

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт  
сельскохозяйственной биотехнологии»  
(ФГБНУ ВНИИСБ)**

127550, г.Москва

тел. 8-499-976-65-44, факс 8-499-977-09-47

ул. Тимирязевская, д. 42

e-mail: iab@iab.ac.ru

---

**СБОРНИК ТЕЗИСОВ**

**3-й КОНФЕРЕНЦИИ**

**«ТВЕРДАЯ ПШЕНИЦА: генетика,  
биотехнология, селекция и семеноводство,  
технологии выращивания и переработки»**

**17-21 ноября 2025г.**

МОСКВА 2025 г.

**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ**

**3-я КОНФЕРЕНЦИЯ «ТВЕРДАЯ ПШЕНИЦА: генетика, биотехнология,  
селекция и семеноводство, технологии выращивания и переработки»**

**17-21 ноября 2025г.**

Москва 2025

УДК 663.18(063);606;573.6;57.088  
ББК 30.16

ISBN 978-5-92162-515-0

**3-я КОНФЕРЕНЦИЯ «ТВЕРДАЯ ПШЕНИЦА: генетика, биотехнология, селекция и семеноводство, технологии выращивания и переработки» (Москва, 17-21 ноября 2025г., ФГБНУ ВНИИСБ), сборник тезисов докладов. – М.:ФГБНУ ВНИИСБ, 2025 – 45с.**

Конференция «ТВЕРДАЯ ПШЕНИЦА: генетика, биотехнология, селекция и семеноводство, технологии выращивания и переработки» проводится как сателлитное мероприятие в рамках ежегодно проводимой конференции молодых ученых «Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии» Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной биотехнологии. В сборник включены тезисы докладов научных работ аспирантов и молодых ученых научно-исследовательских институтов и ВУЗов.

Материалы изданы в авторской редакции.

ISBN



**Оглавление**

МНОГОЛЕТНИЕ БОБОВО-ЗЛАКОВЫЕ АГРОФИТОЦЕНОЗЫ КАК ЦЕННЫЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКИ ДЛЯ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ <i>Авдеев С.М., Лазарев Н.Н., Черноок А.Г., Дивашук М.Г.</i> .....	7
ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ И АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ <i>Бакаева Н.П.</i> .....	8
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОТОКОЛА СПИДБРИДИНГА ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ЗА СЧЁТ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОЛИ ДАЛЬНЕГО КРАСНОГО СВЕТА В СПЕКТРЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ <i>Бизякина Д.О., Нагамова В.М., Радзенице С., Блинков А.О., Минькова Я.В., Свистунова Н.Ю., Кочешкова А.А., Яновский А.С., Дивашук М.Г.</i> .....	10
ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ СОРТОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ( <i>TRITICUM DURUM</i> ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SSR-МАРКЕРОВ. <i>Болдаков Д.М., Давоян Э.Р., Давоян Р.О., Миков Д.С., Зубанова Ю.С., Мудрова А.А., Яновский А.С.</i> .....	12
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ( <i>TRITICUM DURUM DESF.</i> ) <i>Веремей Е.А., Власова А.А., Юсов В.С.</i> .....	13
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОРОТКОСТЕБЕЛЬНОСТИ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ( <i>TRITICUM DURUM DESF.</i> ) <i>Власова А.А., Веремей Е.А., Юсов В.С.</i> .....	15
НОВЫЙ СОРТ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ТВЕРДОЙ С КОМПЛЕКСОМ ОСНОВНЫХ ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И СВОЙСТВ <i>Воропаева А.Д., Яновский А.С., Мудрова А.А.</i> .....	16
РЕЗУЛЬТАТЫ СОРТОИСПЫТАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ <i>Гелюх В.Н., Денисенко Е.Г., Садовой А.С.</i> .....	18
РЫНКУ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ НУЖНО ЗЕРНО ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА <i>Гончаров С.В., Долаберидзе С.Д., Грошев С.В.</i> .....	19
ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ МИКРОБИОМОВ НА ИММУННЫЙ ОТКЛИК ПШЕНИЦЫ ТВЕРДОЙ К БОЛЕЗНЯМ ЛИСТА <i>Гуров Н.А.</i> .....	21
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЛКОВЫХ МАРКЕРОВ ДЛЯ СОРТОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПШЕНИЦЫ ТВЕРДОЙ В БЕЛАРУСИ	

