0,19	0,31	0,43	0,28	0,50
Ворсинский 2	0,79	0,50	0,88	0,17	0,54	0,69	0,68	0,86
Жозефин	0,90	0,40	0,87	0,70	0,74	0,72	0,80	0,88
Изабелла	0,90	0,91	0,94	0,94	0,93	0,86	0,92	0,85
Консита	0,96	0,69	0,75	0,56	0,49	0,50	0,44	0,55
Лилли	0,99	0,56	0,72	0,45	0,46	0,40	0,40	0,45
Никита	0,91	0,33	0,90	0,54	0,66	0,66	0,79	0,66
Омский 90	0,92	0,57	0,70	0,12	0,45	0,61	0,50	0,46
Салаир	0,93	0,72	0,91	0,47	0,52	0,53	0,64	0,62
Филадельфия	0,98	0,88	0,50	0,53	0,64	0,63	0,47	0,37
Харьковский 99	0,84	0,29	0,87	0,78	0,87	0,88	0,87	0,92
9/02	0,89	0,54	0,92	0,64	0,75	0,67	0,73	0,71
54/07	0,98	0,96	0,83	0,38	0,59	0,72	0,56	0,61
65/03	0,84	0,58	0,88	0,80	0,76	0,69	0,72	0,73
116/06	0,86	0,55	0,72	0,34	0,61	0,74	0,66	0,65

При $R=0,95$ достоверны коэффициенты корреляции $\geq 0,44$.

Связь озерненности главного колоса с продуктивностью колебалась среди генотипов от слабой - у сортов Омский 90 (0,12), Аннабель (0,15), Ворсинский 2 (0,17) и Ворсинский (0,19), до сильной сопряженности у Изабеллы (0,94), линии 65/03 (0,80) и Харьковского 99 (0,78).

Сильная положительная связь между урожайностью и массой зерна с главного колоса была отмечена у сортов Изабелла (0,93), Изабелла (0,92), Сигнал (0,87), Харьковский 99 (0,87), Жозефин (0,74) и линий 9/02 и 65/03 (0,75 и 0,76

соответственно). Наибольшие коэффициенты корреляции продуктивности и массы 1000 зерен имеют образцы ячменя: Харьковский 99 (0,88), Сигнал (0,80), линия 116/06 (0,74), Жозефин и линия 54/07 (по 0,72).

Между урожайностью и остальными признаками (масса зерна с растения и коэффициент продуктивной кустистости) также отмечена тесная связь у многих генотипов: Сигнал (0,96 и 0,94), Изабелла (0,92 и 0,85), Харьковский 99 (0,87 и 0,92), Жозефин (0,80 и 0,88), линия 65/03 (0,72 и 0,73), линия 9/02 (0,73 и 0,71 соответственно). Также можно отметить тесную корреляционную связь между урожайностью и коэффициентом продуктивного кущения у сортов Ворсинский 2 (0,86) и Аннабель (0,77).

Оценка качества зерна основана на определении большого количества показателей. Для определения направленности и степени сопряженности урожайности с важнейшими пивоваренными показателями качества мы рассчитали коэффициенты корреляции между ними (таблица 33).

Одним из основных пивоваренных показателей качества зерна является его белковость. Поэтому важно установить в какой корреляционной зависимости находится продуктивность ячменя и содержание белка в зерне.

В наших исследованиях белковость зерна отрицательно коррелирует с урожайностью и наиболее тесную связь имеют образцы ячменя Сигнал (-0,91), Никита (-0,85), линия 116/06 (-0,82), Харьковский 99 и линия 9/02 (по -0,78). Остальные генотипы показали среднюю сопряженность между этими показателями, коэффициенты корреляции варьировали от -0,46 до -0,70.

Сильная положительная связь между продуктивностью и натурой зерна была у сортов Ворсинский (0,77), Ача (0,73), Салаир и Харьковский 99 (по 0,71), наименьший коэффициент корреляции был у линии 116/06 (0,22).

Крупность зерна имеет очень тесную положительную сопряженность с урожайностью практически у всех генотипов ячменя, коэффициент корреляции варьировал от 0,73 (Филадельфия) до 0,92 (Сигнал). Только у шести сортов связь этих признаков была средней – от 0,52 (Ача) до 0,69 (Беатрис).

При изучении корреляционных связей урожайности с выравненностью зерна практически для всех сортообразцов достоверной зависимости не установлено.

Таблица 33 – Взаимосвязь урожайности с показателями качества зерна ярового ячменя

Сорт, линия	Показатель качества			
	Содержание белка, %	Нагура, г/л	Крупность, %	Выравненность, %
Сигнал, ст.	-0,91	0,68	0,92	0,07
Алисиана	-0,47	0,44	0,74	0,67
Аннабель	-0,71	0,46	0,84	0,32
Ача	-0,69	0,73	0,52	-0,10
Беатрис	-0,55	0,28	0,69	0,21
Ворсинский	-0,69	0,77	0,57	-0,24
Ворсинский 2	-0,52	0,69	0,74	0,24
Жозефин	-0,57	0,68	0,82	0,73
Изабелла	-0,67	0,67	0,85	0,30
Консита	-0,56	0,63	0,68	0,07
Лилли	-0,48	0,36	0,61	0,23
Никита	-0,85	0,55	0,64	0,05
Омский 90	-0,49	0,46	0,82	-0,04
Салаир	-0,57	0,71	0,83	0,07
Филадельфия	-0,46	0,46	0,73	0,01
Харьковский 99	-0,78	0,71	0,75	-0,22
9/02	-0,78	0,68	0,82	-0,04
54/07	-0,61	0,65	0,78	-0,06
65/03	-0,70	0,39	0,77	0,21
116/06	-0,82	0,22	0,78	0,10

При $R=0,95$ достоверны коэффициенты корреляции $\geq 0,44$.

Таким образом, при выявлении коррелятивной зависимости между урожайностью и хозяйственно-ценным признакам установили, что коэффициент корреляции варьирует в зависимости от генотипа. Наиболее стабильная и тесная связь продуктивности ячменя выявлена с сохранностью растений, числом растений на 1 м², массой зерна главного колоса, массой зерна с растения, содержанием белка и крупностью зерна.

На основе анализа данных урожайности, ее структуры и качественных показателей зерна, полученных в опыте по испытанию современных сортов и перспективных линий ярового ячменя, можно сделать следующие выводы:

1. По данным дисперсионного анализа трехфакторного опыта среди изученных признаков продуктивности и качественных показателей зерна генотипическое влияние более выражено по густоте стеблестоя, озерненности главного колоса и коэффициенту продуктивной кустистости. Установлено значительное влияние сроков посева на сохранность и густоту стояния растений, а также урожайность ячменя. Отмечена очень низкая доля вклада этого фактора в варьирование массы зерна с растения и показателей качества зерна. Наибольшему влиянию условий года подвержены полевая всхожесть, густота продуктивного стеблестоя, масса зерна главного колоса и масса 1000 зерен, коэффициент продуктивной кустистости, масса зерна с растения, содержание белка в зерне, натура и крупность зерна.

2. Среди изученных признаков продуктивности и показателей качества зерна наиболее стабильны густота стояния растений, озерненность главного колоса, масса 1000 зерен, содержания белка, натура и выравненность зерна. У показателей густота продуктивного стеблестоя, масса зерна главного колоса и коэффициента продуктивной кустистости отмечена наиболее сильная изменчивость (среднесортные коэффициенты вариации составили 39,2, 30,1 и 30,3 % соответственно).

3. Выявлены лучшие по отдельным элементам продуктивности, урожайности и показателям качества зерна генотипы:

- Ворсинский 2 обладает высокими значениями по сохранности растений, густоте продуктивного стеблестоя, коэффициента продуктивной кустистости, озерненности главного колоса, массы 1000 зерен, массы зерна с растения и, как следствие, максимальной урожайностью. По качеству зерна этот сорт имеет низкое содержание белка, высокую натура и крупность. Сорт характеризуется пластичностью по сохранности растений к уборке, густоте продуктивного

стеблестоя, урожайности и содержанию белка в зерне. Стабилен по озерненности главного колоса;

- Ворсинский обладает высокой сохранностью растений к уборке, густотой продуктивного стеблестоя, озерненностью главного колоса, массой зерна главного колоса, урожайностью, а также хорошей выравненностью зерна с высокой натурой. Является пластичным по густоте продуктивного стеблестоя, урожайности и содержанию белка в зерне, а также отзывчив по массе зерна с растения;

- Беатрис – сорт с высокими значениями густоты продуктивного стеблестоя, озерненности главного колоса, коэффициента продуктивной кустистости, массы 1000 зерен, а также с низкой белковостью и хорошей натурой зерна. Обладает отзывчивостью по сохранности растений к уборке, содержанию белка и стабильностью по натуре зерна;

- Аннабель - характеризуется высокими озерненностью главного колоса, коэффициентом продуктивного кущения, урожайностью и низким содержанием белка, является экологически пластичным по продуктивности;

- линия 9/02 обладает высокой озерненностью главного колоса, коэффициентом продуктивной кустистости, массой 1000 зерен, массой зерна с растения, урожайностью. По качеству зерна имеет низкое содержание белка в зерне, высокую натуру и выравненность зерна. Экологически пластична по массе 1000 зерен и стабильна по содержанию белка, крупности и выравненности зерна;

- линия 65/03 характеризуется высокой озерненностью главного колоса, коэффициентом продуктивной кустистости, массой 1000 зерен, низким содержанием белка и хорошей выравненностью зерна. Сочетает в себе пластичность по массе 1000 зерен с отзывчивостью по массе зерна с растения и содержанию белка в зерне.

4. Генотипы отличались как по выраженности, так и динамике корреляционных связей урожайности с основными хозяйственно-ценными признаками.

ГЛАВА 4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛУЧШИХ ИСПЫТЫВАЕМЫХ ОБРАЗЦОВ В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

По результатам оценки ярового ячменя был выделен перспективный исходный материал, который активно привлекался в программы гибридизации лаборатории селекции зернофуражных культур Алтайского НИИСХ ФГБНУ ФАНЦА. За 2010 и 2011 годы проведены скрещивания по 164 комбинациям с использованием испытываемых сортообразцов.

В результате оценки полученного селекционного материала за период с 2017 по 2019 годы в селекционном питомнике 2-го года была установлена высокая доля линий, полученных с использованием испытываемых образцов (таблица 34). Так, на этапе СП-2 в 2017 году находилось 303 линии, 238 из них были получены с участием высокоадаптивных испытываемых сортообразцов. В 2018 году в питомнике 2-го года высевали 243 линии, доля номеров с использованием испытываемых родительских форм составила 53,3 %, а в 2019 году 51,8 %.

Таблица 34 – Количество линий ярового ячменя в питомнике СП-2, 2017-2019 гг.

Год	Питомник	Количество линий в питомнике / в т.ч. с использованием испытываемых родительских форм, шт.	Доля селекционных линий с использованием испытываемых родительских форм к общему количеству образцов в питомнике, %
2017	СП-2	303/238	78,5
2018	СП-2	302/161	53,3
2019	СП-2	359/186	51,8

СП-2 – селекционный питомник 2-го года.

