МИНЕСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

На правах рукописи

Смирнова Елизавета Валерьевна

БИОЛОГИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАРКЕРЫ В ОЦЕНКЕ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

Специальность: 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

ДИССЕРТАЦИЯ на соискание ученой степени кандидата биологических наук

> Научный руководитель доктор сельскохозяйственных наук, профессор Репко Н. В.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	crp
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОЗИМЫЙ ЯЧМЕНЬ – ВОСТРЕБОВАННОСТЬ В ПРОИЗВОДСТВЕ,	
НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	8
1.1 Ареал распространения и востребованность в производстве	
культуры озимого ячменя	8
1.2 Направления в селекции озимого ячменя	16
1.3 Методы оценки морозостойкости озимых культур	30
1.4 Биологические и молекулярные маркеры и актуальность их	
использования в селекции озимых культур	35
2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ	40
ИССЛЕДОВАНИЙ	
2.1 Характеристика почвенно-климатических условий	40
2.2 Исходный материал	50
2.3 Методика лабораторных и полевых опытов	50
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ГЕНОТИВО ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ НА	
ЗИМОМОРОЗОСТОЙКОСТЬ	57
3.1 Использование биологических и молекулярных маркеров в оценке	
исходного материала озимого ячменя	57
3.1.1 Оптимизация метода оценки морозоустойчивости озимого	
ячменя по гигроскопичности зрелого зерна	57
3.1.2 Использование Трилона Б в качестве биологического маркера	
морозоустойчивости сортов озимого ячменя	60
3.1.3 Использование молекулярных маркеров в оценке	
морозоустойчивости озимого ячменя	66
3.1.4 Структурно-генетический анализ биологического разнообразия	
озимого ячменя с использованием iPBS маркеров	69
3.2 Лабораторно-полевые методы оценки морозоустойчивости	
озимого ячменя	74

3.2.1 Оценка морозоустойчивости изучаемых сортообразцов	
озимого ячменя методом прямого промораживания	74
3.2.2 Оценка исходного материала озимого ячменя на зимостойкость	
в бетонных стеллажах	77
3.2.3 Определение содержания сахаров в узле кущения сортов и	
линий озимого ячменя	80
3.2.4 Изучение устойчивости генотипов озимого ячменя к	
повышенному уровню кислотности почвы	83
4. СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ ГИБРИДНЫХ КОМБИНАЦИЙ,	
СОЗДАННЫХ НА ОСНОВЕ ВЫДЕЛЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ	87
5. ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	
СОРТОВ, ПЕРЕДАННЫХ НА ГСИ	94
6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ	
НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	102
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	104
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	105
ПРИЛОЖЕНИЯ	123

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. В производстве сельскохозяйственных культур основной задачей всегда было и остается повышение их продуктивности и получение стабильных урожаев. Для достижения этой цели необходим комплексный подход: усовершенствование сортового состава; применение адресной агротехники; использование комплекса мер и средств защиты растений. Но ключевая роль в решении этой задачи принадлежит сорту.

В современной селекции, при создании новых перспективных сортов, селекционер должен осуществлять направленную работу по всему спектру хозяйственно-ценных признаков, поскольку конечная урожайность напрямую зависит от степени адаптивности культуры к биотическим и абиотическим факторам среды.

Для озимых культур, одним из основных условий получения высоких урожаев является повышенная их зимостойкость. К основным причинам гибели озимых в осенне-зимний период относят в равной степени неблагоприятные факторы среды и недостаточную морозозимостойкость растений. В отдельные годы в районах возделывания озимого ячменя наблюдается частичная, а иногда и полная гибель посевов из-за вымерзания. Одним из важнейших адаптивных признаков для озимого ячменя является морозостойкость. Это один из главных компонентов успешной перезимовки растений. Методы традиционной селекции, такие как прямое промораживание, оценка на бетонных стеллажах и в естественных полевых условиях, в настоящее время являются основными и мало эффективными при изучении и создании исходного и селекционного материала озимого ячменя на морозостойкость. Они имеют некоторые недостатки: трудоемкость, времязатратность, зависимость от сложившихся погодно-климатических условий в конкретные годы исследований (В. М. Шевцов, 1982; Е. Г. Филиппов, 2003; Н. В. Серкин, 2014; Н. В. Репко 2016).

Значительного прогресса в усовершенствовании и использовании новых методов селекции возможно достичь, применив биологические и молекулярные маркеры при создании и оценке исходного и селекционного материала для селектирования новых сортов озимого ячменя. (В. К. Плотников, 2016).

Цель и задачи исследований. Цель работы — разработка новых методов оценки морозоустойчивости озимого ячменя с применением биологических и молекулярных маркеров для ускорения селекционного процесса, повышения его эффективности и снижения трудозатрат. Поставленная цель достигалась посредством решения следующих задач:

- разработать и оптимизировать метод использования биологических маркеров в оценке морозоустойчивости озимого ячменя;
- провести структурный анализ образцов с генами, отвечающими за морозоустойчивость озимого ячменя и скрининг изучаемых генотипов на их наличие/отсутствие;
- оценить зимостойкость сортов и образцов посредством применения лабораторных и полевых методов традиционной селекции;
- выявить корреляционную зависимость между результатами оценки морозоустойчивости традиционными и вновь созданными и усовершенствованными методами;
- определить и отобрать генотипы озимого ячменя с повышенными значениями устойчивости к кислой среде почвенного раствора;
- дать хозяйственно-биологическую характеристику сортам озимого ячменя, переданным на ГСИ.

Идея работы. Разработка и оптимизация методов оценки исходного и селекционного материала озимого ячменя путем применения биологических и молекулярных маркеров в селекционном процессе. Подтверждение результатов лабораторных исследований методами традиционной селекционной оценки.

Научная новизна исследований. Впервые проведена работа по использованию Трилона Б при изучении его влияния на прорастание семян в

качестве биологического маркера при оценке исходного и селекционного материала озимого ячменя на морозостойкость. Научная новизна исследований подтверждается полученным патентом на способ оценки морозоустойчивости озимого ячменя.

С помощью метода молекулярного маркирования определены сорта и линии, имеющие в своем генотипе гены морозоустойчивости cbf 2, cbf 16 и cor 14b. Получены результаты структурного анализа растений изучаемых генотипов.

Определена корреляционная зависимость между результатами морозоустойчивости форм озимого ячменя селекции НЦЗ им. П. П. Лукьяненко и их толерантностью к кислой среде почвенного раствора. Выявлены и отобраны лучшие устойчивые образцы для дальнейшего селекционного изучения.

В соавторстве созданы и переданы на Государственное сортоиспытание три сорта озимого ячменя: Юрий, Мадар, Версаль.

Личный вклад автора. Соискатель разработал и реализовал научноисследовательскую программу и методику проведения исследований, провел анализ литературных источников, выполнил экспериментальную часть. Анализ и результаты исследований оформил в виде научных статей, диссертации и автореферата.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов, рекомендаций. Вся экспериментальная работа подтверждается достаточным объемом и результатами исследований, личным участием в получении экспериментальных данных. Представленные результаты были получены в ходе лабораторных и полевых исследований, обработаны различными методами биометрической статистики с использованием компьютера и соответствующих программ. По результатам исследований сделаны выводы и даны рекомендации.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались, обсуждались и получили одобрение специалистов на заседаниях кафедры генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений Кубанского

государственного аграрного университета им. И. Т. Трубилина в 2014 – 2018 гг. (г. Краснодар); на IX Всероссийской научно–практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса», 2015 г. (г. Краснодар); на методических советах НЦЗ имени П. П. Лукьяненко в 2016 – 2017 гг. (г. Краснодар); на конкурсе научных разработок по приоритетным направлениям развития агропромышленного комплекса среди молодых ученых, 2016 г. (г. Краснодар); на X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120—летию И. С. Косенко, 2016 г. (г. Краснодар); на III международной научно—практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве», Зональный НИИСХ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, 2017 г. (г. Киров).

Основные положения, выносимые на защиту:

- 1. Использование биологических и молекулярных маркеров в оценке морозоустойчивости озимого ячменя.
- 2. Результаты лабораторно-полевых методов оценки морозоустойчивости озимого ячменя.
- 3. Хозяйственно-биологическая характеристика сортов, переданных на государственное сортоиспытание.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, шести глав, выводов, предложений селекционной практике и производству, списка литературы. Работа изложена на 117 страницах текста в компьютерном исполнении, включает 34 таблицы, 20 рисунков. Список используемой литературы включает 183 источника, в том числе 22 иностранных авторов.

Исследования по основным вопросом научной работы автором проводились самостоятельно.

1. ОЗИМЫЙ ЯЧМЕНЬ – ВОСТРЕБОВАННОСТЬ В ПРОИЗВОДСТВЕ, НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Ареал распространения и востребованность в производстве культуры озимого ячменя

Ячмень относится к числу древнейших возделываемых растений земного шара. Вначале ячмень использовался как продовольственная, хлебная культура, позже он стал использоваться на кормовые цели. Благодаря своим высоким адаптационным свойствам, ячмень выращивается повсеместно: от Заполярья до пустынь на всех континентах Земного шара. Как писал Н. И. Вавилов: «ячмень, как известно, поразительный космополит в смысле географического ареала его культуры. Поразительный космополитизм этого растения связан, несомненно, с большим разнообразием сортов и рас возделываемого ячменя и особенностью самого растения» (Н. И. Вавилов, 1960).

Имеют место две гипотезы происхождения культурного ячменя: монофилетическая и дифелетическая. Исходя из монофилетической гипотезы, культурный ячмень произошел от дикого полиморфного вида *Hordeum spontaneum* С. Косh., который встречается в Малой и Юго-Западной Азии, северной Африке. Согласно дифелетической гипотезе, многорядный и двурядный ячмени имели разных предков. Однако, ученые склоняются к первой теории происхождения культурного ячменя, обосновывая это генетической близостью двурядного и многорядного ячменя (Ж. А. Арькова, А. А. Крюков, 2008).

Издревле ячмень был известным источником энергии, как для человека, так и для животных. Не пропадает интерес к этой ценной культуре и сегодня. В фуражных целях используется ценное зерно и солома ячменя. В отличие от других злаков, в зерне ячменя не содержится токсических веществ: алкилрезорцинолов, присутствующих в зерне ржи; антивитаминов, имеющихся в кукурузе; лектинов, как в пшенице и танинов (сорго), благодаря чему его ценное зерно может скармливаться животным в неограниченном количестве (О. М. Гриб, 2003). Для повышения качества животноводческой продукции не-

обходимым аспектом выступает сбалансированное питание сельскохозяйственных животных, главным поставщиком белка для которых являются растительные корма. В комбинированных кормах ячмень используется в качестве основного компонента, повышая при этом продуктивность скота на 20–25 %. В кормовых целях могут использоваться не только фуражные сорта ячменя, но так же и формы пивоваренного, крупяного направлений. Однако основным критерием качества кормового зерна является повышенное содержание белка, среднее количество которого составляет 11,2 %. Селекция в этом направлении несколько осложняется отрицательной корреляционной зависимостью высокобелковости и урожайности культуры. Интерес в данном случае представляют голозерные формы ячменя, отличающиеся более высоким содержанием протеина (В. М. Шевцов, 2015, Е. Г. Филиппов, 2014, В. Б.Хронюк, 2009; А. С. Ерешко, 2007).

В продовольственной промышленности ячмень используется для производства круп (ячневой и перловой), изготовления суррогатов кофе, в хлебопечении и производстве кондитерских изделий. Солодовый экстракт, получаемый из ячменя, является незаменимым сырьем в пивоварении, а так же применяется в фармацевтической промышленности (В. М. Шевцов, Н. Г. Малюга, 2008; Н. В. Репко, 2015).

Молодые побеги ячменя оказывают положительное влияние на поддержание кислотно-щелочного баланса организма. Благодаря содержанию в побегах ячменя кальция, магния и натрия в оптимальном количестве, они способны понижать кислотность и поддерживать нужный баланс. В биомассе ячменя содержится антиоксидант O-GIV, по своей функциональности аналогичный витамину Е. Стоит отметить, что данный антиоксидант не редкость и встречается во многих растениях. Однако лишь в ячмене он содержится в достаточном для человека количестве. Благодаря многолетним исследованиям удалось установить, что молодые побеги ячменя помимо антиоксидантного действия, обладают также противовоспалительными свойствами. А ввиду содержания в них 36 витаминов и минералов, среди которых витамины груп-

пы В, фолиевая кислота, калий и ряд незаменимых аминокислот, ячмень способствует снижению уровня холестерина в крови человека (В. М. Шевцов, 2008; Н. В. Репко, 2015).

Среди всех злаковых культур ячмень рекордсмен по содержанию в зерне β -глюканов, представляющих собой высокомолекулярные полимеры глюкозы, связанной β (1–3) и β (1–4) гликозидными связями. В зрелом зерне ячменя клетки внутреннего слоя крахмалистого эндосперма окружены тонкими стенками, на 70 % состоящими из β -глюканов. В одной целой зерновке ячменя этих уникальных полисахаридов содержится 4,2 %, в то время как в зерновках пшеницы, овса и ржи – 0,6; 3,9; 2,5 % соответственно (Henry R. J., 1987; Fastnaught C. E., 2001). β -глюканы способствуют снижению риска сердечнососудистых заболеваний, в связи с чем ячмень рассматривается сегодня в качестве функционального продукта питания (В. И. Полонский, А. В. Сумина, 2013).

Согласно литературным данным, начиная с 1900-х годов прошлого столетия, ячмень уверенно занимает четвертое место в мире по посевным площадям. Так, в 1881 г. посевы культуры составляли 201 800 десятин или 219 962 га, что определяло его лишь на пятом месте. Затем, к 1916 г. его посевы увеличились почти вдвое - до 474 129 десятин или 516 800 га. С 1940 г. посевы ячменя составляли уже 45,5 млн га, а к 1990 г. они увеличились до 98,5 млн га. В то время на долю ячменя приходилось 12 % общей площади всех зерновых культур в мире. Резкий рост посевных площадей под ячменем был связан с развитием животноводства, а следовательно, и с расширением посевов кормовых и зернофуражных культур (Н. И. Вавилов, 1960).

Однако затем наблюдался резкий спад в отрасли животноводства, что повлекло столь же резкое сокращение площадей, занятых ячменем. Начиная с 2005 года наименьшего показателя посевные площади достигли в 2009 году (51,9 млн га). После такого критического спада наблюдался постепенный, но уверенный рост площадей, занимаемых ячменем. Тенденция увеличения составляла примерно 2 млн га ежегодно.

В настоящее время доля культуры в мировом земледелии составляет около 60 млн га (рисунок 1), определяя его все на то же четвертое место после пшеницы, риса и кукурузы (И. Т. Трубилин, 2002; Н.В. Репко, 2015).

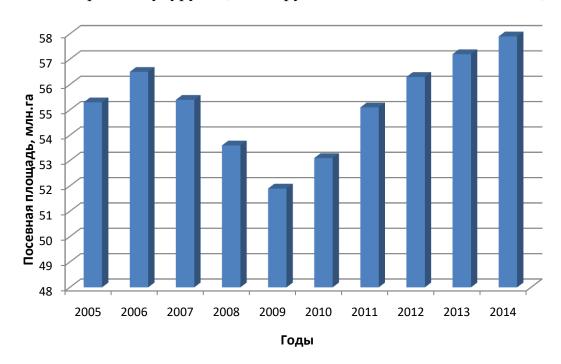


Рисунок 1 — Посевная площадь ячменя в мировом земледелии, млн. га (по данным Φ AO)

На сегодняшний день Российская Федерация является крупнейшей страной-производителем ячменя. По посевным площадям в России ячмень занимает второе место, уступая лишь пшенице (таблица 1).

Таблица 1 – Посевные площади сельскохозяйственных культур в Российской Федерации (тыс. га) (по данным Росстат)

VVIII TVD0	Годы					Сранцаа	
Культура	2010	2011	2012	2013	2014	Среднее	
Пшеница	26613	25552	24684	25064	25277	25438,0	
Ячмень	7214	7881	8820	9019	9391	8465,0	
Кукуруза на зерно	1416	1716	2058	2450	2687	2064,4	
Просо	521	826	474	470	506	559,4	
Овес	2895	3045	3241	3324	3255	3152,0	
Рис	203	211	201	190	197	200,4	
Зернобобовые	1305	1553	1844	1979	1597	1655,6	
Подсолнечник	7153	7614	6529	7271	6907	7094,8	
Соя	1206	1229	1481	1532	2006	1490,8	

За период с 2010 по 2014 годы посевная площадь ячменя составила в среднем 8465 тыс. га, из них 459,4 тыс. га занято озимыми и 8005 тыс. га – яровыми сортами (рисунок 2).

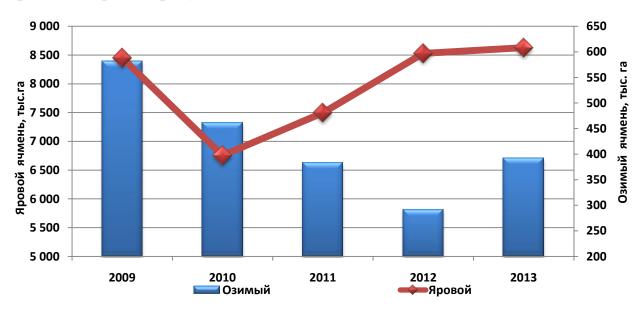


Рисунок 2 — Посевные площади озимого и ярового ячменя в России, тыс. га (по данным Φ AO)

Средняя урожайность за тот же период в РФ составила: 36,3 ц/га — озимого ячменя, 18,3 ц/га — ярового. Валовой сбор зерна в 2014 году составил 20,4 млн. тонн: озимого — 2,1 млн. тонн, ярового — 18,3 млн. тонн.

Озимый ячмень, по сравнению с другими зерновыми культурами, обладает бесспорным преимуществом: он созревает раньше, обеспечивая при этом получение высококачественного урожая зерна. После уборки озимого ячменя остается значительный запас времени для качественной подготовки почвы к посеву следующей культуры. Кроме того, сохраняется возможность для посева промежуточных культур или сидератов. Способность озимого ячменя бороться с весенней засухой обуславливается его рациональным использованием запаса осенне-зимней влаги (Н. В. Репко, 2015).

Валовый сбор и урожайность озимого ячменя в России в период с 2010 по 2014 гг. в среднем составили 1,56 млн тонн и 36,72 ц/га соответственно. Резкое снижение показателей в 2012 г. было обусловлено гибелью посевов от воздействия морозов (рисунок 3).



Рисунок 3 — Валовый сбор (млн. тонн) и урожайность (ц/га) озимого ячменя в России (по данным ФАО)

Наряду с положительными свойствами, озимый ячмень имеет существенный недостаток — низкая зимостойкость обусловленная, прежде всего, слабой морозоустойчивостью сортов. В этой связи основные посевные площади культуры сосредоточены в Южном и Северо-Кавказском Федеральных округах. В среднем с 2010 по 2013 гг. данный показатель составил 199,7 тыс га (ЮФО) и 174,0 тыс га (Северо-Кавказский ФО). В Центральном и Приволжском ФО озимым ячменем ежегодно засевается незначительная часть посевных площадей (таблица 2).

Таблица 2 – Посевная площадь озимого ячменя в отдельных Федеральных округах РФ, тыс. га (по данным Росстат)

	Федеральные округа						
Годы	Годы Центральный	Приволжский	Южный	Северо-			
			Южный	Кавказский			
2010	1,1	0,2	269,4	176,8			
2011	1,8	3,1	213,2	164,4			
2012	3,5	1,9	131,2	153,6			
2013	2,7	0,9	184,9	201,2			
Среднее	2,3	1,5	199,7	174,0			

В условиях жесткой зимы 2012 г. в Северо-Кавказском ФО наблюдалось массовое вымерзание растений, что повлекло за собой значительное сокращение посевных площадей под озимым ячменём.

В ходе изучения востребованности озимого ячменя сельхозпредприятиями отдельных регионов нашей страны, была рассмотрена динамика урожайности и посевных площадей культуры в основных регионах возделывания (таблица 3).

Таблица 3 – Посевные площади озимого ячменя в ЮФО, тыс га (по данным Росстат)

Субъект Федерации	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее
Адыгея	14,7	12,6	13,6	14,2	13,8
Краснодарский край	189,3	155,3	91,6	141,7	144,5
Калмыкия	1,4	0,5	0,0	0,3	0,5
Ростовская область	63	44,6	25,8	28,4	40,4
Волгоградская область	1,0	0,2	0,2	0,2	0,4

Анализ данных таблицы 3 выявил, что несомненным лидером по возделыванию озимого ячменя в Южном Федеральном округе является Краснодарский край, отличающийся относительно мягкими климатическими условиями в зимний период. По расчетам экспертно-аналитического центра агробизнеса «АБ-Центр» именно Краснодарский край занимает первое место среди всех регионов России по валовым сборам ячменя. В среднем в крае озимого ячменя возделывается в пределах 150 тыс га.

Самым северным регионом возделывания озимого ячменя в пределах ЮФО является Ростовская область. Его площадь здесь в разные годы варьирует от 25 до 63 тыс. га. И сосредоточена она, в основном, в южной, центральной и приазовской зонах (Н. В. Репко, 2015).

Ведущим производителем озимого ячменя в Северо-Кавказском ФО является Ставропольский край, на территории которого ежегодно высевается свыше 100 ты. га данной культуры. Второе и третье места распреде-

лились между Кабардино-Балкарской и Чеченской республиками, где под ячмень отводится от 12 до 32 тыс. га посевной площади (таблица 4).

Таблица 4 – Посевные площади озимого ячменя в Северо-Кавказском ФО, тыс, га (по данным Росстат)

Субъект Федерации	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее
Дагестан	5,2	12,1	8,2	13,0	9,6
Ингушетия	8,4	8,1	7,0	9,5	8,2
Кабардино-Балкария	12,3	13,0	15,4	16,5	14,3
Карачаево-Черкессия	2,9	2,4	1,9	1,5	2,2
Северная Осетия Алания	4,5	3,1	4,6	5,3	4,4
Ставропольский край	111,2	105,5	100,3	132,1	112,3
Чеченская республика	32,3	20,2	16,2	23,3	23,0

Урожайность озимого ячменя во многом определяется сложившимися погодно-климатическими условиями в осенний период, когда растения проходят закалку, накапливая ресурсы, необходимые для перезимовки. Но, вместе с тем, нельзя не отметить и роль сорта в повышении урожайности.

Регулярное внедрение в производство новых более урожайных сортов обеспечивает повышение сбора продукции в среднем на 20–30 % (В. М. Шевцов, 2008).

Анализ урожайности в основных регионах возделывания озимого ячменя выявил явное преимущество Краснодарского края. Здесь средняя урожайность за период 2003–2008 годы составила 43,9 ц/га, что превысило суммарный сбор зерна сортов возделываемых в Ставропольском крае на 11,9 ц/га и в Ростовской области на 19,7 ц/га (рисунок 4).

В нашей стране, а особенно на её юге, ведется интенсивная селекционная работа над созданием новых сортов озимого ячменя, которые в производстве практически вытеснили сорта ярового ячменя. Для климатических условий нашего региона эта культура озимого ячменя, особенно актуальна и широко востребована в производстве.

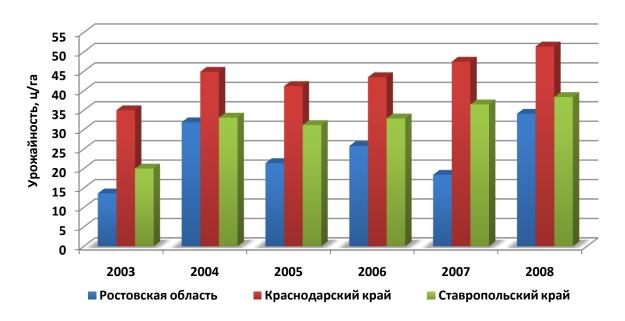


Рисунок 4 — Урожайность озимого ячменя в основных регионах, ц/га (по данным Росстат)

Таким образом, внедрение новых конкурентоспособных и высокоадаптивных сортов будет и в дальнейшем способствовать получению стабильных урожаев качественного зерна.

1.2 Направления в селекции озимого ячменя

Известно, что до 60-х годов двадцатого столетия на Кубани возделывался в основном яровой ячмень. В период с 1926 по 1959 гг. его высевали на площади 330 тыс га, в то время как озимый занимал лишь 13 тыс га. Это было связано со слабой зимостойкостью озимого ячменя (Трындина А. П., 1929; Громачевский В. Н., 1958).

В практике создания новых сортов озимого ячменя выделяется ряд направлений. Главные среди них: селекция на повышение урожайности; селекция на увеличение зимостойкости; на устойчивость к полеганию; на высокий иммунитет; создание сортов пивоваренного направления; селекция на высокое содержание лизина; а так же селекция на резистентность к кислой среде.

Безусловной, основополагающей целью при возделывании любой культуры является получение стабильно высокого урожая. Следовательно, повышение потенциальной урожайности культуры — приоритетная задача в работе

селекционера. Сорт озимого ячменя способен максимально реализовать заложенный в него потенциал урожайности, лишь при условии высокой адаптивности, будучи зимостойким, обладающим прочной соломиной и мощно развитой корневой системой, а так же имеющим толерантность к распространенным патогенам и подкисленной почвенной среде.

Повышение физиологической морозостойкости ячменя является очень трудоемким и длительным процессом. Селекция на повышение зимостойкости озимого ячменя на Кубани была начата А. П. Трындиной под руководством академика В. С. Пустовойта на селекционной станции «Круглик» в 1923 году. При посеве биологических питомников были выделены яровые зимующие формы, которые по морозостойкости превосходили даже типичные озимые. Ярким примером является сорт двуручка Круглик 21, районированный в Краснодарском и Ставропольском краях в прошлом столетии. Необходимо отметить, что данный сорт присутствует в генеалогии многих современных высокозимостойких форм (А. П. Трндина, 1923).

Несмотря на довольно мягкие климатические условия, в центральной зоне Краснодарского края периодически повторяются зимы с суровыми морозами, ставящие под угрозу получение запланированного урожая озимых колосовых. Следовательно, работа над повышением морозостойкости озимого ячменя была и остается приоритетным направлением в селекции культуры.

Создание сортов устойчивых к полеганию является очень важным направлением для селекционера, работающего с культурой озимого ячменя. В условиях Краснодарского края в период апрель—июнь часто выпадают осадки ливневого характера, сопровождаемые порывистыми ветрами, что неизбежно приводит к сильному полеганию неустойчивых сортов. Полегание в фазы выхода в трубку и колошения способствует не только резкому снижению урожайности культуры (потери составляют более 20 %), ухудшению качества зерна, но и определенным затруднениям при механизированной уборке (В. М. Шевцов, Н. Г. Малюга, 2008; Н. А. Родина, 2006). По данным

И. М. Конданева (1957) и Я. Лекеш (1962), при полегании содержание крахмала в зерне ячменя снижается на 1,7–5,6 %. Одним из главных качеств современных сортов интенсивного типа является наличие невысокой упругой и прочной соломины, способной предотвратить полегание посевов.

Н. И. Вавилов (1964) в большинстве своих трудов особое внимание уделял иммунитету растений, подчеркивая, что это одна из основных задач селекции и полагая, что главным инструментом борьбы с болезнями является создание иммунных сортов. Селекция на устойчивость к болезням — непрерывный тяжелый труд, сопряженный с постоянной эволюцией растения и патогенна (В. И. Кривченко, 1987).

Одним из самых распространенных заболеваний, поражающих злаки, в том числе и ячмень, является мучнистая роса. Патоген обладает биологоэкологической пластичностью, из-за чего происходит длительное сохранение инфекционных очагов и распространение болезни практически повсеместно (Т. Е. Кузнецова, Н. В. Серкин, 2006). При инфицировании мучнистой росой поражаются все наземные части растения: стебли, листья, влагалища листьев, а в эпифитотийные годы – колосковые чешуи и ости (Т. Е. Тихомирова, 1999; Т. Е. Кузнецова, 2006; В. И. Кривченко, 2008). Потери урожая при поражении растений *Erysiphe graminis* могут достигать по разным данным от 4 до 40 % (L. Slootmaker, 1970; M. Wolfe, 1976; В. И. Кривченко, 1975; А. И. Терентьева, 1975; В. Ф. Пересыпкин, 1982; В. Е. Сечняк, 1984; Т. Е. Кузнецова, 1990, 2004, 2006). Огромное значение в борьбе с мучнистой росой имеет соблюдение агротехники выращивания. Озимый ячмень – культура очень отзывчивая на внесение минеральных удобрений, однако, повышенная доза азота неизбежно ведет к чрезмерному кущению, растения мощно вегетируют, посевы загущаются, из-за недостатка света вытягиваются, чаще всего полегают, создавая все условия для интенсивного развития патогена.