<i>Дуктова Н.А., Егоров С.В., Бугрова Е.А.</i> .....	23
АНАЛИЗ АЛЛЕЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ГЕНОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С МОРОЗОСТОЙКОСТЬЮ, В КОЛЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ <i>Есина М.С., Черноок А.Г., Коробкова В.А., Лапто А.А., Блинков А.О., Зеленина А.С., Яновский А.С., Беспалова Л.А., Воропаева А.Д., Карлов Г.И., Дивашук М.Г.</i> .....	25
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ЛАБОРАТОРНУЮ ОЦЕНКУ МОРОЗОСТОЙКОСТИ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ <i>Зеленина А.С., Коробкова В.А., Блинков А.О., Яновский А.С., Беспалова Л.А., Дивашук М.Г.</i> .....	27
ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РЯДУ ГЕНОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА И КОНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ <i>Коробкова В.А., Яновский А.С., Крупин П.Ю., Крупина А.Ю., Ульянов Д.С., Ермолаев А.С., Архипов А.В., Назарова Л.А., Черноок А.Г., Мудрова А.А., Карлов Г.И., Дивашук М.Г.</i> .....	29
ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФУНГИЦИДА, СОДЕРЖАЩЕГО ГРИБ <i>TRICHODERMA VIRIDE</i> НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЛУГОВО- ЧЕРНОЗЕМОВИДНОЙ ПОЧВЫ <i>Косицына О.А., Чагарова О.В., Цимбал А.В., Секрет Ю.М., Кузнецова В.А.</i> .....	30
ВЫЯВЛЕНИЕ АССОЦИАЦИЙ МЕЖДУ МОРОЗОСТОЙКОСТЬЮ И ГЕНАМИ, КОНТРОЛИРУЮЩИМИ ФОРМИРОВАНИЕ ДАННОГО ПРИЗНАКА В КОЛЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ <i>Лапто А.А., Есина М.С., Черноок А.Г., Коробкова В.А., Блинков А.О., Зеленина А.С., Стрембовский И.В., Яновский А.С., Беспалова Л.А., Воропаева А.Д., Карлов Г.И., Дивашук М.Г.</i> .....	32
ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КЛИМАТИЧЕСКИХ КАМЕРАХ <i>Нормов В.А., Яновский А.С., Мудрова А.А.</i> .....	34
РЕАЛИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА СОРТОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ, ВНЕСЕННЫХ В ГОСРЕЕСТР В 2016-2025 ГГ., НА АЛТАЕ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА <i>Розова М.А., Барышева Н.В., Егизарян Е.Е., Лысенко М.В.</i> .....	35
СОЗДАНИЕ НОВЫХ ФОРМ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ( <i>Triticum durum</i> Desf.) С УЛУЧШЕННЫМИ КАЧЕСТВЕННЫМИ ПРИЗНАКАМИ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА <i>Утебаев М.У., Хасанова Г.Ж., Дашкевич С.М., Крадецкая О.О., Чилимова И.В.</i> .....	37
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ САРАТОВА <i>Цетва И.С., Гапонов С.Н., Шутарева Г.И., Цетва Н.М., Милованов И.В., Жиганова Е.С., Соловова Н.С., Бурмистров Н.А., Осыка И.А.</i> .....	38

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ  
ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ  
УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА

*Штокарев Д.А., Яновский А.С., Мудрова А.А., Беспалова Л.А.*.....40

СТРАТЕГИЯ ОТБОРА ГЕНОТИПОВ В ГИБРИДНЫХ КОМБИНАЦИЯХ ЯРОВОЙ  
ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ОМСКОМ АНЦ.

*Юсов В.С., Евдокимов М.Г.*.....41

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ TRITICUM DICOSSUM SCHUEBL В СЕЛЕКЦИИ  
ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

*Яновский А.С., Мудрова А.А., Воропаева А.Д.*.....43

# МНОГОЛЕТНИЕ БОБОВО-ЗЛАКОВЫЕ АГРОФИТОЦЕНОЗЫ КАК ЦЕННЫЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКИ ДЛЯ ТВРЕДОЙ ПШЕНИЦЫ

Авдеев С.М.<sup>1</sup>, Лазарев Н.Н.<sup>2</sup>, Черноок А.Г.<sup>1</sup>, Дивашук М.Г.<sup>1</sup>

*1-ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии» (ФГБНУ ВНИИСБ), Москва*

*E-mail: avdeevbio@yandex.ru*

*2-ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева), Москва*

Зерно твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) представляет собой стратегически важное сырье для пищевой промышленности, в первую очередь, макаронной отрасли. Его технологическая ценность обусловлена способностью давать при специальном помоле высокий выход продукта, известного как крупка (*semolina*), который признан основным сырьем для производства макаронных изделий высших сортов, а также ряда традиционных круп (манная, кускус, булгур) [1]. Пищевая ценность продукции из *Triticum durum* дополнительно подкрепляется ее улучшенными диетическими характеристиками: более низкой калорийностью и гликемическим индексом по сравнению с аналогами из мягкой пшеницы, что коррелирует с наличием в зерне широкого спектра каротиноидных пигментов (лютеин,  $\beta$ -каротин, зеаксантин и др.) [2]. В условиях растущих требований к урожайности и качеству зерна, продуктивность данной культуры, как и других основных агрокультур, в решающей степени лимитируется агрохимическим состоянием почв. В современной агрономической практике все более актуальным становится применение биологических методов управления почвенным плодородием, среди которых наиболее логичным и экологически сбалансированным признано использование симбиотического потенциала растений семейства Бобовые (*Fabaceae*) для биологической фиксации атмосферного азота [3–5].

В рамках решения задачи повышения почвенного плодородия в том числе под культуру твердой пшеницы было проведено многолетнее полевое исследование, охватившее период с 1996 по 2022 гг. (23 года). Объектом изучения служили долголетние бобово-злаковые травосмеси. В состав травосмесей были включены сорта люцерны изменчивой (*Medicago varia* Mart.) «Пастбищная 88» и «Вега 87», а также сорта клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) и клевера ползучего (*Trifolium repens* L.). На протяжении всего периода исследований осуществлялось систематическое отчуждение надземной биомассы. Контроль агрохимических показателей почвы (содержание общего азота (Нобщ), гумуса, подвижных форм фосфора ( $P_2O_5$ ) и калия ( $K_2O$ ), величина pH) проводился в динамике, что позволило оценить последствие изучаемых агроценозов.

По итогам 23-летнего цикла исследований была зафиксирована выраженная положительная динамика ключевых параметров плодородия на делянках с участием бобового компонента. Содержание общего азота (Нобщ) в пахотном слое (0-20 см) на вариантах со смесями на основе люцерны изменчивой увеличилось с исходных 0,202% (1996 г.) до 0,338–0,357%. Параллельно отмечен рост содержания гумуса с 2,200% до 2,365–2,410% в зависимости от варианта и режима использования. Однако на фоне позитивных изменений в азотном и гумусовом балансе отмечена и негативная тенденция: динамика кислотности почвы характеризовалась смещением в сторону подкисления. Данный процесс обусловлен значительным выносом кальция и магния с регулярно отчуждаемой зеленой массой. При прекращении применения минеральных удобрений также наблюдалось снижение содержания подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) до 267–316 мг/кг против исходных 460 мг/кг, в то время как содержание подвижного калия стабилизировалось на относительно низком уровне (17,0–32,5 мг/кг почвы).