Анализ показывает, что наибольшие прибавки по урожайности получены у линий, полученных с участием таких родительских форм, как Ворсинский 2, Салаир, Беатрис, Филадельфия, Изабелла, Аннабель, 9/02 и 65/03 (таблица 35).

Таблица 35 – Урожайность лучших линий ячменя в СП-2, 2017-2019 гг., т/га

Год	№ делянки	Гибридная комбинация	Урожайность, т/га	± к стандарту
2017		Сигнал, ст.	5,48	-
	551	Chipook x Филадельфия	7,10	1,62
	635	Ворсинский 2 x Беатрис	6,80	1,32
	759	Салаир x Беатрис	6,70	1,22
	802	Ворсинский 2 x Изабелла	7,20	1,72
	815	Ворсинский 2 x Дж.Флэйва	6,50	1,02
	822	9/02 x Аннабель	6,70	1,22
$\bar{x} \pm S\bar{x}$			6,80±0,11	
2018		Сигнал, ст.	7,14	-
	508	9/02 x Дж.Флэйва	8,20	1,06
	512	Аннабель x 65/03	8,00	0,86
	537	Ворсинский 2 x Гетьман	8,90	1,76
	614	Кедрович x Беатрис	8,25	1,11
	664	Сигнал x 9/02	8,00	0,86
	677	Ворсинский 2 x Дж.Флэйва	8,20	1,06
	753	Ворсинский 2 x Изабелла	7,90	0,76
$\bar{x} \pm S\bar{x}$			8,21±0,13	
2019		Сигнал, ст.	5,65	-
	553	Салаир x Алиссиана	5,95	0,30
	582	Салаир x Двина	6,05	0,40
	645	166/07 x Дж.Флэйва	5,95	0,30
	691	Ворсинский 2 x Изабелла	6,25	0,60
	765	Ворсинский 2 x Нутанс 312	7,05	1,40
	781	Ворсинский 2 x Дж.Флэйва	6,75	1,10
$\bar{x} \pm S\bar{x}$			6,25±0,18	

В настоящее время для более объективной оценки по продуктивности и качественным показателям, наиболее перспективные сортообразцы проходят экологические испытания в условиях Приобской лесостепи, а также в районах и регионах предполагаемого возделывания. Дальнейшие результаты оценки сортообразцов ярового ячменя в более старших питомниках (2020-2023 гг.) подтвердили перспективность линии из гибридной комбинации 9/02 × Аннабель и послужили одним из оснований для ее передачи в 2023 году на Государственное сортоиспытание под названием Алтайский 22.

Сорт создан методом индивидуального отбора, среднеспелого типа, продолжительность вегетационного периода 72-78 дней. Разновидность nutans. Куст полупрямостоячий. Колосья двурядные, остистые, соломенно-желтые, зерно пленчатое, ости зазубренные. Колос средней длины (6-8 см), средней плотности,

неломкий, при созревании поникает. Ости длинные, слаборасходящиеся с сильной антоциановой окраской кончиков. Зерно желтое ромбической формы, крупное. Масса 1000 зерен 44-51 г. Соломина низкой и средней высоты (55-67 см), устойчива к полеганию. Сорт обладает высокой засухоустойчивостью, устойчивостью к пыльной и твердой головне, скрытостебельными вредителями поражается слабо. Средняя урожайность за 2020-2022 гг. составила 6,30 т/га, что на 1,23 т/га больше, чем у стандарта Сигнал.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Использование в качестве компонентов скрещивания испытываемых образцов, обладающих высокой продуктивностью и хорошими показателями качествами в селекционном материале позволило расширить генетическое разнообразие ячменя.

2. Наибольшие прибавки по урожайности получены у линий, полученных с участием таких родительских форм, как Ворсинский 2, Салаир, Беатрис, Филадельфия, Изабелла, Аннабель, 9/02 и 65/03.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате оценки 20 генотипов ярового ячменя различного эколого-географического происхождения выявлены наиболее продуктивные и ценные по качеству зерна образцы – Ворсинский, Ворсинский 2, Омский 90, Никита, Салаир, Аннабель, Изабелла, Беатрис, селекционные линии 9/02 и 65/03.

2. Сроки посева в различные по погодным условиям годы исследований позволили оценить генотипы по продуктивности, элементам структуры урожая и показателям качества зерна. Ранний срок посева обеспечил лучшую сохранность растений к уборке (+19,8 %), густоту продуктивных побегов (+90 шт./м²), коэффициент продуктивного кущения (+0,19) и урожайность генотипов (0,63 т/га). Отмечена очень низкая доля влияния этого фактора в варьировании массы зерна с растения и показателей качества зерна.

3. Наибольшему влиянию условий года подвержены полевая всхожесть (71,6 %), густота продуктивного стеблестоя (67,5 %), масса зерна главного колоса (66,2 %), масса 1000 зерен (77,0 %), коэффициент продуктивной кустистости (61,9 %), масса зерна с растения (85,3 %), содержание белка в зерне (68,8 %) и крупность зерна (82,1 %). В меньшей степени, влияние условий года сказалось на сохранности растений к уборке, густоте стояния растений, озерненности главного колоса и урожайности (доля влияния составила от 31,4 до 52,5 %).

4. Наибольшую урожайность сформировали сорта Ворсинский 2 (1,97 т/га), Ворсинский (1,68 т/га), Омский 90 (1,70 т/га), Никита (1,68 т/га), Салаир (1,55 т/га), Аннабель (1,65 т/га), линии 116/06 (1,62 т/га) и 9/02 (1,56 т/га). Экологически пластичными по урожайности являются Ворсинский 2, Омский 90, Никита и Аннабель; Беатрис и Изабелла характеризуются отзывчивостью на улучшение условий выращивания.

5. Наиболее стабильны среди изученных показателей - густота стояния растений (CV=17,0 %), озерненность главного колоса (CV=15,6 %), масса 1000 зерен (CV=18,2 %), содержание белка (CV=15,5 %), натура (CV=4,2 %) и выравненность зерна (6,2 %). Более сильная изменчивость отмечена у количества

продуктивных стеблей, массы зерна главного колоса и коэффициента продуктивной кустистости.

6. Выявлены экологически пластичные, отзывчивые и стабильные генотипы по отдельным элементам продуктивности. Экологически пластичными по комплексу структурных элементов являются сорта: Ворсинский 2, Ворсинский, Омский 90, Никита, Беатрис, линии 9/02 и 65/03.

7. Проведена гибридизация по 164 комбинациям и получен новый разнообразный селекционный материал ярового ячменя для условий Приобской лесостепи Алтайского края.

8. В результате комплексной селекционной оценки образцов ярового ячменя выделена перспективная линия, которая в 2023 году передана на Государственное испытание в качестве сорта под названием Алтайский 22.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

1. В качестве исходного материала по комплексу хозяйственно-ценных признаков при создании новых сортов в условиях Западной Сибири рекомендуется использовать сорта Ворсинский, Ворсинский 2, Омский 90, Никита, Салаир, Аннабель, Изабелла, Беатрис, линии 9/02 и 65/03, а также новый сорт Алтайский 22.

2. Рекомендуется использовать в гибридизации ярового ячменя в качестве источников отдельных признаков:

- по сохранности растений: экологически пластичный сорт Ворсинский 2, отзывчивые – Ворсинский, Беатрис и селекционная линия 54/07;

- по густоте продуктивного стеблестоя: экологически пластичные сорта Ворсинский и Ворсинский 2, стабильные – Омский 90, Харьковский 99 и Никита;

- по озерненности главного колоса: отзывчивый – Салаир, стабильные сорта Ворсинский и Ворсинский 2;

- по массе зерна главного колоса: экологически пластичные сорта Салаир и Алисиана, стабильный – Омский 90;

- по коэффициенту продуктивной кустистости: экологически пластичные – Лилли, Изабелла и селекционная линия 65/03, стабильные – Омский 90 и Харьковский 99.

- по массе 1000 зерен: пластичные линии 9/02 и 65/03, а стабильные – сорта Омский 90 и Алисиана;

- по массе зерна с растения: экологически пластичные – Жозефин и линия 9/02, отзывчивые – Алисиана, Ворсинский, Салаир, Жозефин и линия 65/03;

- по низкому содержанию белка в зерне: Ворсинский 2, Аннабель, Изабелла, Беатрис, и селекционные линии 9/02 и 65/03;

- по крупности зерна: пластичные генотипы Алисиана, Жозефин, Салаир и отзывчивую линию 9/02;

- по выравненности зерна: экологически пластичные сорта Ворсинский и Харьковский 99, стабильные – 9/02 и 65/03.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулатанов, К. Изменчивость комбинационной способности сортов ярового ячменя по признакам продуктивности в условиях Памира / К. Абдулатанов // Цитология и генетика. – 1985. – Т. 19, № 1. – С. 37-40.
2. Агроклиматические ресурсы Алтайского края (без Горно-Алтайской автономной области) = Алтайский край [Текст]: [Справочник] / Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1971. - 155 с.
3. Андреева, О. В. Аминокислотный и витаминный состав новых биологически активных препаратов из солодовых ростков / О.В. Андреева, В. С. Исаева, Л.В. Киселева [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1977. - № 2. – С. 13-14.
4. Асеева, Т. А. Адаптивная реакция сортов и селекционных линий ярового овса в условиях Среднего Приамурья / Т. А. Асеева, И. Б. Трифунтова // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. №4. С. 22–28.
5. Ацци, Д. А. Сельскохозяйственная экология: пер. с итал. В. И. Ковалевского / Д. А. Ацци; под ред. Н. И. Софотерова. - Москва; Ленинград: Государственное издательство сельскохозяйственной и колхозно-кооперативной литературы, 1932. — 344 с.
6. Бакиров, Ф. Г. Роль способа посева в повышении эффективности ресурсосберегающих технологий и урожайности / Ф. Г. Бакиров // Зерновое хозяйство. - 2006. № 8. - С. 11-12.
7. Баташева, Б. А. Дифференциация подвидов ячменя по элементам структуры урожая и их корреляция с продуктивностью / Б. А. Баташева // Исходный материал зерновых, овощных культур и проблемы селекции в условиях Южного Дагестана: Труды по прикладной ботанике, генетики и селекции. – СПб.: ВИР, 2000. – Т. 158. - С. 20-24.