Так же, как и мучнистая роса, в большинстве зон возделывания озимого ячменя распространена карликовая ржавчина (*P. Teres*) — не менее вредоносное заболевание (Т. Е. Тихомирова, 1996). Интенсивность развития болезни

определяется временем ее проявления на растениях и температурным режимом (А. Я. Трофимовская, Э. М. Рогожина, 1968; L. Vëchet, 2003). Поражение посевов карликовой ржавчиной приводит к снижению урожайности на 0,15—1,4 т/га (Т. Е. Кузнецова, Н. В. Серкин, 2006).

Потери урожая, достигающие 30 %, могут наблюдаться на посевах озимого ячменя, пораженных гельминтоспориозными пятнистостями (*P. Hordei*) (Т. А. Баранова, 1976) и головневыми заболеваниями (Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова, 1993).

Таким образом, снижение урожайности при поражении листостебельными заболеваниями может быть весьма значительным. Чтобы избежать негативных последствий перед селекционерами стоит задача создания сортов со средней и выше средней степенью устойчивости к распространенным патогенам. Кроме того, устойчивость селекционного материала должна быть генетически защищена. Возделывание абсолютно иммунных сортов неизбежно приведет к появлению супер-вирулентной расы патогена (О. С. Афанасенко, 2013).

Пиво является одним из самых популярных напитков в мире, а ячмень — основной компонент его производства. Несмотря на то, что для производства солода используется в основном яровой ячмень, роль озимого в данном направлении весьма перспективна. Озимый ячмень, в сравнении с яровым, является более урожайной культурой, способной формировать зерно с меньшим содержанием белка (Н. В. Репко, 2009). В России наиболее пригодными для возделывания пивоваренного ячменя являются западная часть Белгородской области, северная и центральная части Воронежской области, юг Тамбовской и юго-запад Курской областей. В Зональном НИИСХ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого был селектирован и районирован выдающийся сорт ячменя пивоваренного направления Виннер (Н. А. Родина, 2006).

Одним из аспектов селекции пивоваренного ячменя является использование сортов в генотипе которых присутствуют Sd2H и Sd3 аллели, детерминирующие синтез высокотермостабильного фермента β-амилазы, гидроли-

зующей крахмал до мальтозы, необходимой для жизнедеятельности дрожжей (Н. В. Луханина, 2013).

Производство пива в РФ имеет возрастающую тенденцию, в период с 2003 по 2008 гг. потребление пива увеличилось на 9 % (Статистика: Производство. Ячмень). Следовательно, растет и спрос на солодовенное сырье, что определяет актуальность селекции ячменя пивоваренного направления, особенно в современных условиях импортозамещения.

Высококачественное зерно фуражного направления подразумевает не только высокое содержание белка. Необходимым условием является сбалансированность его по аминокислотному составу. Согласно исследованиям ряда ученых (Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович, 1980; Р. Фокке, Р. Примус, 1988), с повышением фона минерального питания содержание протеина в зерне возрастает за счет запасных гордеиновых белков, которые, как известно, имеют низкое содержание лизина. Лизин относится к незаменимым аминокислотам, не синтезируемым животным организмом, поэтому его запас должен регулярно пополняться через потребляемый корм (О. М. Гриб, 2003). В результате дисбаланса лизина в белке, большая часть аминокислот хоть и усваивается в кровь животного, однако никак не используется его организмом (Л. И. Похиленко, 1987). Известно, что зерновые культуры в своем биохимическом составе имеют низкое содержание лизина и треонина. Однако овес и ячмень обладают наиболее оптимальным биохимическим составом зерна. Содержание лизина в них составляет 70-80 %, в отличие от пшеницы (56-58 %), просо и сорго (35-36 %) (В. М. Шевцов, 2005). Еще в СССР селекционеры начинали работы по повышению содержания лизина в белке ячменя, используя голозерную высоколизинвую форму спонтанного мутанта Хайпроли, имеющего ген lys, и индуцированные мутантные формы Ризо 56 и Ризо 1508 с геном lys 3a (П. Н. Пыльнева, 1990; О. М. Гриб, 2003; В. М. Шевцов, 2004). Над созданием голозерных сортов ячменя с высоким содержанием лизина работали селекционеры из Канады, Дании, Швеции и России (L. Munck, 1970; J. Jensen, 1978; O. Stolen, 1979; R. S. Bhatty, 1996; I. Belika, 2000;

П. Ф. Гаркавый, 1975; Э. Д. Неттевич, 1978; В. М. Шевцов, 1974). Селекционная работа по созданию высоколизиновых форм ячменя имеет несомненную актуальность на сегодняшний день. Возделывание ячменя кормового направления остается в приоритете.

В сложившихся условиях современного земледелия из-за внесения в почву большого количества кислых минеральных удобрений наблюдается подкисление корнеобитаемого слоя почвы, что негативно сказывается на растениях озимого ячменя. Ведь, как известно, среди злаковых культур ячмень обладает наименьшей устойчивостью к кислой среде (J. M. Porhman, 1995; Т. Е. Кузнецова, 2017). В Краснодарском крае по данным ФГБУ ЦАС «Краснодарский» насчитывается 271,7 тыс га кислых почв, из них сильно кислых 13,1 тыс га, среднекислых — 57,5 и слабокислых 201,0 тыс га. Следовательно, создание сортов озимого ячменя, устойчивых к эдафическому стрессу, является весьма актуальным направлением на сегодняшний день.

Известна так же проблема восприимчивости сортов озимого и ярового ячменя к токсичным ионам алюминия в нечерноземной зоне (Е. М. Лисицин, 2007). Обычно алюминий находится в почве в виде нерастворимых солей. Однако при подкислении почвы он переходит в раствор с образованием катиона Al^{3+} , который оказывает сильное токсическое воздействие на растения, ингибируя рост корневой системы и растения в целом (В. А. Внучкова, Э. Д. Неттевич и др., 1989). Ввиду значительных энергозатрат, нормализация рН баланса почвы путем известкования не имеет большой популярности. Таким образом, наиболее оптимальным путем ухода от этой проблемы является создание новых сортов озимого ячменя, толерантных к описанному эдафическому стрессу. Такие сорта способны усваивать фосфор и кальций даже при низком их содержании в почве, а так же они обладают устойчивостью к корневым гнилям (О. В. Яковлева, 2013; Н. А. Родина, 2006). Согласно данным Л. Н. Тиуновой (2007), последовательный ежегодный насыщающий внутрисортовой отбор растений, обладающих устойчивостью к ионам Al^{3+} способствует возможности создания устойчивых популяций.

Реализация задач, поставленных в селекционной программе, достигается посредством традиционных и современных методов селекции.

Еще до становления научной селекции человек сознательно и бессознательно проводил отбор растений, исходя из своих требований к хозяйственно-ценным признакам. Таким образом, методом искусственного отбора было создано немалое количество местных сортов, приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям возделывания, которые в дальнейшем послужили незаменимым исходным материалом.

Метод искусственного отбора используется и сегодня практически на всех этапах селекционного процесса. Академик В. М. Шевцов считал, что отбор из ранних поколений является весьма дорогостоящим из-за необходимости проведения повторного отбора на завершающей стадии оценки селекционного материала с целью добиться типичности, выравненности и стабильности в линиях. Однако позднее было установлено, что в селекции озимого ячменя на морозостойкость отбор следует проводить в ранних поколениях, поскольку в популяциях работает формообразовательный процесс, начавшийся еще в местных сортах. Выделение родоначальных элитных растений во втором поколении возможно благодаря тому, что они произошли из популяций, экологически приспособленных в ходе предшествующего продолжительного процесса естественного и искусственного отбора (Г. В. Гуляев, 1978; Н. В. Серкин, 1998; В. М. Шевцов, 2008). По данным А. К. Ляшок и П. Л. Никулина (1990), при отборе и пересеве в поколениях $F_2...F_6$ только гетерозиготных растений озимого ячменя, начиная с седьмого поколения, возможно отобрать формы с весьма высокой морозостойкостью.

Положительная корреляция морозостойкости со степенью полегания и продолжительностью периода колошения вызывает определенную сложность. В селекции на морозостойкость возможно преодолеть эту проблему путем тщательного подбора родительских пар (Г. М. Михова, Т. П. Петрова, 2007). Так же, по данным Н. В. Серкина (1998), высокая зимоморозостойкость оказывает отрицательное влияние на урожайность в годы с мягкими

зимами и выраженным полеганием растений. «В процессе селекционного совершенствования концептуальное направление скорректировано и заключается в преодолении физиологической несовместимости высокой морозостойкости, скороспелости и повышенной продуктивности в новых сортах, то есть в надежде получить аддитивный эффект» Н. А. Морозов и др., 2007.

Согласно О. М. Гриб и др. (2003), селектируемый признак детерминируется в основном структурными генами, следовательно, он в меньшей степени подвержен фенотипической изменчивости. Исходя из этого, для достижения экологической стабильности признаков необходимо создать условия, при которых генотип будет способен накопить в достаточном или даже избыточном количестве генетические и метаболические структуры, которые отодвинут пороги реагирования путем снижения урожайности (О. М. Гриб и др., 2003).

Для успешного внедрения в производство сорт должен сочетать в себе комплекс хозяйственно-ценных признаков, определяющих его пластичность и экологическую устойчивость (В. М. Шевцов, 1982). Но сорта, созданные путем отбора из естественных популяций (данный метод применялся в селекции ячменя с 1891 года), в большей степени сохраняют признаки исходного материала, в котором зачастую искомые свойства слабо выражены или вовсе отсутствуют. Следствием повышенных требований сельскохозяйственного производства к сортам стало использование с 1902 года метода межсортовой гибридизации, в результате чего появилась возможность в одном гибридном организме сочетать свойства и признаки двух и более родительских форм (Г. В. Гуляев, Ю. Л. Гужов, 1978; Н. А. Родина, 2006).

Метод гибридизации значительно расширил творческие возможности отбора и ускорил весь селекционный процесс. Ключевыми моментами гибридизации являются перекомбинация генов и их трансгрессия. Яркий пример трансгрессии по морозостойкости наблюдался в сорте озимого ячменя Вавилон, созданном методом гибридизации в КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко в 1981 году. Сорт обладает высокой устойчивостью к полеганию, повышенным

иммунитетом и в значительной степени превосходит родительские формы по морозостойкости.

Одним из наиболее сложных аспектов практической селекции является подбор родительских пар. Сложность состоит в том, что определенное свойство или признак не передается непосредственно потомству. В гибридном организме наследуемые признаки образуют различные сочетания, поэтому очень важно знать, как наследуются те или иные признаки в конкретных условиях развития растений. От грамотного, научно обоснованного подбора родительских пар для скрещивания в значительной степени зависит успех гибридизации (Г. В. Гуляев, Ю. Л. Гужов, 1978).

При создании новых сортов озимого ячменя в секционной практике, начиная с 50-х годов прошлого столетия, широко используется метод гибридизации с принципом подбора родительских форм по морфо-биологической контрастности и экологической отдаленности. В таких комбинациях расщепление по признакам разновидностей начинается со второго поколения (Н. В. Серкин, 1998; Н. А. Морозов, 2007).

Включением в программу гибридизации биологически контрастных форм озимого ячменя под номером 40 и ярового Ганна Моравская впервые был создан озимый сорт Краснодарский Н-27. Однако, из-за недостаточной зимостойкости, сорт был рекомендован к возделываю в южных районах края. Профессор В. Н. Громачевский и академик П. П. Лукьяненко были первыми, кто, реализуя идеи учения Н. И. Вавилова, применили принцип эколого-географической отдаленности в селекции озимых культур на Кубани. Результатом этой работы явились районированные сорта озимого ячменя Завет, Старт и Краснодарский 16. После академик В. М. Шевцов дополнил этот метод морфологической и биологической контрастностью исходных форм (В. М. Шевцов и др., 2004, 2008; Т. Е. Кузнецова, 2013).

При создании сорта озимого ячменя Радикал селекционеры КНИИСХ применили два метода: гибридизация и мутагенез. Сорт обладает удачным сочетанием хозяйственно-ценных признаков. Он устойчив к полеганию, вы-

соко морозостойкий, а так же резистентен к таким заболеваниям как мучнистая роса и сетчатая пятнистость. В генеалогию Радикала входят более десяти сортов с различными ботаническими разновидностями (*Parallelum Korn., Pallidum Ser., Nutans Schubl.*) и биологическому развитию (озимые формы, двуручки), а так же две мутантных линии (Т. Е. Кузнецова, 2006).

С использованием метода внутривидовой гибридизации был получен сорт Бастион, пришедший на смену Радикалу. Сорт Бастион — пример преодоления отрицательной корреляции таких важнейших хозяйственно-ценных признаков как устойчивость к полеганию и морозоустойчивость.

Методом ступенчатой внутривидовой гибридизации в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко был получен новый высокоморозостойкий сорт Добрыня 3, который и сегодня пользуется большой популярностью среди производственников. Особенностью данного сорта является очень короткий период яровизации. Его можно считать условной двуручкой. Сорт может быть особенно актуален в годы с суровыми зимами. Даже если посевы в значительной степени пострадают в период перезимовки, сохраняется возможность их «ремонта» путем подсева того же сорта в ранневесенний период.

Еще один сорт с высокой зимоморозостойкостью, созданный методом внутривидовой гибридизации — это сорт Самсон, селекции КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко. В генеалогию сорта входят 11 сортообразцов из 5 агроэкогрупп и два мутанта, полученных в Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко (Т. Е. Кузнецова, 2006).

Методом внутривидовой гибридизации с двукратным индивидуальным отбором был создан сорт с альтернативным типом развития Фараон. За счет слабой фотопериодической чувствительности сорт способен избегать повреждения весенними заморозками. Обладает высокой зимостойкостью и устойчивостью к сетчатой пятнистости (Т. Е. Кузнецова, 2006).

Вследствие повышения требований к сортам произошел переход от парных (простых) скрещиваний к ступенчатым (сложным). Метод сложной ступенчатой гибридизации впервые в нашей стране был разработан и применен на практике А. П. Шехурдиным. Успешно применялся этот метод П. Ф. Гаркавым во Всесоюзном селекционно-генетическом институте. На сегодняшний день это один из основных методов создания новых сортов озимого ячменя. Одним из способов сложной гибридизации являются насыщающие скрещивания, которые применяются в селекции озимого ячменя для создания сортов, устойчивых к патогенам. Результатом сложного ступенчатого скрещивания линий, образцов и мутантов по принципу эколого-географической отдаленности явился морозозимостойкий, устойчивый к полеганию, мучнистой росе и карликовой ржавчине, сорт Романс, созданный в 2002 году селекционерами КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко. Во Всероссийском научноисследовательском институте зерновых культур имени И. Г. Калиненко посредством многократных ступенчатых насыщающих скрещиваний был отселектирован ценный исходный материал с глубоким залеганием узла кущения (В. М. Шевцов, 1982; Г. В. Гуляев, Ю. Л. Гужов, 1978; Т. Е. Кузнецова, Н. В. Серкин, 2006; Е. Г. Филиппов, 2007).

На примере различных комбинаций скрещиваний по мере увеличения гомозиготности уменьшается число морозостойких форм. В случае возвратных скрещиваний, степень морозостойкости зависит от выраженности признака устойчивой родительской формы. Лучшие результаты можно получить при скрещивании по схеме CIMMIT (а * в) * (а * с), что объясняется одновременным участием в комбинации двух родительских форм, обладающих морозостойкостью (Серкин Н.В., 1998).

Индукция наследственных изменений химическими веществами или мутагенез — наиболее ценный метод в современной селекции. Еще Н. И. Вавилов (1960) отмечал доминирующую роль мутационной изменчивости в формировании видов культурных растений. Ценность его определяется особо высоким выходом полезных мутаций, частота которых варьирует в пределах от 30 до 100 %, что, разумеется, не идет в сравнение с возникновением спонтанных мутаций. С увеличением размаха и числа благоприятных мутационных признаков возрастает ценность мутанта в дискретной селекции. В про-

цессе расщепления гибридного материала в потомстве мутантов положительные признаки отделяются от отрицательных. Появляется возможность реализовать принцип генетической дискретности, подразумевающей образование полезных признаков без прибавления вредных, а так же возможность освободиться от последних (если их не много) без затруднений. В 1970 году П. Ф. Жогиным и П. П. Лукьяненко была описана группа макромутантов, полученных с использованием N-нитрозалкилмочевины. Мутанты обладали карликовостью и высоким содержанием белка. Значительное количество мутантов овса и ячменя не требуют гибридизации для выхода в селекцию, это отчасти связано с тем, что уже в первом поколении обнаруживаются гомозиготные мутации, как простые, так и комплексные. Подобные мутации, как известно, вызывают малые дозы мутагенов, доля мутантов при этом составляет от 5 до 15 %. С повышением дозы мутагенов возрастает и количество мутантных нерасщепляющихся семей с отрицательными мутациями как доминантного, так и рецессивного типов (Н. И. Вавилов, 1960; И. А. Рапопорт, 1993).

Мутагенез очень эффективно показал себя в селекции озимого ячменя. Даже если обработанный мутагеном сорт или линия не проходят все испытания, становясь новым сортом, их часто используют в качестве обладающего положительным признаком исходного материала для гибридизации. Использование мутантных линий прослеживается в родословных большинства сортов озимого ячменя селекции КНИИСХ. Среди них такие сорта как: Павел, мутант от сорта Козырь, превосходит родительскую форму по продуктивной кустистости и устойчивости к полеганию; мутантный сорт Хуторок обладает мощной корневой системой и засухоустойчивостью.

В ходе изучения влияния различных химических мутагенов (нитрозоэтилмочевина; нитрозодиметилмочевина; диметилсульфат; этиленимин) на выход морозостойких особей был установлен факт индуцирования морозостойких мутантов всеми используемыми химическими реагентами. Было выявлено также, что степень морозостойкости исходного образца имеет непосредственное влияние на выделение морозостойких мутантов. Наибольшая частота встречаемости более морозостойких в сравнении с исходной формой мутантов наблюдалась в среднеморозоустойчивых сортах (6,9 %), тогда как в морозостойких формах данный признак достигал лишь 1,04 % (Н. В. Серкин, 1998).

Одним из методов создания исходного материала для селекции озимого ячменя является использование гаплоидии. Впервые у высших растений гаплоид был обнаружен в дурмане в 1921 году. Использовать гаплоидные растения в селекции впервые было предложено в 1924 году Bleakesly и Belling. Практическая значимость гаплоидов для селекции состоит в том, что у них проявляются рецессивные гены, не прикрытые доминантными аллелями. Кроме того, получение гомозиготных форм из растений первого поколения предоставляет возможность сохранить наиболее ценные из них без последующего расщепления. Благодаря такому «неприкрытому» фенотипическому проявлению рецессивного признака у гаплоидов упрощается обнаружение искомых генотипов и возрастает эффективность отбора. Так в комбинационной селекции для создания гомозиготной фенотипически выровненной линии потребуется пять-семь лет. При использовании удвоенных гаплоидов этот срок составляет порядка двух лет. Были так же предложены способы получения гаплоидов посредством культуры пыльников (A. Hagberg, G. Hagberg, 1980). Однако, применимым в практической селекции оказался метод bulbosum (B. Foroughi-Wehr, R. Pickering, W. Friedt, 1981), результатом использования которого стали сорта ячменя Minquo, Rodeo (Канада), Yvilan (Великобритания), Одесский 115, Исток, Прерия (Украина) (М. Е. Лобашев, 1969; Н. А. Родина, 2006).

Для получения гаплоидов в селекции ячменя традиционно используют *Hordeum bulbosum*, характеризующийся устойчивостью к распространенным листостебельным заболеваниям. При скрещивании луковичного ячменя с *Hordeum vulgare* удалось отобрать фертильные формы, интрогрессивные по устойчивости к листовой и стеблевой ржавчине, ринхоспориозу, мучнистой

росе (С. Ф. Лукьянюк, С. А. Игнатова, 1983; P. A. Jonson, R. A. Pickering, 2002; M. Scholz. et al., 2009).

Применяя методы биотехнологии в практической селекции, в генетической лаборатории получают регенеранты ячменя. При использовании оптимальных схем клеточной селекции получают исходный материал, устойчивый к содержанию в почве ионов Al⁺, повышенной кислотности и осмотическому стрессу. Ввиду низкой продуктивности, регенеранты зачастую используются лишь в качестве компонентов скрещивания. Однако выделены и регенеранты, дошедшие до конкурсного сортоиспытания и превосходящие стандартные сорта по урожайности (Н. А. Родина, 1995; И. Н. Щенникова, 2002, 2007).

Создание новых сортов озимого ячменя на основе гетерозиса не имеет широкого практического применения, но все же исследования в этом направлении ведутся. Явление гетерозиса на ячмене было отмечено еще в конце 19 столети (А. Л. Семполовский, 1897), к конкретным исследованиям же в данной области приступили лишь спустя полвека (Suneson, Riddle, 1944; Hugberg, 1953). В последующие годы изучение гетерозиса приобрело популярность как в нашей стране, так и за ее пределами (В. С. Лебедева, 1965; Э. Д. Неттевич, 1971; Н. А.Родина, 1978, 2006; W. Crook, J. Poehlman, 1971; F. Scholz, G. Kunzel, 1975). Изучением гетерозиса на яровом ячмене занимаются селекционеры Зонального НИИСХ Северо-Востока. Они выявили в ходе исследований закономерность того, что величина гетерозиса определяется величиной генотипических различий родительских форм. Лучшие гетерозисные гибриды получаются вследствие скрещивания родительских форм, различающихся по биологическим, морфологическим свойствам и происхождению (Н. А. Родина, 2006).

Таким образом, в настоящее время создание новых сортов озимого ячменя с высокой адаптивностью, стабильным урожаем, устойчивых к полеганию и имунных к патогенам остается основной задачей селекционеров, для решения которой ими используются различные методы селекции.

1.3 Методы оценки зимостойкости озимых культур

Начиная с двадцатых годов прошлого столетия, и до сегодняшнего дня, самым используемым методом определения морозостойкости озимых колосовых культур является технология прямого промораживания растений, разработанный И. И. Тумановым и И. Н. Бородиной (1929). Неоднократно метод претерпевал совершенствующие модификации (В. Я. Юрьев, 1940; Ф. Г. Кириченко, 1969; Г. В. Удовенко, 1969; В. С. Горя, 1981; D. Н. Косh, О. Lеmann, 1966; Ф. М. Куперман, 1971; В. М. Шевцов, 2011).

Классический метод В. Я. Юрьева (1940) заключается в том, что семена высевают в деревянные ящики, заполненные почвой, по 4 испытуемых сорта и 3 стандарта, выращивают до стадии кущения при равных условиях с посевами в поле. Растения проходят две стадии закалки, после чего помещаются в камеры для проморозки, где устанавливается фиксированная температура промораживания. После этого ящики с растениями переносят в помещение с положительной температурой и через неделю проводят подсчет выживших растений.

С помощью метода прямого промораживания, разработанного академиком В. М. Шевцовым (2011) полный цикл проморозки возможно провести за 7 суток. Сущность метода заключается в том, что растения высеваются в металлические ящики, заполненные почвой, выращиваются до фазы трех листьев, проходят две стадии закалки при регулируемых температурных и световых условиях, а затем помещаются в морозильную камеру для прямого промораживания.

На сегодняшний день, как классический, так и усовершенствованный, это самые популярные методы оценки морозостойкости озимого ячменя. Но все же он имеет ряд недостатков: в первую очередь, он является трудо- и времязатратным, подразумевает необходимость наличия площадки для выращивания растений до проморозки и помещения для последующего оттаивания ящиков. Климатические условия часто складываются не благоприятно

для качественной закалки растений, слишком маленькая выборка, определяющая большую пестроту полученных результатов, краевой эффект.

В этой связи, селекционеры начали искать альтернативные методы оценки морозостойкости. Метод оценки растений высеянных на бетонных стеллажах был оптимальным (П. П. Лукьяненко и др., 1970). В отличие от метода прямого промораживания, преимущество заключалось в меньшей трудозатрате (не требовалась набивка ящиков) и большей выборке растений. Однако, условия проморозки в данном случае неконтролируемые и в годы с мягкими зимами дифференциацию сортов произвести невозможно (А. И. Грабовец, 2005).

Канадскими исследователями был предложен метод оценки зимостойкости озимых культур по индексу полевой выживаемости, представляющему собой среднюю разность выживаемости растений в процентах, прогнозируемую в полевых условиях. Как и при оценке растений на бетонных стеллажах, данный метод не применим в годы с мягкими зимами, равно как и в годы с полным вымерзанием растений. В данном случае, полученный индекс будет крайне не точным (D. B. Fowler and all., 1979, 1983; Ю. П. Федулов, 1987).

В 60-80-е годы прошлого столетия за рубежом большую популярность получил метод определения морозоустойчивости по критической температуре вымерзания (J. Levitt, 1972; A. Zech, A. W. Pauli, 1960; M. K. Pomeroy, D. В. Fowler, 1973). При этом растения, прошедшие закалку в поле, обрезают сверху и снизу на расстоянии 3 см от конуса нарастания. Затем их помещают в сосуды с влажным песком и промораживают при разных температурных режимах. Подсчитывая после проморозки количество выживших растений при разных вариантах, определяют критическую температуру вымерзания. Точность данного метода выше по сравнению со способом оценки по индексу полевой выживаемости, но он так же не лишен недостатков, например, маленькая выборка (D. B. Fowler, L. V. Gusta, N. J. Tyler, 1981).

В практической селекции, кроме полевых, применяют и лабораторные методы оценки морозостойкости озимых культур. В процессе перезимовки

для предотвращения гибели клеток от воздействия отрицательных температур, растения используют накапливаемые в течение вегетации сахара. Изучением физиологических основ устойчивости растений, ученые начали заниматься еще в тридцатые годы прошлого столетия (А. В. Благовещенский, 1934; Л. А. Иванов, 1936; А. Н. Ермаков и др., 1952; L. Brauner, 1932; W. E. Loomis, 1937). О роли углеводов как защитных веществ при замерзании растений говорили Ф. Д. Сказкин и др. (1953), проводившие свои опыты на клубнях картофеля, листьях красной капусты и свеклы.

В озимых колосовых культурах сахара, накапливающиеся в узле кущения во время закалки, выступают в роли криопротекторов, не позволяя льду образовываться внутри клеток, тем самым вызывая их гибель. К криозащитным веществам относят не только моно- и олигосахариды, но так же и гидрофильные белки, дисахариды и трисахариды. Иначе говоря, это полимеры, способные связывать большое количество воды (П. А. Власюк и др., 1959; J. Levitt, 1972; Ю. П. Федулов, 1987; Т. В. Чиркова, 2002).

П. А. Власюк (1959) описал результаты определения косвенного показателя морозостойкости озимой пшеницы, основанного на концентрации веществ, находящихся в растворенном состоянии в клеточном соке растений. Выявлено, что максимальная концентрация отмечается в октябре перед уходом растений в зиму, затем происходит ее направленное снижение в процессе перезимовки. Отмечалось, что концентрация клеточного сока варьируется не только по сортам, но и относительно фона минерального питания. Была установлена прямая связь между концентрацией клеточного сока и степенью морозоустойчивости сортов озимой пшеницы.

Первостепенную роль в накоплении сахаров в узле кущения имеет качественная закалка растений. Т. И. Трунова (1969) в своих исследованиях, проведенных на озимой пшенице, установила, что в результате закалки растений при освещении ртутно-люминесцентными лампами и при температуре 2 °C содержание сахаров в узлах кущения увеличилось с 85 до 215 мг/г сырого вещества. В. Г. Минеев (1964) при изучении особенностей накопления саха-

ров озимой пшеницей выявил связь величины этого показателя с условиями выращивания. Он установил, что с осени в растениях накапливается больше сахаров при посеве их по непаровым предшественникам и при внесении предпосевного азотного удобрения.

Самым важным моментом первого этапа закалки является снижение водного потенциала в тканях, происходящее вследствие снижения осмотического потенциала, или накопления сахаров в вакуоли. При этом значительно увеличивается количество абсцизовой кислоты (АБК). Низкая температура способна вызвать изменения в мембранах, белках, рецепторах АБК, оказывая тем самым влияние на регуляцию генов, контролирующих закалку. У ряда растений на сегодняшний день идентифицированы lti-гены, активируемые низкими температурами или COR-гены, регулируемые холодом. Повышенная морозостойкость озимого ячменя связана с более высоким порогом температуры, индуцирующей аккумуляцию COR-белков (М. Р. Reynolds et. al., 2001).