На основе комплекса полученных данных установлено, что наиболее значимым положительным влиянием на восстановление и сохранение почвенного плодородия отличались варианты с участием люцерны изменчивой, в частности сорта «Пастбищная 88». Максимальная эффективность была достигнута при ее монокультурном возделывании, а также в комбинациях со злаковыми компонентами – кострцом безостым (*Bromus inermis* Leyss.) и тимофеевкой луговой (*Phleum pratense* L.). Таким образом, включение многолетних бобовых трав, и в первую очередь люцерны, в севообороты или систему сидерации представляется научно обоснованным приемом для биологизации земледелия и создания устойчивой ресурсной базы для возделывания твердой пшеницы. Внедрение подобных систем требует разработки сопутствующих мелиоративных мероприятий, направленных на контроль кислотности и поддержание баланса фосфора и калия в почве.

#### **Список литературы:**

1. Михайлова, О. П. Перспективы возделывания твердой пшеницы в России / О. П. Михайлова, С. Б. Сулейменова, Д. В. Ефименко. — Текст: непосредственный // Исследования молодых ученых: материалы LIX Междунар. науч. конф. (г. Казань, апрель 2023 г.). — Казань: Молодой ученый, 2023. — С. 35-41. — URL: <https://moluch.ru/conf/stud/archive/488/17948/> (дата обращения: 18.11.2024).
2. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. Содержание желтых пигментов в зерне твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.): биосинтез, генетический контроль, маркерная селекция. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020;24(5):501–511. DOI: 10.18699/VJ20.642
3. Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) в пастбищных экосистемах / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, А. Р. Тяжкороб, С. М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2020. – № 8. – С. 20-26.
4. Симбиотическая фиксация азота многолетними бобовыми травами в луговых агрофитоценозах / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, С. М. Авдеев [и др.] // Кормопроизводство. – 2022. – № 2. – С. 20-28.
5. Улучшение сенокосов и пастбищ подсевом бобовых трав в дернину (обзор) / Н. Н. Лазарев, С. М. Авдеев, А. Ю. Бойцова [и др.] // Кормопроизводство. – 2023. – № 7. – С. 3-9. DOI: 10.25685/krm.2023.7.2023.009

## **ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ И АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

**Бакаева Н.П.**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Самарский ГАУ), Кинель, Самарская область, 446442;  
E-mail: bakaevanp@mail.ru*

В условиях Среднего Поволжья изучались продуктивность и адаптивные свойства районированных сортов яровой твёрдой пшеницы Безенчукская 210, Триада и Безенчукская Нива. Изучалось влияние элементов продуктивности – густота стеблестоя, продуктивная кустистость, число зёрен в колосе, масса 1000 зёрен, сохранность растений к моменту уборки на урожайность культуры. Коэффициенты корреляции между изученными признаками и урожайностью различные и прямые, наиболее тесные связи, относятся к таким параметрам как продуктивная кустистость и масса 1000 зерен. Наиболее адаптированными оказались и более продуктивные сорта. Продуктивность,

как и адаптивность сортов, связана с сортовыми особенностями, поэтому важно отбирать районированные раннеспелые сорта.

**Ключевые слова:** яровая твёрдая пшеница, сорт, урожайность, масса 1000 зёрен, продуктивная кустистость, адаптивность.

Твёрдая пшеница лучше всего растёт в континентальном климате. Растения прекрасно себя чувствует в жару и сухость. Именно при таких суровых условиях реализуется свойства твёрдой пшеницы: содержание клейковины и стекловидность [1].

Около 80% валового сбора твёрдой пшеницы в России приходится на 7 регионов страны: Алтайский край, Челябинскую, Омскую, Оренбургскую, Саратовскую, Волгоградскую и Самарскую области [2].

Твёрдые сорта более устойчивы к вредителям и осыпанию, при этом требуют тщательной подготовки почвы и неукоснительного соблюдения севооборота [3].

Методика и материалы исследований. Исследования проводились лесостепном Заволжье на опытном поле Самарского ГАУ, в лаборатории «Агроэкологии». Почва – чернозем типичный среднесиловый тяжелосуглинистый: гумус – 4,15 %; pH сол. – 6,9; в слое 0-30 см – азот легкогидролизующий – 80-120, фосфор подвижный – 135-145 и калий подвижный – 150-195 мг/кг.

Яровые твёрдые пшеницы возделывались в зернопаропропашном севообороте с чередованием культур: чистый пар – озимая мягкая пшеница – соя – яровые твёрдые пшеницы – ячмень – подсолнечник [4,5]. Посев проводился в начале мая, норма высева 4,5 млн. всхожих семян/га. Подготовка почвы к посеву производилась по общепринятой для данной зоны агротехнике. Метеоусловия в годы исследований складывались не совсем благоприятно, отмечались различные по продолжительности засухи и суховеи, но в целом, приближающиеся к среднесиловым. Фенологические наблюдения, взятие сноповых образцов и уборка делянок осуществлялись согласно методике Госкомиссии. Коэффициент адаптивности  $K_A$  сортов рассчитывали по Л.А. Животкову и др. (1994) [5]. Общую видовую реакцию определяли суммированием урожайности отдельных сортов с последующим делением показателя на общее их число. Среднесортную урожайность года брали за 100%, затем рассчитывали отношение урожайности каждого из испытываемых сортов к среднесортной. По показателю  $K_A$  оценивались адаптивные возможности сортов. Если он превышал 100%, то такой сорт – потенциально адаптивен [6]. Математическую обработку результатов проводили методом дисперсионного анализа. Корреляционный анализ между признаками считали по Б.А. Доспехову.

Результаты исследований. Изучались районированные и перспективный сорта твёрдой пшеницы для определения параметров продуктивности для этой культуры.

Твёрдая пшеница – культура с большим биологическим потенциалом. При соответствующем возделывании, выборе сорта, соответствующей зоне выращивания, урожай её могут не уступать мягкой пшенице [3].