8. Бельская, Г. В. Исходный материал селекции ярового ячменя в Центрально-Черноземной зоне России / Г. В. Бельская: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук - Санкт-Петербург, 2007. - 15 с.
9. Бирюков, К. Н. Сроки посева – важная составляющая технологии возделывания тритикале при усилении засушливости климата / К. Н. Бирюков, А. И. Грабовец, А. В. Крохмаль и др. // Достижения науки и техники АПК. - 2022. - Т. 36. № 2. - С. 32–36.
10. Боме, Н. А. Полевая всхожесть семян и выживаемость растений ячменя как показатели адаптации к меняющимся условиям среды. / Н. А. Боме, А. Я. Боме, Н. В. Тетянников // Аграрный вестник Урала. - № 4 (134). - 2015. - С. 15-18.
11. Бриггс, Ф. Научные основы селекции растений. / Ф. Бриггс, П. Ноулз – М.: Колос, 1972. – 399 с.
12. Борисоник, З. Б. Ячмень яровой / З. Б. Борисоник. – М.: Колос, 1974. – 246 с.
13. Бурдун, А. М. Оценка экологической адаптивности сортов на ранних этапах селекции / А. М. Бурдун, Л. М. Лопатина, А. Н. Гуйда, Ю. П. Логинов, В. П. Максименко // Теоретические и прикладные аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя и тритикале. - Одесса ВСГИ, 1981. - С. 169.
14. Бурлакова, Л. М. Методические рекомендации по определению ресурсного потенциала земель сельскохозяйственных угодий Алтайского края / Л. М. Бурлакова, Д. Е. Викулов, С. А. Самойлов, В. А. Мерещкий. - Барнаул, 2006. - 34 с.
15. Бурлакова, Л. М. Почвы. Земельные ресурсы / Л. М. Бурлакова, Т. А. Пудовкина // Энциклопедия Алтайского края. Барнаул, 1995.- Т. 1. - С. 53-57.
16. Вавилов, Н. И. Ботанико-географические основы селекции. / Н. И. Вавилов - М.; Л., 1935. - С. 3-60.
17. Вавилов, Н. И. Избранные сочинения. Генетика и селекция / Н. И. Вавилов. – М.: Колос, 1966. – 554 с.

18. Вавилов, П. П. Растениеводство / П. П. Вавилов, В. В. Гриценко, В. С. Кузнецов, В. И. Лукьянюк, Н. Н. Третьяков, И. С. Шатилов; под ред. П. П. Вавилова. – Изд. 4, доп. и перераб. - М.: Колос, 1979. - 519 с.
19. Вавилов, Н. И. Теоретические основы селекции / Н. И. Вавилов - М.: Наука, 1987. - С. 29-33.
20. Вакуленко, Г. М. Развитие и продуктивность яровой пшеницы и ячменя на почвах чернозёмно-солонцового комплекса северной лесостепи Омской области: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Г. М. Вакуленко – Омск, 1979. - 17 с.
21. Валекжанин, В. С. Адаптивные реакции сортов яровой мягкой пшеницы на различные агроэкологические условия формирования урожайности / В. С. Валекжанин, Н.И. Коробейников // Актуальные проблемы земледелия и растениеводства / Материалы II-й Межд. конф. молод. ученых и аспирантов. Алмалыбык, 2005. – С. 27-28.
22. Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур Российской Федерации в 2023 году [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277>. Дата обращения 05.02.2024.
23. Васильчук, Н. С. Селекция яровой твердой пшеницы / Н. С. Васильчук – Саратов, 2001. – 119 с.
24. Ведров, Н. Г. Яровая пшеница в Восточной Сибири (биология, экология, селекция и семеноводство, технология возделывания) / Н. Г. Ведров, В. Е. Дмитриев, Е. М. Нестеренко. – Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-та, 1998. – 312 с.
25. Воробьев, В. Ф. К вопросу селекции яровой пшеницы в засушливом Оренбуржье / В. Ф. Воробьев // Мат. научно-метод. конф. – Саратов, 1972. – С. 89.
26. Воробьев, Н. В. Продукционный процесс у сортов риса / Н. В. Воробьев, М. А. Скаженник, В. С. Ковалев. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. - 199 с.

27. Гамзикова, О. И. Содержание протеина и лизина в зерне ячменя / О. И. Гамзикова, Н. М. Федулова // Растениеводство и селекция с.-х. культур в Сибири: науч. тр. Сиб. НИИСХ. – Новосибирск, 1974. – Т. 21. – С. 13-17.
28. Гарис, Д. В. Селекционно-генетическая оценка сортов и гибридов голозерного и пленчатого ячменя в условиях среднего Прииртышья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Д. В. Гарис. - Омск, 2008. - 16 с.
29. Гаркавый, П. Ф. Выбор родительских пар для скрещивания ячменя / П. Ф. Гаркавый // Селекция и семеноводство. – 1936. – Т. 7, № 1. – С. 61-68.
30. Гаркавый, П. Ф. Основные итоги, задачи и методы селекции ячменя в СССР / П. Ф. Гаркавый // Науч. тр. ВСГИ. – Одесса, 1970. – Вып. 9. – С. 37-53.
31. Гаркавый, П. Ф. Создание новых сортов ячменя и значение исходного материала ВИР / П. Ф. Гаркавый // Бюл. ВИР. – Л., 1973. – Вып. 35. – С. 47-51.
32. Герасименко, Е. Ячмень на пиво: критерии качества / Е. Герасименко // Новое сельское хозяйство. – 2003. – № 4. – С. 42.
33. Герасимова, А. И. Создание и изучение исходного материала озимого ячменя пивоваренного направления: автореферат диссертации кандидата с.-х. наук / А. И. Герасимова. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 24 с.
34. Глуховцев, В. В. Об оценке пивоваренных качеств ячменя / В. В. Глуховцев // Вестник РАСХН. – 2001. – № 4. – С. 84–86.
35. Глуховцев, В. В. Проблемы средневожского пивоварения / В. В. Глуховцев, А. А. Михайлов, А. В. Чурсин // Пиво и напитки. – 2002. – № 6. – С. 4–5.
36. Голик, В. С. Селекция *Triticum durum* Desf. / В. С. Голик, О. В. Голик. – Харьков, 2008. – 519 с.
37. Головин, В. В. Инновационная технология выращивания ярового ячменя на пивоваренные цели с использованием современных и перспективных сортов. (Методическое пособие) / В. В. Головин, Е. А. Артемьева, О. В. Левакова // ГУ Рязанский НИПТИ АПК Россельхозакадемии. – Рязань, 2007. – 41 с.

38. Гончаренко, А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. - 2005. - № 6. - С. 49-53.

39. Гончаренко, А. А. Оценка экологической стабильности и пластичности инбредных линий озимой ржи / А. А. Гончаренко, А. В. Макаров, С. А. Ермаков, Т. В. Семенова, В. Н. Точилин / Российская сельскохозяйственная наука. – 2015. – № 1-2. – С.3-9.

40. Гончаров, С. В. Кому нужен пивоваренный ячмень в России / С. В. Гончаров // Агробизнес и пищевая промышленность. - 2004. - № 3. - С. 5-7.

41. Гончаров, С. В. Пивоваренный ячмень: Европейские селекционные программы / С. В. Гончаров, А. Н. Мордовин [Электронный ресурс]. – 2014. - режим доступа https://barley-malt.ru/wp-content/uploads/2014/01/goncharov-mordovyn_-evropejskiye-selekyonnye-programmy_2013.pdf (Дата обращения 03.03.2023).

42. Гончаров, С. В. Пивоваренный ячмень в России: реалии и перспективы / С. В. Гончаров, А. Н. Рубцов // Селекция, семеноводство и возделывание полевых культур. – Ростов-на-Дону, 2004. – С. 380-384.

43. Гончаров, П. Л. Оптимизация сельскохозяйственного процесса / П. Л. Гончаров // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: Докл. и сообщ. VIII генетико-селекцион. шк. (11-16 ноября 2001 г.) // РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИРС. НГАУ. – Новосибирск, 2001. – С. 5-16.

44. Гончаров, П. Л. Растениеводство начала XXI столетия / П. Л. Гончаров // Научное обеспечение АПК Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Башкортостана: Матер. 5-й Межд. научн.-практ. конф. (Абакан, 10-12 июля 2002 г.). – Новосибирск, 2002. – С. 177-181.

45. Горак, Л. Чехословацкие сорта пивоваренного ячменя, их свойства и районирование / Л. Горак // Пивоваренный ячмень. – М., 1961. – С. 137-155.

46. Горпинченко, Т. В. Качество ячменя для пивоварения / Т. В. Горпинченко, З. Ф. Аниканова // Пиво и напитки. – 2002. – № 1. – С. 18–22.

47. Горшкова, В. А. Создание сортов ячменя с высокой экологической пластичностью / В. А. Горшкова, В. Т. Городов // Новое в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур: науч. тр. – Каменная степь, 1987. – С. 67-71.
48. Грабовец, А. И. Проблемы селекции и семеноводства зерновых культур и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов / А. И. Грабовец // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. №8. С. 10–13.
49. Грязнов, А. А. Ячмень Карабалыкский: Корм, крупа, пиво: диссертация ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.00. - Кустанай: Кустан. печат. двор, 1996. - 448 с.
50. Гуляев, Г. В. Селекция и семеноводство полевых культур. / Г. В. Гуляев, Ю. Л. Гужов - М.: Колос, 1978. – 439 с.
51. Гуляев, Г. В. Наследование реципрокными гибридами пшеницы признаков, определяющих развитие свойства неполегамости / Г. В. Гуляев, В. Г. Кызласов // Изв. ТСХА. – 1975. – Вып. 1. – С. 56-63.
52. Гуляев, Г. В. Изменчивость количественных признаков озимой мягкой пшеницы / Г. В. Гуляев, Н. Ф. Лоскутов // Изв. ТСХА. – М., 1971. – Вып. 5. – С. 52-58.
53. Денисов, В. П. Озимая рожь и пшеница в Нечерноземной полосе / П. В. Денисов, М. Ф. Стихии - Л.: Колос, 1965. - 248 с.
54. Деревянко, А. Н. Погода и качество зерна озимых культур. / А. Н. Деревянко - Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 127 с.
55. Диксон, А. Д. Ячмень для производства солода и питания / А. Д. Диксон пер. с англ. Ю. С. Демина – М.: Колос, 1973. – С. 213-233.
56. Дорофеев, В. Ф. Некоторые данные исследования полегаемости пшениц / В. Ф. Дорофеев // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – Л., 1960. – Т. 32, вып. 2. – С. 293-306.

57. Дорофеев, В. Ф. Анатомическое строение стебля некоторых видов пшениц и его связь с полеганием / В. Ф. Дорофеев // Бот. журнал. - 1962. – Т. 47. – С. 374-380.
58. Дорофеев, В. Ф. Анатомия пшениц в связи с задачами селекции на устойчивость к полеганию / В. Ф. Дорофеев // Устойчивость растений против полегания. Тез. к совещ., 29 июня 2 июля 1965 г. - Минск, 1965. - С. 75-77.
59. Дорофеев, В. Ф. Пшеницы мира / В. Ф. Дорофеев, М. М. Якубцинер, М. И. Руденко и др. – Л.: Колос, 1976. - 487 с.
60. Дорофеев, В. Ф. Генетика культурных растений / В. Ф. Дорофеев // Зерновые культуры. – Л., 1986. – С. 130-143.
61. Дорохова, Д. П. Исходный материал и достижения в селекции озимой твердой пшеницы по содержанию каротиноидов в зерне сортов ФГБНУ «АНЦ «Донской»» / Д. П. Дорохова, М. М. Копусь // Зерновое хозяйство России. – 2018. - № 1 (55). – С. 3-5.
62. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов – М.: Колос, 1979. – 416 с.
63. Драгавцев, В. А. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири / В. А. Драгавцев, Р. А. Цильке, Б. Г. Рейтер и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1984. – 121 с.
64. Драгавцев, В. А. Оценка сортов и линий ярового овса с помощью принципа ортогональной идентификации генетико-физиологических систем, определяющих урожай / В. А. Драгавцев, В. Е. Кардашина, Е. С. Ковтуновская // Достижения науки и техники АПК. - 2022. - Т. 36. - №7. - С. 19–24.
65. Дридигер, В. К. Специализированные севообороты зеленого конвейера и технология возделывания кормовых культур / В. К. Дридигер – Ставрополь: АгроРУС, 2010. – 231 с.
66. Дровальёва, Н. В. Формирование белка и урожайность сортов ярового ячменя в зависимости от агроэкологических условий и приемов возделывания в Среднем Поволжье : Дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05, 06.01.09 : Пенза, 2005. - 152 с.