Изучению направленности углеводного обмена в процессе перезимовки растений посвящены работы многих ученых (В. П. Мосолов, 1934; А. А. Рихтер, 1927; И. И. Туманов, 1931, 1935, 1940, 1951; И. М. Васильев, 1939, 1946, 1956).

При изучении динамики моносахаров и дисахаров на озимой пшенице, А. А. Рихтер (1927) пришел к выводу, что превращения одних в другие тесно сопряжено с температурным фактором. При понижении температуры в результате гидролиза сложные сахара превращаются в моносахара, которые, по мнению А. А. Рихтера, являются основным компонентом защиты растений от гибели во время перезимовки. Данные Рихтера позже нашли подтверждение в исследованиях проведенных И. М. Васильевым (1956). П. А. Власюк, Д. Ф. Проценко и М. А. Гурилева (1959) изучали зависимость динамики накопления сахаров в листьях и узлах кущения от фона минерального питания и связь ее с морозостойкостью растений. В процессе исследований было установлено, что по всем сортам максимальное содержание растворимых саха-

ров приходилось на наиболее стрессовый по изучаемому фактору период – январь. Так же были выявлены различия в накоплении сахаров и их расходовании по сортам и по вариантам опыта (фон минерального питания). Установлено, что наличие большего количества сахаров еще не определяет успешную перезимовку. Исследователи связывают это с интенсивностью дыхания, что было показано на примере сорта Белоцерковская 198, не отличающегося высоким накоплением углеводов, но обладающего способностью экономно их расходовать (П. А. Власюк и др., 1959).

Важным моментом в процессе возделывания озимых колосовых культур является диагностика их состояния после перезимовки. В производстве это имеет особое значение для своевременного принятия решения о необходимости подсева или пересева культуры. Существует ряд методов оценки состояния растений. Глазомерная оценка и подсчет перезимовавших растений. Для этого с осени закрепляют несколько площадок на поле, на которых после перезимовки проводят оценку и учет.

Донской метод — когда после мороза при температуре воздуха -3...-5 °C с поля отбирают растения (50-60 шт.), размораживают их при температуре +5...+8 °C, отмывают от почвы, подрезают корневую систему и наземную часть, после чего проращивают в полиэтиленовых пакетах в темноте при температуре +18...+20 °C, затем определяют количество выживших растений.

Тетразольный метод – с отобранных с поля и размороженных растений обрезают корневую систему и надземную часть побега, делают продольный срез на уровне конуса нарастания. Затем растения помещают в 0,5 % раствор тетразола на 30 минут при температуре 40 °C или на 4 часа при комнатной температуре. После чего проводят подсчет живых растений, ткани которых окрашиваются в розовый цвет, ткани погибших растений не окрашиваются.

Водный метод требует такой же подготовки растений, как и донской. Его суть – после обрезки растения помещают в сосуды с водой и оставляют для проращивания в хорошо освещенном помещении при температуре +18...+20 °C. Воду в сосуде меняют каждые 2 дня, подсчет живых растений проводят через 7 дней проращивания.

Сахарный метод отличается от водного тем, что сначала растения помещают в 2 % раствор сахара на 12-15 часов. После чего раствор меняют на чистую воду.

Метод монолитов — на заранее обозначенных с осени участках поля отбирают монолиты почвы с растениями. Размер монолитов обычно 30 х 30 см. Монолиты переносят в помещение с температурой до +5 °C, размораживают, затем переносят в освещенное и отапливаемое помещение. Растения обрезают на высоте 5 см от поверхности почвы, хорошо поливают и проращивают, оценку жизнеспособности проводят через 15-20 дней.

Электрометрический метод основан на способности поврежденных морозом мембран растений проводить электрический ток. В тканях более морозоустойчивых сортов степень повреждения тканей будет значительно ниже и ток через них будет идти слабее (Ф. М. Куперман, М. И. Кучерявая, 1932; М. Ф. Бугаевский, 1939; П. А. Власюк и др., 1959).

1.4 Биологические и молекулярные маркеры и актуальность их использования в селекции озимых культур

Физиологический механизм морозостойкости растений представляет собой обратимую физиолого-биохимическую и структурную перестройку на всех этапах организации растения. Тем не менее, он закреплен генетически и всецело реализуется в стрессовых условиях (Т. В. Чиркова, 2002). Реакция растительного организма на воздействие стрессового фактора реализуется посредством активации физиолого-биохимических механизмов защиты на различных этапах организации. При критической стрессовой нагрузке физиологических механизмов организменного фактора становится недостаточно, вследствие чего в работу включаются физиолого-биохимические механизмы на клеточном уровне (А. К Ляшок, П. Л. Никулин, 1990). Исходя из

этого, целесообразно детальное и разностороннее изучение механизмов приспособления растений к стрессовым ситуациям и разработка новых методов оценки исходного материала для отбора ценных образцов на максимально ранних этапах селекционного процесса.

Традиционно основным критерием отбора для селекционера выступает фенотип, что подразумевает весьма ограниченный набор исходного материала и намеченных к решению селекционных задач. Кроме того, отбор по фенотипу затягивает процесс создания нового сорта во времени. Значительно расширить возможности и вместе с тем упростить определенные этапы селекционного процесса можно, выявив недорогие и несложные в реализации надежные способы определения элементарных процессов, формирующих ценность исследуемого материала, каковыми являются биологические маркеры (В. К. Плотников, 2016).

При браковке, основанной только на фенотипическом проявлении или отсутствии искомого признака, кроме колоссальных трудозатрат, сохраняется риск потери потенциально ценного образца, поскольку невозможно учесть всех факторов влияния среды на генотип и его развитие в условиях конкретного года исследований.

С внедрением использования биологических маркеров для массового скрининга исходного материала появляется возможность не только значительно сократить сроки выхода в производство новых высокоадаптивных сортов озимого ячменя, но и уменьшить трудозатраты селекционного процесса.

Молекулярные механизмы биологических процессов, протекающих при вегетации растительного организма, всегда привлекали внимание ученых—биологов. Первая обзорная научная работа по изучению процесса прорастания зерна ячменя была опубликована в конце 19 века Н. Т. Brown и G. Н. Morris.

Семена зерновых культур, кроме всего метаболического аппарата транскрипции и трансляции, содержат мРНК, благодаря которым происходит синтез белка при их набухании и прорастании (В. К. Плотников, 2016). Важное значение в процессе прорастания зерна при регуляции экспрессии генов имеют малые РНК, посредством которых происходит распад мРНК специфических белков (D. Deprost et al., 2007; L. Rajjou, et al., 2012; N. Sano et al., 2015). Стабильность и трансляционную активность мРНК во время прорастания определяют катионы магния (Mg⁺⁺), отвечающие за синтез белка.

Являясь главным компонентом хлорофилла растений, магний используется клетками проростков при формировании белоксинтезирующего аппарата для нейтрализации избыточного отрицательного кислотного заряда фосфорной кислоты. В условиях дефицита магния в клетках формирование рибосом, а следовательно, и синтез белков невозможны (В. К. Плотников и др., 2016).

Принимая во внимание факт отличия среднеморозоустойчивых сортов озимого ячменя повышенным содержанием экстрактивного магния в зерне, можно говорить о наличии в них со средней степенью морозоустойчивости большего количества преформированных мРНК и рибосом, что в свою очередь наводит на мысль создания биологического маркера оценки морозоустойчивости озимого ячменя. (А. И. Насонов и др., 2012; В. К. Плотников и др., 2016).

Оценка морозоустойчивости озимых культур по гигроскопичности зрелого зерна. В качестве биологического маркера при оценке морозоустойчивости сортов, линий и популяций озимого ячменя может использоваться гигроскопичность или водоудерживающая способность зрелого зерна. При проведении исследований связанных с гигроскопичностью на сортах озимой мягкой пшеницы, закономерной связи между водоудерживающей способностью и морозоустойчивостью не наблюдалось. По всей вероятности это объясняется различием в механизмах формирования устойчивости растений к действию отрицательных температур (В. И. Киль и др., 1991; Н. Б. Бакалдина и др., 2001; В. К. Плотников и др., 2012).

Объёмы надосадочной жидкости при экстракции зрелого зерна ячменя и пшеницы имели существенные различия. Гигроскопичность озимого ячменя была на 30-40% выше, чем пшеницы. Кроме того, очевидными были сортовые различия напрямую связанные со степенью морозоустойчивости озимого ячменя. Предполагается, что повышенная гигроскопичность шрота зерна озимого ячменя имеет непосредственную связь с его биохимическим составом, в частности с содержанием в зерне полисахаридов β-глюканов. Опираясь на физиологическое обоснование способности растений противостоять морозам за счет накопления в цитоплазме водорастворимого крахмала, препятствующего замерзанию воды в клетках, был предложен метод оценки морозоустойчивости озимого ячменя по гигроскопичности зрелого зерна. В ходе ряда экспериментов было установлено, что зерно морозоустойчивых сортов отличалось большей гигроскопичностью шрота. При экстракции измельченного зерна ячменя буферным раствором, имеющем в своем составе катионы магния, гигроскопичность уменьшалась пропорционально снижению значения морозоустойчивости исследуемых образцов. Полученные экспериментальные данные подтверждались традиционным методом прямого промораживания растений (В. К. Плотников и др., 2012, 2016).

Молекулярные маркеры. Все большую популярность в современной селекции сельскохозяйственных растений приобретает использование молекулярных маркеров для решения широкого спектра задач: от сокращения сроков селекционного процесса, до установления генетической принадлежности сорта и защиты авторских прав селекционеров. Особенно актуальным является применение молекулярного маркирования на ранних этапах селекционного процесса, поскольку данный метод позволяет проводить достоверный отбор ценных растений или селекционных линий. Кроме того, проведение анализа генетического полиморфизма с использованием iSSR маркеров весьма актуально при селекции на гетерозис, а так же при подборе пар для гибридизации по принципу эколого-географической отдаленности (О. А. Орловская, 2012; О. Н. Хапилина, 2013).

Известно об использовании iSSR маркеров на пшенице, кукурузе, ячмене, рисе. Помимо ISSR метода, для оценки генетического разнообразия так же используются методы SSR, AFLP, RAPD и методы геномного фингерпринтинга, основанные на полиморфизме ретротранспозонов (IRAP и REMAP). ISSR и RAPD праймеры показали высокую эффективность при генетическом полиморфизме яровой тритикале (М. Е. Fernandes *et. al.*, 2002; R. Kalendar *et. al.*, 2010; О. А. Орловская, 2012; О. Н. Хапилина, 2013; Ж. М. Мухина, Е. В. Дубина, 2011).

В ходе генетических анализов на пшенице и ячмене были выделены два локуса, определяющих морозоустойчивость культурных злаков. Один локус объединен с VRN-1, отвечающий за яровизацию, второй локус с Fr-2 совпадает с кластером из более чем 12 cbf-генов. Известно, что гомологи cbf в арабидопсисе играют ключевую роль в низкотемпературной акклиматизации и морозоустойчивости. Установлено также, что локус VRN-H11/Fr-H1 в геноме ячменя оказывает непосредственное влияние на экспрессию генов Cbf, количество которой заметно снижается после яровизации и при выращивании растении в условиях длинного светового дня (E. J. Stockinger *et all.*, 2007).

Геном ячменя содержит большое семейство генов СВF, состоящее по меньшей мере из 20 генов (HvCBF). Гены HvCBF различаются в зависимости от типа абиотического стресса и по времени реагирования растения на действующий стрессовый фактор. Предполагается, что различные наборы генов HvCBF срабатывают согласно воздействию конкретных стрессов. В семействе злаковых, как и в модельном растении арабидописа, гены семейства СВF функционируют как фундаментальные компоненты регуляции зимостойкости (J. S. Skinner, 2005).

Для оценки морозоустойчивости озимого ячменя с помощью молекулярных маркеров была разработана генетическая карта (Nure*Tremois). Всего было идентифицировано 58 белок-кодирующих последовательности, 33 из которых были классифицированы по сходству с последовательностями, опубликованными в БД NCBI (M. Pasquariello *et all.*, 2014).

2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Характеристика почвенно-климатических условий

Исследования были выполнены в 2015-2017 гг. на базе Центра Искусственного климата и опытного поля учхоза «Кубань» Кубанского Государственного Аграрного Университета им. И. Т. Трубилина, а также в отделе селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ «НЦЗ имени П. П. Лукьяненко» и селекционно-семеноводческой фирмы ООО «Агростандарт».

Учебно-опытное хозяйство «Кубань» находится на территории Прикубанского округа города Краснодара. Административно-хозяйственный центр учхоза «Кубань» расположен в станице Елизаветинской в 10 км от города Краснодара. Рельеф данного опытного поля равнинный.

Почвы представлены черноземом выщелоченным сверхмощным легкоглинистым со средней мощностью гумусового горизонта 147 см, легкоглинистый механический состав. Содержание физической глины 61–64 %, значительное содержание илистых частиц (37–40 %) и минимальное количество песка 3–6% придает почве большую связность. Почвообразующими породами послужили лессовидные тяжелые суглинки с реакцией водной среды 6,5–8,2.

Исходя из исследований почв опытного поля, определенных институтом «Кубань НИИ гипрозем» (1991 г.) содержание гумуса в пахотном слое невысокое и варьирует от 2,5 до 2,9 %, но по причине большей мощности гумусового горизонта A+B (147 см) валовые запасы его составляют 407 т/га, а в 2-х метровом слое – 457 т/га.

Минимальное содержание гумуса определило небольшое содержание азота. Общие запасы его в пахотном слое почвы от 0,16 до 0,18 % (или около 8 т/га), а в слое от 0 до 150 см -35–40 т/га.

В пахотном слое почвы валовые запасы фосфора составляют 0.16-0.18 % (6.5-7.8 т/га), а калия – от 1.5 до 2.0 % (50 т/га). Общие запасы этих

веществ в 1,5 м слое меняются от 35 до 40 и от 370 до 380 т/га. Максимальная гигроскопичность не высокая и составляет 9,1–10 %. Величина влажности завядания также не очень высокая (13,6–15,3). Количество доступной для растений влаги при этом составляет 16,1–34,4% от веса почвы. Это сравнительно высокие значения, особенно если учесть большую мощность гумусового слоя (П. П. Васюков, 2001, 1997).

Таблица 5 – Содержание гумуса, азота и углерода в почве

Глубина,	Гумус,	C 9/	Азот	C/N	OM	Запас	ы, т/га
CM.	%	C,% 7501	C/N	Γ/cm^2	Гумус	Азот	
60-80	3,3	1,91	0,165	11,6	1,2	79,2	3,96

Таблица 6 – Водные и водно – физические свойства почвы

	Плотн	ость, г/см ³	Обиная на		
Глубина, см	спожения	твердость	Общая по- розность, %	МΓ,	В3,
	сложения	фазы	розность, 70	%	%
0-20	1,18	2,72	57	9,3	13,9
20-50	1,31	2,72	52	10,2	15,3
50-80	1,46	2,75	47	10,0	15,0
80-123	1,49	2,73	46	9,8	14,7
123-150	1,40	2,77	50	9,3	13,9
150-200	1,46	2,73	47	9,1	13,6

Оснащённость выщелоченного чернозема в пахотном слое почвы подвижным фосфором и обменным калием варьирует от повышенной до очень высокой. В верхнем слое присутствует нейтральная или реже слабокислая реакция (рН 6,8–7,0).

Чернозем выщелоченный обладает высокой емкостью поглощения. Сумма поглощенных оснований составляет 33,0—34,3 мг-экв. на 100 г почвы, причем на долю кальция приходится до 80 %. Степень насыщенности почв основаниями составляет от 96 до 98 %.

По причине большого количества илистых частиц чернозём выщелоченный имеет невысокую скважность (от 44 до 47 %) и высокую плотность. Объемная масса верхней метровой толщины почвы составляет 1,3–1,5 г/см³, что явилось причиной минимального содержания питательных веществ и

меньшей доступности влаги растениям. При относительно высоких запасах общей влаги (360 мм) количество доступной растениям влаги составляет приблизительно 40–45 %, в том числе легкодоступной 16–17 % от общего её запаса. Влажность устойчивого завядания 14,5–15,0 %. Водопрочность структурных агрегатов 65–75 %.

Таблица 7 – Агрохимические свойства почвы.

Глубина, см	Гумус, %	Sм*экв на 100 г почвы	Н м*экв на 100 г почвы	EKO	V, %	рН воды	Запасы гумуса, т/га
60-80	3,3	46,4	0,5	46,9	98,9	6,8	79,2

Для почв этого типа характерно богатое естественное плодородие, но нужно возмещать вынесенные с урожаем элементы питания, а также дополнительно вносить непромывные соединения фосфора (Белюченко, 2013, Кириченко, 1953).

Физико-химические свойства чернозёма выщелоченного медленно ухудшаются, ослабевает их буферная способность (т.е. способность сопротивления против окисления). Причинами этому может быть неправильное применение удобрений, а также выпадение кислотных атмосферных осадков.

При такой реакции среды возможно выращивание различных культур.

Таблица 8 – Результаты анализа водной вытяжки м*экв на 100г почвы.

Глубина,	Анионы			Катионы			Степень засо-	
СМ	CO3	HCO3	C1 ⁻	SO4	Ca ⁺⁺	Mg^{++}	Na ⁺	ления
60-80	-	0,42	0,04	0,46	0,17	0,08	0,67	незасолённая

Микрорельеф опытного поля обеспечивает высокую выравненность уровня плодородия, нивелирует отрицательные эффекты водной эрозии и обеспечивает равномерное распределение влаги и питательных веществ.

Таким образом, чернозем выщелоченный, как основная почвенная разность опытного поля, имеет оптимально высокое плодородие и является пригодным для возделывания посевов озимого ячменя. Почвы опытных участков НЦЗ им. П. П. Лукьяненко представлены в основном сверхмощным малогумусным средне- и сильно выщелоченным солонцеватым черноземом. Они характеризуются тяжелым механическим составом и наличием в профиле ореховато-столбчатой структуры (К. С. Кириченко, 1953). По данным зональной агротехнической лаборатории при Краснодарском НИИСХ (И. П. Стокозов, 1968) в пахотном слое содержится: гумуса 3,5–4,6 %, 15–20 мг P_2O_5 и 20–30 мг K_2O на 100 граммов воздушносухой почвы. Почвы характеризуются как малогумусные, однако общие запасы гумуса по профилю значительны и составляют в двухметровой толще 465–552 тонны на гектар, что и определяет высокое их плодородие (П. П. Васюков, 2001, 1997).

Климат. Центральная зона Краснодарского края, где были проведены исследования, по температурному режиму и увлажнению характеризуется умеренно - континентальным, умеренно - влажным и теплым климатом. Последние весенние заморозки отмечены в первой половине апреля, первые осенние - во второй половине октября. Переход температуры воздуха через +5°С наблюдается 20–25 марта и его продолжительность составляет 230 – 244 дня. С суммой эффективных температур 3400–3800°С, за год выпадает 600–700 мм осадков, это относится к положительному свойству климата, что позволяет выращивать большое число сельскохозяйственных культур, а также озимый ячмень (И. В. Свисюк, 1980).

Зима умеренная, мягкая, со средней температурой января — 3,5°C, минимальная температура 20–25°C. Снежный покров неустойчив, что плохо отражается на перезимовке озимых. Безморозный период 185–225 дней (И. В. Свисюк, 1980).

Лето жаркое, средняя месячная температура июля 23–26°С, максимальная повышается до 38–40°С. Осадки кратковременные, преимущественно ливневые, за период активной вегетации выпадает 250–400 мм.

Коэффициент увлажнения (КУ) равен 0,30–0,40. Годовая сумма осадков 643 мм. Максимальный дефицит влаги обычно отмечается в середине лета

(июль-август). Осадки в этот период выпадают в основном в виде ливней, и большая их часть расходуется на поверхностный сток и испарение.

Относительная влажность воздуха в июле-августе снижается до 60 – 65 %, а в отдельные дни до 20–30 % и меньше.

Дефицит осадков в сочетании с высокими температурами определяют сухость воздуха и почвы, что приводит к большей повторяемости засух и суховеев (И. В. Свисюк, 1980).

Преобладающими ветрами на территории являются восточные и западные. Негативное влияние на климат оказывают северо-восточные и восточные ветры, которые приводят летом к сухости и высокой температуре воздуха, а весной - иссушению пахотного горизонта и пыльным бурям. И средняя продолжительность в году достигает 70 дней. В июне, когда формируется зерно ячменя, число дней с суховеями может достигать 8–13 (И. В. Свисюк, 1980).

В целом, агроклиматические условия в зоне проведения исследований благоприятны для возделывания и проведения научных исследований с культурой озимого ячменя. Вместе с тем, сложность получения стабильных урожаев связана с непостоянством распределения осадков в отдельные годы, значительными колебаниями температуры воздуха зимой и ранней весной, резким повышением температуры воздуха летом. Эти отрицательные климатические явления могут вызывать изреживание, в отдельные годы даже гибель, а также снижение продуктивности посевов озимого ячменя.

Погодные условия в годы проведения исследований

Агроклиматические условия 2014—2015 сельскохозяйственного года характеризовались неравномерным распределением осадков в течение года, резкими колебаниями температуры воздуха.

Осенние условия 2014 года были вполне благоприятными для посева озимого ячменя, так как установилась теплая погода с количеством выпавших осадков, близким к среднемноголетним значениям. В ноябре наблюда-

лось снижение температуры, а сумма выпавших осадков почти в 4 раза была меньше нормы.

Погодные условия зимних месяцев были приемлемы для перезимовки озимого ячменя. Среднесуточная температура воздуха превышала многолетние показатели. В декабре наблюдалось потепление на 2,3°C, в январе на 2,8°C, в феврале это превышение составило 3,0°C. Из перезимовки посевы вышли преимущественно в хорошем состоянии.

Условия весенней вегетации складывались благоприятно для роста и развития растений озимого ячменя. Температура была в пределах нормы, стабилизировался режим осадков в марте и мае, а в апреле их сумма превысила многолетние значения на 34 %. Обильное выпадение осадков зафиксировано в июне, всего выпало 139,5 мм, что на 57,5 мм выше средних многолетних данных. Распределение осадков за счет ливневого характера было неравномерным. Выпадавшие дожди способствовали полеганию посевов, развитию на посевах болезней, задержке и осложнению уборки урожая (таблица 9).

Таблица 9 – Метеорологические условия за 2014–2015гг. (по данным метеостанции «Круглик» г. Краснодар)

	Темпер		Сумма с	садков,	
	воздуха, °С		MM		
Месяц	средняя	2014–2015	средняя мно-	2014–2015	
	многолетняя	сх. год	голетняя	сх. год	
Сентябрь	17,3	20,3	35,3	26,3	
Октябрь	11,5	12,9	58	58,6	
Ноябрь	5,8	4,5	68	17,3	
Декабрь	2,0	4,3	75	70,8	
Январь	-0,6	2,2	61	77,0	
Февраль	0,5	3,5	44	27,5	
Март	5,0	7,4	35	37,3	
Апрель	12,2	10,8	55	73,7	
Май	16,0	18,1	69	67,9	
Июнь	21,0	22,5	82	139,5	
За период	9,1	10,6	58,2	59,5	
(сентябрь – июнь)	- 1-	, -	,	,-	

Таким образом, условия вегетации 2014—2015 сельскохозяйственного года были не вполне благоприятными для получения высокого урожая, растения, хорошо раскустившиеся с осени, и успешно перезимовавшие, в весенний период при сложных условиях налива зерна, вызванных интенсивным полеганием и значительным развитием болезней, сформировали урожай ниже потенциального уровня.

Таблица 10 – Метеорологические условия за 2015–2016 гг. (по данным метеостанции «Круглик» г. Краснодар)

	Темпеј возду	. • .	Сумма осадков, мм		
Месяц	средняя мно-	2015–2016	средняя мно-	2015–2016	
	голетняя	сх. год	голетняя	сх. год	
Сентябрь	18,2	23,2	72,0	85,0	
Октябрь	11,6	11,1	56,0	83,1	
Ноябрь	5,1	9,8	73,3	78,1	
Декабрь	0,4	4,4	77,7	52,7	
Январь	-1,8	0,2	21,0	90,8	
Февраль	-0,9	7,1	18,7	47,2	
Март	4,2	8,5	19,1	29,2	
Апрель	10,9	14,7	19,1	25,6	
Май	16,8	17,7	22,0	62,2	
Июнь	20,4	23,4	25,3	68,0	
За период (сентябрь – июнь)	9,1	12,01	40,4	62,2	

Метеоусловия осени 2015 года были удовлетворительные для подготовки почвы и проведения посева. Сентябрь характеризовался необычайно жаркой и сухой погодой, отмечено от 10 до 19 дней с максимальной температурой воздуха 30°С и выше, наблюдался значительный дефицит осадков. Октябрь характеризовался неустойчивой погодой с резкими перепадами температуры и выпадением обильных осадков во второй половине месяца. Сумма осадков составила 50–85 мм, 110-180 % нормы (таблица 10). В целом, посев озимого ячменя был проведён в оптимальные сроки, а обилие влаги и высокие среднесуточные температуры способствовали получению дружных всходов. Ноябрь был нетипично теплым с обильными осадками. Максимальная

температура воздуха повышалась до 19-25°C, минимальная снижалась до +1...-4°C. Растения ячменя в таких условиях хорошо раскустились и ушли в зиму в фазе полного кущения.

В зимний период температурные условия сложились благоприятно для хорошей перезимовки озимого ячменя. Минимальная температура почвы на глубине залегания узла кущения в декабре составила до -1...-6°С, при незначительном снежном покрове в декабре (1–4 см) и увеличившимся в январе и феврале (10–20 см). Аномально холодная погода наблюдалась в начале января (1–3 января). Минимальная температура воздуха снижалась до –19...–25°С. Осадки, выпадавшие в виде дождя и мокрого снега, сопровождались сильным ветром, что способствовало неравномерному снежному покрову. Февраль характеризовался преобладанием необычно теплой погоды. Максимальная температура воздуха повышалась до +19...+25 °С. Минимальная температура воздуха снижалась до –5...-10 °С. Аномально теплая погода февраля способствовала необычно раннему возобновлению вегетации озимых культур. На посевах озимого ячменя продолжалось кущение и укоренение.

Из перезимовки посевы вышли преимущественно в хорошем состоянии. Апрель характеризовался неустойчивым температурным режимом с резкими колебаниями температуры и значительным недобором осадков. Среднемесячная температура воздуха составила 10,8–14,7°C, что на 1–2,5°C выше нормы. В отдельные дни дожди сопровождались шквалистым ветром и выпадением града.

Весенние условия периода активной вегетации озимого ячменя складывались не вполне благоприятно. Май был умеренно теплым с ливневыми осадками, местами с сильным градом. Средняя температура воздуха за месяц составила 13,0–17,7°C, что близко к норме.

Распределение осадков за счет ливневого характера было крайне неравномерным. Наиболее значительные дожди прошли во второй и третьей декаде, когда выпало от 60 до 150 мм, что в 3–7 раз превысило декадную норму.

Местами они сопровождались шквалистым ветром и выпадением града, что привело к полеганию посевов. Во второй половине месяца преобладала аномально жаркая, преимущественно сухая погода.

Агрометеорологические условия для созревания озимых были удовлетворительными, прохладная погода с частыми дождями и повышенная влажность воздуха сдерживала созревание зерна.

Таким образом, агроклиматические условия проведения исследований сложились благоприятно для роста и развития озимого ячменя.

Осенние условия вегетации 2016 года были вполне удовлетворительными для роста и развития растений озимых культур. В конце третьей декады сентября запасы продуктивной влаги пополнились, что позволило своевременно провести посев. В среднем в октябре месяце количество осадков было на уровне многолетних значений. Температурные показатели также соответствовали нормативным (таблица 11).

Таблица 11 – Метеорологические условия за 2016–2017 гг. (по данным метеостанции «Круглик» г. Краснодар)

	Темпера воздух	• 1	Сумма осадков,		
3.4			MN	1	
Месяц	средняя мно-	2016-2017	средняя	2016-2017	
	голетняя	сх. год	многолетняя	сх. год	
Сентябрь	17,8	18,8	72,0	47,0	
Октябрь	11,5	10,9	56,0	58,0	
Ноябрь	5,8	7,0	73,3	68,0	
Декабрь	2,0	-1,2	77,7	75,0	
Январь	-0,6	0,6	21,0	61,0	
Февраль	0,5	1,4	18,7	44,0	
Март	5,0	9,0	19,1	45,0	
Апрель	12,2	12,1	19,1	55,0	
Май	17,0	17,5	22,0	69,0	
Июнь	21,0	22,2	25,3	82,0	
Июль	23,5	24,8	23,5	58,0	
За период	10,5	11,2	699,9	662	
(сентябрь – июль)	10,3	11,2	099,9	002	

Теплая погода в первой половине ноября была благоприятной для роста и развития озимых культур. Во второй половине ноября, в связи с похолоданием, вегетация озимых замедлилась. На большей части посевов наблюдается третий лист.