Перспективный сорт Триада оказался самым урожайным сортом из изученных – 1, 83 т/га. Районированные сорта Безенчукская 205 и Безенчукская Нива по урожайности зерна имели меньшие показатели на 7,6 и 18%, соответственно.

Из изученных признаков продуктивности – сохранность растений к уборке, густота стеблестоя, продуктивная кустистость, число зёрен в колосе и масса 1000 зёрен, величина урожайности зависела в большей степени от двух – это продуктивная кустистость и масса 1000 зёрен. Между признаками продуктивной кустистостью, массой 1000 зёрен и урожайностью определены прямые и тесные связи, с средним по сортам коэффициенты корреляции равны  $r = 0,78$  и  $r = 0,89$ , соответственно по признакам.

В современном сельскохозяйственном производстве важнейшими являются адаптивные свойства сортов. По коэффициентам адаптивности, все изученные сорта имели значение больше 100%, т.е. оказались потенциально продуктивными. Самым

потенциально продуктивными сортом из изученных оказался сорт Триада – 116,5%. Сорта Безенчукская 205 и Безенчукская Нива имели меньшие показатели на 10 и 10,8%, соответственно.

Выводы. При изучении сортов яровой твёрдой пшеницы было выявлено, что наибольшая зависимость урожайности была с продуктивной кустистостью и массой 1000 зёрен  $r = 0,78$  и  $r = 0,89$ . Наиболее адаптированными оказались и более продуктивные сорта. Для сорта Триада урожайность – 1,83 т/га,  $K_A = 116,5$ ; для сортов Безенчукская 205 и Безенчукская Нива – 1,69...1,50 т/га и 104,8...103,9, соответственно.

#### **Список литературы:**

1. Бакаева Н. П. Урожайность и оценка качественных показателей зерна яровой пшеницы в агротехнологии // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2020. С. 11-16. EDN IRML0I.
2. Бакаева Н. П. Продуктивность яровой твердой пшеницы по комплексу количественных признаков в условиях лесостепи Поволжья // Известия Самарской ГСГА. 2023. № 4. С. 29-37. – DOI 10.55170/19973225\_2023\_8\_4\_29. – EDN IOTMDF.
3. Литовкин Е. И., Мельников П. В. Сортвые особенности и продуктивность сортов яровых пшениц Безенчукская 210 и Триада при возделывании в среднем Поволжье // Константиновские чтения : сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции. Кинель: Самарский ГАУ, 2025. С. 76-83. – EDN AFEZDT.
4. Бакаева Н. П. Агрономическая эффективность производства твердой пшеницы в условиях Среднего Поволжья // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : Материалы XVII Международной научно-практической интернет-конференции, М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2025. С. 82-89. – EDN: MHDSIH.
5. Бакаева Н. П. Качественные показатели зерна яровой твердой пшеницы сортов различной районированности при возделывании в Среднем Поволжье // Жученковские чтения – IX : Москва, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2025. С. 27-30.
5. Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3-6.
6. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Science – 1966 6.–P.36-40.

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОТОКОЛА СПИДБРИДИНГА ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ ЗА СЧЁТ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОЛИ ДАЛЬНЕГО КРАСНОГО СВЕТА В СПЕКТРЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

**Бизякина Д.О.<sup>1</sup>, Нагамова В.М.<sup>1</sup>, Радзениец С.<sup>1</sup>, Блинков А.О.<sup>1</sup>, Минькова Я.В.<sup>1</sup>,  
Свистунова Н.Ю.<sup>1</sup>, Кочешкова А.А.<sup>1</sup>, Яновский А.С.<sup>2</sup>, Дивашук М.Г.<sup>1</sup>**

**1 – ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии» (ФГБНУ ВНИИСБ), Москва 127550;**

**2 – ФГБНУ Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко (ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко), Краснодар 350012**

**E-mail: *dasha.biz@mail.ru***

Твёрдая пшеница (*Triticum durum* Desf.) является одной из важнейших зерновых культур в мире. Однако, традиционные методы селекции, направленные на получение

чистых линий, отличаются высокой трудоёмкостью, что значительно замедляет селекционный процесс. Таким образом, спидбридинг выступает крайне перспективным подходом. Данный метод подразумевает создание контролируемых условий окружающей среды, которые целенаправленно ускоряют переход растений от вегетативной к генеративной фазе развития [1]. В основе системы спидбридинга ряд таких параметров, как фотопериод, температурный режим, спектральный состав, интенсивность света, влажность, размер горшка и состав субстрата. Учитывая критически важную роль фитохромной системы в регуляции цветения, в данном исследовании основное внимание было уделено анализу применения дальнего красного света на физиологические особенности твёрдой пшеницы. Исследований на данную тематику достаточно много, но в условиях спидбридинга работы единичные, например, по тритикале [2]. Целью данной работы была оптимизация протокола спидбридинга твёрдой пшеницы за счёт оценки влияния качества светового спектра, в частности соотношения красного (К) и дальнего красного (ДК) света, и типа используемого субстрата.

Экспериментальные растения выращивали в трёх различных световых режимах с использованием красного света (К, 660 нм) и дальнего красного света (ДК, 730 нм): 1)  $K/DK = 3,75$  ( $K > DK$ ); 2)  $K/DK = 0,8$  ( $K = DK$ ); 3)  $K/DK = 0,3$  ( $K < DK$ ).

Полученные результаты наглядно продемонстрировали, что наиболее быстрое достижение фаз колошения и цветения наблюдалось при режиме  $K/DK = 0,3$ . Конкретные данные показали, что в зависимости от типа субстрата, колошение наступало на 4,0–7,1 дня раньше, а цветение на 4,1–4,2 дня раньше по сравнению со спектром с минимальной долей дальнего красного света ( $K/DK = 3,75$ ). При промежуточном световом режиме ( $K/DK = 0,8$ ) растения зацветали на 2,6–3,6 дня раньше контрольной группы. Таким образом, можно сказать, что применение спектра с преобладанием дальнего красного света ( $K/DK = 0,3$ ) позволяет сократить вегетативный цикл твёрдой пшеницы в среднем на 4,1–4,2 дня.