67. Евдокимов, М. Г. Селекция адаптивных сортов яровой твердой пшеницы / М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов // Проблемы селекции и семеноводства полевых культур в Западной Сибири и Казахстане: Матер. семинара, Кулундинская СХОС, Алтайский край (27-28 февраля 2001 г.). – Барнаулю - 2001. – С. 16-22.

68. Евдокимов, М. Г. Селекция твердой пшеницы в Сибирском Прииртышье / М. Г. Евдокимов – Омск: ООО «Издательско-полиграфический центр «Сфера»», 2006. – 220 с.

69. Ермаков, Е. И. Дифференциация сортов пшеницы по устойчивости и адаптационной способности в зависимости от температурных условий формирования семян / Е. И. Ермаков, В. Н. Савин, Е. В. Канаш // С.-х. биология. – 2001 . - №3. – С. 18-26.

70. Ермолаева, Г. А. Характеристика пивоваренного ячменя и требования к его качеству / Г. А. Ермолаева // Пиво и напитки. – 2004. – № 5. – С. 16–18.

71. Ермолаева, Г. А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков: Учеб. для нач. проф. образования / Г. А. Ермолаева, Р.А. Колчева. – М.: ИРПО; Изд. центр «Академия», 2000. – 416 с.

72. Ерошенко, Н. А. Реализация потенциала урожайности и качеств зерна пивоваренных сортов ярового ячменя при разных технологиях возделывания в условиях Центрального Нечерноземья // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н. А. Ерошенко. - Московская область, Московский НИИСХ «Нечминовка», 2011.-24 с.

73. Ерёмин, Д. И. Элементы продуктивности и характер их наследования гибридами F_1 овса ярового (*Avena sativa* L.) в Западной Сибири / Д. И. Ерёмин, А. В. Любимова, А. К. Таутекенова и др. // Достижения науки и техники АПК. - 2022. - Т. 36. - № 7. - С. 25–30.

74. Ерёмин, Д. И. Урожай и качество зерна овса при различном уровне минерального питания / Д. И. Ерёмин, М. Н. Моисеева, Д. В. Еремин // Достижения науки и техники АПК. - 2022. - Т. 36. - № 9. - С. 48-54.

75. Жученко, А. А. Адаптивный потенциал культурных растений / А. А. Жученко – Кишнев, 1988. – 766 с.
76. Жученко, А. А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз) / А. А. Жученко – Кишнев: «Штиинца», 1980. – 588с.
77. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы / А. А. Жученко – Академия наук МССР, Институт экологической генетики. – Кишнев: Штиинца, 1990. – 432 с.
78. Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко – М.: Издательство РУДН, 2001. – Т.1. – 780 с.
79. Завалин, А. А. Реакция ячменя на подкисление чернозема типичного / А. А. Завалин, Н.Я. Шмырева, О. А. Соколов и др. // Достижения науки и техники АПК. - 2022. - Т. 36. - № 11. - С. 5–9.
80. Зеленский, Ю. И. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к отрицательным экологическим факторам, урожайность и качество зерна в степной зоне Северного Казахстана: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Ю. И. Зеленский – Омск, 2001. - 20 с.
81. Зенищева, Л. С. Использование формулы устойчивости при оценке стойкости сортов ярового ячменя против полегания / Л. С. Зенищева, Я. Лекеш // Вестн. с.-х. науки. – 1966. - № 8. – С. 120-123.
82. Зиборов, А. И. Оценка экологической пластичности современных сортов и перспективных линий яровой твердой пшеницы в условиях Приобской лесостепи Алтайского края: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / А. И. Зиборов – Барнаул. – 2013. – 144 с.
83. Зиборов, А. И. Исходный материал в селекции яровой мягкой и твердой пшеницы на адаптивность: монография / А. И. Зиборов, В. С. Валекжанин – ФГБНУ Алтайский НИИСХ. – Барнаул: ИП Колмогоров И. А., 2016. – 113 с.

84. Зыкин, В. А. Селекция яровой мягкой пшеницы на повышение адаптивного потенциала в условиях Среднего Прииртышья / В. А. Зыкин // Селекция зерновых культур в Западной Сибири: Сб. науч. тр. / РАСХН. Сиб. отделение. СибНИИСХ. – Новосибирск, 1992. – С. 4-14.

85. Зыкин, В. А. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка) / В. А. Зыкин, И. А. Белан, В. С. Юсов, Р. С. Кираев, И. О. Чанышев. – Уфа, 2011. – 97 с.

86. Зыкин, В.А Селекция яровой пшеницы на адаптивность: результаты и перспективы / В. А. Зыкин, И. А. Белан, В. М. Россеев, С. В. Пашков // Доклады РАСХН. – 2000. - № 2. – С. 5-7.

87. Зыкин, В. А. Селекция яровой мягкой пшеницы на адаптивность в условиях Западной Сибири: особенности, результаты и перспективы / В. А. Зыкин, И. А. Белан, В. М. Россеев // Проблемы селекции и семеноводства полевых культур в Западной Сибири и Казахстане. Мат. семинара, Кулундинская СХОС, Алтайский край. – Барнаул, 2001. – С. 23-31.

88. Зыкин, В. А. Экология пшеницы / В. А. Зыкин, В. П. Шаманин, И. А. Белан - Омск. – 2000. – 124 с.

89. Иванченко, Т. В. Влияние предпосевного протравливания семян ярового ячменя препаратом Сертикор на продуктивность и динамику развития растений / Т. В. Иванченко, И. Н. Маркова, В. Н. Питоня, Г. И. Резанова // Земледелие. – 2012. – № 8. – С. 35-36.

90. Ильин, А. В. Селекция сортов ячменя пивоваренного направления для регионов с недостаточным увлажнением / А. В. Ильин, Ю. А. Калинин, Т. И. Степанова и др. // Селекция, семеноводство и технология возделывания сельскохозяйственных культур сухостепного Заволжья: материалы Всерос. науч. конф. – Пенза, 2002. – С. 10–11.

91. Кадыров, М. А. Некоторые аспекты селекции сортов с широкой экологической адаптацией / М. А. Кадыров, С. И. Гриб, Ф. Н. Батуро // Селекция и семеноводство. – 1984. - № 7. – С. 8-11.

92. Калашник, Н. А. Генетика продуктивности и показателей качества зерна пивоваренного ячменя в условиях Среднего Прииртышья / Н. А. Калашник, Г. Я. Козлова, Н. И. Аниськов – Новосибирск, 2005. – 132 с.
93. Калунянц, К. А. Химия солода и пива / К. А. Калунянц. – М.: Агропромиздат, 1990. – 176 с.
94. Касаева, К. А. Нормы высева зерновых культур, как прием формирования продуктивного стеблестоя / К. А. Касаева // С.х.-во за рубежом, 1978. – №4.– С.58.
95. Катаржин, М. С. Сортообразующая способность и ее роль при подборе пар скрещивания / М. С. Катаржин // Тр. Волгогр. опыт. ст. ВИР. – Волгоград, 1973. – Вып. 7. – С. 102-106.
96. Кем, А. А. Совершенствование способов посева зерновых в Западной Сибири / А. А. Кем, Л. В. Юшкевич, А. Г. Щитов // Зерновое хозяйство. 2007. - № 1. - С. 17-19.
97. Кильчевский, А. В.. Генотип и среда в селекции растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева – Минск. Наука и техника, 1989. – 191 с.
98. Кильчевский, А. В. Экологическая селекция растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева // Минск: Тэхналогія, - 1997. – 368 с.
99. Кирьякова, М. Н. Характер наследования и комбинационная способность сортов для селекции пивоваренного ячменя в условиях Среднего Прииртышья / М. Н. Кирьякова: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук - Тюмень, 2005.-15 с.
100. Коваль, С. Ф. Что такое модель сорта монография / С. Ф. Коваль, В. С. Коваль, В. М. Чернаков и др.; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Федер. гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Ом. гос. аграр. ун-т". - Омск: Изд-во ОмГАУ, 2005. - 277 с.
101. Коновалов, Ю. Б. Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя / Ю. Б. Коновалов. - Москва: Колос, 1981. - 175 с.
102. Коробейников, Н. И. Корреляционный анализ признаков продуктивности яровой мягкой пшеницы и его использование в практической

селекции / Н. И. Корбейников // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: Докл. и сообщ. VIII генетико-селекц. шк. (11-16 нояб. 2001 г.) / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИРС. НГАУ. – Новосибирск, 2001. – С. 62-72.

103. Косминский, Г. И. Химико-технологические исследования способа термической обработки несоложенного ячменя в пивоварении / Г. И. Косминский: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1969, - 32 с.

104. Косых, Л. А. Оценка сортов ярового ячменя на устойчивость к солевому стрессу / Л. А. Косых, Ю. Ю. Никонорова // Достижения науки и техники АПК. - 2022. - Т. 36. - № 11. - С. 31–36.

105. Косяненко, Л. П. Экологическая пластичность овса Лесостепи / Л. П. Косяненко // Вестник КрасГАУ. – 2006. - № 10. – С. 108-112.

106. Коваль, С. Ф. Комплексный отбор ценных генотипов на провокационном фоне у самоопыляющихся культур / С. Ф. Коваль // Сельскохозяйственная биология. – 1985. - № 3. – С. 3-13.

107. Коданев, И. М. Ячмень / И. М. Коданев – М.: Колос, 1964. – 239 с.

108. Колунянц, К. А. Химия солода и пива. / К. А. Колунянц - М.: Агропромиздат, 1990. - 175 с.

109. Комар, О. А. Особенности формирования урожайности яровой пшеницы в контрастные по климатическим условиям годы / О. А. Комар, А. И. Моргунов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. - № 4. – С. 81-87.

110. Коновалов, Ю. Б. Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя / Ю. Б. Коновалов. – М.: Колос, 1981. – 175 с.

111. Косяненко, Л. П. Серые хлеба Восточной Сибири /Л. П. Косяненко - Краснояр. ГАУ. – Красноярск, 2008. – 299 с.