21–23 ноября, с понижением температуры воздуха, озимые культуры прекратили вегетацию, на 13–19 дней раньше средних многолетних сроков.

К этому времени большая часть посевов находилась в фазе 3-го листа. Неблагоприятных условий для перезимовки зимующих культур в зимний период, не наблюдалось. Минимальная температура почвы на глубине узла кущения составила +1...-4°C.

Температура января и февраля не сильно отличалась от среднемноголетней. Озимый ячмень в начале зимы активно вегетировал и улучшил своё состояние. В январе и феврале выпало значительное количество осадков 61,0 и 44,0 мм соответственно. Большое количество зимних осадков (в сумме 180 мм) способствовало хорошему влагонакоплению в почве.

Весна была прохладной и затяжной, температура воздуха практически не отличалась от среднемноголетних данных. Но количество осадков значительно превысило многолетние показатели: в марте в 2,4 раза — 45 мм, в апреле в 2,9 раза, в мае в 3,1 раза.

Большое количество осадков, пасмурных дней, нехватка солнечной инсоляции, умеренная температура и избыточная влажность привели к сильному вытягиванию (перерастанию) растений (особенно первых снизу междоузлий), слабому развитию механических тканей и сильному полеганию, особенно рано проявившемуся у неустойчивого материала.

В летний период отмечалось незначительное превышение температуры в сравнении с многолетними значениями. В тоже время количество осадков значительно превышало многолетние данные, так в июне выпало 82 мм осадков, что превысило многолетние значения в 3,2 раза. Избыточное увлажнение и раннее полегание способствовали плохому наливу зерна и как следствие снижению урожайности.

Таким образом, различные погодно-климатические условия в годы проведения исследований способствовали всесторонней оценке исходного и селекционного материала озимого ячменя.

2.2 Исходный материал

При проведении наших исследований в качестве исходного материала использовались сорта и селекционные линии селекции КубГАУ имени И. Т. Трубилина, НЦЗ имени П. П. Лукьяненко, ООО «Агростандарт» ФГБНУ «АНЦ «Донской». Кроме того, для изучения мы привлекали образцы мировой коллекции ВИР, отечественных селекционных учреждений и зарубежных центров.

Все опытные образцы изучались по комплексу морфологических, биологических и хозяйственно-ценных признаков. Лучшие сортообразцы, обладающие высокими значениями урожайности, зимостойкости, устойчивости к полеганию, резистентные к распространенным в зоне болезням, формирующие крупное зерно послужили исходным материалом в селекционных программах скрещиваний.

Исходный материал и гибридные селекционные формы изучались диссертантом совместно с сотрудниками отдела селекции и семеноводства ячменя НЦЗ имени П. П. Лукьяненко, Центра искусственного климата и кафедры биохимии, биофизики и биотехнологии КубГАУ им. И. Т. Трубилина, ВНИИ биологической защиты растений, АЧИИ, за что автор выражает им искреннюю благодарность.

2.3 Методика лабораторных и полевых опытов

Полевые опыты закладывались согласно методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985).

На опытном поле учхоза «Кубань» коллекционный питомник, сорта которого использовали для гибридизации, высевали по предшественнику озимый рапс. Повторность трехкратная. Для посева использовали сеялку «Клён-1,5С». Учетная площадь делянок завесила от наличия семян и была в преде-

лах 10–15 м². Посев производили с нормой высева 450 всхожих семян на 1 м², стандарты располагали через 10 номеров. Если семян было недостаточно для посева механизированным способом, то применяли ручные посевы делянок длиной 1,0–1,5 погонных метра с междурядьями 40 см. Стандарты высевали через 10 номеров. Этот вид посева использовали для размножения нового коллекционного и гибридного материала.

Кроме этого, все гибридные комбинации дополнительно для увеличения коэффициента размножения и ускорения селекционного процесса, а также комбинации с незначительным количеством семенного материала высевались в климокамерах.

Гибридные питомники второго и последующих поколений, а также контрольный питомник высевали сеялкой Клён-1,5С. Норма высева гибридов корректировалась массой 1000 зерен, площадь делянок устанавливалась наличием семян. Уборку делянок проводили комбайном Сампо 2010 в фазу полной спелости зерна. После уборки в лабораторных условиях проводилась их браковка по продуктивности и массе 1000 зерен.

Сорта, изучаемые в предварительном и конкурсном сортоиспытаниях, высевали сеялкой СН–16 и Клён–1,5С, учетная площадь делянки – 50 м². В предварительном сортоиспытании применяли посев в двух кратной повторности, в конкурсном – в четырех кратной. Норма высева рассчитывалась с учётом массы 1000 зерён и всхожести. Стандарт высевали через каждые 10 номеров. Для уборки использовали селекционный комбайн «Сампо 2010». Стандартами во всех питомниках служили сорта Кондрат и Гордей.

Зимостойкость гибридных форм определялась по результатам подсчётов количества сохранившихся растений. Для этого первоначально проводили подсчёт растений перед уходом в зиму и вторично весной с возобновлением вегетации, полученные данные сравнивали со стандартом.

С целью выявления типа биологического развития, сорта конкурсного сортоиспытания высевали весной, по принципу ручных посевов. В качестве стандартов использовали сорт Кондрат по типу развития - озимый, сорт Рат-

ник – яровой, сорт Гордей – двуручка, стандарты располагались через каждые 10 номеров.

Фенологические наблюдения, учёт урожайности сортов и линий, определение структурных признаков осуществляли на основании «Методики государственного испытания полевых культур» (1985), и в соответствии с Методическими указаниями ВИР (1974, 1980), Методическими указаниями по изучению мировой коллекции ячменя и овса (1981), Международным классификатором СЭВ (1983).

В течение вегетации озимого ячменя фиксировали даты наступления основных фаз роста и развития растений по методике А. И. Руденко (1950).

Для расчёта полевой всхожести, количества перезимовавших растений и определения структуры урожая, на взошедших делянках (фаза 3 – х листьев) фиксировали 4 площадки. Закрепленные площадки (два смежных рядка длиной 0,83 м), располагали по диагонали, исключая крайние рядки. При таком расположении, в целом на каждой делянке отмечали 1 м². Впоследствии, на этих площадках проводили подсчёт взошедших растений и определяли полевую всхожесть и зимостойкость.

В лабораторных условиях проводили анализ структуры урожая по следующим признакам: общая и продуктивная кустистость, длина стебля, длина главного колоса, плотность колоса, число зерен в колосе, масса зерна с одного колоса и растения, масса 1000 зерен.

Оценку морозостойкости изучаемых образов проводили с помощью модифицированного метода разработанного академиком В. М. Шевцовым. Для этих целей использовали морозильную камеру EKSI. Данный метод позволяет за 7 суток провести весь цикл проморозки. Тестируемый материал высевался в пластиковые ящики, заполненные почвой, по 7 рядков (один рядок – один сорт), первый, четвертый и седьмой рядки – стандарты, в качестве которых использовали сорта Самсон и Ларец.

Промораживание начинали с закалки растений, которую проводили в морозильной камере в темноте в течение 2-х суток, при температуре 0°C. За-

тем температуру снижали до -5° С и проводили дополнительное закаливание растений в течение 48 часов. В последствии температуру снижали до критической -12° С, -13° С и -14° С, и выдерживали в течение 12 часов. После этого размораживание проводили в обратном порядке, на 1° С через час и до 0° С. Морозильные камеры отключали, тестируемый материал выгружали и через 10-12 дней проводили подсчет сохранившихся растений.

Дополнительно оценивали зимостойкость сортов и образцов на бетонных стеллажах (П. П. Лукьяненко, 1990) на базе НЦЗ имени П. П. Лукьяненко. При этом, селекционный материал высевался в бетонные стеллажи, расположенные в поле на высоте 1 м от поверхности почвы. В один рядок высевали по 50 зерен, контроль располагали через каждые 10 номеров. Посев производили на глубину 5 см. В фазу кущения определяли глубину залегания узла кущения. Для этого растения выкапывали, отмывали в воде и замеряли расстояние от поверхности почвы до сформировавшегося узла. Кроме того, изучали развитие корневой системы в динамике (осенью, в фазу кущения, и при возобновлении вегетации весной). Для этого на взятых со стеллажей и отмытых растениях в лабораторных условиях измеряли следующие признаки: количество вторичных корней, длина вторичной корневой системы, мощность развития корневой системы в баллах (от 1 до 9).

Для дополнительной лабораторной оценки морозоустойчивости сортов озимого ячменя использовали метод определения гигроскопичности зрелого зерна, разработанный доктором биологических наук В. К. Плотниковым. Зерно разрушали в мельнице–дробилке и полученный шрот экстрагировали шестью видами растворов: 1) 0,5 М Трис-HCl; рН 8,5; 7 % сахар; 50 мМ MgCl₂; 2) 3 % NaCl; 3) 50 мМ MgCl₂; 4) 50 мМ MgCl₂ + 7 % сахароза; 5) 100 мМ MgCl₂+ 7 % сахароза; 6) 7 % сахароза. После 10 минут центрифугирования при 5000 оборотах в минуту, образовавшуюся надосадочную жидкость сливали в мерную пробирку. Объем полученной жидкости принимали за величину обратно пропорциональную гигроскопичности зерна, т.е. чем

больше объем надосадочной жидкости, тем ниже гигроскопичность зерна. Опыт проводили в 4-кратной повторности.

Количественное определение содержания углеводов в узлах кущения сортообразцов озимого ячменя проводили в лабораторных условиях согласно методическим указаниям Г. Г. Филипцовой и И. И. Смолич (2004).

Растения отбирали с поля, отмывали, обрезали наземную часть и корневую систему на расстоянии 1 см от узла кущения. Взвешивали 5 г исследуемого материала, размельчали и растерали до гомогенной массы в ступке с небольшим количеством воды, нагретой до 70°C. Растертую массу переносили в коническую колбу на 100 мл. Объем вытяжки доводили до 50 мл горячей дистиллированной водой и оставляли на 10 мин для экстракции. Затем экстракт охлаждали, отфильтровывали через воронку Шотта и переносили вытяжку в мерную колбу.

Для определения содержания восстанавливающих сахаров отбирали 1 мл отфильтрованной вытяжки в пробирку, добавляли 15 мл глицерата меди, перемешивали и нагревали на водяной бане при 70°С в течение 6 минут. Затем пробирку охлаждали в холодной воде и отбирали прозрачную жидкость в кювету для определения оптической плотности раствора.

Для определения содержания невосстанавливающих сахаров отбирали 0,5 мл отфильтрованной вытяжки, добавляли 0,5 мл 1 % HCl, перемешивали и ставили на кипящую водяную баню на 15 мин. После чего добавляли 15 мл глицерата меди и нагревали на водяной бане ровно 6 мин. Пробирку охлаждали в холодной воде, отбирали прозрачную жидкость для оптического анализа. В этой пробе определялась сумма восстанавливающих сахаров и сахарозы.

Выделение ДНК из этиолированных проростков осуществляли ЦТАБ-методом (Muhammad A. Lodhi, 1994). При этом использовали экстракционный буфер: 20 мМ соль EDTA и 100 мМ Tris-HCl, HCl, 1,4 M NaCl, 2,0% (к общему объему) СТАВ (цетилтриметиламониум бромид), 0,2% В-

меркаптоэтанол; 3M Na Acetate; 4M NaCl; Хлороформ:спирт 24:1; 5 M NaCl; 2-изопропанол; ТЕ-буфер: 10 мМ Tris-HCl и 1 мМ EDTA, pH 8.0.

ПЦР проводили по следующим параметрам: 94°C— 5 минут начальная денатурация; затем 40 циклов: 94 °C денатурация 30 секудн; 50 °C— отжиг праймеров, 30 секунд; 72 °C— элонгация, 1 минута; 72 °C— финальная элонгация, 10 минут.

Для анализа генетического разнообразия использовали 7 маркеров: iPBS 2228; iPBS 2230; iPBS 2237; iPBS 2415; iPBS 2373; iPBS 2074; ISSR 12. Для оценки исследуемого материала на наличие/отсутствие генов морозоустойчивости были разработаны и использованы маркеры cbf 2; cbf 16; сог 14b.

Оценка устойчивости к повышенной концентрации ионов водорода (к кислотности) проводилась в водной культуре. Контрольные варианты проращивали на дистиллированной воде, имеющей рН 7. Концентрацию опытного раствора доводили до значения 3,5 с помощью лимонной кислоты. Семена изучаемых образцов проращивали на фильтровальной бумаге в чашках Петри по 100 зерен в двух повторениях. Через три дня считали всхожесть, после чего проростки фиксировались в пенопластовых пластинах с отверстиями для корневой системы и помещались в пластиковые ванночки с раствором для дальнейшего отрастания, или перемещались в стеклянные сосуды с раствором, каждое растения в отдельном сосуде фиксировалось ватой. Спустя 10 дней на растениях подсчитывали количество корней, замеряли длину главного и придаточных корней, а так же длину ростка. Для информативности и наглядности полученных данных считали индекс длины корней, который представляет собой отношение длины корней растений, пророщенных в присутствии стрессового фактора, к длине корней растений, пророщенных в нейтральном растворе. А так же индекс длины ростка, который считается аналогично.

Статистическая обработка данных проводилась путём расчетов в Microsoft Exel, а также при помощи программного пакета статистического анализа

Statistica Plus 4.0 с применением методик дисперсионного, пошагового множественного регрессионного анализов, планирования эксперимента.

При расчёте экономических показателей применяли методику Ю. К. Новоселова (1988). Экономическую эффективность определяли по расчёту полученного чистого дохода, показателям себестоимости и рентабельности продукции. При определении стоимости валовой продукции в расчёт брали закупочные цены на фуражное зерно действующие в 2018 году.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ГЕНОТИПОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ НА ЗИМОМОРОЗОССТОЙКОСТЬ

3.1 Использование биологических и молекулярных маркеров в оценке исходного материала озимого ячменя

3.1.1 Оптимизация метода оценки морозоустойчивости озимого ячменя по гигроскопичности зрелого зерна

На сегодняшний день основным критерием отбора нужных биотипов служит фенотип, что определяет весьма ограниченный набор селекционного материала. Путем введения в широкую селекционную практику простых и дешевых методов выявления искомого ценного признака на ранних этапах селекции можно значительно упростить процесс создания нового сорта и сократить требуемые для этого сроки. Такими простыми методами могут послужить биологические маркеры (В. К. Плотников, 2016).

Взяв за основу метод определения морозоустойчивости озимого ячменя по гигроскопичности зрелого зерна, разработанный доктором биологических наук В. К. Плотниковым, мы провели ряд экспериментов по его усовершенствованию и оптимизации.

Изначально в данном методе для оценки изучаемого материала на морозоустойчивость измельченный шрот зерна экстрагировали буферным раствором, содержащим 0,5 М Трис-HCl, рН 8,5; 0,05 М MgCl₂; 0,25 М сахарозы. После центрифугирования шрота по объему надосадочной жидкости судили о гигроскопичности и степени морозоустойчивости изучаемого сортообразца.

Предпосылкой к усовершенствованию метода прежде всего явилась идея снижения затрат на его проведение. В ходе оптимизации были проверены различные варианты составов и концентраций экстрагирующего буфера.

Исследования, проведённые нами на образцах с разной степенью морозоустойчивости, показали, что растворы солей 3% NaCl или 50 мМ MgCl₂ практически не позволяют оценить разницу в гигроскопичности, то есть этот метод имеет разрешающую способность до 60 %.

После проведения ряда экспериментов было установлено, что метод может быть существенно упрощён за счет удаления из экстрагирующего буфера химического реактива «Трис» и, соответственно, отсутствия необходимости процедуры приготовления буферного раствора с определённым значением кислотности. Опытным путем нами было доказано, что оптимальным условием оценки гигроскопичности зрелого зерна ячменя является применение в исследованиях раствора, содержащего 7% сахара и 50 мМ MgCl₂.

Результаты практической работы по оптимизации метода оценки морозоустойчивости озимого ячменя по гигроскопичности зрелого зерна представлены в таблице 12.

Таблица 12 — Оптимизация метода оценки морозоустойчивости озимого ячменя по гироскопичности зрелого зерна, мл

	*		В	a		
Сорт, линия	Контроль	3% NaCl	50 мМ MgCl ₂	7% сахар, 50 мМ MgCl ₂	7% сахар, 100 мМ MgCl ₂	7% caxap
Кондрат, ст.	3,9	4,1	4,2	4,1	4,5	4,5
Агродеум	4,1	4,1	4,1	4,8	4,7	4,9
Хуторок/ КА-3	4,1	4,1	4,0	4,9	4,9	4,9
SG-L97/04/05	4,1	4,1	4,2	4,9	5,0	5,0

^{*}Контроль: 0,5 M Трис-HCl; pH 8,5; 7% caxap; 50 мМ MgCl₂

В качестве контроля использовался исходный буферный раствор, разработанный В. К. Плотниковым (2016).

Проведенные исследования показали, что экстрагирующий раствор, содержащий 3% NaCl не оказывает никакого влияния на гигроскопичность зерна ячменя. Значения всех вариантов были равнозначными, как и в варианте с раствором 50 мМ MgCl₂. При использовании 7% сахар, 100 мМ MgCl₂ и 7% сахар различия по сортам наблюдались, но были слишком малы. Использо-

вание опытного раствора, содержащего 7% сахара и 50 мМ MgCl₂, позволяло достоверно различать исходный материал по степени морозоустойчивости. Так, значение гигроскопичности морозоустойчивого стандартного сорта Кондрат в наших исследованиях составил 4,1 мл, а линии Хуторок/КА-3, не отличающейся морозоустойчивостью -4,9 мл.

Используя оптимизированный метод, была проведена оценка морозоустойчивости сортов озимого ячменя. Данные таблицы 13 свидетельствуют об актуальности применения данного метода при оценке исходного материала озимого ячменя на морозостойкость (таблица 13).

Таблица 13 – Гигроскопичности зрелого зерна сортов озимого ячменя, мл

Сорто	Гигроскоп	ичность, мл	Морозостойкость, %
Сорта	2013 г.	2014 г.	(-12°C)
Добрыня–3	3,05	3,42	70,1
Самсон, ст.	3,33	3,85	79,1
Кондрат	3,60	3,90	67,5
Гордей	3,87	4,03	61,9
Кубагро–1	4,06	4,08	51,0
Агродеум	4,20	4,10	52,1
Кубагро–3	4,33	4,42	29,8
HCP ₀₅			2,69

Гигроскопичность изучаемых сортов уменьшалась прямопропорционально снижению их морозоустойчивости. Так, разница в гигроскопичности между стандартным морозостойким сортом Самсон (3,59 мл) и слабоморозостойким сортом Кубагро-3 (4,37 мл) составила 121 %.

Экспериментальные данные свидетельствуют об актуальности применения усовершенствованного метода при оценке исходного материала озимого ячменя на морозостойкость, особенно на ранних этапах селекции. Этот метод прост в исполнении, не требует значительных временных затрат, и для его реализации нужно небольшое количество семенного материала.

3.1.2 Использование Трилона Б в качестве биологического маркера морозоустойчивости сортов озимого ячменя

Основным свойством Трилона Б или динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты является ее способность образовывать устойчивые водорастворимые комплексы с ионами щелочноземельных металлов в широком диапазоне рН (от 2 до 13,5) при температурах до 100 °С. Будучи связанными с ЭДТА-Nа₂, ионы металлов остаются в растворе, но показывают уменьшенную реакционную способность. В биохимии нуклеиновых кислот динатривая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА-Na₂) обычно используют для связывания катионов магния *in vitro*. Несомненный интерес представляла экспериментальная проверка действия Трилона Б *in vivo* - на прорастание семян сортов озимого ячменя, различающихся по степени морозоустойчивости (В. К. Плотников, 2016).

Проведенный нами ряд экспериментов позволил определить, что Трилон Б в концентрации $1,6\times10^{-2}\,\mathrm{M/n}$ оказывает ингибирующее действие на прорастание семян озимого ячменя. При температуре $28^{\circ}\mathrm{C}$ прорастает только от 1 до 7 % семян, в то время как на дистиллированной воде — до 30 %. Особенное действие Трилон Б оказывает на корни, при этой концентрации на 3-и сутки они достигали лишь 2-3 мм. В то время как в воде их длина в среднем составляла 5,8 см. При снижении концентрации Трилона Б до $1,6\times10^{-6}\,\mathrm{M/n}$ процесс прорастания семян не ингибировался и данные по опыту были идентичны контролю с дистиллированной водой.

Опытным путем, проведя значительное количество экспериментов, нами было установлено, что оптимальной является концентрация $1.6 \times 10^{-3} \text{ M/л}$, которая подавляет рост колеоптелей и корней проростков среднем на 24%. озимого ячменя В дальнейшем мы В сравнительные исследования трёх концентраций Трилона Б: 1,6×10⁻³M/л, 2.4×10^{-3} М/л и 3.2×10^{-3} М/л.

Для информативности в эксперимент были включены сорта Самсон и

Ларец с высокой зимостойкостью, но разными механизмами ее формирования.

В таблице 14 представлено влияние различных концентраций Трилона Б на рост этиолированных проростков сортов озимого ячменя Самсон и Ларец. По зимостойкости эти два сорта близки. Но по морозоустойчивости Ларец уступает сорту Самсон, что вполне согласуется с данными таблицы. Высокая зимостойкость сорта Ларец, как известно, в значительной мере определяется глубиной залегания узла кущения, а не степенью морозоустойчивости. Анализируя полученные данные было определено, что длина калеоптиле изменялась незначительно. В то время как длина корней существенно отличалась. На основании этих данных дальнейшие исследования проводили только на корнях.

Таблица 14 – Влияние концентрации Трилона Б на рост 3–х суточных этиолированных проростков озимого ячменя сортов Самсон и Ларец

Сорт	Длина колеоптиле, см контрол	Длина корня, см ь (H ₂ O)	Длина колеоптиле, см (% от контроля) Трилон Б в кон	Длина корня, см (% от контроля) ц. 1,6 × 10 ⁻³ M		
Самсон	1,64	3,89	1,65 (100 %)	3,79 (97 %)		
Ларец	1,28	3,40	0,86 (67 %)	2,89 (85 %)		
			Трилон Б в конц. $2,4 \times 10^{-3}$ М			
Самсон	2,52	4,98	1,78 (71 %)	1,80 (36 %)		
Ларец	2,42	5,27	1,20 (50 %)	1,23 (23 %)		
			Трилон Б в конц. 3.2×10^{-3} М			
Самсон	2,04	4,09	1,74 (85 %)	2,13 (44 %)		
Ларец	2,60	5,80	0,98 (38 %)	0,99 (17 %)		

Статистически и логически обоснованное подавление роста корневой системы наблюдалось при прорастании семян озимого ячменя в растворе Трилона Б с концентрацией $3.2 \times 10^{-3} \mathrm{M}$. При этом прорастание корней у физиологически морозоустойчивого сорта Самсон подавлялась в сравнении со стандартом (H_2O) на 48 %. У сорта Ларец, морозостойкость которого зависит от

особенностей корневой системы (глубокого залегания узла кущения) подавление интенсивности роста корня было более значительным по отношению к контролю и составило 83 %.

В процессе оптимизации метода нами изучалось влияние различных концентраций Трилона Б на прорастание семян озимого ячменя, контрастных по морозостойкости сортов. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о незначительном подавлении роста корневой системы. При этом интенсивность роста корневой системы на сортах озимого ячменя снижается согласованно со степенью их морозостойкости — чем менее морозоустойчив сорт, тем значительнее подавление роста корней при проращивании семян на растворе Трилона Б (таблица 15).

В таблице 15 представлены данные по изучению влияния различных концентраций Трилона Б на рост этиолированных проростков сортов озимого ячменя, контрастных по морозостойкости. Здесь мы наблюдаем подавление роста корневой системы, согласованное со степенью морозостойкости сортов, однако подавление не значительное.

Таблица 15 — Влияние концентрации Трилона Б на длину корней (см) этиолированных проростков сортов озимого ячменя

	Длина корня, см					
Сорт, по мере снижения морозоустойчивости	Контроль (Н2О)	Трилон Б в концентрации 1,6 × 10 ⁻³ М	Трилон Б в концентрации 2.4×10^{-3} М			
Добрыня–3	4,77	4,62	3,60			
Ларец	5,20	4,04	2,70			
Кондрат	4,77	3,98	3,10			
Гордей	5,37	4,31	3,39			
Кубагро–1	3,87	3,50	2,83			
Кубагро–3	4,21	2,74	2,74			
Агродеум	4,71	2,83	1,91			
HCP ₀₅	0,67		_			

При концентрации Трилона Б 1.6×10^{-3} М максимальное подавление роста

корней в группе физиологически морозоустойчивых сортов (Добрыня-3, Ларец, Кондрат) составило 23 %, а разница в подавлении роста между сортами различной морозоустойчивости варьировала от 9 до 30 %. При концентрации 2,4 × 10⁻³М максимальное подавление роста корней (48 %) наблюдалось на зимостойком сорте Ларец. В то время как разница между исследуемыми сортами варьировала от 23 до 34 %. Для подтверждения достоверности опыта различия в росте на данных концентрациях, в сравнении с контролем, были очень малы.

На рисунке 5 представлены данные аналогичного эксперимента, но с использованием большей концентрации Трилона Б $(3,2\times10^{-3} \mathrm{M/л})$. Полученные результаты свидетельствуют о резком подавлении роста корневой системы в сравнении с контролем относительно степени морозоустойчивости сортов.

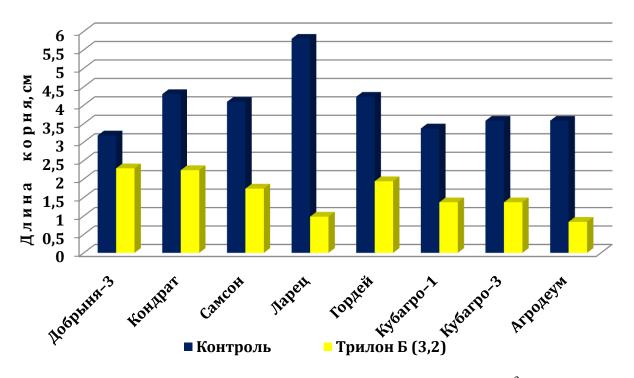


Рисунок 5 - Влияние Трилона Б в концентрации 3,2× 10⁻³М на рост этиолированных проростков озимого ячменя

Так, длина корня морозоустойчивых сортов Добрыня-3, Кондрат и Самсон при проращивании их на Трилоне Б в концентрации 3.2×10^{-3} М подавлялась в меньшей степени и составила 2.29 см, 2.24 см и 1.74 см соответственно. Длина корня зимостойкого, но не устойчивого к морозу сорта Ларец составила 0.99 см,

подавление роста относительно контроля было на уровне 83 %. В целом по сортам наблюдалось возрастающее подавление роста корней по мере снижения морозоустойчивости сортов: от 18 % (у сорта Добрыня-3) до 76 % (у сорта Агродеум).

была подтверждения достоверности полученных результатов определена корреляционная зависимость экспериментальных данных применением Трилона Б, в различных концентрациях, с данными прямого промораживания. Коэффициент корреляции оценки морозоустойчивости сортов озимого ячменя с использованием Трилона Б с результатами проморозки свидетельствует о достоверности полученных результатов и возможности применения данного метода для массовой оценки морозоустойчивости исходного и селекционного материала озимого ячменя (рисунки 6–8).

Корреляционная зависимость морозоустойчивости и действия Трилона Б возрастала прямо пропорционально увеличению используемой концентрации этилендиаминтетрауксусной кислоты.

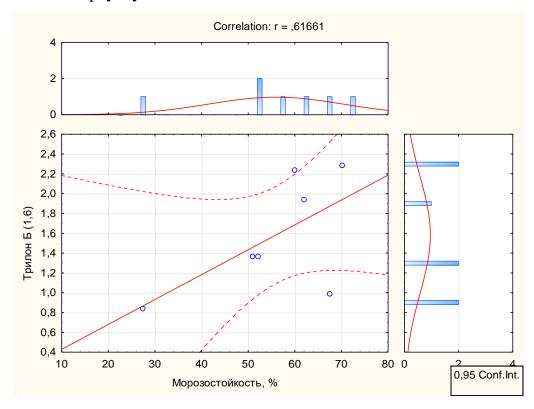


Рисунок 6 — Корреляционная взаимосвязь морозоустойчивости и действия Трилона Б в концентрации $1,6\times 10^{-3}\mathrm{M}$

Так, при концентрации $1.6 \times 10^{-3} \ \mathrm{M}$ коэффициент корреляции составил r = 0.61 (рисунок 6).