Важно отметить, что использование дальнего красного света в системе спидбридинга имело определённые последствия. Выращивание растений под спектральным составом  $K/DK = 0,3$  привело к снижению количества зёрен в колосе и уменьшению его длины. В то же время был зафиксирован рост массы 1000 зёрен, что указывает на перераспределение ресурсов растения. Помимо сокращения периода онтогенеза, в ходе исследований была продемонстрирована регенерационная способность растений, не отличающаяся от контроля, что является критически важным фактором для успешного продолжения селекции по методу индивидуального отбора от одного зерна в рамках спидбридинга.

Исследование поддержано Российским Научным Фондом № 24-16-00274.

### **Список литературы:**

1. A.G. Chernook, A.O. Blinkov, D.O. Bizyakina, A.G. Marenkova, A.A. Lappo, V.M. Nagamova, A.S. Zelenina, V.A. Korobkova, N.Yu. Svistunova, S. Radzeniece, A.A. Kocheshkova, M.G. Divashuk Development of speed breeding protocols for cereal crops 2025. 246.
2. А.О. Блинков, В.М. Нагамова, Я.В. Минькова, Н.Ю. Свистунова, С. Радзенице, А.А. Кочешкова, Н.Н. Слепцов, А.В. Фрейманс, В.В. Панченко, А.Г. Черноок, Г.И. Карлов, М. Г. Дивашук. Увеличение доли дальнего красного света сокращает вегетационный период тритикале в условиях спидбридинга, 2025. 29(6): 896-904.

## ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ СОРТОВ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM DURUM*) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SSR-МАРКЕРОВ.

Болдаков Д.М., Давоян Э.Р., Давоян Р.О., Миков Д.С., Зубанова Ю.С., Мудрова А.А., Яновский А.С.

*ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко» (ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко), Краснодар 350012*

В научной практике отмечается устойчивая тенденция к переходу от методов анализа белкового полиморфизма к методам, основанным на выявлении полиморфных локусов ДНК. Одним из таких методов является использование микросателлитов, или SSR (Simple Sequence Repeats) – коротких мотивы тандемных повторов из 1–6 нуклеотидов, которые часто встречаются в геноме различных видов, отличаются высоким полиморфизмом и воспроизводимостью, простотой метода и возможностью автоматизировать анализ.

С конца 1990-х годов учёными были созданы наборы микросателлитных маркеров, специфичных для анализа генома пшеницы (Röder M. S. et al, 1998). На сегодняшний день разработано и используется в генетическом картировании пшеницы более 4000 SSR-маркеров (<https://graingenes.org/GG3/>).

Задачей исследования являлось изучить генетическое разнообразие сортов твёрдой пшеницы с помощью микросателлитных маркеров.

В работе были использованы сорта твёрдой пшеницы, созданные в отделе селекции и семеноводства пшеницы и тритикале НЦЗ им. П.П. Лукьяненко.

Из литературных источников и мировых баз данных были отобраны 16 пар праймеров к микросателлитным маркерам, специфичным для геномов А и В пшеницы. Основными условиями при подборе маркеров являлись высокий уровень полиморфизма и высокая воспроизводимость результатов.

Отобранные маркеры локализованы на 2, 4, 5 и 7 хромосомах генома А и 1, 2, 3, 5, 6 и 7 хромосомах генома В. Не затронутыми в работе оказались 1, 3 и 6 хромосомы генома А, а также хромосома 4В.

Наибольшее число полиморфных аллелей (4) отмечено у маркера *Xgwm499*. По три полиморфных аллеля выявлено у маркеров *Xgwm156*, *Xgwm371*, *Xgwm335* и *Xbarc151*. У остальных маркеров присутствовало не более двух. Среднее число эффективных аллелей составило 2 по всем маркерам. Наибольшее значение PIC (0,59) выявлено у маркера *Xgwm499*, минимальное – 0,17 у маркера *Xgwm526*, среднее значение по всем маркерам составило 0,4.

На основе результатов генотипирования была составлена бинарная матрица по всем выявленным аллелям у образцов. С использованием бинарной матрицы рассчитана степень родства сортов с использованием индекса Дайса-Соренсена (Dice, 1945; Sorensen, 1948), на основе которой была построена дендрограмма методом UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean). В первый кластер вошли сорта Золотко, Алена, Круча, Кристалл, Сеньора, Ядрица и Лилек. Второй кластер образовали сорта Ласка, Кермен, Леукурум, Уния, Бэлла, Одари, Крупинка. Третий кластер состоит из сортов Триада, Крассар и Николаша. Сорта Ярина и Ясенка оказались генетически наиболее отдалены от остальных сортов и образовали четвертый кластер.

### Список литературы

1. Dice L. R. Measures of the amount of ecologic association between species. 1945. 26. (3). 297-302.
2. <https://graingenes.org/GG3/>

3. Röder M.S., Korzun V., Wendehake K., Plaschke J., Tixier M.H., Leroy P., Ganal M.W. A microsatellite map of wheat. 1998. 149 (4). 2007-2023.
4. Sorensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. 1948. 5. 1-34.

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM DURUM* DESF.)

Веремей Е.А., Власова А.А., Юсов В.С.

**ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» (ФГБНУ «Омский АНЦ»), Омск  
644012;**

***E-mail: Veremey@55anc.ru***

Твёрдая пшеница (*Triticum durum*) является основным сырьём для производства высококачественных макаронных изделий. Ключевые показатели качества зерна твердой яровой пшеницы (*Triticum durum*) формируют комплексную систему, определяющую ее технологическую ценность, рыночную стоимость и пригодность для производства конечной продукции. Эти показатели находятся под влиянием генетической природы сорта, агротехнических приемов возделывания и почвенно-климатических условий [1, 5].