112. Кретович, В. Л. Биохимия зерна и хлеба / В. Л. Кретович; АН СССР, Ин-т биохимии им. А. Н. Баха. - Москва: Наука, 1991. - 130 с.

113. Кретович, В. Л. Техническая биохимия / В. Л. Кретович, Л. В. Метлицкий, М. А. Бокучава и др. - М.: Высшая школа, 1973. - 456 с.

114. Кузикеев, Ж. В. Адаптивность сортов ячменя разного происхождения в условиях Алтайского края / Ж. В. Кузикеев // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2017. - №1. – С. 15-19.

115. Кузикеев, Ж. В. Форма зерна пивоваренных сортов ячменя. / Ж. В. Кузикеев // Актуальные направления сельскохозяйственной науки в работах молодых ученых: Сборник научных трудов; ФГБУ Алтайский НИИСХ ФАНО России. – Барнаул: ФГБУ Алтайский НИИСХ, 2014. – С. 102-104.

116. Кузикеев, Ж. В. Формирование продуктивности и качества зерна сортов ярового ячменя в зависимости от норм высева и уровня азотного питания в лесостепи Алтайского края / Ж. В. Кузикеев, В. А. Борадулина, Г. М. Мусалитин и др. // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 3. С. 74-78.

117. Кузикеев, Ж. В. Озерненность главного колоса пивоваренного ячменя, как параметр адаптивности в условиях Приобской лесостепи Алтайского края / Ж. В. Кузикеев, В. А. Борадулина, Г. М. Мусалитин // Научные работы для АПК Алтайского края: сборник научных работ; ФГБНУ Алтайский НИИСХ. – Барнаул: Концепт, 2017. – С. 86-93.

118. Кузикеев, Ж. В., Борадулина В. А., Мусалитин Г. М. Особенности элементов продуктивности растений местных и инорайонных сортов пивоваренного ячменя / Ж. В. Кузикеев, В. А. Борадулина, Г. М. Мусалитин // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / VII Международная научно-практическая конференция (6-7 февраля 2013 г.). Барнаул: РИО АГАУ, 2013. - Кн. 2. – С. 115-116.

119. Кузикеев, Ж. В. Продуктивное кущение сортов пивоваренного ячменя различного эколого-географических групп в условиях Алтайского края / Ж. В. Кузикеев, В. А. Борадулина, Г. М. Мусалитин // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 2 кн. - XIII Международная научно-практическая конференция (15-16 февраля 2018 г.). Барнаул: РИО Алтайского ГАУ. - 2018, Кн. 1. – С. 329-331.

120. Кузикеев, Ж. В. Урожайность и выживаемость как показатель адаптивности сортов ячменя различного происхождения в условиях Алтайского края / Ж. В. Кузикеев, В. А. Борадулина, Г. М. Мусалитин // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. XI Международная научно-практическая конференция (4-5 февраля 2016 г.). Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016, Кн. 2. – С. 139-140.

121. Кузикеев, Ж. В. Урожайность как показатель адаптивности сортов ячменя различного происхождения в условиях Алтайского края / Ж. В. Кузикеев, В. А. Борадулина, Г. М. Мусалитин // Актуальные вопросы АПК Сибири: итоги и перспективы (к 65-летию Алтайского НИИ сельского хозяйства): Сборник научных работ; ФГБНУ Алтайский НИИСХ. – Барнаул: ФГБНУ Алтайский НИИСХ, 2015. – С. 180-186.

122. Кузикеев, Ж. В. Влияние уровня азотного питания и норм высева на развитие и урожайность ячменя / Ж. В. Кузикеев, В. А. Борадулина, Г. М. Мусалитин, А. П. Кузикеева // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. - №7. - С. 27-31.

123. Кузикеев, Ж. В. Связь нормализованного индекса вегетации (NDVI) с урожайностью ярового ячменя в условиях Алтайского Приобья / Ж. В. Кузикеев, А. П. Кузикеева // Научные исследования для АПК в Сибири и Казахстане: сб. статей; ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий. – Барнаул: Концепт, 2018 – С. 14-20.

124. Кузнецова, Т. Е. Селекция ячменя на устойчивость к болезням / Т. Е. Кузнецова, Н. В. Серкин; Россельхозакадемия, Краснодар. НИИСХ. – Краснодар, 2006. – 287 с.

125. Кузьмин, Н. А. Из опыта организации селекции сортов яровой пшеницы с повышенной адаптивностью / Н. А. Кузьмин, В. А. Галата, З. П. Туркова // Селекция и семеноводство. – 1986. - № 5. – С. 10-12.

126. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце – СПб.: Профессия, 2011. – 912 с.

127. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце, Г. Мит – СПб., Изд-во «Профессия», 2001. – 912 с.
128. Кумаков, В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В. А. Кумаков – М.: Агропромиздат, 1985. – 270 с.
129. Лангер, И. Основные принципы селекции пивоваренного ячменя / И. Лангер // Пиво и жизнь. №7 - 2003. - С. 13-23.
130. Левин, И. Ф. Пивоваренный ячмень в Татарстане / И. Ф. Левин, Е. В. Кожемякин, А. З. Назмутдинов // Земледелие. – 2001. – № 3. – С. 12.
131. Левин, И. Ф. Качество зависит от сорта / И. Ф. Левин, Е. В. Кожемякин // Зерновое хозяйство. - 2006. - №1. - С. 14 – 15.
132. Левина, Г. С. Экологическая пластичность мягкой яровой пшеницы / Г. С. Левина, Г. П. Пастухов, С. А. Исаев // Селекция с.-х. культур в Алтайском крае: Сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1988. – С. 74-83.
133. Лелли, Я. Селекция пшеницы. Теория и практика. Пер. с англ. Н.Б. Ронис / Я. Лелли – Москва: Колос, 1980 г. - 384 с.
134. Леонтьев, С. И. Основные параметры модели сортов яровой пшеницы интенсивного типа для степи и южной лесостепи Западной Сибири: Учебн. пособие / С. И. Леонтьев – Омск, 1980. – 428 с.
135. Леонтьев, С. И. Селекция яровой пшеницы в Западной Сибири / Под общей ред. С. И. Леонтьева: Уч. пособие. – Омск: ОмСХИ, 1987. – 108 с.
136. Лепайызэ, Я. Я. Пивоваренный ячмень в Эстонии / Я. Я. Лепайызэ – Таллинн: Валгус, 1980. – 247 с.
137. Лещенко, А. К. Пластичность сортов сои по урожайности семян / А. К. Лещенко, В. Г. Михайлов // Селекция и семеноводство. – Киев: Урожай, 1975. – Вып. 29. – С. 55-60.
138. Линчевский, А. А. Адаптивность сортов ярового ячменя в связи с фотопериодической чувствительностью / А. А. Линчевский, В. И. Мельникова // Вестн. с.-х. науки. – 1988. - № 11. – С. 69-75.

139. Литтл, Ф. Дж. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ. Т. М. Литтл, Ф. Дж. Хиллз / Пер. с англ. Б. Д. Кирюшина; Под ред. и с предисловием Д. В. Васильевой. – М.: Колос, 1981. – 320 с.

140. Литун, П. П. Приемы уменьшения фенотипической изменчивости и ее компонентов на разных этапах отбора в селекции / П. П. Литун // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М.: Наука, 1978. – С. 93-100.

141. Литун П. П. Взаимодействие генотип – среда в генетических и селекционных исследованиях и способы его изучения / П. П. Литун // Проблемы отбора и оценки селекционного материала. – Киев: Наукова думка, 1980. – С. 63-93.

142. Лукьянова, М. В. Ячмень / М. В. Лукьянова, А. Я. Трофимовская и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 421 с.

143. Лукьяненко, П. П. Скрещивание географически отдаленных форм в селекции озимой пшеницы / П. П. Лукьяненко // Докл. ВАСХНИЛ. – 1956. – Вып. 2. – С. 8-13.

144. Лыкова, Н. А. Адаптивность злаков (Poaceae) в связи с условиями превегетации и вегетации / Н. А. Лыкова // Сельскохозяйственная биология. – 2008. - № 1. – С. 48-54.

145. Лыу, Н. Ч. Количественные методы оценки пластичности генотипов растений: автореф. ... дис. канд. с.-х. наук / Н. С.Лыу. – Харьков, 1984. – 18 с.

146. Маковски, Н. Возделывание пивоваренного ячменя. Дело тонкого чутья / Н. Маковски, Г. Клаас // Новое сельское хозяйство. – 2000. – № 3. – С. 26–28.

147. Максимов, Р. А. Метод определения параметров адаптивной способности с использованием множественного регрессионного анализа взаимосвязи урожайности и ее элементов структуры / Р. А. Максимов // Достижения науки и техники АПК. - 2021. - Т. 35. - № 6. - С. 4–10.

148. Максимов, Р. А. Множественный регрессионный анализ как способ дифференциации урожайности по фазам роста и развития генотипов ячменя

(*Hordeum vulgare* L.) / Р. А. Максимов // Достижения науки и техники АПК. - 2021. - Т. 35. - №4. - С. 29–34.

149. Максимов, Р. А. Адаптивная реакция коллекционных сортообразцов ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) в условиях Среднего Урала / Р. А. Максимов, Ю. А. Киселев, Е. А. Шадрин // Достижения науки и техники АПК. - 2022. - Т. 36. - №4. - С. 35–40.

150. Мальчиков, П. М. Адаптивность селекционных линий твёрдой пшеницы из Италии в условиях Среднего Поволжья / П. М. Мальчиков, М. Г. Мясникова // Достижения науки и техники АПК. - 2021. - Т. 35. - № 3. - С. 28–32.

151. Мамонтова, В. Н. Селекция и семеноводство яровой пшеницы / В. Н. Мамонтова – М.: Колос. – 1980. – 286 с.

152. Мансапова, А. И. Элементы технологии возделывания яровой пшеницы в Подтаежной зоне Западной Сибири / А. И. Мансапова, Л. А. Котелкина, Л. И. Плетова // Земледелие. – 2010. - № 4. – С. 33-35.

153. Мартынов, С. П. Оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур / С. П. Мартынов // Сельскохозяйственная биология. – 1989. - № 3. – С. 124-128.

154. Медведев, А. М. Продукционный процесс формирования урожая зерна пшеницы в условиях богары и орошения / А. М. Медведев, Л. М. Медведева // Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке. – М.: Россельхозакадемия, 2002. – С. 326-347.

155. Меледина, Т. В. Несоложенные материалы в пивоварении: Учебное пособие / Т. В. Меледина, И. В. Митюков, А. В. Федоров – Санкт-Петербург: Университет ИТМО. – 2017. – 66 с.

156. Меледина, Т. В. Биохимические процессы при производстве солода: Учеб. пособие / Т. В. Меледина, И. П. Прохорчик, Л. И. Кузнецов - СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 89 с.

157. Мельникова, О. В. Оценка адаптивности, пластичности и стабильности сортов ярового ячменя, возделываемых в Брянской области / О.

В. Мельникова, Ф. И. Клименков // *Зерновое хозяйство*. – 2007. - № 3/4. – С. 13-15.

158. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Вып. 2 – М., 1989. – 194 с.

159. Мищенко, В. В. Роль пивоваренной промышленности в экономике Алтайского края / В. В. Мищенко, И. К. Мищенко, Е. Г. Попова // *Вестник Алтайской науки*. – 2012. - №3. – С. 386-390

160. Мовчан, В. К. Изменчивость и наследуемость признаков у гибридов озимой пшеницы с яровой / В. К. Мовчан, В. Г. Кривобочек // *Селекция и семеноводство*. – 1983. - № 3. – С. 23-24.

161. Моргунов, А. И. Влияние условий отбора и испытания на результаты оценки селекционного материала (яровой мягкой пшеницы): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. И. Моргунов. – Немчиновка, 1985. – 15 с.

162. Моргунов, А. И. Селекция зерновых культур на стабильность урожайности: Обзорная информация / А. И. Моргунов, А. А. Наумов - Госагропром СССР. ВАСХНИЛ. ВИНТИ. – М., 1987. – 67 с.

163. Моргунов, А. И. Селекция зерновых культур на стабилизацию урожайности: обзор информ. / А. И. Моргунов, А. А. Наумов - ВНИИТЭИагропром. – М., 1987. – 60 с.

164. Мусалитин, Г. М. Изучение исходного материала ячменя в условиях Алтайского края / Г. М. Мусалитин, В. А. Борадулина, Ж. В. Кузикеев // *Труды по прикладной ботанике, генетики и селекции*. 2016. – Т. 177. - № 2. – С. 47-54.

165. Мусалитин, Г. М. Результаты изучения ячменя в Алтайском селекционном центре / Г. М. Мусалитин, В. А. Борадулина, Ж. В. Кузикеев // *Зерновое хозяйство России*. 2018. – № 2. - С. 20-25.

166. Мусалитин, Г. М. Селекция сортов пивоваренного ячменя в Алтайском НИИСХ / Г. М. Мусалитин, В. А. Борадулина, Ж. В. Кузикеев // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2012. – № 7. – С. 20-22.

167. Мусалитин, Г. М. Ячмень в Алтайском крае и итоги селекции / Г. М. Мусалитин, В. А. Борадулина, Ж. В. Кузикеев // Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2019. – № 2 (55). – С. 29-34.

168. Мусалитин, Г. М. Влияние нормы высева семян на продуктивность ячменя в условиях Алтайского края / Г. М. Мусалитин, В. А. Борадулина, Ж. В. Кузикеев, А. П. Кузикеева // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. - №7. - С. 35-39.

169. Мусалитин, Г. М. Итоги селекции ячменя на устойчивость к полеганию в Алтайском НИИСХ / Г. М. Мусалитин, В. А. Борадулина, Ж. В. Кузикеев, А. П. Кузикеева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2023. - № 11 (229). - С. 32–38.

170. Мухитов, Л. А. Сохранность к уборке и выживаемость растений разных видов и сортов яровой пшеницы в связи с их продуктивностью в степной зоне Оренбургского Зауралья / Л. А. Мухитов, Ф. Д. Самуилов // Вестник Казанского государственного университета. – 2009. – Т.13. - №3. – С. 107-111.

171. Назмутдинов, А. З. Пивоваренный ячмень – выгодная культура / А. З. Назмутдинов // Зерновое хозяйство. – 2001. – № 5. – С. 13–14.

172. Нарцисс, Л. Пивоварение. Т.1. Технология солодоращения / Под общ. ред. Г.А. Ермолаевой и Е.Ф. Шаненко. – СПб.: Профессия, 2007. – 584 с.

173. Натрова, З. Продуктивность колоса зерновых культур / З. Натрова, Я. Смочек; пер. с чеш. Г.Н. Мирошниченко; под ред. и с предисл. О.Д. Быкова, М.И. Зеленского. – М.: Колос, 1983. – 45 с.

174. Неттевич, Э. Д. Выращивание пивоваренного ячменя / Э. Д. Неттевич, З. Ф. Аниканова, Л. М. Романова – М. : Колос, 1981. – С. 6–45.

175. Неттевич, Э. Д. Короткостебельность и селекция ячменя на устойчивость к полеганию / Э. Д. неттевич, А. В. Сергеев // Селекция зерновых и зернобобовых культур для Нечерноземной зоны. – М., 1974. – Вып. 32. – С. 66-69.

176. Неттевич, Э. Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качества зерна / Э. Д. Неттевич, А. И. Моргунов, М. И. Максименко // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – № 1. – С. 66-73.
177. Нечаев, В. И. Резервы увеличения производства зерна и повышения его эффективности / В. И. Нечаев, А. Р. Рыбалкин. – М.: АгриПресс, 2002. – 282 с.
178. Новиков, В. М. Использование агротехнических фонов для оценки экологической пластичности сортов / В. М. Новиков // Селекция засухоустойчивых, среднеспелых и скороспелых зерновых культур: сб. науч. тр. - Сиб. НИИСХ. – Новосибирск, 1982. – С. 65-73.
179. Новолоцкий, В. Д. Технология производства пивоваренного ячменя в Центральном районе России / В. Д. Новолоцкий, А. Ф. Шумейко, Н. Д. Дуюн и др. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2001. – С. 16–32.
180. Новолоцкий, В. Д. Технология возделывания пивоваренного ячменя с высокими технологическими свойствами в Центрально-Черноземном регионе / В. Д. Новолоцкий, А. Г. Титовский, Д. Я. Шелемех. – М.: ЗАО «БАСФ», 2003. – С. 7–22.
181. Носатовский, А. И. Пшеница. Биология / А. И. Носатовский – М.: Колос, 1965. – 568 с.
182. Огнев, В. Н. Особенности возделывания пивоваренного ячменя в Удмуртии / В. Н. Огнев // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 8. – С. 9–12.
183. Оганян, Л. Р. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от сроков сева в условиях Ставропольского края / Л. Р. Оганян, Ф. В. Ерошенко // Достижения науки и техники АПК. - 2022. - Т. 36. - № 5. - С. 55–60.
184. Островерхов, В. О. Сравнительная оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных растений / В. О. Островерхов // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М.: Наука, 1978. – С. 128-141.

185. Отраслевая целевая программа обеспечения устойчивого производства пивоваренного ячменя и солода в Российской Федерации на 2002–2005 гг. и на период до 2010 г. – М.: МСХ РФ. - 2002. – С. 3–36.

186. Пасынков, А. В. Урожайность и пивоваренные качества зерна различных сортов ячменя в зависимости от доз и соотношения азотных и калийных удобрений / А. В. Пасынков // Агрохимия. – 2002. – № 7. – С. 25–31.

187. Перемены на рынке пива России 2000-2014 / Международный аналитический журнал «Пивное дело». – 2015. - №1. [Электронный ресурс] <https://www.pivnoe-delo.info/1-2015-chto-ostaetsya-posle-otstoya-peny-peremeny-na-rynke-piva-rossii-2000-2014/> (Дата обращения 05.03.2023).

188. Пивоваренный ячмень [Электронный ресурс] / А. Мордовин, Э. Хоманн. - Режим доступа <http://barley-malt.ru/wp-content/uploads/2012/03/pyvovarenniy-jachmen.pdf>. (Дата обращения 03.03.2023).

189. Пинчук, Л. Г. Оценка адаптивного потенциала сортов яровой твердой пшеницы по урожайности в условиях Юго-Востока Западной Сибири / Л. Г. Пинчук, Е. П. Кондратенко, Т. Н. Ефремова // Зерновое хозяйство. – 2008. - № 3. – С. 25-26.

190. Пискарев, В. А. Исследование массы зерна колоса в различных эколого-климатических условиях / В. А. Пискарев, Р. А. Цильке, А. А. Тимофеев, В. М. Москаленко // Достижение науки и техники АПК. – 2008. - № 1. – С. 26-27.

191. Пискарев, В. В. Изменчивость и наследование количественных признаков мягкой яровой пшеницы в контрастных эколого-географических условиях Западной Сибири Северного Казахстана / В. В. Пискарев, Р. А. Цильке, В. М. Москаленко и др. -ГНУ СибНИИРС СО Россельхозакадемии. – Новосибирск, 2010. – 160 с.

192. Питоня, В. Н. Сорта ячменя для возделывания в Волгоградской области / В. Н. Питоня // Вестник АПК Волгоградской области. – 2004. – № 4. – С. 15-17.

193. Посевные площади сельскохозяйственных культур в Алтайском крае [Электронный ресурс] / Режим доступа [https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Посевные%20площади%20сельхозкультур%20в%20Алтайском%20крае\(2\).htm](https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Посевные%20площади%20сельхозкультур%20в%20Алтайском%20крае(2).htm). Дата обращения 05.03.2024.

194. Посевные площади Российской Федерации [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Posev_2023.xlsx. Дата обращения 21.04.2024.

195. Почвы Алтайского края / Под ред. Н. И. Базилевича, А. Н. Розанова. Изд-во Академии наук СССР. – Москва, 1959. – 382 с.

196. Пухальский, А. В. Селекция сельскохозяйственных культур – на новый рубеж / А. В. Пухальский // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1981. – С. 7-12.

197. Пухальский, А. В. Возрастающая роль мировых растительных ресурсов в селекции сельскохозяйственных культур / А. В. Пухальский, В. Ф. Дорофеев, В. Д. Кобылянский // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. - № 2. – С. 75-84.

198. Рейтинг 100 крупнейших компаний Алтайского края в 2013 году (по объему реализации) [Электронный ресурс]. – URL: http://expert.ru/ratings/rejting-100-krupnejshih-kompanij-altajskogo-kraya-v-2013-godu-po-ob_emu-realizatsii/ (Дата обращения 05.03.2023).

199. Рекашус, Э. С. Современные методы оценки продуктивности и стабильности селекционных достижений (обзор) / Э. С. Рекашус // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 4. С. 52–60.

200. Реестр селекционных достижений РФ ФГБУ «Госсорткомиссия» [Электронный ресурс]. – URL: <https://gossortrf.ru/registry/> (Дата обращения 05.03.2025).

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

202. Розова, М. А. Современные стратегии селекции зерновых культур для засушливых зон / М. А. Розова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2003. - №2. – С. 37-43.

203. Розова, М. А. Экологическая пластичность яровой твердой пшеницы в условиях Алтая: Монография / М. А. Розова, В. И. Янченко, В. М. Мельник - Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. АНИИСХ. – Барнаул: Азбука, 2010. – 151 с.

204. Рыбась, И. А. Оценка массы 1000 зерен сортов озимой пшеницы по параметрам адаптивности / И. А. Рыбась, А. В. Гуреева, Д. М. Марченко // Достижение науки и техники АПК. – 2014. - № 9. – С. 17-19.

205. Садохина, Т. П. Фитосанитарная оптимизация посевов ячменя в условиях лесостепи Западной Сибири / Т. П. Садохина, Н. Г. Власенко, Н. А. Коротких; Рос. акад. с.-х. наук Сиб. регион. отд-ние. Сиб. науч.-исслед. ин-т земледелия и химизации сел. хоз-ва; под общ. ред. А. Н. Власенко. – Новосибирск, 2011. – 192 с.