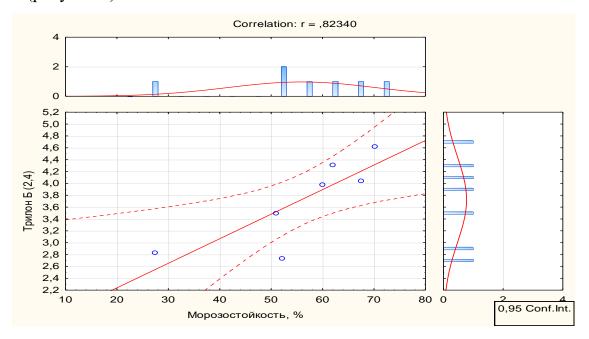


Рисунок 7 — Корреляционная взаимосвязь морозоустойчивости и действия Трилона Б в концентрации $2.4 \times 10^{-3} \mathrm{M}$

С увеличением концентрации Трилона Б до $2,4\times 10^{-3} \mathrm{M}$ увеличилась и корреляционная взаимосвязь r=0,82 (рисунок 7). Максимального своего значения коэффициент достиг при концентрации $3,2\times 10^{-3} \mathrm{M}$ r=0,85 (рисунок 8).

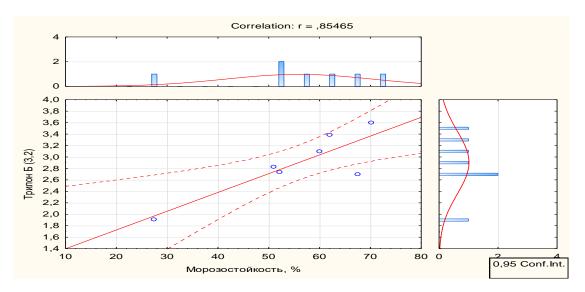


Рисунок 8 — Корреляционная взаимосвязь морозоустойчивости и действия Трилона Б в концентрации $3.2 \times 10^{-3} \mathrm{M}$

Таким образом, анализ интенсивности роста корневой системы этиоли-

рованных проростков озимого ячменя, обработанных раствором Трилона Б в концентрации 3,2×10⁻³ М/л является оптимальным, простым и эффективным приёмом оценки морозоустойчивости исходного материала озимого ячменя. Применение данного метода особенно актуально на ранних этапах селекционного процесса при наличии небольшого количества гибридных семян.

Результатом проделанной в этом направлении работы является получение Патента «Способ оценки морозоустойчивости озимого ячменя» в соавторстве (Патент № 2463833).

3.1.3 Использование молекулярных маркеров в оценке морозоустойчивости озимого ячменя

Использование молекулярных маркеров становится неотъемлемой частью современной селекции. Область их применения в создании новых сортов широка и многогранна, от изучения генетического разнообразия коллекции с целью грамотного подбора родительских пар до выявления величины экспрессии генов селекционно значимых признаков в конкретном генотипе.

Для изучения коллекционных образцов озимого ячменя на наличие/отсутствие генов морозоустойчивости нами были разработаны и использованы маркеры на гены cbf 2, cbf 16 и cor 14b, отвечающие за толерантность к отрицательным температурам. Нуклеотидная последовательность маркеров была разработана на основе расшифрованного генома американского сорта озимого ячменя Маха, информация по которому находится в открытом доступе в базе NCBI (Национальный центр биотехнической информации США).

Для исследования нами были выбраны сорта и сортообразцы различных селекционных учреждений: НЦЗ имени П. П. Лукьяненко, КубГАУ имени И. Т. Трубилина, ФГБНУ «АНЦ «Донской», ООО «Агростандарт».

На рисунках 9-11 приведены электрофореграммы изучаемого селекционного материала.

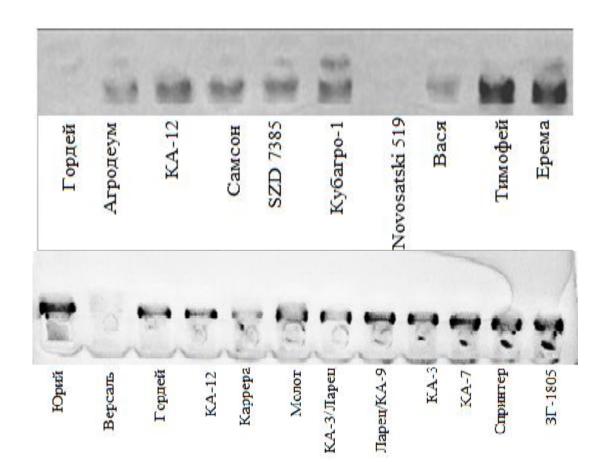


Рисунок 9 – Электрофореграммы амплификации с геном cbf 2

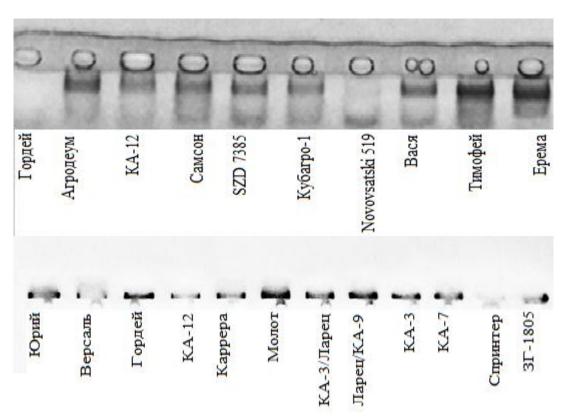


Рисунок 10 – Электрофореграммы амплификации с геном cbf 16

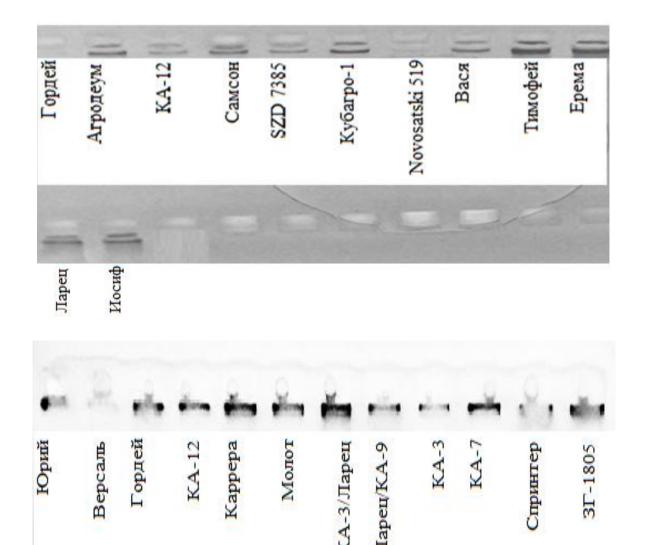


Рисунок 11 – Электрофореграммы амплификации с геном сог 14b

Как видно из электрофореграмм (рисунок 9–11), на сортах Гордей, Ларец и Иосиф в первом эксперименте не наблюдалось проявления бендов по генам семейства cbf.

Известно, что сорт Ларец не обладает физиологической морозостойкостью. Высокая зимостойкость его обусловлена способностью глубоко закладывать узел кущения. Природа механизмов морозоустойчивости сортов селекции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко, Гордей и Иосиф не изучена и, вполне вероятно, что в данных генотипах за исследуемый признак отвечают другие гены (ведь, как известно полигенный признак морозоустойчивости контролируется свыше, чем 35 генами). Проявление бендов при амплификации с ДНК сорта сербской селекции Novosatski 519 было слабым, либо отсутство-

вало. Этот сорт, по нашим данным относится к группе форм с низкой морозоустойчивостью.

Нами было решено провести повторный анализ сорта Гордей. Поскольку данный сорт является морозостойким и часто берется в качестве стандарта при испытании селекционных линий, и отсутствие бендов генов морозоустойчивости было на наш взгляд нетипичным. Таким образом, при повторной амплификации наблюдалось достоверное проявление бендов на данном сорте по всем изучаемым генам. Слабое проявление бендов наблюдалось на сортах Версаль (гены cbf 2, cor 14b) и Спринтер (ген cbf 16).

Необходимо отметить, что для полноценного законченного анализа коллекции важным аспектом является изучение величины экспрессии генов морозоустойчивости при скрещивании перспективных сортов и линий, что непременно войдет в задачи наших дальнейших научных работ в этом направлении.

Опираясь на проведенные нами исследования по разработке и применению молекулярных маркеров можно сделать вывод, что использование метода молекулярного маркирования позволяет проводить глобальный скрининг селекционного материала в сжатые сроки, осуществлять браковку на ранних этапах или наоборот, не допустить потери селекционно ценного материала, а также подтверждать фенологические наблюдения.

3.1.4 Структурно-генетический анализ биологического разнообразия озимого ячменя с использованием iPBS и ISSR маркеров

Изучение генетического разнообразия является важным аспектом современной селекции. В первую очередь, это необходимо для сохранения генофонда культурных растений и создания новых высокопродуктивных и адаптивных сортов.

На сегодняшний день одними из наиболее эффективных подходов изучения генетического разнообразия культурной флоры являются методы ана-

лиза полиморфизма первичной структуры ДНК с использованием молекулярных маркеров.

В нашей работе для оценки генетического разнообразия мы использовали 7 маркеров: iPBS 2228; iPBS 2230; iPBS 2237; iPBS 2415; iPBS 2373; iPBS 2074 и ISSR 12.

Анализ данных электрофореграмм был произведен с помощью программы GelPro 3.1, для проведения статистической обработки ДНК-бендов данные были преобразованы в бинарный вид.

В результате проведенных исследований было установлено, что количество ДНК-бендов, сгенерированных на отдельный генотип варьировало от 49 до 75. Выявлено 121 категория аллелей, различающихся по длине амплифицированных фрагментов.

Наименьшее количество бендов на генотип (от 4 до 8) сгенерировал маркер ISSR 12, а наибольшее – маркер iPBS 2415 (от 8 до 18).

Изучаемые генотипы были разделены на 4 популяции, согласно их принадлежности: коллекция КубГАУ имени И. Т. Трубилина, коллекция НЦЗ имени П. П. Лукьяненко, сорта селекции АНЦ «Донской», сорта зарубежной селекции.

Обработка полученных данных с помощью программы GelPro 3.1 позволила выявить следующие генетические характеристики изучаемых популяций (таблица 16, рисунки 12, 13).

Таблица 16 – Генетическая характеристика изучаемых популяций озимого ячменя

	Популяция					
Показатель	ICTET A V	כוווו	АНЦ	Зарубежные		
	КубГАУ	НЦЗ	«Донской»	формы		
Число сгенерированных	89	109	71	59		
ДНК-бендов	89	109	/ 1	39		
Количество частных бендов	6	16	1	2		
Количество бендов с часто-						
той встречаемости	25	29	5	1		
<=50%						
Количество полиморфных	41,32	62,81	28,93	9,92		
локусов, %	41,32	02,61	20,93	7,92		

Из данных, представленных в таблице 16 и на рисунке 14, следует, что популяции сгенерировали разное количество ДНК-бендов, при этом наибольшее их количество отмечалось в популяции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко (109 шт), а наименьшее – в популяции зарубежных сортов (59 шт). Кроме того, в процессе анализа для всех изучаемых популяций были выявлены часные бенды в количестве от 1 (АНЦ «Донской») до 16 (НЦЗ имени П. П. Лукьяненко), что говорит об уникальности данных генотипов в популяции. Количество полиморфных локусов для всех популяций составляло: 41,32; 62,81; 28,93 и 9,92 %.

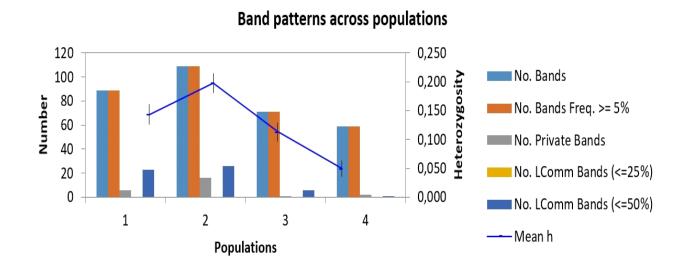


Рисунок 12 — Визуальная структура ДНК-паттернов изученных популяций озимого ячменя

Для анализа молекулярной изменчивости в практике генетических исследований применяется метод AMOVA, схожий с классическим дисперсионным анализом общим принципом разложения суммарной дисперсии на отдельные компоненты.

В наших исследованиях при расчете процентов молекулярной вариации (AMOVA) значения распределились следующим образом: 79 % - полиморфность внутри популяций, что говорит о довольно большом внутрипопуляционном разнообразии; уровень полиморфности между четырьмя популяциями в 21 % говорит о средней степени их родства (рисунок 13).

Percentages of Molecular Variance

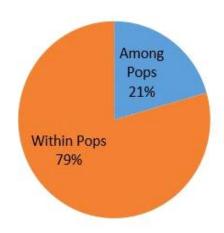


Рисунок 13 – Результаты анализа молекулярной вариации

Наглядным и информативным методом определения степени родства генетического материала является построение кластерного древа, четко разделяющего изучаемый материал на отдельные кластеры (группы).

Для кластеризации сортов озимого ячменя нами использовался метод UPGMA в программе MEGA7. Как видно из рисунка 14, кластерограмма разделилась на три больших кластера (включившие в себя меньшие кластеры), в которые вошли 22 сортообразца отечественной и зарубежной селекции (рисунок 14).

Близкими по генетической структуре вполне логично оказались морозоустойчивые сорта Зерноградской селекции: Тимофей, Ларец и Ерема.

Отдельным кластером выделился американский сорт Atlantic, а так же немецкий сорт SZD-7385, что объясняется эколого-географическим происхождением данных форм.

Сорта озимого ячменя селекции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко и КубГАУ имени И. Т. Трубилина имеют близкородственную генетическую структуру, что объясняется обменом селекционного материала между данными учреждениями и возможным включением в программу скрещиваний близкородственных форм. В кластере с сортами селекции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко

расположились сорта селекции ООО «Агростандарт», Версаль и Каррера. Линия зерноградской селекции ЗГ-1805 локализована на кластерограмме между линиями коллекции КубГАУ, что объясняется использованием последних в качестве исходного материала в ее создании.

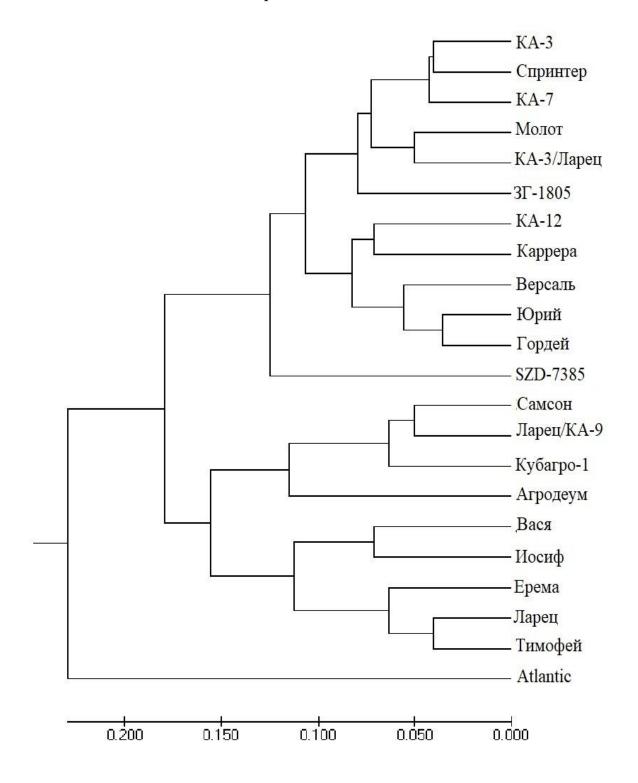


Рисунок 14 — Дендрограмма кластерного анализа сортов ячменя методом UPGMA в программе MEGA7

Применение структурно-генетического анализа исходного материала озимого ячменя является современным молекулярным методом оценки, с помощью которого селекционер может грамотно подбирать пары для скрещиваний по принципу эколого-географической отдаленности.

3.2. Лабораторно-полевые методы оценки морозоустойчивости озимого ячменя

3.2.1 Оценка морозоустойчивости изучаемых сортообразцов озимого ячменя методом прямого промораживания

Ввиду того, что на сегодняшний день наиболее достоверным и общепринятым методом оценки селекционного материала на морозостойкость, используемым всеми ведущими селекционными учреждениями, остается способ прямого промораживания. Мы также проводили проморозку испытуемого материала в камерах низких температур.

В результате прямого промораживания исходного материала озимого ячменя нами был выделен ценный сортовой и линейный материал коллекции КубГАУ имени И. Т. Трубилина (таблица 17).

Оценку сортообразцов проводили при различных отрицательных температурах, для выявления критических значений для каждой формы. Устанавливали програматор на -11, -12 и -13°C.

При промораживании изучаемого материала на температуру –11 °C были выявлены перспективные линии, превосходящие по морозоустойчивости стандартный сорт Самсон на 3,1–9,8 %, среди них линии KA-5/KA-3, KA-5/KA-1, KA-3/Спринтер, KA-1/Спринтер, KA-13 (таблица 17).

При снижении температуры на 1 °C такой закономерности не наблюдалось и все изучаемые сорта и линии уступили по морозостойкости стандарту. В среднем после снижения температуры до –12 °C морозостойкость снизилась на 18,9 %. При этом наибольшая потеря морозостойкости наблюдалась у линий КА-5/КА-3 (39 %) и КА-5/КА-1 (38,7 %), а наименьшая – у сортов Кубагро-3 и Кубагро-1 – 2,8 и 4,4 % соответственно.

Таблица 17— Морозостойкость (%) сортообразцов озимого ячменя (ЦИК КубГАУ, 2015-2018 гг.)

Com/www.g	Морозостойкость,%			
Сорт/линия	-11°C	−12°C	−13°C	
Самсон, ст.	82,4	79,1	62,8	
Кубагро–1	55,4	51,0	47,3	
Кубагро–3	54,9	52,1	43,8	
KA-12	42,0	29,8	20,3	
Агродеум	39,3	27,4	17,1	
SZD-7385	14,1	13,8	12,0	
Novosatski 519	8,7	5,3	0	
KA-5/KA-3	85,5	46,5	33,3	
KA-5/KA-1	92,2	53,5	25,4	
3Г-1805	78,4	54,4	30,6	
Хуторок/КА-1	74,5	41,5	37,5	
Садко/Скарпиа	80,5	65,5	59,7	
КА-3/Спринтер	88,5	51,5	11,6	
КА-1/Спринтер	86,4	51,5	31,1	
KA-13	87,3	63,6	13,5	
HCP ₀₅	1,36	2,69	1,43	

Промораживание изучаемого материала на -13 °C позволило выявить наиболее морозоустойчивые образцы. Лучшей оказалась линия Садко/Скарпиа с 59,7 % выживших растений. Данная линия близка к стандарту и по уровню морозоустойчивости, и по интенсивности ее потери при понижении температуры. Также хорошие результаты показали сорта Кубагро -1 и Кубагро -3, средняя морозостойкость которых снизилась относительно -12 °C на 9,6 %. В целом по сортам и линиям среднее снижение морозостойкости при промораживании на -13 °C составило 34,9 %. Данная температура оказалась критической для сорта Novosatski 519, все растения которого погибли.

В ходе изучения сортов и линий селекции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко так же было установлено наличие ценного исходного высокоморозоустоичивого материала (таблица 18).

Таблица 18 – Морозостойкость (%) сортообразцов озимого ячменя (НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, 2016-2018 гг.)

Comm/myyyg		Морозостойкость,	%
Сорт/линия	-11°C	-12°C	−13°C
Михайло, ст.	86,4	73,8	60,4
Добрыня–3	76,5	70,1	51,3
Ларец	78,3	67,4	53,6
Гордей	72,8	61,9	50,2
Юрий	73,7	65,3	53,7
Вася	70,1	57,8	53,3
Спринтер	56,1	48,3	43,3
397-4//Зимур/Алекс	53,4	43,1	41,2
Платон/Carola	53,0	44,5	42,4
416–3	49,8	47,0	40,0
Серп	73,2	65,7	50,3
Иосиф	68,3	54,1	48,7
Сармат/Breuskylie	28,6	14,3	4,2
HCP ₀₅	1,98	1,91	2,38

В ходе изучения морозостойкости сортов и линий селекции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко, растения так же промораживали при температурах -11, -12 и -13 °C.

В результате подсчета выживших растений, ни один из испытуемых образцов не превзошел стандарт по морозостойкости. Однако, отдельные сорта были весьма близки к значению стандарта. Среди них не только известные сорта, уверенно занимающие значительные посевные площади — Добрыня-3, Ларец и Гордей, но и новые перспективные сорта, которые только проходят государственное сортоиспытание — Вася и Юрий, морозостойкость которых при критической температуре —13 °C составила 53,3 и 53,7 % соответственно.

Необходимо отметить, что все изучаемые сорта и линии не отличаются интенсивностью потери морозостойкости с понижением температуры. В среднем при снижении температуры от -11 до -12 °C морозостойкость снизилась на 9,7 %, а от -11 до -13 °C – на 19,0 %

Таким образом, методом прямого промораживания из коллекции ЦИК КубГАУ имени И. Т. Трубилина и НЦЗ имени П. П. Лукьяненко нам удалось выделить ценный исходный материал обладающий высокой морозостойкостью это: линии КА-5/КА-3, КА-5/КА-1, КА-3/Спринтер, КА-1/Спринтер, КА-13, Садко/Скарпиа, а также сорта Кубагро — 1, Добрыня-3, Ларец, Гордей, Вася и Юрий. Выделенные образцы мы используем для дальнейшей селекционной работы с целью создания форм с высокой морозоустойчивостью.

3.2.2 Оценка исходного материала озимого ячменя на зимостойкость в бетонных стеллажах

При посеве исходного материала озимого ячменя в бетонные стеллажи можно провести комплексное и разностороннее его изучение. Но оценка морозоустойчивости в данном случае сильно зависит от погодных условий, сложившихся в конкретный год исследований.

Понятие зимостойкости, как известно, включает в себя комплекс признаков, среди которых особенно актуальным для нашей зоны является устойчивость к выпиранию. Необходимость создания устойчивых к выпиранию сортов объясняется тем, что в центральной зоне Краснодарского края зимы довольно мягкие, а для ранне-весеннего периода характерны резкие суточные перепады температур от отрицательных к положительным, из-за чего возрастает риск гибели озимых культур от данного фактора.

В этой связи в программу скрещиваний целесообразно включать родительские формы, способные развивать мощную первичную и вторичную корневые системы с осени, позволяющие противостоять выпиранию в ранневесенний период.

Для детального изучения корневой системы нами был проведен посев селекционного материала в бетонные стеллажи на базе НЦЗ им. П. П. Лукьяненко (рисунок 15).

В результате оценки образцов по признакам: глубина залегания узла кущения, мощность развития корневой системы, количество стеблей (фаза кущения).

Нами были выделены перспективные сортообразцы, формирующие комплекс положительных признаков (таблица 19).





Рисунок 15— Растения озимого ячменя, высеянные в бетонные стеллажи НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, 2016-2017 гг.

Так, исследованиями многих ученых доказано, что более глубокое расположение узла кущения в почве, способствует не только успешной перезимовке, но и положительно отражается на устойчивости к полегания, а следовательно формированию стабильной урожайности зерна. Среди изученных образцов глубоким за-

леганием узла кущения обладали следующие формы: Спринтер, 397-4//Зимур/Алекс, 419-1.

Степень развития корневой системы имеет прямую взаимосвязь с величиной и качеством будущего урожая. Поэтому выявление форм формирующих достаточное количество первичных и вторичных корней и глубоким проникновением их в почву, имеет особое значение для культуры озимого ячменя. Проведя оценку данного признака у селекционных образцов, нами к формам, развивающим мощную корневую систему были отнесены: Cartel/Лазарь, Молот и ГК-1918.

Таблица 19 – Результаты оценки сортообразцов озимого ячменя перед уходом в зиму, (посев на стеллажах НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, 2016-2017 гг.)

Сорт/иния	Глубина залегания	Мощность разви-	Количество стеб-	
Сорт/линия	узла кущения, см	тия к/с*, балл	лей (кущение), шт.	
Спринтер-ст.	4,59	6,00	2,80	
415-1	4,23	5,28	1,83	
VA01H-125/Arturio	4,24	6,39	2,26	
397-4//Зимур/Алекс	4,40	6,21	1,86	
Cartel/Лазарь	4,30	7,85	2,92	
Секрет/Достойный	4,20	6,31	2,52	
Молот	4,31	7,44	2,44	
102M/397-4	4,23	5,53	1,47	
Кариока/Достойный	4,24	6,33	1,60	
ГК-1918	4,09	7,48	1,97	
ГК-1918	4,31	6,38	1,93	
84339 DH/Кондрат	4,32	6,79	1,79	
ГК-1918	4,28	7,00	1,73	
ГК-1918	4,09	6,33	1,63	
419-1	4,52	5,77	1,39	
HCP ₀₅	1,44	0,85	0,54	

Изучая интенсивность кущения было выявлено что большее количество стеблей кущения отмечалась в нашем опыте у образцов: Спринтер, VA01H-125/Arturio, Cartel/Лазарь, Секрет/Достойный, Молот.

В целом, такие формы как Спринтер, Cartel/Лазарь, Молот характеризуются хорошо развитой корневой системой, при этом закладывают узел кущения вблизи

зерновки и формируют до 2,92 стеблей в фазу кущения перед уходом в зиму. Эти образцы являются ценным исходным материалом, и будут в дальнейшем нами использоваться в селекционных программах скрещивания.

Интенсивная и мощно развитая корневая система растений способствует не только их полноценному активному питанию, защите от выпирания в зимневесенний период, но так же помогает противостоять полеганию.

Проведя анализ корреляционной зависимости, мы выявили слабую положительную корреляцию r = 0.32 между признаками глубина залегания узла кущения и морозостойкость (рисунок 16).

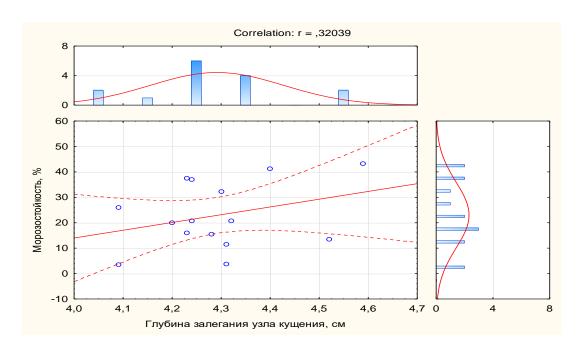


Рисунок 16 — Корреляционная зависимость морозостойкости сортов озимого ячменя и глубины залегания узла кущения (НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, 2016-2017 гг.)

Таким образом, посев селекционного материала на бетонных стеллажах позволяет качественно оценить и выявить формы, обладающие как отдельными положительными признаками, так и их комплексом.

3.2.3 Определение содержания сахаров в узле кущения сортов и линий озимого ячменя

Определение содержания сахаров является одним из общепринятых лабораторных методов косвенной оценки морозоустойчивости озимых культур. Данный

метод основан на том, что чем больше растение накапливает сахаров в узле кущения перед зимовкой и чем менее интенсивно расходует их в процессе дыхания, тем более зимостойким и морозоустойчивым оно является.

Наибольшую ценность для озимых культур представляют сложные сахара, поскольку для использование их в процессе жизнедеятельности растениям необходимо предварительно преобразовать их в моносахара. В случае отсутствия или недостатка олигосахаров, запас моносахаров быстро истощается, что приводит к гибели растения под воздействием отрицательных температур.

В нашем опыте мы определяли общее количество восстанавливающих сахаров, сумму моно- и олигосахаров и сложные сахара (сахарозу).

По результатам наших исследований были выделены сорта и линии с высоким содержанием сахаров в узле кущения к моменту начала весеннего отрастания, что свидетельствует об их потенциально высокой морозоустойчивости (таблица 20).

Таблица 20 – Количественное содержание сахаров (%) в узле кущения сортов и линий озимого ячменя (НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, 2016-2017 гг.)