Улучшение качественных характеристик сортов твёрдой пшеницы необходимо для поддержания конкурентоспособности на рынке. Выбор потребителей играет важную роль в селекции, направленной на улучшение характеристик, связанных с качеством готовой продукции из сырья твёрдой пшеницы [4].

Весь спектр признаков качества зерна твердой пшеницы распределяется на несколько групп. Первая включает признаки, которые определяются при анализе зерна: стекловидность, натура, масса 1000 зерен, содержание клейковины и белка, зольность, цвет зерна, число падения. Вторая – признаки, оценивающие качество крупки: содержание протеолитических и амилолитических ферментов, содержание каратиноидов, способность к потемнению, цвет крупки и наличие спексов. Третья – признаки, характеризующие реологические свойства теста и качество макаронных изделий. На мировом рынке в рамках основных требований к качеству зерна твердой пшеницы макаронного назначения приняты: стекловидность, натурная и абсолютная масса зерна, индекс желтизны (содержание желтых пигментов) зерна и крупки, SDS-седиментация, параметры миксографа, индекс глютена, число падения и содержание белка. Общим для всех этих стандартов является безопасность продукции: мониторят наличие микотоксинов, тяжелых металлов, остатков пестицидов. В Российской Федерации качество зерна твердой пшеницы определяется комплексом физико-химических показателей, регламентируемых национальными стандартами (ГОСТ). Содержание белка является одним из важнейших показателей, составляя 11-14%, что обеспечивает высокую питательную ценность и служит основой для формирования качественной клейковины. Качество и количество клейковины напрямую влияет на структурно-механические свойства теста и характеристики макаронных изделий, в частности, их упругость и способность сохранять форму при варке. Для твердой пшеницы критически важен не только уровень клейковины, но и ее индекс цвета и технологическая прочность.

В последние годы и в России макаронные фабрики начали закупать импортное оборудование. Соответственно, понадобились сорта твердой пшеницы с определенными физическими качествами клейковины, которые можно определить на приборах:

Глютоматик 2200 (определение индекса глютена) и Глютограф Е для измерения растяжимости и эластичности набухшей клейковины. Низкий индекс глютена является частой причиной, по которой формально соответствующее стандарту зерно не используется в производстве высококачественных макаронных изделиях [5].

Стекловидность зерна — один из ключевых показателей, определяющих товарную и технологическую ценность твердой яровой пшеницы. Этот параметр лежит в основе рыночной классификации зерна в многих странах и служит важной характеристикой для мукомольной промышленности [2].

Для твердой пшеницы стекловидность имеет особое значение, так как напрямую связана с качеством производимых из нее макаронных изделий и некоторых видов хлеба. В России зерно твердой пшеницы по этому признаку в соответствии с нормативно технической документацией распределяют на пять классов, где для первого и второго регламентированная минимальная доля стекловидных зерен составляет 85%, для третьего — 70%, а четвертый класс и неклассная пшеница не ограничены. Изучение стекловидности является не только практической задачей для оценки текущего урожая, но и важным направлением селекционной работы, направленной на создание сортов, стабильно формирующих высококачественное зерно в разнообразных условиях среды. Формирование стекловидности — сложный процесс, зависящий от комплекса генетических и средовых факторов [2].

Натура (объемная масса) показывает плотность зерна и его выполненность, находясь для твердой пшеницы в диапазоне 710-750 г/л. Высокая натура указывает на хорошо выполненное, вызревшее зерно с высоким содержанием крахмала.

Влажность зерна не должна превышать 14,5%, что гарантирует его сохранность при хранении без риска развития микроорганизмов. Сорные примеси допускаются в пределах 2-5%, и превышение этого уровня снижает общее качество партии.

Качество зерна яровой твердой пшеницы представляет собой комплексную характеристику, формирующуюся под влиянием генетических, агротехнических и природно-климатических факторов. Ключевые показатели - содержание и качество белка и клейковины, стекловидность, натура - определяют технологическую ценность зерна и его пригодность для производства высококачественных макаронных изделий, круп и хлебобулочных изделий.

### **Список литературы:**

1. Агапкин А. М., Махотина И. А., Белкин Ю. Д. Российский рынок макаронных изделий: структура, экспорт и импорт, динамика развития // Международная торговля и торговая политика. 2019. № 2 (18). С. 72–83. DOI: 10.21686/2410-7395-2019-2-72-83
2. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г., Чахеева Т. В. СТЕКЛОВИДНОСТЬ ЗЕРНА ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В СВЯЗИ С СЕЛЕКЦИЕЙ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. №. 4. С. 30-36.
3. Юсов В.С Улучшение качества клейковины сортов яровой твердой пшеницы в Омском АНЦ / В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов, И. В. Пахотина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 9. С. 55–59.
4. Dello Russo M., Spagnuolo C., Moccia S., Angelino D., Pellegrini N., Martini D. Nutritional Quality of Pasta Sold on the Italian Market: The Food Labelling of Italian Products (FLIP) Study [e-resource] // Nutrients. 2021. No. 13. Iss. 1. Article number 171.
5. Subedi M, Ghimire B, Bagwell JW, Buck JW, Mergoum M. Wheat end-use quality: State of art, genetics, genomics-assisted improvement, future challenges, and opportunities. Front Genet. 2023 Jan 5;13:1032601. doi: 10.3389/fgene.2022.1032601. PMID: 36685944; PMCID: PMC9849398

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОРОТКОСТЕБЕЛЬНОСТИ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM DURUM* DESF.)

Власова А.А., Веремей Е.А., Юсов В.С.

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» (ФГБНУ «Омский АНЦ»), Омск  
644012;

E-mail: aa.vlasova1912@omgau.org

Твёрдая пшеница (*Triticum durum* Desf.) — важная сельскохозяйственная культура, широко возделываемая в странах с засушливым климатом. Она отличается высокой жаро- и засухоустойчивостью, а также повышенным содержанием белка и клейковины, что делает её незаменимым сырьём для производства макаронных изделий и круп [1].