206. Савицкая, В. А. Твердая пшеница в Сибири / В. А. Савицкая, С. С. Синицин, А. И. Широков – М.: Агропромиздат, 1987. – 144 с.

207. Савицкий, М. С. Структура урожая зерновых культур в Белоруссии / М. С. Савицкий, М. Е. Николаев - Горки. – 1974. – 62 с.

208. Сапега, В. А. Взаимодействие генотип × среда параметры экологической пластичности сортов / В. А. Сапега, Г. Ш. Турсумбекова // Зерновые культуры: М.: МЦНТИ, 1999. - №1. – С. 25-31.

209. Сапега, В. А. Оценка параметров среды в пунктах сортоиспытания и адаптивной способности сортов яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья / В. А. Сапега // Сельскохозяйственная биология. – 2008. - № 1. – С. 55-59.

210. Сапега, В. А. Продуктивность и параметры интенсивности и стабильности сортов ярового ячменя / В. А. Сапега // Зерновое хозяйство России. - 2017. - № 3 (51). – С. 36-39.

211. Сапега, В. А. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в южной лесостепи

Тюменской области / В. А. Сапега, Г. Ш. Турсумбекова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. - №21 (2). – С. 114-123.

212. Сапега, В. А. Характеристика основных параметров среды урожайность и адаптивная способность сортов ярового ячменя / В. А. Сапега, Г. Ш. Турсумбекова // Достижение науки и техники АПК. – 2015. - № 2. – С. 17-20.

213. Сельское хозяйство Алтайского края [Электронный ресурс] / Режим доступа URL.: <http://www.altairegion22.ru/territory/agriculture/shAk/>. Дата обращения 03.03.2024.

214. Синская, Е. Н. Новые пути в селекции / Е. Н. Синская - ВАСХНИЛ. – Л., 1937. -55 с.

215. Система земледелия в Алтайском крае: Рекомендации. Новосибирск, 1987. – 315 с.

216. Складал, В. Пивоваренный ячмень / В. Складал, Л. Догнал, А. Горак и др. – М. : Госиздат с.-х. литер., журн. и плакат., 1961. – 414 с.

217. Сокол, А. А. Ячменное поле Дона / А. А. Сокол. – Ростов на Дону: Ростовское кн. изд-во, 1985. – 108 с.

218. Складорова, Н. П. Характеристика новых сортов картофеля по параметрам пластичности и стабильности / Н. П. Складорова, В. А. Жарова // Селекция и семеноводство. – 1998. - № 2. – С. 18-23.

219. Смолин, В. П. Технология возделывания пивоваренного ячменя в Центральном регионе России: практическое пособие / В. П. Смолин, В. Ф. Кирдин - М.: ФГНУ «Росинформаготех». - 2001. - 16 с.

220. Стрижова, Ф. М. Реакция сортов яровой мягкой пшеницы на различные условия произрастания: Монография / Ф. М. Стрижова, Ю. Н. Титов, В. М. Стрижов. – Барнаул, 2009. – 150 с.

221. Сулейманов, Р. М. Новый сорт яровой твердой пшеницы, созданный РГП «НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева» МСК РК / Р. М. Сулейманов, Р. Н. Оковитая, Г. П. Мамыкина // Аграрная наука сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Кыргызстана: Тр. Межд. науч.-практ. конф.

(Барнаул, 26-28 июля 2005 г.) - РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2005. – Т. 1. – С. 542-546.

222. Сурин, Н. А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес) / Н. А. Сурин - Новосибирск. – 2011. – 708 с.

223. Сурин, Н. А. Создание высокопродуктивных сортов ячменя Восточно-Сибирской селекции в условиях глобального изменения климата / Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова, С. А. Герасимов, А. Г. Липшин // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 6. – С.3-6.

224. Сурин, Н. А. Селекция ячменя в Сибири / Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова - РАСХН. Сиб. отд-ние. НПО «Енисей». – Новосибирск, 1993. – 292 с.

225. Суховеркова, В. Е. Мониторинг пахотных черноземов с использованием ретроспективных данных / В. Е. Суховеркова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2016. - № 8 (142). – С. 39-45.

226. Тетянников, Н. В. Подбор исходного материала для селекции ярового ячменя по признакам короткостебельности и устойчивости к полеганию / Н. И. Тетянников, Н. А. Боме // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. - №1 (55). Часть 2. – С. 123-126.

227. Тихонов, Н. И. Научно обоснованная технология производства пивоваренного ячменя в Российской Федерации [Текст] : учеб. пособие / Н. И. Тихонов ; ФГОУ ДПОС «ВИПККА». – Волгоград: Изд-во ВолГУ. - 2007. – 84 с.

228. Ториков, В. Е. Оценка пригодности сортов ярового ячменя на пивоваренные цели / В. Е. Ториков, О. В. Мельникова, Ф. И. Клименко // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2007. - № 6. – С. 36-45.

229. Торопова, Е. Ю. Эпифитотиологические основы систем защиты растений / Е. Ю. Торопова, Г. Я. Стецов, В. А. Чулкина. – Новосибирск: НГАУ, 2002.- 579 с.

230. Третьяков, Н. Н. Влияние различной интенсивности полегания на формирование урожая и посевных качеств семян ярового ячменя / Н. Н. Третьяков, А. Ф. Яковлев // Биологические основы повышения продуктивности с.-х. культур. – М., 1984. – С. 54-58.

231. Трофимовская, А. Я. Ячмень / А. Я. Трофимовская. – Л.: Колос, 1972. – С. 155–160.

232. Трофимовская, А. Я. Устойчивость ячменя к полеганию и пути ее повышения / А. Я. Трофимовская, М. В. Лукьянова // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции / ВИР. – Л., 1969. – Т. 41, вып. 1. – С. 78-86.

233. Трофимовская, А. Я. Проблемы селекции ячменя (для Нечерноземья) / А. Я. Трофимовская, М. В. Лукьянова // Бюл. ВИР – Л., 1974. – Вып. 44-45. – С. 55-61.

234. Фараджива, Е. Д. Новые сорта ячменя для пивоваренного солода / Е. Д. Фараджива, С. В. Востриков, А. Дамдинсурэн // Пиво и напитки. – 2003. – № 4. – С. 12-15.

235. Фараджива, Е. Д. Пригодность ячменя сорта Гонор для пивоваренной промышленности / Е. Д. Фараджева // Пиво и напитки. – 2004. – № 5. – С. 18–21.

236. Федин, М. А. Статистические методы генетического анализа / М. А. Федин, Д. Я. Силис, А. В. Смиряев. – М.: Колос, 1980. – 208 с.

237. Федотов, В. А. Пивоваренный ячмень в Центральном Черноземье / В. А. Федотов, С. В. Гончаров, А. Н. Рубцов; под редакцией В. А. Федотова - М. 2004. -120 с.

238. Федотов, В. А. Пивоваренный ячмень России / В. А. Федотов, С. В. Гончаров, А. Н. Рубцов // Современное сельское хозяйство России. Изд.: Агролига России. М. 2006.-272 с.

239. Филиппов, Е. Г. Селекция ярового ячменя. / Е. Г. Филиппов, А. В. Алабушев. – Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2014. – 208 с.

240. Филиппов, Е. Г. Анализ показателей адаптивности сортов и линий ярового ячменя в экологическом сортоиспытании / Е. Г. Филиппов, Р. Н.

Брагин, Д. П. Донцов // Таврический вестник аграрной науки. 2022. - № 4(32). - С. 221–230.

241. Фомина, М. Н. Новый сорт ярового ячменя Кудесник / М.Н. Фомина, Ю.С. Иванова, О. А. Пай и др. // Достижения науки и техники АПК. 2022. - Т. 36. - №11. - С. 37–42.

242. Хангильдин, В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа / В. В. Хангильдин // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М.: «Наука», 1978. – С. 111-116.

243. Хангильдин, В. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В. В. Хангильдин, С. В. Бирюков // Генетико-цитологические аспекты селекции сельскохозяйственных растений. – Одесса, 1984. – С. 67-76.

244. Хангильдин, В. В. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы / В. В. Хангильдин, Н. А. Литвиненко // Науч.-техн. бюл., ВСГИ, Одесса, 1981. – Вып. 1. –С. 8-14.

245. Храмцов, И. Ф. Эффективность производства пивоваренного ячменя в Западной Сибири / И. Ф. Храмцов, Б. С. Кошелев // Зерновое хозяйство. – 2001. – № 4. – С. 10–12.

246. Ходьков, Л. Е. Голозерные и безостые ячмени / Л. Е. Ходьков - Л.: Изд. Ленгосуниверситета, 1985. - 135 с.

247. Цильке, Р. А. Вегетационный период и продуктивность яровой пшеницы в условиях Западной Сибири / Р. А. Цильке // С.-х. биология. – 1983. - № 8. – С. 31-36.

248. Цильке, Р. А. Изучение наследования количественных признаков яровой пшеницы в топкроссных скрещиваниях / Р. А. Цильке // Генетика. - 1975. – Т. 11, № 2. – С.15-23.

249. Цильке, Р. А. Принципы и методы селекции сельскохозяйственных культур / Р. А. Цильке // Генетика, цитогенетика и селекция растений. – Новосибирск. – 2003. – С. 491-506.

250. Чепелев, В. П. Исходный материал и итоги селекции ярового ячменя на продуктивность и качество зерна в условиях среднего Урала: автореф. дис.... канд. с.-х. наук / В. П. Чепелев. – Л., 1980. – 23 с.
251. Чешинский, Л. С. Организация рынка зерна и продуктов его переработки: (учеб. для экон. специальностей вузов) / Л. С. Чешинский. - М.: Хлебпродинформ, 1999. - 366 с.
252. Чиганцев, Н. П. Факторы повышения урожайности ячменя в условиях Нижнего Поволжья / Н. П. Чиганцев, Л. П. Чиганцева, Г. В. Козубовская, С. В. Рассказова // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции - СПб.: ВИР, 2009. - Т.165. - С. 66-68.
253. Шалаева, Л. В. Тенденции производства и потребления ячменя в Российской Федерации / Л. В. Шалаева // Продовольственная политика и безопасность. – 2023. – Том 10. – № 4. – С. 719-734.
254. Шаманин, В. П. Курс лекций по частной селекции и генетике зерновых культур / В. П. Шаманин – Омск, 2003. – 204 с.
255. Шевченко, В. М. Новый сорт ярового ячменя Холзан зернофуражного назначения / С. Н. Шевченко, И. А. Калякулина, Д. О. Долженко и др. // Достижения науки и техники АПК. 2022. - Т. 36. - № 11. - С. 43–48.
256. Шевцов, В. М. Итоги селекции озимого ячменя на Кубани / В. М. Шевцов, Н. В. Серкин, Т. Е. Кузнецова, П. П. Васюков, Ю. А. Грунцев, О. М. Кремзина // Эволюция научных технологий в растениеводстве. – Краснодар, 2004. – Т.2 – С. 131–143.
257. Эммерих, Э. Д. Сорты ячменя интенсивного типа европейских стран в условиях Нечерноземной зоны / Э. Д. Эммерих // Бюл. ВИР. Л., 1980. – Вып. 99. – С. 16-21.
258. Южаков, А. И., Способ оценки пластичности сортов / А. И. Южаков, В. И. Жуков, В. И. Никитина // Селекция и семеноводство. – 1989. - № 1. – С. 12-15.
259. Юрьев, В. Я. Общая селекция и семеноводство полевых культур / В. Я. Юрьев – М.: Сельхозгид, 1958. - 344 с.