Сорт/линия	Восстанавливаю- щие сахара, %	Σ моно- и оли- госахаров, %	Сахароза, %
Кондрат, ст.	41,90	65,10	22,04
Вася	37,80	75,40	35,72
Юрий	45,20	77,80	30,97
Artirio/Михайло М	51,10	72,80	20,60
415-1	45,70	72,50	25,46
Heidi/Гордей	46,10	72,10	24,70
Серп	42,40	71,00	27,17
Лазарь	45,70	70,80	23,80
Платон/Carolla	51,20	70,40	18,20
Cartel/Лазарь	56,20	67,30	10,50
397–6/Циклон	52,10	69,20	1620
Тома	51,10	68,00	10,00
Секрет/Достойный	29,00	49,40	19,38
419–1	29,90	48,10	17,20
ГК–1918	26,60	44,10	13,70

Исходя из полученных в ходе исследований данных, выявлены сорта и линии селекции НЦЗ имени П. П. Лукьяненко, обладающие повышенным содержанием сахаров в узле кущения и наличием наиболее ценных моно- и олигосахаров.

При анализе содержания общего количества сахаров было определенно, что их наличие в исследуемых образцах сильно варьировало, так нами выявлены формы, у которых в узле кущения было до 30 % восстанавливающих сахаров это линии: Секрет/Достойный, 419–1 и ГК–1918. Сорт Вася в годы исследований накапливал в узле кущения до 38 % общих сахаров, от 40 до 46 % сахаров обнаружено в большинстве анализируемых образцов. Также выявлен селекционный материал, у которого в узле кущения накапливалось более 50 % восстанавливающих сахаров это линии Artirio/Михайло М, Платон/Carolla, Cartel/Лазарь, 397–6/Циклон, сорт Тома.

Из общего количества накапливаемых сахаров, для успешной перезимовке озимых культур наиболее важными являются моно- и олигосахара, в течение зимовки в зависимости от наличия или отсутствия отрицательных температур и их критических значений, данные сахара могут менять свою принадлежность. Так сложные сахара превращаются в моносахара, которые являются основным компонентом защиты растений от гибели во время перезимовки.

По результатам наших исследований в образцах озимого ячменя было от 44 до 78 % моно— и олигосахаров в узле кущения. Наибольшим их количеством выделились сорта Вася, Юрий, Серп, Лазарь и линии Artirio/Михайло М, 415-1, Неі-di/Гордей и Платон/Carolla.

Кроме этого было выявлена закономерность, что формы накапливающие в целом от 37 до 50 % восстанавливающих сахаров, имеют в своем химическом составе до 70-77 % моно— и олигосахаров.

Для выявления зависимости изучаемого признака с данными прямой проморозки растений, мы провели математические расчеты, по результатам которых выявили среднюю положительную корреляционная связь r = 0,49 между содержанием сахаров в узле кущения и морозостойкостью озимого ячменя (рисунок 17).

Таким образом, наличие сахаров в узле кущения растений озимого ячменя

является, хоть и косвенным, но достоверным методом оценки зимостойкости данной культуры.

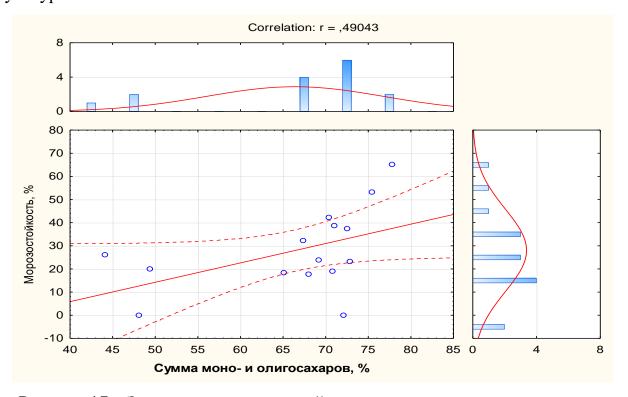


Рисунок 17 — Зависимость морозостойкости от количества сахаров в узле кущения сортообразцов озимого ячменя

В ходе лабораторной оценки сортов и линий озимого ячменя по определению содержания сахаров узла кущения были выделены ценные образцы обладающие способностью накапливать более 50 % восстанавливающих сахаров, и формы, в составе которых имелось из общего количества сахаров до 70–77 % моно— и олигосахаров.

3.2.4 Изучение устойчивости генотипов озимого ячменя к повышенному уровню кислотности почвы

В результате внесения значительных доз минеральных удобрений наблюдается изменение концентрации почвенного раствора в сторону его подкисления. Из всех злаковых растений, ячмень обладает наибольшей устойчивостью к щелочной среде. Вместе с тем он наименее вынослив в условиях подкисленных и кислых почв. Поэтому, селекция озимого ячменя на устойчивость к кислой среде приобретает в последние годы особую актуальность.

При оценке исходного материала озимого ячменя на устойчивость к кислой среде используют методы почвенной, песчаной и водной культур. Индикатором при этом служит степень подавления роста корней, или индекс длины корней (Poehlman J., 1995; О. В. Яковлева, 2013; Т. Е. Кузнецова, Н. В. Серкин, С. А. Левштанов, 2017).

По литературным данным, устойчивость сортов озимого ячменя к кислой среде находится в положительной корреляционной зависимости с морозостойкостью. У сортов, не обладающих толерантностью к повышенному содержанию ионов H⁺ в почве отмечается слабое развитие корневой системы, а в отдельных случаях и частичное ее отмирание (Т. Е. Кузнецова, Н. В. Серкин, С. А. Левштанов, 2017).

Опираясь на актуальность исследований в этом направлении, мы провели ряд экспериментов по изучению устойчивости сортов и линий озимого ячменя к повышенному уровню кислотности почвы.

На растениях, пророщенных в растворах со значением рН 3,5 и 7,0 (контроль) проводили замеры длины корней, подсчитывали их количество, рассчитывали ИДК (индекс длины корня) для каждого образца и давали оценку мощности развития корневой системы по 9-бальной шкале (рисунок 18, 19).



Рисунок 18 — Закладка опыта по изучению устойчивости сортообразцов озимого ячменя к кислой среде



Рисунок 19 – Опыт по изучению устойчивости сортообразцов озимого ячменя к кислой среде

Из 48 изучаемых образцов у 13 отмечался ИДК выше единицы, что свидетельствует об их толерантности к кислой среде (таблица 21).

Таблица 21 – Изучение устойчивости сортообразцов озимого ячменя к повышенному уровню кислотности почвы (2016-2017 гг.)

	Всхожесть, %		Длина корней			Количество корней, шт.		Мощ-
Сорт, линия			, ,	1	ИДК*	корне	и, шт.	ность раз-
	pH 7,0	pH 3,5	pH 7,0	pH 3,5	11,411	pН	pН	вития к/с,
	p11 /,0	p11 3,3	p11 /,0	p11 3,3		7,0	3,5	%**
Спринтер, ст.	100	98	4,79	4,95	1,03	5,50	5,25	95,45
311/320//84339ДН	90	50	5,69	5,85	1,03	7,00	5,75	82,14
Рубеж/Самсон М	100	90	5,67	5,72	1,01	4,88	4,38	89,75
389-2/Пар. 1633	100	100	3,80	4,58	1,21	5,38	4,63	86,06
397-5/Михайло	88	94	5,16	6,33	1,23	6,15	6,15	100,00
Дали	100	100	4,37	4,60	1,05	6,38	5,88	92,16
Платон М	90	98	3,89	4,61	1,19	4,29	4,50	104,90
Дали Л	94	100	3,51	4,50	1,28	4,43	4,15	93,68
Стратег	97	100	6,58	6,88	1,05	5,30	5,20	98,11
391-7	88	92	5,13	5,72	1,12	4,50	4,80	106,67
Иосиф	92	96	4,59	6,25	1,36	4,70	5,00	106,38
Cartel/Самсон	86	94	6,34	6,53	1,03	5,10	6,20	121,57
Лазарь/Циндарелла	90	94	5,51	5,60	1,02	5,50	5,80	105,45

^{*-} индекс длины корней

^{**} - мощность развития к/с (корневой системы) - отклонение количества корней опытного варианта (pH 3,5) от количества корней контрольного варианта (pH 7,0)

Как видно из таблицы 21, у 10 из 13 образцов толерантность проявилась уже на этапе подсчета всхожести семян. Выявлены образцы, которые в кислой среде не только не снизили проростаемость, но и незначительно увеличили её. Так у линий 397-5/Михайло, Платон М, Дали Л, 391-7, Cartel/Caмсон, Лазарь/Циндарелла, сортов Стратег и Иосиф всхожесть при рН 3,5 превысила аналогичные значения при рН 7. Максимальная потеря всхожести (55,5 %) наблюдалась у линии 311/320//84339ДН, однако, несмотря на это, показатель ИДК данной линии составил 1,03.

Анализ длины корней опытных образцов показал, что все они в кислой среде сформировали более длинные корни, превышение от дистиллированной воды составило от 0,09 см у линии Лазарь/Циндарелла до 1,17 см у 397-5/Михайло.

Показатель индекс длины корня более высоким был у сорта Иосиф, незначительно ему уступили линии 389-2/Паралелум 1633, 397-5/Михайло и Дали Л.

Подсчет числа корней образовавшихся на опытных растениях выявил, что наибольшее их количество было у образцов при прорастании в дистиллированной воде, и только у линий 391-7, Cartel/Camcoн, Лазарь/Циндарелла и сорта Иосиф наблюдалось их превышение в кислой рН. В связи с этим, и показатель мощности развития корневой системы у образца Cartel/Camcoн был наиболее высокий и составляет 121,57 %. Кроме того, по этому показателю были выделены формы 397-5/Михайло, Платон М, 391-7, Иосиф, Лазарь/Циндарелла, которые в кислой среде сформировали более мощную корневую систему, чем в нормальных условиях.

Все выделенные селекционные образцы и сорта, несомненно, являются ценным исходным материалам при селекции на увеличение толерантности новых форм к стрессовой ситуации при прорастании.

Таким образом, проведя многочисленные исследования и эксперименты, нами выделены новые селекционно-ценные формы обладающие комплексом положительных признаков и свойств. Выявленные образцы послужили исходным материал в программах скрещивания.

4. СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ ГИБРИДНЫХ КОМБИНАЦИЙ, СОЗДАННЫХ НА ОСНОВЕ ВЫДЕЛЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Наличие большого объема разнообразного селекционного материала – обязательное условие для продуктивной работы селекционера. Можно сказать, что исходный селекционный материал – есть ничто иное, как важный фундамент для постройки сортового разнообразия культуры.

За период работы в НЦЗ им. П. П. Лукьяненко соискатель принимал активное участие на всех этапах селекционного процесса, от подбора родительских пар для скрещивания и проведения гибридизации (рисунок 20), до оценки сортообразцов питомников конкурсного сортоиспытания и подготовке лучших линий для передачи на государственное сортоиспытание.





Рисунок 20 – Кастрация колосьев озимого ячменя в поле

В конкурсном сортоиспытании ежегодно высевалось и оценивалось до 50 селекционных линий, лучшие из которых, в последствии, передавались для испытания в Госсортсеть и становились новыми высокопотенциальными сортами (таблицы 22, 23, 24).

Таблица 22 — Результаты изучения линий озимого ячменя (НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, КСИ, $2015-2017~\mbox{гг.}$)

			Темп роста, балл		Морозостой-	Дата	Высота рас-	Устойчи-
Сорт/линия	Разновидность	осеннего	весеннего	Зимостой- кость, балл	кость, % (-13 °C)	колошения	тений, см	вость к полеганию
Кондрат, ст.	Paralellum Körn	7	7	2	49,7	8.05	90	7
K 418-1	Paralellum Körn	7	8	6	53,7	6.05	90	8
К 414-1	Paralellum Körn	7	8	5	53,9	7.05	96	9
К 391-6	Paralellum Körn	8	7	5	38,9	9.05	75	5
Иосиф – ст.	Palludum Ser	8	8	3	30,6	10.05	100	5
К 419-1	Palludum Ser	8	9	9	23,0	10.05	95	5
Сармат – ст.	Nutans Schubl	8	9	6	20,2	8.05	80	6
Сармат/	Nutans Schubl	8	9	5	24,0	7.05	70	7
Breuskylie	Timuns Schuot	O	,	<i>J</i>	24,0	1.03	70	,
HCP ₀₅				1,07	1,44		2,52	

Для детальной оценки и объективности в сравнении линий между собой и со стандартами, в конкурсном сортоиспытании высевалось несколько стандартов, а именно для плотноколосых форм сорт Кондрат, для рыхлоколосых разновидности *pallidum Ser.*, новый сорт Иосиф, а для двурядных форм Сармат. Сравнения велись внутри каждой отдельной разновидности с конкретным стандартом.

Все линии конкурсного сортоиспытания, представленные в таблице 22, отличаются высоким темпом осеннего роста и весеннего отрастания, особенно этот признак характерен для линий разновидности *nutans Schubl*. и *pallidum Ser*.

По зимостойкости весь изучаемый материал, за исключением двурядной линии Сармат/Вreuskylie так же превзошел стандарты. При прямом промораживании на -13 °C хорошие результаты показали линии К 418-1 и К 414-1, морозостой-кость которых составила 53,7 и 53,9 % соответственно.

К группе раннеспелых сортов мы отнесли линии К 418-1 и К 414-1 и двурядную Сармат/Вreuskylie, которые выколашивались на 1-2 дня раньше стандартов Кондрат и Сармат. Также эти формы обладают высокой устойчивостью к полеганию.

Важной характеристикой создаваемых сортов является их способность противостоять или быть толерантными к вредоносному воздействию патогенов. По мнению доктора сельскохозяйственных наук, главного научного сотрудника отдела селекции и семеноводства ячменя НЦЗ имени П. П. Лукьяненко Кузнецовой Т. Е., оптимальной для производственного сорта является средняя и выше средней степень полевой устойчивости к патогенам, распространенным в конкретной зоне возделывания. Кроме того, в каждом хозяйстве следует возделывать несколько сортов, отличающихся по степени устойчивости, при таких условиях развитие патогена не будет превышать допустимый порог вредоносности и наносить серьезный ущерб урожаю и качеству получаемой продукции.

Созданные в НЦЗ им. П. П. Лукьяненко линии озимого ячменя отвечают указанным выше требованиям (таблица 23). Оценка полевой устойчивости линий проводилась на провокационном фоне при повышенных дозах минеральных удобрений. Все представленные линии обладают выше средней степенью устойчивости к таким патогенам, как мучнистая роса, карликовая ржавчина и гельминтоспориозная пятнистость. При этом наиболее устойчивой ко всем выше перечисленным заболеваниям оказалась линия Сармат/Breuskylie, а средневосприимчивым образцом – К 414-1.

Таблица 23 — Устойчивость линий озимого ячменя к распространенным листостебельным заболеваниям (НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, провокационный фон, 2015-2017 гг.)

	Устойчивость, балл				
Сорт/линия	мучнис	стая роса	карликовая	гені минтоспориозная	
Сорт/линия	фаза куще- ния	фаза коло- шения	ржавчина	гельминтоспориозная пятнистость	
Кондрат, ст.	5,5	3,5	7,0	5,4	
К 418-1	7,0	6,5	7,0	6,5	
К 414-1	5,5	5,5	7,0	5,5	
К 391-6	6,5	6,5	6,5	5,5	
Иосиф – ст.	6,0	6,0	7,0	5,5	
К 419-1	6,0	7,0	7,7	7,0	
Сармат – ст.	7,0	7,0	6,0	5,5	
Сармат/Breuskylie	6,5	7,0	8,0	8,0	

Несомненно, самым главным критерием оценки нового сорта, на основании которого его включают в Государственный реестр, всегда была и остается его урожайность.

За три года испытаний были выделены перспективные, линии превышающие стандарт по урожайности (таблица 24). Испытания перспективных форм проводились в двух зонах края, центральной — отличающейся мягкими условиями зимовки, с обилием осадков в период активной вегетации культуры, и северной зоне — где более сложные условия перезимовки и недостаток увлажнения в весеннелетний период.

Лучшей в двух пунктах испытаний оказалась линия К 419-1, превышение над стандартом составило 7,5 ц/га. Почвы станицы Ленинградской являются более плодородными в сравнении с Центральной зоной края, кроме того они имеют нейтральную среду, в отличии от подкисленных почв Краснодара. В связи с этим большинство линий, испытываемых на Северокубанской сельскохозяйственной

опытной станции, дают больший урожай в сравнении с посевами на полях НЦЗ имени П. П. Лукьяненко.

Таблица 24 – Урожайность перспективных линий озимого ячменя (НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, КСИ, 2015-2017 гг.)

	Урожайность, ц/га				
Сорт/линия	НЦЗ имени П. П. Лукьяненко	СКСХОС (ст. Ленинградская)	Средняя		
Кондрат, ст.	80,1	90,0	85,0		
К 418-1	85,8	96,1	90,9		
К 414-1	77,2	92,2	84,7		
К 391-6	91,9	91,9	91,9		
Иосиф – ст.	92,1	103,1	97,6		
К 419-1	90,3	94,7	92,5		
Сармат – ст.	73,5	80,0	76,7		
Сармат/Breuskylie	77,4	70,0	73,7		
HCP ₀₅	2,13	1,91			

Однако, линии К 391-6 и Сармат/Вreuskylie уклонились от этой закономерности, не снизив урожай, а в случае с последней линией – даже увеличив его на подкисленных почвах Краснодара, что свидетельствует о толерантности данных линий к повышенному уровню кислотности почвы. В среднем значительное превышение над стандартом показали линии К 418-1 превысив стандарт на 5,9 ц/га, К 391-6 сформировавшая урожай зерна больше сорта Кондрат на 6,9 ц/га, рыхлоколосая форма К 419-1 у которой урожайность была выше сорта Иосиф на 7,5 ц/га. Эти перспективные образцы в дальнейшем планируется испытать в производственных посевах.

В период обучения в аспирантуре и работы в НЦЗ имени П. П. Лукьяненко, нами также параллельно велись исследования в селекционно-семеноводческой компании ООО «Агростандарт», основной целью деятельности которой является создание новых высокопродуктивных сортов озимого и ярового ячменя и овса.

По общепринятым методикам и при непосредственном участии соискателя проводилось изучение новых сортов и линий собственной селекции, часть из которых уже проходит государственное сортоиспытание (таблица 25).

Таблица 25 – Результаты изучения сортов и линий озимого ячменя (ООО «Агростандарт», 2015-2018 гг.)

Сорт/ линия	Разно- видность	Зимостой кость, балл	Морозостой- кость, % (-13°C)	Дата колошения	Высота растений, см	Устой- чивость к полеганию
Кондрат, ст.	parallelum	2	49,7	8.05	90	7
АСИ-1	parallelum	7	52,5	7.05	90	5
Каррера	pallidum	6	51,0	5.05	87	9
Греко	parallelum безостый	6	49,0	5.05	104	6
HCP ₀₅		0,74	3,85		1,84	

Изучаемые сорта Каррера и Греко, а также и линия АСИ-1, обладают высоким темпом осеннего роста и весеннего отрастания, при значениях 7–8 баллов. Наиболее зимостойкой (7 баллов) оказалась линия АСИ-1, сорта Каррера и Греко несколько уступают новой линии, но так же обладают хорошей зимостойкостью в 6 баллов. По морозостойкости все сорта близки или превосходят стандарт, лучшей по данному признаку также оказалась линия АСИ-1. Изучаемый селекционный материал относится к группе раннеспелых форм, выколашиваются сорта и линия на 1-3 дня раньше стандарта Кондрат. Сорт Каррера обладает высокой устойчивостью к полеганию – 9 баллов.

При изучении линейного и сортового материала ООО «Агростандарт» так же была определена их устойчивость к распространенным листостебельным заболеваниям с использованием провокационного фона (таблица 26).

Таблица 26 — Устойчивость образцов озимого ячменя к распространенным листостебельным заболеваниям (ООО «Агростандарт», провокационный фон, 2015-2017 гг.)

	Устойчивость, балл					
Сорт/линия	мучнис	стая роса	KONTHKODOG	ган минтоановновнов		
Сортулиния	фаза ку- щения	фаза коло- шения	карликовая ржавчина	гельминтоспориозная пятнистость		
Кондрат, ст.	5,5	3,5	7,0	5,4		
АСИ-1	6,0	7,5	7,5	7,0		
Каррера	7,0	8,0	8,0	6,5		
Греко	8,0	9,0	9,0	5,0		

По нашим данным высокой устойчивостью к мучнистой росе и карликовой ржавчине обладают сорта Каррера (8 баллов) и Греко (9 баллов). Линия АСИ-1 показала среднюю полевую устойчивость (6-7,5 баллов) ко всем распространенным заболеваниям.

По результатам трехлетнего изучения, сорта Каррера и Греко, а также линия АСИ-1, показали прибавку урожайности над стандартным сортом Кондрат (таблица 27).

Таблица 27 – Урожайность изучаемых образцов озимого ячменя селекции ООО «Агростандарт», 2015-2017 гг.

Сорт/ниция	Урожайность, ц/га					
Сорт/линия	ОП «Краснодар»	ОП «Отрадная»	Средняя			
Кондрат, ст.	77,3	88,3	82,8			
АСИ-1	82,0	92,4	87,2			
Каррера	80,6	86,6	83,6			
Греко	78,8	90,0	84,4			
HCP ₀₅	1,24	1,74				

Испытания селекционно-опытных образцов проводились в двух пунктах, центральной зоне и южной-предгорной зоне Краснодарского края. Более высокие результаты по двум точкам испытания показала линия АСИ-1, превышение над стандартом у неё составило 4,4 ц/га. Прибавка сортов Каррера и Греко была в пределах 0,8 и 1,6 ц/га соответственно.

Сорта Каррера и Греко в настоящее время испытываются на госсортоучастках Северо-Кавказского региона, а линия ACH-1 готовится к передаче в Госсортсеть в 2018 году.

5. ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ, ПЕРЕДАННЫХ НА ГСИ

Практическим результатом работы соискателя явились создание и передача на Государственное сортоиспытание трех сортов озимого ячменя: Юрий, Мадар и Версаль.

Сорт Юрий создан в ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в результате индивидуального отбора из гибридной комбинации Мироновская 87/Аванс//397-4.

Ботаническая разновидность – *parallelum, Körn.* Колос плотный, шестирядный, цилиндрический, среднего размера. Ости длинные, зазубренные, соломина желтого цвета. Колос формирует 56-64 зерна. Зерно полуудлиненное, средних размеров. Масса 1000 зерен 38,9-42,5 г (таблица 28).

Таблица 28 – Характеристика сорта озимого ячменя Юрий, НЦЗ им. П. П. Лукьяненко (2015-2017 гг.)

Признак, свойство	Сорта				
	Юрий	Михайло-ст.	Кондрат-ст.		
Урожайность, ц/га	87,9	67,3	77,0		
Темп осеннего роста, балл	7	7	7		
Темп весеннего отрастания, балл	8	7	7		
Дата колошения	5.05	8.05	7.05		
Высота растения, см	99,3	102,7	96,7		
Устойчивость к полеганию, балл	9,0	5,5	9,0		
Зимостойкость, балл	6,4	4,5	3,0		
Морозостойкость (t -13°C)	53,7	54,4	22,7		
Устойчивость к кислой среде (ИДК)	1,09	0,62	0,57		

Относится к группе среднеспелых сортов. Выколашивается на 1-2 дня раньше сорта Кондрат. Высота растения 90–108 см, имеет упругую, прочную соломину. По устойчивости к полеганию и морозостойкости результаты сорта близки к стандарту Кондрат. Сорт зернофуражного направления. Содержание белка в зерне 10,3-11,1 %.

На естественном фоне новый сорт слабо поражается распространенными листостебельными болезнями. Результаты оценки на провокационном и инфекционном фонах свидетельствуют о хорошей полевой устойчивости к мучнистой

росе, карликовой ржавчине и гельминтоспориозным пятнистостям. Недостатком сорта является восприимчивость к головневым патогенам. В этой связи семена перед посевом необходимо протравливать ядохимикатами. Сорт толерантен к повышенной кислотности почвы (ИДК 1,08).

Высокая урожайность сорта Юрий по предшественнику кукуруза свидетельствует о хорошей его устойчивости к корневым гнилям. Так, его урожайность за три года по предшественнику кукуруза составила 103,3 ц/га (таблица 29).

Таблица 29 – Урожайность (ц/га) сорта озимого ячменя Юрий в двух пунктах испытания по предшественникам

	НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, 2015-2017 гг.				СКСХОС, 2016-2017 гг.					
Сорт	горох	озимая пшеница	горчица	кукуруза	подсолнечник	средняя	колосовые	подсолнечник	средняя	Среднее
Михайло-ст.	66,4	63,0	78,9	85,7	55,3	69,9	81,7	87,3	84,5	77,2
Кондрат-ст.	69,8	69,2	84,3	104,0	76,9	76,9	85,9	92,6	89,2	83,0
Гордей-ст.	71,6	70,3	82,0	96,5	75,0	75,0	92,4	90,7	91,6	83,3
Юрий	84,4	75,0	98,8	103,3	86,0	86,0	94,8	100,0	97,4	91,7
HCP ₀₅	6,12				8	3,6				

По всем предшественникам урожайность сорта Юрий была выше стандартных районированных сортов Михайло, Кондрат и Гордей на 8,4-14,5 ц/га. Максимальная прибавка урожайности к стандарту Михайло в 30,7 ц/га отмечалась по предшественнику подсолнечник.

Сорт Юрий передан на государственное сортоиспытание в 2017 году и рекомендуется для возделывания в Северо-Кавказском регионе.

Сорт Мадар создан в ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко совместно с ИСХ КБНЦ РАН в результате индивидуального отбора из гибридной комбинации 386-2/Параллелум 1633.

Ботаническая разновидность – *parallelum, Körn.* Колос плотный, шестирядный, цилиндрический, среднего размера, формирует 56-62 зерна. Ости длинные, зазубренные, соломина желтого цвета. Зерно полуудлиненное, средних размеров. Масса 1000 зерен 36-41 г. (таблица 30).

Таблица 30 – Характеристика сорта озимого ячменя Мадар, НЦЗ им. П. П. Лукьяненко (2015-2017 гг.)

Признаки, свойства	Сорт				
_	Мадар	Михайло-ст.	Самсон-ст.		
Урожайность, ц/га	74,6	67,3	63,0		
Темп осеннего роста, балл	7	7	7		
Темп весеннего отрастания, балл	8	7	7		
Дата колошения	7.05	8.05	9.05		
Высота растения, см	96,0	102,7	105,0		
Устойчивость к полеганию, балл	9,0	5,5	3,5		
Зимостойкость, балл	5,0	4,5	7,0		
Морозостойкость (t -13°C)	53,9	54,4	83,3		
Устойчивость к кислой среде (ИДК)	0,88	0,62	0,68		

Относится к группе среднеспелых сортов. Выколашивается на 2-3 дня раньше сорта Самсон. Высота растения 83-110 см, имеет упругую, прочную соломину. По устойчивости к полеганию значительно превосходит сорт Самсон, значения близки к Кондрату. По морозостойкости несколько уступает стандартному сорту Самсон. Сорт зернофуражного направления. Содержание белка в зерне 9,6–10,8 %.

На естественном фоне новый сорт слабо поражается распространенными листостебельными болезнями. Результаты оценки на провокационном и инфекционном фонах свидетельствуют о хорошей полевой устойчивости к мучнистой росе, карликовой ржавчине, гельминтоспориозным пятнистостям.

Сорт Мадар обладает высокой продуктивностью, особенно по пропашным предшественникам. Например, по подсолнечнику в 2016 году сорт Мадар сформировал урожайность 118,7 ц/га. По результатам конкурсного сортоиспытания он превысил высокопродуктивный, устойчивый к полеганию сорт Рубеж в среднем за три года на 2,5 ц/га, а стандарт Самсон – на 9,3 ц/га (таблица 31).

Таблица 31 – Урожайность (ц/га) сорта озимого ячменя Мадар в трех пунктах испытания по предшественникам (2015-2017 гг.)

	НЦ3	СКСХОС	КБНЦ РАН	
Сорт	им. П. П. Лукьяненко	(по 2	(по 2	Среднее
	(по 5 вариантам)	вариантам)	вариантам)	
Михайло-ст.	69,9	73,7	1	-
Кондрат-ст.	76,9	92,1	45,2	71,4
Самсон-ст.	67,2	75,4	46,4	63,0
Мадар	77,2	92,2	54,4	74,6
HCP ₀₅	0,74	1,24	0,69	

Сорт Мадар передан на государственное сортоиспытание в 2017 году и рекомендуется для внедрения в республиках Северного Кавказа, в Краснодарском и Ставропольском краях.