Селекционная работа с твердой пшеницей направлена на повышение урожайности, адаптивности и качества зерна. Основными лимитирующими факторами, приводящими к значительным потерям урожая и ухудшению его качества, являются: массовое распространение стеблевой ржавчины, частые засухи в критические фазы развития растений, почвенная засуха и частое полегание посевов. Полегание приводит не только к прямым потерям урожая и резкому снижению качества, но и к значительным технологическим сложностям при уборке, что делает возделывание высокорослых форм экономически рискованным. В этой связи ключевым элементом современной селекции является создание и внедрение сортов интенсивного типа, несущих гены, снижающие высоту растения, такие как *Rht* (reduced plant height) [2,3].

Короткостебельность у зерновых культур, в частности у твердой пшеницы, является важным признаком, что обеспечивает повышение устойчивости посевов к полеганию и более эффективное использование питательных веществ и влаги, а также повышение урожайности. Интерес к этому признаку значительно возрос после так называемой «зеленой революции», когда использование короткостебельных форм позволило значительно увеличить производство зерна. Исследование генетических основ короткостебельности имеет важное значение для разработки новых сортов, адаптированных к различным агроклиматическим условиям [4].

Гены короткостебельности (*Rht*) обладают большим разнообразием аллельных вариантов и различаются по степени воздействия на высоту растений. У мягкой пшеницы выявлены аллели *Rht-B1* и *Rht-D1*, однако у твердой пшеницы отсутствует ген D и основную роль играют гены локусов *Rht-B1*, а именно *Rht-B1b* (*Rht1*), *Rht-B1e* (*Rht11*) и *Rht-B1p* (*Rht17*), которые снижают длину стебля без значительного ухудшения урожайности и устойчивости. Аллель *Rht-B1c* (*Rht3*) используется реже из-за возможного отрицательного влияния на развитие растений. У твердой пшеницы также описаны другие гены короткостебельности, такие как *Rht14*, *Rht18*, *Rht24*, *Rht25* и др. Их эффекты могут различаться по степени проявления и зависимости от условий внешней среды. В последние годы с применением молекулярных маркеров (SSR, SNP) стало возможным точное картирование этих локусов и их использование в маркер-ориентированной селекции [5,6,7].

Тип наследования признака короткостебельности у твердой пшеницы может быть, как рецессивным, так и доминантным или полудоминантным. В большинстве случаев он контролируется доминантными аллелями, что обеспечивает эффективность использования данного признака в селекционных программах. Кроме того, проявление признака сильно зависит от экологических факторов, особенно от уровня освещения, температуры и обеспеченности питательными веществами. Это указывает на многофакторную природу наследования, где наряду с генетическими эффектами важную

роль играют эпистатические взаимодействия, а также характер взаимодействия генотипа со средой [7,8].

Таким образом, изучение генетической основы короткостебельности у твердой пшеницы имеет высокое практическое значение для современной селекции. Современные молекулярно-генетические методы, включая маркер-ориентированную селекцию, позволяют точно идентифицировать носителей аллелей генов *Rht* и использовать их в программах по созданию высокопродуктивных сортов. Также особую актуальность приобретает комплексный подход к созданию генотипов, где короткостебельность сочетается с высокой и стабильной урожайностью, повышенным качеством клейковины и белка, а также устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам. Разработка такого исходного материала служит основой для создания конкурентоспособных, высокопродуктивных сортов отечественной селекции, способных обеспечить импортозамещение и продовольственную безопасность страны.

#### **Список литературы:**

1. Use of wild relatives in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum Desf.) breeding program: Adaptation and stability in context of contrasting environments in Tunisia/ Ayed S. [et al.] // *Agronomy*. 2021. Vol.11. No.9. P.1782.
2. Юсов В. С., Евдокимов М. Г. Оценка адаптивности и стрессоустойчивости к засухе перспективных линий яровой твердой пшеницы // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2025. №. 3. С. 222-230.
3. Yield reduction due to diseases and lodging and impact of input intensity on yield in variety trials in five cereal crops / Laidig F. [et al.] // *Euphytica*. 2022. Vol. 218. No. 10. P. 150.
4. A modern Green Revolution gene for reduced height in wheat / Würschum T. [et al.] // *The Plant Journal*. 2017. Vol. 92. No. 5. P. 892-903.
5. Власова А. А., Урман М. В. Современное состояние изученности генов короткостебельности (*Rht*) // *Константиновские чтения: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ*, 2025. С. 143-146.
6. Изучение коллекции твёрдой пшеницы по аллельным вариантам генов короткостебельности / Архипов А. В. и др. // *Кормопроизводство*. 2023. №. 5. С. 19-25.
7. Разнообразие и фенотипический эффект аллельных вариантов генов короткостебельности *Rht* у пшениц / Сухих И. С. и др. // *Генетика*. 2021. Т. 57. №. 2. С. 127-139.
8. Breeding effects on the cultivar×environment interaction of durum wheat yield / Subira J. [et al.] // *European Journal of Agronomy*. 2015. Т. 68. С. 78-88.

### **НОВЫЙ СОРТ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ТВЕРДОЙ С КОМПЛЕКСОМ ОСНОВНЫХ ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И СВОЙСТВ**

**Воропаева А.Д., Яновский А.С., Мудрова А.А.**

**ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»), Краснодар, 350012;  
E-mail:knish@knish.ru  
A7961559006@yandex.ru**

В течение XX века селекция твердой пшеницы *Triticum durum* Desf. в мире была направлена на получение сортов с более высокой продуктивностью, качеством, снижение высоты растения и уменьшение вегетационного периода [1].

В ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» с 2011 года начата селекционная работа по созданию сортов яровой твердой пшеницы. На сегодняшний день в Государственный

реестр селекционных достижений включено семь сортов яровой твердой пшеницы центра. Увеличение в последние годы интереса к данной культуре из-за ее более высокой маржинальности по сравнению с мягкой пшеницей, привело к увеличению спроса у сельхозпроизводителей на интенсивные полукарликовые и короткостебельные сорта с высоким уровнем продуктивности.