260. Юсова, А. О. Эффективность применения различных методик для расчета пластичности и стабильности сортов на примере ярового ячменя / А. О. Юсова, П. Н. Николаев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. - № 1 (53). – С. 98-104.

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

262. Юсуфов, А. Г. Гомеостаз и его значение в онтогенезе растений / А. Г. Юсуфов // С.-х. биология: РАСХН, М.: Колос, 1983. - № 1. – С. 25-35.

263. Яковлев, В. Л. Параметры стабильности показателя продуктивности у некоторых сортов гороха / В. Л. Яковлев // Бюллетень ВИР. – Л., 1982. – Вып. 118. – С. 42-44.

264. Яковлев, В. В. Пивоваренный ячмень в Алтайском крае // Методические рекомендации / В. В.Яковлев, В. И.Усенко, С. А.Локтев и др.- Барнаулю - 2003. – 44 с.

265. Янченко, В. И. Итоги и перспективы селекции твердой пшеницы в Алтайском крае / В. И. Янченко, В. М. Мельник, М. А. Розова // Селекция яровой пшеницы для засушливых районов России и Казахстана: Мат. Межд. конф. – РАСХН. Сиб. отделение, АНИИЗиС. СИММИТ. Общество развития Гальбштадт. – Барнаул. - 2001. – С. 188-205.

266. Янченко, В. И. Оценка современного генофонда твердой яровой пшеницы по продуктивности и качеству зерна / В. И. Янченко, В. М. Мельник, М. А. Розова, Л. И. Кострова // Проблемы селекции и семеноводства полевых культур в Западной Сибири и Казахстане: Мат. семинара, Кулундинская СХОЗ, Алтайский край (27-28 февраля 2001 г.) – Барнаул, 2001. – С. 95-109.

267. Allard, R. W. Implication of genotype – environmental interaction in applied plant breeding / R. W. Allard, A. D. Bradshaw // Crop science. – 1964. - № 4. – P. 503-508.

268. Arnau, G. Physiology and genetics of terminal water stress tolerance in barley. / G. Arnau., P. Monneveux // *J. Genet. Breed.* 49, 1995 - s.327.
269. Biffen, R. H. Studies in the inheritance of disease-resistance / R. H. Biffen // *Jour. of Agric. Sci.* – 1912. – Vol. IV, part 4. – P. 421-429.
270. Carbonell, S. A. Common bean cultivars and lines interactions with environments / S. A. Carbonell, J. A. Filho, L. A. Dia, A. A. Garcia, L. K. Morais // *Sci. Agric (Pracicaba Braz)*. 2004. - 61(2). - P. 169-177.
271. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russel // *Crop science.* – 1966. - № 6 (1). – P. 36-40.
272. Freeman, G. H. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments // G. H. Freeman, J. M. Perkins // *Heredity.* – 1971. – Vol. 27, № 1. – P. 15-23.
273. Finlay, K. W. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme / K. W. Finlay, G. N. Wilkinson // *Austral. G. Agr. Res.* – 1963. – Vol. 14. - № 2. – P. 742-754.
274. Gardner, C. J. Juvenile lodging in barley. A yielddepressing phenomenon / C. J. Gardner, A. J. Rathjen // *Austral. J. Agr. Res.* – 1975. – Vol. 26, № 2. – P. 231-242.
275. Gauch H. G., Zobel, R. W. Identifying mega-environments and targeting genotypes / H. G. Gauch, R. W. Zobel // *Crop science.* – 1997. – V. 37. – P. 311-326.
276. Hay, R. K. M. Harvest index: a review of its use in plant breeding and physiology / R. K. M. Hay // *Annals Appl. Bio.* - 126. - 1995. - S.197.
277. Karamanos, A. J. Assessment of drought resistance of crop genotypes by means of the water potential index / A. J. Karamanos, A. Y. Papatheohari // *Crop Sci.* - 39. - 1999. - S.1792.
278. Karsai, I. Multivariate analysis of traits determining adaptation in cultivated barley / I. Karsai et al. // *Plant Breeding* 120. - 2001. - S. 217.

279. Kendal, E. Stability of a Candidate and Cultivars (*Hordeum vulgare* L) .by GGE Biplot analysis of Multi-environment Yield Trials in Spring Barley / E. Kendal, Y. Dogan // *Agriculture & Forestry*. - Vol. 61. - 2015. - Issue 4. – P. 307-318.
280. Lin, C. S. Stability Analysis: Where do we stand? / C. S. Lin, M. R. Binns, L. P. Letkovich // *Crop science*. – 1986. – Vol. 26. - № 5. – P. 894-900.
281. Minarik, F: Slechteni na produkčni potencial. In: Jechmen, Statni zemědělské nakladatelství Praha. - 1985. - S. 80.
282. Mohammadi, M. Analysis of yield stability in multi-environment trials of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes using AMMI model / M. Mohammadi, R. Karimizadeh, A. A. Noorinia et al. // *Current Opinion in Agriculture Curr. Opin. Agric.* 2013. - 2(1). – P. 20-24.
283. Nilson-Ehle, H. Über Entstehung shaft abweichender Merkmale aus Kreuzung gleidiartiger Formen beim Weizen / H. Nilson-Ehle // *Deutsch Botanisch Gesellschaft*. – 1911. - № 2. – B. 29.
284. Perkins, J. M. Environmental and genotypy-enviromental components of variability. III Multiple lines and crosses / J. M. Perkins // *Heredity*. – 1968. – Vol. 23. – P. 339-356.
285. Persival, J. Gereals of ancient Egypt and Mesoponamia / J. Persival // *Nature*. – 1936. – Vol. 158, N 5485. – P. 272.
286. Pinthus, M. I. Lodging in wheat, barley and oats: The phenomenon, its causes and preventive measures / M. I. Pinthus // *Adv. Agron.* – New York; London, 1973. – Vol. 25. – P. 209-263.
287. Ruzicka, F. Variabilita vynosu jarnico jecmene / F. Ruzicka // *Genet. Slecht*. – 1971. – R. 7. – C. 3. – S. 177-184.
288. Sarkar, B. Identifying superior feed barley genotypes using GGE biplot for diverse environments in India / B. Sarkar et al. // *Indian J. Genet.* 2014. - 74(1). – P. 26-33.
289. Schildbach, R. Braugerste weltweit. / R. Schildbach // *Brauwelt* 134. – 1994. - S. 2436-2456.

290. Schmidt, J. W. Testing and selection in early generation of wheat crosses at the university of Nebraska / J. W. Schmidt, V. A. Jonson, P. I. Mattern // PAO Proc. of the Third Rockefeller Foundation on wheat a seminar held in Ankara. – 1970. – P. 186-189.
291. Schuster, W. Uber den Einfluss ger Umwelt auf Zusammensetzung und Selektions-Moglichkeitn verschiedene Kreuzungspopulationen von Sommergerste / W. Schuster, M. Tuday // Z. Pflanzenzucht. – 1971. – B. 65, № 4. – S. 322-344.
292. Sethi et al. Variability and correlation in hulled barley (*Hordeum Vulgare*) // Indian Journ., Agr. Sci. – Vol. 42, № 1. – P. 21-26.
293. Stoy, V. The storage and re-mobilization of carbohydrates in cereals. In: Crop physiology and cereal breeding. / V. Stoy // Eucarpia, PUDOC, Wageningen. – 1979. - S. 55.
294. Stoskopf, N. C. Breeding for yield in spring cereals. / N. C. Stoskopf, E. Reinbergs // Canad. J. Plant Sci. 46. - 1966. - S. 513.
295. Tai, G. C. C. Genotypic stability analysis and its application to Potato regional trials / G. C. C. Tai // Crop science. – 1971. - Vol. 11. - № 2. - P. 184-190.
296. Thomas, W. T. B. Cross prediction in winter barley. In: Munck, L. (ed.) / W. T. B. Thomas, R. P. Ellis - VI. International Barley Genetics Symposium, Helsingborg, Muskgard Int. Publishers, Copenhagen 1991. - Vol. 1. - S.352.
297. Wricke, G. Evaluation Method for Recording Ecological Differences in Field Trials / G. Wricke // Z Pflanzenzücht. -1962. - Bd. 47. – N 1. – P. 92-96.
298. Verma, P. Stability of seed yierld and its component traits in fennel (*Foeniculum vulgare*) / P. Verma, R. K. Solanki // Indian journal of Agricultural Sciences. – 2015. – Vol. 9 (85). – P. 496-503.
299. Zofaiova, A. Hodnotenie tolerancie odrod jarne ho jacmena voci nizkernu pH pody. / A. Zofaiova, M. Muzik // Polnohosp. vyroba a skusobnict. - vol. 5. - 1997. - S.11.

Патент на селекционное достижение № 7400 ячмень яровой Салаир

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

ПАТЕНТ
НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ

№ 7400

Ячмень яровой
Hordeum vulgare L.

САЛАИР

Патентообладатель

ГНУ АЛТАЙСКИЙ НИИСХ РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ

Авторы -

БОРАДУЛИНА ВЕРА АНАТОЛЬЕВНА
ДЕЙНЕС НИКОЛАЙ ВАСИЛЬЕВИЧ
КРИВОГОРНИЦЫН БОРИС ИВАНОВИЧ
КУЗИКЕЕВ ЖАНАТ ВЛАДИМИРОВИЧ
МУСАЛИТИН ГРИГОРИЙ МИХАЙЛОВИЧ
ПОЛЯКОВ ВАСИЛИЙ ТИМОФЕЕВИЧ



ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 8853694 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 24.11.2011 г.
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 05.06.2014 г.

Председатель

(Handwritten signature)
В.С. Волощенко

Авторское свидетельство № 57158 ячмень яровой Салаир

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 57158

Ячмень яровой

САЛАИР

выдано в соответствии с решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений от 05.06.2014

ПО ЗАЯВКЕ № 8853694 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 24.11.2011

Патентообладатель(и)
ГНУ АЛТАЙСКИЙ НИИСХ РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ

Автор(ы) : **КУЗИКЕЕВ ЖАНАТ ВЛАДИМИРОВИЧ**
БОРАДУЛИНА В.А., ДЕЙНЕС Н.В., КРИВОГОРНИЦЫН Б.И., МУСАЛИТНИН Г.М.,
ПОЛЯКОВ В.Т.

*Зарегистрировано в Государственном реестре
охраняемых селекционных достижений*

Председатель



В.С. Волощенко