Сорт **Версаль** выведен селекционерами ООО «Агростандарт» методом индивидуального отбора из сорта озимого ячменя Циклон.

Ботаническая разновидность – *parallelum, Körn*. Колос плотный, шестирядный, ости длинные, полуприжатые, соломина желтого цвета. Колос цилиндрический, среднего размера, формирует 64-76 зерен. Зерно полуудлиненное, средних размеров. Масса 1000 зерен 42,6-44,0 г (таблица 32).

Таблица 32 – Характеристика сорта озимого ячменя Версаль, OOO «Агростандарт» (2015-2017 гг.)

Признаки, свойства	Сорт			
	Версаль	Кондрат-ст.		
Урожайность, ц/га	87,2	82,8		
Темп осеннего роста, балл	8	7		
Темп весеннего отрастания, балл	8	7		
Дата колошения	7.05	8.05		
Высота растения, см	90,0	90,0		
Устойчивость к полеганию, балл	5,0	7,0		
Зимостойкость, балл	7,0	2,0		
Морозостойкость (t -13°C)	52,5	49,7		
Устойчивость к кислой среде (ИДК)	1,0	0,57		

Относится к группе среднеспелых сортов. Выколашивается на 1 день раньше стандарта. Высота растения 85-100 см. По устойчивости к полеганию уступает сорту Кондрат, по морозостойкости превосходит стандарт. Сорт зернофуражного направления. Содержание белка в зерне 11,0-12,1 %.

При соблюдении технологии выращивания и сбалансированном минеральном питании сорт слабо поражается мучнистой росой, карликовой ржавчиной, показывает выше средней полевую устойчивость к сетчатой пятнистости, восприимчив к пыльной и твердой головне. Семена перед посевом рекомендуется протравливать.

Средняя урожайность сорта Версаль за три года испытания составила 87,2 ц/га, что позволило получить прибавку по отношению к стандартному сорту Кондрат 4,4 ц/га (таблица 33).

Таблица 33 — Урожайность (ц/га) сорта озимого ячменя Версаль в двух пунктах испытания, 2015-2017 гг.

Сорт/иния	Урожайность, ц/га				
Сорт/линия	г. Краснодар	ст. Отрадная	средняя		
Кондрат – ст.	77,3	88,3	82,8		
Версаль	82,0	92,4	87,2		
HCP ₀₅	5,98	7,9			

Сорт Версаль передан на государственное сортоиспытание в 2017 году и рекомендуется для испытания в республиках Северного Кавказа, в Краснодарском и Ставропольском краях и республики Крым.

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

Эффективность производства того или иного товара, предприятия, отрасли характеризуется наличием эффекта, который всегда выступает как превышение результата над издержками производства. Экономическая эффективность показывает полезный конечный эффект от применения производства и живого труда. В сельском хозяйстве - это получение максимального количества продукции с единицы площади при наименьших затратах.

Начальным этапом при определении экономической эффективности предлагаемых к внедрению сортов является определение базы сравнения. Базой для сравнения нового сорта являются сорта, внесенные в Госреестр и принятые Госкомиссией по сортоиспытанию в качестве стандарта.

Основным методом экономического обоснования выбора базы сравнения является метод сопоставимости. Обязательным требованием при экономической оценке нового сорта является соблюдение принципа единственного различия. Итоговым показателем экономической оценки новых сортов является экономический эффект, то есть сумма дополнительного чистого дохода за определенный год, которая получена или может быть получена благодаря внедрению в производство нового сорта в сравнении с базовым.

Для расчета экономической эффективности использовали общепринятые методики. Оценку проводили по следующим показателям: дополнительный урожай зерна, т. е. прибавки (т/га), себестоимость 1 тонны продукции, чистый доход (стоимость продукции за вычетом затрат, руб./га), норма рентабельности (отношение условно чистого дохода к затратам в %).

В основе экономической оценки опытов были использованы применяемые в Краснодарском крае нормативы и технологические карты возделывания озимого ячменя.

Расчёт экономической эффективности показал, что возделывание новых сортов наиболее экономически результативно для хозяйств.

Сравнение урожайности новых сортов с сортом Кондрат, показало, что все они более продуктивны, превышение составило от 0,03 (сорт Мадар) до 0,91 (сорт Юрий) т/га (таблица 34).

Таблица 34 — Экономическая эффективность возделывания новых сортов озимого ячменя

	Сорт					
Показатель	Кондрат, ст.	Юрий	Мадар	Версаль		
Урожайность зерна, т/га	7,69	8,6	7,72	8,2		
Прибавка урожайности, т с 1 га	-	0,91	0,03	0,51		
Цена реализации 1 т, руб.	8000	8000	8000	8000		
Стоимость продукции 1 га, руб.	61520	68800	61760	65600		
Производственные затраты на 1 га, руб.	27921	29455	28245	28898		
Себестоимость 1 т, руб.	3631	3425	3659	3524		
Чистый доход с 1 га, руб.	33599	39345	33515	36702		
Уровень рентабельности, %	120	134	119	127		

При цене реализации, в условиях 2018 года, 8000 рублей за тонну, стоимость продукции по сортам составила 61760 – 68800 рублей.

Себестоимость единицы продукции является денежным выражением издержек предприятия на ее производство. В наших опытах наиболее низкие показатели себестоимости были у сорта Юрий - 3425 рублей на 1 тонну зерна. У остальных сортов показатели себестоимость были выше, у сорта Версаль они составили 3524 руб./т, по сорту Мадар - 3659 руб./т.

Наибольший чистый доход получен по сорту Юрий - 39345./га, что на 5746 руб./га выше, чем у стандарта. Сорт Версаль превысил Кондрат на 3103 руб./га.

Рентабельность — результативный показатель экономической эффективности, характеризующий доходность, прибыльность производства, когда денежные средства, поступившие от реализации продукции, не только покрывают затраты, но и обеспечивают хозяйству получение прибыли.

Расчеты уровня рентабельности выявили преимущество сортов Юрий и Версаль. Новый сорт Мадар показал рентабельность на уровне стандарта. В целом же все изучаемые сорта озимого ячменя оказались экономически эффективны. Их уровень рентабельности был довольно высоким и варьировал от 119 до 134 %, что соответствует высокому показателю рентабельности зерновых колосовых культур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- 1. Оптимизирован метод оценки морозоустойчивости озимого ячменя по гигроскопичности зрелого зерна. Определено, что оптимальным условием эффективной оценки гигроскопичности является применение в исследованиях раствора, содержащего 7% сахара и 50 мМ MgCl₂.
- 2. Установлено, что анализ интенсивности роста корневой системы этиолированных проростков озимого ячменя, обработанных раствором Трилона Б в концентрации 3,2×10⁻³ М/л является оптимальным, простым и эффективным приёмом оценки морозоустойчивости сортов озимого ячменя. Получен Патент «Способ оценки морозоустойчивости озимого ячменя» в соавторстве (Патент № 2463833).
- 3. Определена эффективность применения метода молекулярного маркирования и структурно-генетического анализа в целях проведения глобального скрининга селекционного материала в сжатые сроки, возможности производить браковку на ранних этапах селекции, а так же грамотного подбора пар для скрещивания.
- 4. В результате определения количественного содержания сахаров в узле кущения выделены перспективные линии: Arturio/Михайло М, 415–1, Неіdi/Гордей, Платон/Carola; и сорта: Вася, Юрий, Серп и Лазарь.
- 5. При изучении сортообразцов на устойчивость к повышенной кислотности почвы выделены 13 толерантных к стрессовому фактору линий и сортов: Спринтер; 311/320//84339ДН; Рубеж/Самсон М; 389-2/Пар. 1633; 397-5/Михайло; Дали; Платон М; Дали Л; Стратег; 391-7; Иосиф; Cartel/Самсон; Лазарь/Циндарелла.
- 6. В процессе оценки селекционного материала, высеянного в бетонные стеллажи, для дальнейшей работы были выделены перспективные сортообразцы, формирующие узел кущении вблизи от зерна (Спринтер, 397-4//Зимур/Алекс, 419–1), а так же формы, развивающие мощную корневую систему (Cartel/Лазарь, Молот, ГК-1918) и интенсивность кущения (Спринтер, VA01H-125/Arturio, Cartel/Лазарь, Секрет/Достойный, Молот).

- 7. При промораживании исходного материала озимого ячменя образцов, были выделены перспективные формы для дальнейшей селекции: линия Садко/Скарпиа; сорта Добрыня-3, Ларец, Гордей, Вася и Юрий.
- 8. Созданы и переданы на Государственное сортоиспытание три сорта озимого ячменя: Юрий, Мадар и Версаль.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При оценке исходного и селекционного материала озимого ячменя на морозоустойчивость рекомендуется применять новый запатентованный метод оценки, для реализации которого используется Трилон Б.

Для скринига исходного материала озимого ячменя на выявление генов морозоустойчивости рекомендуется использовать молекулярные маркеры на указанные гены: cbf2, cbf 12, cor 14b.

Рекомендуется включать в программы скрещиваний сорта и линии, обладающие ценными признаками при селекции на морозоустойчивость: Спринтер, 397-4//Зимур/Алекс, 419–1, Cartel/Лазарь, Молот, ГК-1918, Спринтер, VA01H-125/Arturio, Cartel/Лазарь, Секрет/Достойный, Молот (НЦЗ им. П. П. Лукьяненко); КА–12 (КубГАУ).

Провести производственное испытание вновь созданных сортов Юрий, Мадар и Версаль.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края / Вып. 2. Под общей редакцией ректора КубГАУ, академика РАСХН, профессора И. Т. Трубилина.–Краснодар, 2002.–284 с.
- 2. Арькова, Ж. А. Частная селекция и генетика полевых культур / Ж. А. Арокавая, А. А. Крюков // Мичуринск-наукоград РФ.–2008.–16 с.
- 3. Адаптационное значение признака «глубина залегания узла кущения»/ В. М. Шевцов, Н. Г. Малюга, Т. Я. Бровкина, С. А. Васин, Е. С. Рудяга // Тр. / КубГАУ. Краснодар, 2008. № 5(14). С. 71–77.
- 4. Афанасенко, О. С. Современное состояние исследований генетики устойчивости ячменя к болезням / О. С. Афанасенко // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Том 171, 2013.— С. 3-8.
- 5. Бакалдина, Н. Б. Холодоиндуцированные изменения стабильности мРНК субъединицы альфа фактора эволюции транскрипции 1 у проростков пшеницы и ячменя / Н. Б. Бакалдина, Ж. В. Алексеенко, В. К. Плотников // Физиология растений. Том 48 №6, 2001.— С. 879-885.
- 6. Бершанский, Р. Г. Озимый ячмень: технология и урожай / Р. Г. Бершанский, А. С. Ерешко, В. Б. Хронюк. Зерноград: АЧГАА, 2011. 108 с.
- 7. Благовещенский, А. В. Биохимия растений. / А. В. Благовещенский. Госхимтехиздат, 1934.
- 8. Бугаевский, М. Ф. Динамика гибели растительной клетки от низкой температуры / М. Ф. Бугаевский. ДАН СССР, Т. 22 № 3.
- 9. Вавилов, Н. И. Проблема иммунитета культурных растений / Н. И. Вавилов. Избр. труды.— М.; Л.: Наука, 1964.—520 с.
- 10. Вавилов, Н. И. Проблемы селекции. Роль Евразии и Нового Света в происхождении культурных растений / Н. И. Вавилов // Избранные труды в пяти томах. Том II. Издательство Академии наук СССР. Москва-Ленинград, 1960.
- 11. Вавилов, Н. И. Научные основы селекции / Н. И. Вавилов. М.–Л. : Сельхозгиз, 1935. 246 с.

- 12. Вавилов, Н. И. Теоретические основы селекции / Н. И. Вавилов. М. : Наука, 1987.-511 с.
- 13. Валедский, Н. Н. Вредители и болезни полевых культур / Н. Н. Валедский, Н. С. Сорокин, А. Г. Махоткин. Ростов-на-Дону, 2005.—188 с.
- 14. Васильев, И. М. Зимовка растений / И. М. Васильев. АН СССР, М., 1956.
- 15. Васильев, И. М. Морозостойкость озимых культур в зависимости от роста в период закаливания / И. М. Васильев // Доклады всесоюзного совещания по физиологии растений. № 1. 1946.
- 16. Васильев, И. М. Рост различных по морозостойкости пшениц в период закаливания / И. М. Васильев // Доклады Всесоюзного совещания, ДАН СССР. Том 24, №2. 1939.
- 17. Васюков, П. П. Интенсивность и эффективность селекции новых сортов озимого ячменя в Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко / П. П. Васюков, Ю. А. Грунцев, В. М. Лукомец // Вопросы селекции и возделывания полевых культур: материалы науч.-практ. конф. Краснодар, 2001. С. 3–5.
- 18. Васюков, П. П. Повышение урожайности озимого и ярового ячменя путем создания новых сортов и совершенствования элементов технологии : автореф. дис. . . . д-ра с.-х. наук / П. П. Васюков. Краснодар, 1997. 47 с.
- 19. Власюк, П. А. Зимостойкость озимой пшеницы на Украине / П. А. Власюк, Д. Ф. Проценко, М. А. Ругилева. Киев, 1959. 252 с.
- 20. Внучкова, В. А. Использование методов *in vitro* в селекции ячменя на устойчивость к токсичности кислых почв / А. А. Внучкова, Э. Д. Неттевич, Т. М Чеботарева, Л. М. Хитрова, Л. М. Молчанова // Доклады Всесоюзной ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамения академии с.-х. наук им. В. И. Ленина № 7. 1989.— С. 2-5.
- 21. Гаркавый, П. Ф. Наследование некоторых признаков ячменя при селекции на качество белка / П. Ф. Гаркавый, А. М. Меремет // Науч. Труды ВСГИ. Одесса, 1975.— С. 40-46.

- 22. Гаркавый, П. Ф. О селекции ярового и озимого ячменя / П. Ф. Гаркавый // Сб. науч. тр. / ВСГИ. М., 1972. С. 14–21.
- 23. Гаркавый, П. Ф. Культура богатых кормовых достоинств / П. Ф. Гаркавый // Сельская жизнь. 1970. С. 2.
- 24. Гаркавый, П. Ф. Озимый ячмень высокоурожайная культура / Озимый ячмень: информ.бюл. / П. Ф. Гаркавый. Одесса, 1967. № 3. С. 18–20.
- 25. Гаркавый, П. Ф. Рекомендации по выращиванию озимого ячменя на Украине / П. Ф. Гаркавый. Киев : Урожай, 1958. С. 3–16.
- 26. Гаркавый, П. Ф. Селекция озимого ячменя на зимостойкость / П. Ф. Гаркавый // Приемы и методы повышения зимостойкости зерновых культур. М., 1968. С. 48–57.
- 27. Гаркавый, П. Ф. Селекция озимого ячменя на зимостойкость / П. Ф. Гаркавый // Сб. науч. тр. / ВСГИ, 1968. Вып. 8. С. 80–92.
- 28. Горя, В. С. Вопросы физиологии пшеницы.— Под ред. Н. И. Снегур. Кишенев, 1981.— 306 с.
- 29. Грабовец, А. И. Донской метод определения морозоустойчивости и жизнеспособности озимых культур: Научное издание.— Ростов-на-Дону, 2005.— 24 с.
- 30. Гриб, О. М. Кормовой ячмень. Генетика и селекция / О. М. Гриб, Л. М. Павлович, Д. С. Гриб. Минск, 2003.-349 с.
- 31. Громачевский, В. Н. Селекция и семеноводство серых хлебов / В. Н. Громачевский // Биол. науч. техн. информ. КНИИСХ Вып. 2-3. Краснодар.— 1958. С. 71-76.
- 32. Громачевский, В. Н. Селекционная работа с озимым ячменем / В. Н. Громачевский // Бюл. науч.-техн. информации. Краснодар : НИИСХ, 1957. Вып. 1. С. 31–33.
- 33. Громачевский, В. Н. Селекция и семеноводство серых хлебов / В. Н. Громачевский // Бюл. науч.-техн. информации. Краснодар : НИИСХ. 1958. Вып. 2–3. С. 71–76.

- 34. Грунцев, Ю. А. Селекция высокоурожайных, зимостойких сортов озимого ячменя для Краснодарского края : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Ю. А. Грунцев. Харьков, 1981. 19 с.
- 35. Гуляев, Г. В. Селекция и семеноводство полевых культур / Г. В. Гуляев, Ю. Л. Гужев.–М.: Колос, 1978.–440 с.
- 36. Дзюба, В. А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса / В. А. Дзюба. Краснодар, 2010. С. 73–147, 374–376.
- 37. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. М. : Колос. 1973. С. 167–176, 231–239.
- 38. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. М. : Колос, 1985. 416 с.
- 39. Ерешко, А. С. Ячмень: от селекции к производству / А. С. Ерешко. Ростов H/Д, 2007.-184 с.
- 40. Ерешко, А. С. Совершенствование технологии возделывания ячменя / А. С. Ерешко, Л. В. Шикина. Зерноград, 2010. 87 с.
- 41. Ермаков, А. Н. Методы биохимического исследования растений / А. Н. Ермаков, В. В. Арасимович, М. И. Смирнова-Иконникова, И. К. Мурри // Сельхозгиз, 1952.
 - 42. Иванов, Л. А. Физиология растений / Л. А. Иванов. Сельхозгиз, 1936.
- 43. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович. М., 1980.
- 44. Киль, В. И. Неспецифический прирост трансляционной активности полисом проростков пшеницы и ячменя под действием стрессов / В. И. Киль, В. А. Бибишев, В. К. Плотников // Физиология растений. Том 38. Вып. 4, 1991.— С. 730-735.
- 45. Кириченко, Ф. Г. Методы определения морозо- и зимостойкости озимых культур. Под ред. Ф. Г. Кириченко, 1969. 43 с.
- 46. Кириченко, Ф. Г. Глубина залегания узла кущения у озимых пшениц / Ф. Г. Кириченко // Агробиология. 1947. № 2. С. 130—134.

- 47. Ковтун, В. И. Селекция озимой пшеницы на юге России / В. И. Ковтун, Н. Е. Самофалова. Ростов н/Д, 2006. 302 с.
- 48. Ковтун, В. И. Селекция высоко адаптивных сортов озимой мягкой пшеницы и нетрадиционные элементы технологии ее возделывания в засушливых условиях юга России / В. И. Ковтун. Ростов н/Д: Книга, 2002. 319 с.
- 49. Конданев, И. М. Влияние условий возделывания на урожайность и пивоваренные свойства ячменя / И. М. Конданев. Горький, 1958.—327 с.
- 50. Кривченко, В. И. Законы Н. И. Вавилова о естественном иммунитете растений и проблемы селекции на устойчивость / В. И. Кривченко // труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Т. 100. Л.,1987–С. 20-30.
- 51. Кривченко, В. И. Мучнистая роса злаков. /В. И. Кривченко, Т. В. Лебеддева, Х. О. Пеума // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам.—М.:: Тип. Россельхозакадемии, 2008.—С. 86-105.
- 52. Кузнецова, Т. Е. Комбинированная селекция озимого ячменя в Краснодарском НИИСХ / Т. Е. Кузнецова, Н. В. Серкин, С. А. Левштанов, Н. А. Веретельникова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Том 171. СПб.: ВИР, 2013.— С. 208-213.
- 53. Кузнецова, Т. Е. Селекция ячменя на устойчивость к болезням / Т. Е. Кузнецова, Н. В. Серкин // Краснодар.—2006, 288 с.
- 54. Кузнецова, Т. Е. Селекция ячменя на устойчивость к болезням в условиях Северного Кавказа: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / Т. Е. Кузнецова. Краснодар: КубГАУ, 2006.–50 с.
- 55. Культурная флора СССР. Т. 1. Ч. 2. Ячмень / М. В. Лукьянова, А. Я. Трофимовская, Г. Н. Гудкова. Л. : Агропромиздат. 1990. 421 с.
- 56. Куперман, Ф. М. Сахарный метод оживления / Ф. М. Куперман, М. И. кучерявая // Социалистическое зерновое хозяйство. Саратов, 1932. Т. 9-10.
- 57. Лебедева, В. С. Проявление гетерозиса у гибридов ярового ячменя / В. С. Лебедева // вестник с.-х. науки.—Алма-Ата, 1965. №5.

- 58. Лекеш, Я. Современное состояние и перспективы пивоваренного ячменя в Чехословакии / Я. Лекеш, Л. Зенищева //Сельское хозяйство за рубежом № 9.—1962.
- 59. Лисицин, Е. М. Генетическое разнообразие гибридов F1 ячменя по реакции на стрессовые эдафические факторы / Е. М. Лисицин // Современные принципы и методы селекции ячменя. Краснодар, 2007.— С. 124-128.
 - 60. Лобашев, М. Е. Генетика /М. Е. Лобашев. Ленинград, 1963.—490 с.
- 61. Лоскутов, И. Г. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса / И. Г. Лоскутов, О. Н. Ковалёва, Е. В. Блинова // ГНУ ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова, 2012. 63 с.
- 62. Лукомец, В. М. Повышение продуктивности озимого и ярового ячменя на черноземах западного предкавказья : автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук / В. М. Лукомец. Краснодар, 2004. 45 с.
- 63. Лукомец, В. М. Связь между этапом органогенеза и морозостойкостью биологически различных сортов ячменя / В. М. Лукомец // Вопросы селекции и возделывания полевых культур: сб. науч. тр. / КНИИСХ. Краснодар, 2001. С. 21–27.
- 64. Лукьяненко, П. П. Селекция зимостойких сортов озимой пшеницы П. П. Лукьяненко, Ю. М. Пучков // Вестник с.-х. науки. 1973. № 8. С. 9—17.
- 65. Лукьяненко, П. П. Избранные труды / П. П. Лукьяненко. М. : ВО Агропромиздат, 1990.-428 с.
- 66. Лукьяненко, П. П. Изучение гетерозиса у мягкой озимой пшеницы / П. П. Лукьяненко, Б. В. Тимофеев // Вестник с.-х. науки.— 1970. № 3. С. 13—18.
- 67. Лукьянюк, С. Ф. Получение гаплоидов ячменя с помощью гаплопродьюсеров / С. Ф. Лукьянюк, С. А. Игнатова. Методические указания. Одесса: ВСГИ, 1983.—21 с.
- 68. Луханина, Н. В. Поиск аллелей высокотермостабильной β-амилазы у стародавних сортов ячменя / Н. В. Луханина, А. М. Шимкевич, А. А. Зубкович, О. Г. Давденко // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Том 171, 2013.— С. 17-20.

- 69. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 1. 270 с.
- 70. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. Вып. 2. 250 с.
- 71. Минеев, В. Г. особенности накопления сахаров, азота и фосфорной кислоты озимой пшеницей в зависимости от условий ее выращивания / В. Г. Минеев // Записки Воронежского сельскохозяйственного института. Том XXX, 1964.— С. 396-412.
- 72. Михова, Г. М. Селекция озимого ячменя на морозостойкость в Добруджанском сельскохозяйственном институте, Болгария / Г. М. Михова, Т. П. Петрова // Современные принципы и методы селекции ячменя. Сб. науч. трудов. Краснодар.—2007. С. 15-19.
- 73. Морозов, Н. А. Селекционное совершенствование озимого ячменя на адаптивность к условиям восточного Предкавказья / Н. А. Морозов, А. И. Морозов, В. В. Иванов // Современные принципы и методы селекции ячменя. Сб. науч. Трудов международной научно-практической конференции. Краснодар.—2007.
- 74. Мосолов, В. П. Агротехника в борьбе с гибелью озимых культур. Татгосиздат, Казань.
- 75. Мухина, Ж. М. Молекулярные маркеры и их использование в селекционно-генетических исследованиях/ Ж. М. Мухина, Е. В. Дубина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар.—2011. С. 386-496.
- 76. Насонов, А. И. Особенности состава зерна среднеморозоустойчивых сортов ячменя / А. Н. Насонов, Я. Ю. Евтушенко, Н. В. Серкин, В. К. Плотников // Труды КубГАУ № 5 (38). Краснодар, 2012.— С. 105-107.
- 77. Неттевич, Э. Д. Биохимические и генетические особенности высоколизинового мутанта ярового ячменя Ризо 1508 и его гибридов / Э. Д. Неттевич, Л. В. Денисова, Н. П. Лебедева, Н. Н. Ли //Докл. ВАСХНИЛ, 1978. С. 2-4.
- 78. Неттевич, Э. Д. Гибридный ячмень (аналитический обзор) / Э. Д. Неттевич, А. В. Сергеев. М., 1971 (I). 44 с.

- 79. Новые сорта озимого ячменя для районов северной зоны Краснодарского края / П. П. Васюков, В. М. Лукомец, П. К. Полухина, Н. П. Фоменко // Вопросы селекции и возделывания полевых культур : сб. науч. тр. Краснодар, 2001. С. 5–11.
- 80. Новый сорт озимого ячменя с заглубленным узлом кущения / А. А. Сокол, Е. Г. Филиппов, Л. П. Бельтюков, Н. Г. Янковский // Селекция и семеноводство зерновых и кормовых культур на Дону: сб. науч. тр. / ВНИИСЗК. Зерноград, 1992. С. 46–50.
- 81. Орлов, В. М. Усовершенствованный донской метод определения жизнеспособности озимых зерновых / В. М. Орлов, А. И. Грабовец. Ростов н/Д: ВАСХНИЛ, 1981. 10 с.
- 82. Оценка морозостойкости озимого ячменя методом КубГАУ / В. М. Шевцов, В. Е. Иванов, А. П. Сулим, Е. С. Рудяга // Тр. / КубГАУ. Краснодар, 2011. № 32(29) C. 88-93.
- 83. Падерина, Е. В. Видовой состав пыльной головни ячменя в Омской области // Селекция и семеноводство полевых культур в Западной Сибири: Науч.техн. биол.—Новосибирск, 1979.—Вып. 34.—С. 19-21.
- 84. Плотников, В. К. Сортоспецифичность действия Трилона Б на прорастание семян озимого ячменя / В. К. Плотников, Е. В. Смирнова, Н. В. Репко, А. А. Салфетников // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар. 2016.— № 120. С. 706-729.
- 85. Плотников, В. К. Сравнительный анализ морозоустойчивости сортов озимого ячменя по результатам промораживания и по гигроскопичности зрелого зерна / В. К Плотников, Я. Ю. Евтушенко, Н. В. Серкин // Физиология растений. Том 59 № 2, 2012.— с. 316-319.
- 86. Похиленко, Л. И. Биохимические факторы, определяющие перевариваемость белков зерна ячменя / Л. И. Похиленко // Сб. науч. трудов ВСГИ. Одесса, 1987.—С. 49-51.

- 87. Проблемы повышения зимостойкости озимого ячменя на Северном Кавказе / В. М. Шевцов, Н. В. Серкин, Н. П. Фоменко, Д. В. Костяной // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2007. № 4. С. 3–5.
- 88. Проценко, Д. Ф. Зимостойкость зерновых культур / Д. Ф. Проценко, П. А. Власюк, О. И. Колоша. М.: Колос, 1969. 383 с.
- 89. Пыльнев В. В. Частная селекция полевых культур / В. В. Пыльнев, Ю. Б. Коновалов, Т. И. Хупацария ; под ред. В. В. Пыльнева. М. : Колос, 2005. 457 с.
- 90. Пыльнева, П. Н. Использование высоколизиновых мутантов ячменя в селекции / П. Н. Пыльнева // Селекция ячменя на повышение адаптивности с целью увеличения и стабилизации урожая. Сб. науч. трудов. Одесса. ВСГИ, 1990.— С. 41-45.
- 91. Раппопорт И. А. Избранные труды. Открытие химического мутагенеза /И. А. Раппопорт. Москва.—1993.
- 92. Рекомендации по применению дефеката для известкования кислых почв Краснодарского края.–Краснодар, 2015.– С. 11.
- 93. Репко, Н. В. Анализ зависимости урожайности от продолжительности вегетационного периода / Н. В. Репко, А. С. Коблянский, Е. В. Хронюк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар : КубГАУ. 2017. № 132 С. 951–964.
- 94. Репко, Н. В. Новые источники зимостойкости озимого ячменя / Н. В. Репко [и др.] // Тр. / КубГАУ. Краснодар, 2011. № 1 (28). С. 57–59.
- 95. Репко, Н. В. Подбор родительских пар для гибридизации озимого ячменя / Н. В. Репко, В. В. Репко, Ю. С. Скибина, К. В. Шепелев // Научный альманах. Тамбов: Юком, 2017. № 9–2 (34). С. 205–209.
- 96. Репко, Н. В. Посевные площади и урожайность озимого ячменя в основных регионах возделывания / Н. В. Репко, Е. В. Смирнова, А. С. Коблянский //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета № 112. Краснодар.— 2015.— С. 1645-1655.

- 97. Репко, Н. В. Применение метода эколо-географической отдаленности при создании новых сортов озимого ячменя / Н. В. Репко, В. В. Репко, Ю. С. Скибина, К. В. Шепелев // Научный альманах. Тамбов : Юком, 2017. № 9–2 (34). С. 201–214.
- 98. Репко, Н. В. Селекция озимого ячменя на зимостойкость и продуктивность / Н. В. Репко. Краснодар, КубГАУ, 2009.—146 с.
- 99. Репко, Н. В. Статистические исследования мирового производства зерна ячменя / Н. В. Репко, К. В. Подоляк, Е. В. Смирнова, Ю. В. Острожная // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета № 106 (02).—Краснодар, 2015.—С. 1062-1070.
- 100. Репко, Н. В. Влияние регуляторов роста на продуктивность озимого ячменя / Н. В. Репко, А. Н. Палапина, А. П. Сулим // Университет: наука, идеи и решения. Краснодар: КубГАУ, 2011. № 1. С. 62–64.
- 101. Репко, Н. В. Влияние сроков сева на урожайность новых сортов и линий озимого ячменя селекции КУБГАУ / Н. В. Репко, Е. С. Бойко, А. А. Салфетников // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар : КубГАУ. 2014. № 95 (01).
- 102. Репко, Н. В. Новые зимостойкие сорта озимого ячменя / Н. В. Репко, Е. Г. Филиппов, Л. П. Приходькова // Достижения, направления развития с.-х. науки России : сб. науч. тр. Ростов н/Д: ВНИИЗК, 2005. Т. 3. С. 134–137.
- 103. Рихтер, А. А. Исследования над холодостойкостью растений. Динамика растворимых углеводов у пшеницы и ржи в течение зимнего периода /А. А. Рихтер // Журнал опытной агрономии Юго-Востока. Том IV, вып. 2.
- 104. Родина, Н. А. Гетерозис в селекции ячменя / н. А. Родина // Эффективность научных исследований по растениеводству и животноводству. Тр. НИИСХ С.-В., Киров, 1978.— С. 8-16.
- 105. Родина, Н. А. Клеточная селекция ячменя на устойчивость к эдафическому стрессу / Н. А. родина, О. Н. Шуплецова, И. Н. Щенникова // Сельскохозяйственная наука Северо-Востока европейской части России. селекция и семено-

- водство: Сб. науч. трудов к 100-летию Вятской с.-х. опытной ствнции.–Киров, 1995.–Т. 1.– С. 116-123.
- 106. Родина, Н. А. Селекция ячменя на Северо-востоке Нечерноземья / Н. А. Родина. Киров.—2006.
- 107. Свисюк, И. В. Погода и урожай зерновых культур / И. В. Свисюк, З. М. Русеева.—Ростов-н/Д: Ростиздат, 1980.—144 с.
- 108. Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России / Статистический сборник.—Москва, 2015 // Федеральная служба государственной статистики (Россстат).
- 109. Серкин, Н. В. Некоторые особенности селекции озимого ячменя в условиях Краснодарского края: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Н. В. Серкин. Краснодар, 1988.—24 с.
- 110. Серкин, Н. В. Особенности перезимовки озимого ячменя в Краснодарском крае / Н. В. Серкин, С. А. Левштанов, Т. Е. Кузнецова, В. М. Чумак, Т. В. Останина // Сб. науч. Трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П. П. Лукьяненко.—Краснодар, 2014.
- 111. Сказкин, Ф. Д. Практикум по физиологии растений / Ф. Д. Сказкин, Е. И. Ловчиновская, Т. А. Красносельская, М. С. Миллер, В. В. Аникиев // Изд. «Советская наука». Москва, 1953.—311 с.
- 112. Смирнова, Е.В. Влияние повышенной концентрации ионов водорода на рост растений, зимостойкость и урожайность озимого ячменя /Е. В. Смирнова // Труды КубГАУ № 70.–Краснодар, 2018.– С. 132-136.
- 113. Смирнова, Е. В. Оптимизация метода оценки морозоустойчивости озимого ячменя по гигроскопичности зрелого зерна / Е. В. Смирнова, Н. В Репко, А. А. Салфетников, В. К. Плотников // Труды КубГАУ № 62.–Краснодар, 2016.—С. 112-116.
- 114. Смирнова, Е. В. Создание зимо-морозостойкого исходного материала озимого ячменя в условиях Центральной и Северной зон Краснодарского края / Е. В. Смирнова, Т. Е. Кузнецова, Н. В. Серкин, С. А, Левштанов, А. П. Левштанов

- // Сб. Методы и техологии в селекции растений и растениеводстве Материалы III международной научно–практической конференции. Киров: –2017. С. 156-160.
- 115. Сокол, А. А. К вопросу о глубине залегания узла кущения у озимого ячменя / А. А. Сокол, А. С. Ерешко // Селекция и семеноводство зерновых и кормовых культур на Дону: сб. науч. тр. / ДЗНИИСХ. Зерноград, 1979. С. 76–85.
- 116. Сокол, А. А. К вопросу о формировании высокой зимостойкости у гибридов озимого ячменя: науч. тр. / А. А. Сокол. М., 1970. Т. 4. С. 145–154.
- 117. Сокол, А. А. К вопросу о формировании высокой зимостойкости у гибридов озимого ячменя : науч. тр. / А. А. Сокол. М., 1970. Т. 4. С. 145–154.
- 118. Сокол, А. А. О некоторых морфобиологических признаках в селекции на зимостойкость и продуктивность / А. А. Сокол. А. С. Ерешко // Селекция и семеноводство с.-х. растений в Ростовской области : сб. науч. тр. / ДЗНИИСХ. Зерноград, 1985. С. 76–84.
- 119. Сокол, А. А. Селекция и агротехника зимостойких ячменей-двуручек на Нижнем Дону / А. А. Сокол, А. С. Ерешко, Л. П. Бельтюков // Селекция и семеноводство зерновых и кормовых культур: сб. науч. тр. / ДЗНИИСХ. Зерноград, 1982. С. 51–56.
- 120. Сокол, А. А. Использование двухузловых форм ячменей-двуручек в селекционной работе / А. А. Сокол // Методы и приемы повышения зимостойкости зерновых культур. М., 1975. С. 214–217.
- 121. Сокол, А. А. Использование нетрадиционного направления в селекции зимостойких сортов озимого ячменя / А. А.Сокол, Е. Г. Филиппов, Л. П. Приходькова, Н. В. Репко // Технология, селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр. / АЧГАА. Зерноград, 2004. С. 31–32.
- 122. Сокол, А. А. Селекция озимого ячменя в Донском селекцентре / А. А. Сокол, А. С. Ерешко // Сб. науч. тр. / ДЗНИИСХ. Зерноград, 1978. Вып. 11. С. 56—60.
- 123. Сокол, А. А. Селекция форм ячменя с заглубленным узлом кущения / А. А. Сокол // Тр. / ДЗНИИСХ. Зерноград, 1978. Вып. 11. С. 71–75.

- 124. Статистика: Производство. Ячмень [Электронный ресурс] // Агрочарт Цены. Торговля. Балансы. Статистика. Новости. Прогнозы. Режим доступа: http://www.agrochart.com/ru/statistic/products/product/128/section/56.
- 125. Статистические данные продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных наций [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://faostat3. fao. org/browse/Q/*/E.
- 126. Сурин, Н. А. Селекция ячменя в Сибири / Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова. РАСХН Сиб. отд. НПО «Енисей».— Новосибирск, 1993.—292 с.
- 127. Тиунова, Л. Н. Влияние внутрисортового отбора по алюмоустойчивости на фотосинтетический аппарат ячменя / Л. Н. Тиунова // Современные принципы и методы селекции ячменя. Краснодар, 2007.— С. 145-149.
- 128. Тихомиров, В. Т. Иммунологические исследования устойчивости к пыльной головне пшеницы и ячменя в Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко / В. Т. Тихомиров // Тез. докл. VI Всесоюз. совещ. по иммунитету с.-х. растений к болезням и вредителям.—М., 1975.—С. 164.
- 129. Тихомирова, Т. Е. Изучение устойчивости некоторых сортов озимого ячменя к мучнистой росе / Т. Е. Тихомирова // Науч. тр. КНИИСХ.— Краснодар, 1999.— С. 137-141.
- 130. Трофимовская, А. Я. Классификация дикорастущих ячменей применительно к задачам селекции / А. Я. Трофимовская, В. Д. Кобылянский / Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л., 1964. Т. 36. Вып. 1. С. 53–88.
- 131. Трофимовская, А. Я. Проблемы селекции озимого ячменя в СССР и исходный материал / А. Я. Трофимовская // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. 1960. Т. 32. Вып. 2.— С. 101—142.
- 132. Трунова, Т. И. О вымываемости сахаров из узлов кущения закаленных к морозу растений озимой пшеницы / Т. И. Трунова // Физиология растений. Том 16, вып. 4, 1969.— С. 658-665.
- 133. Трындина, А. П. Результаты работы по селекции озимого ячменя селекционной станции «Круглик» КСХ за период с 1923/24-1927/28 гг. / А. П. Трындина. Краснодар.—1928.—42 с.

- 134. Туманов, И. И. Закаливание озимых растений к низким температурам / И. И. Туманов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 1931.
- 135. Туманов, И. И. Зимостойкость растений / И. И. Туманов. Л.- Сельхозгиз, 1931.
- 136. Туманов, И. И. Основные достижения советской науки в изучении морозостойкости растений. IX Темирязевское чтение, изд. АН СССР.
- 137. Туманов, И. И. Роль снежного покрова при перезимовке озимых посевов / И. И. Туманов, И. Н. Бородина, Т. В. Олейникова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 1935. Сер. 3. № 6.
- 138. Туманов, И. И.Физиологические основы зимостойкости культурных растений. Сельхозгиз, 1940.
- 139. Туманов, И. И. Физиология закаливания и морозоустойчивости растений / И. И. Туманов. М. : Наука, 1979. 350 с.
- 140. Удовенко, Г. В. Методика оценки коллекции озимой пшеницы на морозостойкость, применяемая в ВИРе.— В кн.: Методы определения морозо- и зимостойкости озимых культур.— М., 1969.
- 141. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.cdsb.gks.ru.
- 142. Федулов, Ю. П. Методы оценки зимостойкости и морозоустойчивости растений / Ю. П. Федулов // Селекция и семеноводство. Вып. 2, 1987.— С. 50-55.
- 143. Филиппов, Е. Г. Селекция высокопродуктивных сортов озимого и ярового ячменя / Е. Г. Филиппов // Современные принципы и методы селекции ячменя. Сб. науч. трудов. Краснодар.—2007. С. 62-66.
- 144. Филиппов, Е. Г. Селекция озимого ячменя на морозоустойчивость / Е. Г. Филиппов, Н. В. Репко // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: сб. материалов VII Всеросс. науч.-практ. конф. Пенза, 2003.– С. 72-73.
- 145. Фоке, Р. Селекция зерновых культур на содержание белка в зерне / Р. Фокке, Р. Примус. Берлин, 1988.
- 146. Хапилина, О. Н. Молекулярно-генетическая идентификация сортов мягкой пшеницы с использованием ретротранспозонов / О. Н. Хапилина,

- O. Б. Райзер // Eurasian Jornal of Applied Biotechnology. DOI: 10.11134/btp. 4 p. 29-35.
- 147. Хронюк, В. Б. Пивоваренный ячмень и элементы технологии его производства / В. Б. Хронюк. Ростов н/Д, 2009. 23 с.
- 148. Чиркова, Т. В. Физиологические основы устойчивости растений / Т. В. Чиркова. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2002.— 244 с.
- 149. Шевцов, В. М. Перспективы повышения урожайности и качества зерна ячменя на Кубани / В. М. Шевцов // Аминокислотное питание животных и проблема белковых ресурсов. Материалы конф., проведенной в КубГАУ под эгидой РАСХН. Краснодар, 2004.— С. 209-229.
- 150. Шевцов, В. М. Использование высоколизинового ячменя Хайпроли в скрещиваниях / В. М. Шевцов, В. Г. Рядчиков, Ю. А. Грунцев, Ф. С. Ковалев, Т. Б. Идашкина // Сельскохозяйственная биология, 1974, IX, 4. С. 469-470.
- 151. 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. Сб. науч. трудов в честь 90-лети со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П. П. Лукьяненко. Краснодар, 2004.— С. 131-143.
- 152. Шевцов, В. М. Селекция и агротехника ячменя на Кубани / В. М. Шевцов, Н. Г. Малюга // Краснодар.—2008.—138 с.
- 153. Шевцов, В. М. Селекция ячменя на Северном Кавказе: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / В. М. Шевцов.–Немчиновка, 1982.–32 с.
- 154. Шевцов, В. М. Влияние идей и методов академика П. П. Лукьяненко на селекцию ячменя в Краснодарском НИИСХ / В. М. Шевцов // Селекция и генетика пшеницы : сб. науч. тр. / КНИИСХ. Краснодар, 1982. 270 с.
- 155. Шевцов, В. М. Влияние некоторых приемов агротехники на зимостой-кость и урожайность озимого ячменя / В. М. Шевцов, Ю. А. Грунцев, П. К. Полухина // Селекция и сортовая агротехника зерновых культур : сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. М., 1980. –С. 193–197.

- 156. Шевцов, В. М. Классические методы селекции ячменя в свете учения Н. И. Вавилова / В. М. Шевцов // Селекция, семеноводство и технология возделывания зернофуражных культур: сб. науч. тр. Ульяновск, 2008. С. 7–12.
- 157. Шевцов, В. М. Ячмень на Кубани / В. М. Шевцов, Н. Г. Малюга, А. И. Радионов. Краснодар, 2010. 97 с.
- 158. Щенникова, И. Н. Изучение и создание исходного материала для селекции ячменя на устойчивость к кислым почвам / И. Н. Щенникова : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.— СПб., 2002.
- 159. Щенникова, И. Н. Практические результаты использования методов биотехнологии в создании сортов ярового ячменя / И. Н. Щенникова, О. Н. Шуплецова // Современные принципы и методы селекции ячменя. Краснодар, 2007.— С. 168-171.
- 160. Юрьев, В. Я. Общая селекция и семеноводство полевых культур.— М.— ОГИЗ— Сельхозгиз, 1940.— 488 С.
- 161. Яковлева, О. В. Методы изучения генетического разнообразия ячменя на алюмоустойчивость / О. В. Яковлева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Том 171. СПб.: ВИР, 2013.— С. 117-122.
- 162. Chabi, G. H. Genotype-environment interactions and stability analyses for wheat and barley and classifying testing sites using multivariate and univariate techniques: Avtoref. yew. ... dr. s of page x. sciences. / G. H. Chabi University of. Tennessee, 1993. P. 38.
- 163. Clarke, J. Effect of delayed harvest on shattering losses in oats, barley and wheat. –Canad. Plant. Sc., 1981, 1, 1: P. 25–28.
- 164. Cold-regulated gene expression during winter in frost tolerant and frost susceptible barley cultivars grown under field conditions / E. Giorni, C. Crosatti, P. Baldi, M. Grossi, C. Mare, A. M. Stanca, L. Cattivelli // Euphytica, 1999. − T. 106. − № 2. − C. 149–157.
- 165. Fernandes, M. E. The use of ISSR and RAPD markers for detecting DNA polimorphism, genotype identification and genetic diversity among barley cultivars with

- known orign / M. E. Fernandes, A. M. Figueiras, C. Benito // Thor Appl Genet, 2002. V. 104. P. 845-851.
- 166. Gutiérrez, L. <u>Diversity and mega-targets of selection from the characterization of a barley collection</u> / L. Gutiérrez, J. D. Nason, J.-L Jannink // <u>Crop Science</u>. 2009. T. 49. № 2. C. 483–497.
- 167. Hector, P., Adapting a barley growth model to predict grain protein concentration for different water ant nitrogen availabilities / P. Hector, S. Fukai, P. Goyne Australian Society of Agrohomy Inc. Toowoomba, Australia, 1997. P. 21–45.
- 168. Jeong, H. J. Barley dna-binding methionine aminopeptidase, which changes the localization from the nucleus to the cytoplasm by low temperature, is involved in freezing tolerance / H. J. Jeong, J. S. Shin, S. H. Ok // Plant science. 2011. T. 180. Nototion 1. C. 53–60.
- 169. Kalendar, R. iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation / R. Kalendar, K. Antonous, P. Symkal, A. H. Schulman // Thor Appl Genet (2010) № 121. P. 1419-1430. DOI: 10.1007/s00122-010-1398-2.
- 170. Kessler, O. W. Uber die inneren Ursachen der Kaltere-sistenz der Pflanzen. / O. W. Kessler // Pianta: 1935. P. 24.
- 171. Khan, T. N. Relationship between het blotch (Drechslera teres) and losses in grain yield of barley in Western Australia / T. N. Khan // Aust. J. Agr. Res.–1987.–Vol. 38–№ 4. P. 671-679.
- 172. Knopp, E. Shoot apex development, date of anthesise and grain yield of autumn-sown spring and winter barley (Hordeum vulgare L.) after different sowing times / E. Knopp // Z. Ackerund Pflanzenbau. − 1985. − Bd. 155, № 2. − P. 73–81.
- 173. Munch, L. Gene for improved nutritional value in barley seed protein / L. Munch, K. Karlsson, A. Hugberg, B. Egyum // Science, 1970. P. 985-987.
- 174. Pasquariello, M. The barley frost resistance-H2 locus / M. Pasquariello *et. all.* // Functional and Intergrative Genomic, 2014.— P/ 85-100/ DOI: 10.1007/s10142-014-060-9.
- 175. Scarthe, G. W. Dehydrattion Injuryan Resistence / G. W. Scarthe // «Piant Physiol» V. 16. № 1. 1941. P. 489–225.

- 176. Slootmarker, L. An international project in integrated diseases control: Barley powdery mildew / L. Slootmarker // Barley Genetics III. Proc. 3rd Int. Barley Genet. Symp. Munchen, 1970.–P. 517-523.
- 177. Steven, E. Ullrich Barley in the production of food crops and the Ministry of Soil Science. University of Washington Pullman, WA 99164-6420, CIIIA Published in № 12. 2010 г. [Electronic resource]. / E. Steven // –Access mode: http://www.zerno-ua.com/?p=11610.
- 178. Stokinger, E. J. Expression levels of barley Cbf genes at the frost resistance-H2 locus are dependent upon alleles at Fr-H1 and Fr-H2 / E. J. Stokinger, J. S. Skinner, K. G. Gardner, E. Francia, N. Recchioni // Plant Jornal, 2007. V. 51 (2) P. 308-321.
- 179. Sturm, H., Gezielterdunden / H. Sturm, A. Buchner, W. Zerula // Jntegricrt wirtschaftlich, umweltgerecht. 3., uberarb. Auflage. Frankfurt: DLG-Verlag, Verlags-Union Agrar, 1994. 471 p.
- 180. The Effect of Tillage System and Nitrogen Rate on Yield, Quality, And Disease Development of Barley // Field Crop Development Centre. 2002. P. 3—4.
- 181. Tragoonrung, S. <u>Genetic studies of cold tolerance in barley</u>: Avtoref. yew. ... dr. s of page x. sciences. / S. Tragoonrung // Montana State University, 1992. P. 35.
- 182. Vechet, L. Development of powdery mildew and red rust epidemics in winter wheat cutivars / L. Vechet, // Plant, Soil and Environ.—2003.—V. 49.—№ 10.—P. 439-442.
- 183. Vialedelle Terme di Caracalla. Fundamentals of agribusiness. Barley , malt , beer: tutoral. Italy: Rome, FAO. 2009. 67 c.
- 184. Wolf, M. report of the Plant Breeding Iitute / M. Wolf, P. Minchin.— Cambridge, 1976.— P. 145.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

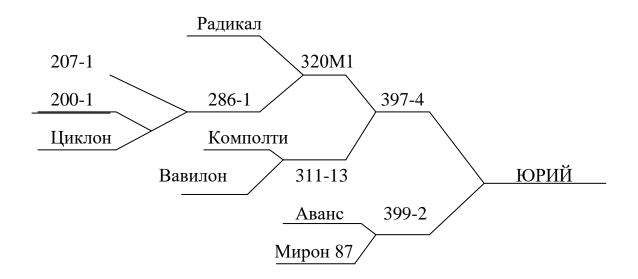
Таблица – Количественное содержание сахаров в узле кущения сортов и линий озимого ячменя

№ 2017	•	тов и линий озимог Восстанавли-	Σ моно- и олиго-	Сахароза, %
	Сорт/Линия	вающие сахара, %	сахаров, %	(олиго)
1	Спринтер	44,4	65,1	19,6
2	415-1	45,7	72,5	25,46
3	Юрий	45,2	77,8	30,97
4	Тома	51,1	68	10
5	397-4//Зимур/Алекс	49,6	67,7	17,19
6	Кондрат	41,9	65,1	22,04
7	Cartel/Лазарь	56,2	67,3	10,5
8	386-2/Зимур	38,2	69,3	29,5
9	400-1/NВ 03439 (США)	45,5	69,4	22,7
10	Федор/Ларец	39,7	65,1	24,13
11	Лазарь	45,7	70,8	23,8
12	418-1 (ЮРИЙ)	32,4	58,2	24,5
13	Вася	37,8	75,4	35,72
14	102 М/Зимур	35,6	57,2	20,5
15	397-6/Циклон	52,1	69,2	16,2
16	Рубеж	35,5	57,8	21,1
17	416-3	42,9	59,8	10,9
18	417-2	41,3	65,2	22,7
19	Секрет/Достойный	29	49,4	19,38
20	Платон/Carola	51,2	70,4	18,2
21	Стратег	30,6	49,8	18,2
22	Молот	39,7	58,2	17,5
23	Хайлайт/Платон	45,5	68,8	22,1
	397-			
24	6/DAI300//Достойный	38,2	57,8	18,62
25	102M/397-4	35,5	50,1	13,8
26	Дали	47,1	61,9	14
27	391-6	45,2	77,8	30,97
28	Heidi/Гордей	46,1	72,1	24,7
29	Циндарелла/Гордей	37,2	61,9	23,4
30	Lomerit/Самсон	44,4	58,7	13,58
31	Cartel/Зимур	45,4	65,2	18,8
32	Кариока/Достойный	37,3	61,2	22,7
33	Гордей/Кр.1918	45,6	64,5	17,9
34	Гордей/Кр.1918	37,4	62,2	23,5
35	Arturio/Михайло М	51,1	72,8	20,6
36	Иосиф	42,6	61,2	17,6
37	Кариока/Достойный	32,8	49,6	15,9
38	Гордей/Кр.1918	38,9	62,7	22,6
39	Гордей/Кр.1918	36,2	58	20,7

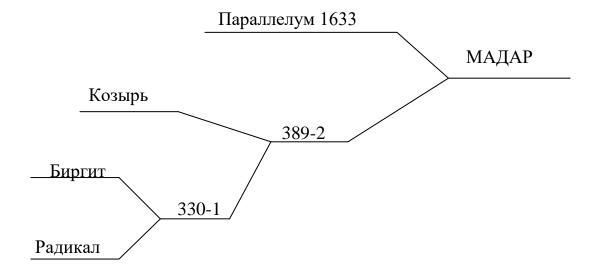
Продолжение таблицы

№ 2017	Сорт/Линия	Восстанавли- вающие сахара, %	Σ моно- и олиго- сахаров, %	Сахароза, % (олиго)
40	84339 DH/Кондрат	38,2	58,3	19
41	Серп	42,4	71	27,17
42	Гордей/Кр. 1918	26,6	44,1	13,7
43	Гордей/Кр. 1918	30,9	61,7	29,2
44	419-1	29,9	48,1	17,2
45	Cармат/Breuoskylie	35,6	67,2	30
46	Агродеум	42,7	54,9	11,6
47	Сармат/Vilna	41,8	65,5	22,5
48	Breuoskylie/Boreal	30,9	54,1	22
49	Бронскайли+НММ 1:2500	40,7	62,8	20,99
50	Сармат/Vilna	34,4	55,4	19,9

Приложение Б Генеалогия сорта озимого ячменя Юрий



Генеалогия сорта озимого ячменя Мадар



Федеральное агентство научных организаций (ФАНО России)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко» (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»)

350012, г. Краснодар, п/о 12,

Тел. (861) 222-69-15, 222-24-03, 222-69-96

Факс: (861) 222-69-72,

e-mail: kniish@kniish.ru

25. 12. 2017 № *02-06/2656*Ha № or

выписка

из протокола заседания Учёного совета центра

12.12.2017 г.

Nº 9

г. Краснодар

копия

Присутствовали: 20 член Учёного совета из 22 по списку.

СЛУШАЛИ:

О передаче на Государственное сортоиспытание нового сорта

озимого ячменя ЮРИЙ (синоним 418-1).

Докладчик: заведующий отделом селекции и семеноводства ячменя, кандидат сельскохозяйственных наук Нестеренко Владимир

Владимирович

РЕШИЛИ:

Передать на Государственное сортоиспытание сорт озимого ячменя **ЮРИЙ (синоним 418-1).** Считать оригинатором: Φ ГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» – 100% со следующим авторским коллективом:

1. Кузнецова Тамара Евгеньевна	- 25%
2.Серкин Николай Викторович	- 25%
3. Нестеренко Владимир Владимирович	- 20%
4.Смирнова Елизавета Валерьевна	- 5%
5. Веретельникова Наталия Александровна	- 5%
6.Романенко Александр Алексеевич	- 5%
7. Останина Тамара Витальевна	- 15%

Председатель Учёного совета, д.с.-х.н. Учёный секретарь, к.с.-х.н.

Верно: Учёный секретарь, к.с.-х.н.

А.А. Романенко О.Ф. Колесникова

О.Ф. Колесникова

ВЕРНОКАНЦЕЛЯРИЯ
ФГБНУ «НЦЗ ИЗУЛ.П. ЛУКЬЯНЕНКО»

ДОСТУ — 0 2. 0 3. 2018

Федеральное агентство научных организаций (ФАНО России)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко» (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»)

350012, г. Краснодар, п/о 12,

Тел. (861) 222-69-15, 222-24-03, 222-69-96

Факс: (861) 222-69-72, e-mail: kniish@kniish.ru

25.12.2017 No 02-06/2657

Ha №

ОТ

ВЫПИСКА

из протокола заседания Учёного совета центра 12.12.2017 г.

Nº 9

г. Краснодар

Присутствовали: 20 член Учёного совета из 22 по списку.

СЛУШАЛИ:

О передаче на Государственное сортоиспытание нового сорта озимого ячменя МАДАР.

озимого ячменя МАДАР.

Докладчик: заведующий отделом селекции и семеноводства ячменя, кандидат сельскохозяйственных наук Нестеренко Владимир

Владимирович

РЕШИЛИ:

Передать на Государственное сортоиспытание сорт озимого ячменя **МАДАР.** Считать оригинаторами: ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» — 50% и Институт сельского хозяйства — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук» (ИСХ КБНЦ РАН) — 50% со следующим авторским коллективом:

1. Кузнецова Тамара Евгеньевна	- 15%
2.Серкин Николай Викторович	- 15%
3. Нестеренко Владимир Владимирович	- 10%
4.Смирнова Елизавета Валерьевна	- 5%
5.Останина Тамара Витальевна	- 5%
6.Малкандуев Хамид Алиевич	- 15%
7. Малкандуева Аминат Хамидовна	- 13%
8. Шамурзаев Рустам Ильясович	- 12%
9.Жекамухов Мухамед Хасанович	- 10%

Председатель Учёного совета, т.с.-х.н. Учёный секретарь, к.с.-х.н.

Верно: Учёный секретарь, к.с.

А.А. Романенко О.Ф. Колесникова

О.Ф. Колесникова

1961

斑

松松

POCCHÜCKASI DELLEPAUMSI



安安农农农农农农

安安安安安

路路

路路

路路

盎

斑

路路

密

松

密

密

密

路

路路

MATTHIT

на изобретение

№ 2643833

Способ оценки морозоустойчивости озимого ячменя

Патентообладатель: **Федеральное государственное бюджетное** образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина" (RU)

Авторы: Смирнова Елизавета Валерьевна (RU), Плотников Владимир Константинович (RU), Репко Наталья Валентиновна (RU), Салфетников Анатолий Алексеевич (RU), Бойко Елена Сергеевна (RU)

Заявка № 2016149948
Приоритет изобретения 19 декабря 2016 г.
Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 06 февраля 2018 г.
Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 19 декабря 2036 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Fellesen

Г.П. Ивлиев