В 2012 году было проведено внутривидовое скрещивание мексиканской линии яровой твердой пшеницы (u-3) Silver-14/Моewe и линии Hordeiforme 1717. В F3 гибридной популяции выполнен индивидуальный отбор элитных колосьев, потомство которых изучалось в соответствующих питомниках согласно схеме селекционного процесса. В 2025 году линия Леукурум 670d24 под названием Ядро передана на Государственное сортоиспытание.

Морфологическое описание сорта. Пшеница твердая *Triticum durum* Desf., колос белый, неопушенный, цилиндрической формы, крупный (6,14 см), плотный (22–24 колоска на 10 см колоскового стержня). Колосковая чешуя ланцетная, нервация слабо выражена. Килевой зубец короткий, острый и прямой. Плечо среднее, округлое. Ости белые. Зерно белое (янтарное), крупное, хохолок слабо выражен. Бороздка неглубокая.

Сорт скороспелый, полукарликовый, с высокой устойчивостью к полеганию и засухе, с высоким коэффициентом кущения. В конкурсном сортоиспытании НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в среднем за три года (2023-2025 гг.) его урожайность составила 6,36 т с 1 га, что выше, чем у сортов Ясенка на 0,94 и Николаша на 1,5 т с 1 га. Максимальная урожайность 7,84 т с 1 га получена в 2025 году. Характеризуется более высокой продуктивностью по сравнению со стандартными сортами и в других эколого-географических зонах. Хорошие результаты сорт Ядро показал в экологическом сортоиспытании на севере Краснодарского края на Северо-Кубанской опытной сельскохозяйственной станции (СКСХОС). В 2025 году в условиях жесткой засухи полукарликовый (85 см) сорт Ядро, сформировал урожайность (2,11 т с 1 га) на уровне среднерослого (115 см) сорта Николаша (2,18 т с 1 га) и превзошел на 0,31 т с 1 га стандартный сорт Ясенка.

Качество зерна – главный показатель, по которому оценивается твердая пшеница.

Сорт яровой твердой пшеницы Ядро характеризуется не только высокой продуктивностью и устойчивостью к абиотическим стрессовым факторам, но и качественными показателями зерна и макарон. Среднее содержание белка за три года (2023-2025 гг.), изучения в конкурсном сортоиспытании составила 15,6%, клейковины 30,1%, %, SDS седиментации 53,3 единиц прибора, натура 850 г/л, индекс клейковины 82,3%, индекс цвета 25,7 единиц прибора. Сорт Ядро относится к очень сильной пшенице - индекс сила муки (W) в среднем за три года составил 312 Дж, ИДК 65 единиц прибора, прочность макарон 889 г, разваримость 3,5 балла, цвет макарон насыщенно-лимонный.

Сорт Ядро передан на Государственное сортоиспытание по 5 (Центрально-Черноземному), 6 (Северо -Кавказскому) и 8 (Нижневолжскому) регионам.

Сорт яровой твердой пшеницы Ядро может быть использован в качестве сырья в пищевой промышленности для изготовления паста продуктов, крупы и муки (семолины) для пиццы, производства хлеба и формовой кондитерской выпечки.

#### **Список литературы:**

1. P. De Vita , Lee Destri , O. Nicosia , F. Nigro , C. Platani , C. Rifolo , N. Di Fonzo , L. Cattivelli Breeding progress on morphophysiological, agronomic and qualitative characteristics of durum wheat varieties bred in Italy in the 20th centuryEuro. J. Agron. , 26 (2007), pp. 39-53,

# РЕЗУЛЬТАТЫ СОРТОИСПЫТАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Гелюх В.Н., Денисенко Е.Г., Садовой А.С.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова», (ФГБОУ ВО Луганский ГАУ) 291018, Луганская Народная Республика, г. Луганск.  
E-mail: vladgel1@rambler.ru*

Зерно пшеницы твердой (*Triticum durum* Desf.) является незаменимым в производстве высококачественных макаронных изделий. Используют его довольно широко в хлебопекарной, крупяной, кондитерской отраслях пищевой промышленности [1]. По сравнению с пшеницей мягкой (*Triticum aestivum* L.), твердая имеет существенные преимущества – меньше поражается болезнями и вредителями, не осыпается, устойчивее к полеганию, на хорошем агрофоне обеспечивает стабильно высокой урожайность [3].

Работа по сортоиспытанию проводилась в полевом севообороте филиала «Славяносербская сортоиспытательная станция ЛГАУ» 2024-2025 гг. В сортоиспытании изучалось 7 сортов селекции ФГБНУ Аграрный научный центр «Донской». Высев испытуемых образцов проводился в третьей декаде октября. Предшественник в опытах – черный пар. Площадь посевной делянки – 25 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная [2]. Убирали опыты комбайном «Сампо-130».

2024–2025 агрономические годы по погодным условиям были схожими. Мягкие температурные условия в период зимнего покоя благоприятствовали хорошей перезимовке озимой яровой пшенице. Однако весенние и летние месяцы отличались засушливой и жаркой погодой. Урожай зерна по сравнению с предшествующими годами был почти наполовину ниже. Погодные условия незначительно различались по гидротермическому режиму в период вегетации, что позволило лучше изучить достоинства и недостатки сортов. Уровень ГТК в среднем, за годы исследований составил 0,44.

Уровень урожайности сортов озимой твердой пшеницы в пределах сортоиспытания варьировал в пределах от 17 до 23 ц/га, средняя урожайность по опыту составила 18,7 ц/га. Наиболее высокий урожай сформировали сорта: Каротинка, Лакомка, Графит, Оникс – 2,3; 2,2; 2,1; 2,0 т/га соответственно. Анализ показателя перезимовки растений выявил различия. Наиболее высокие значения (9 баллов) зарегистрированы у сортов Оникс, Кристелла, Лакомка, Каротинка, Графит. Показатели устойчивости к полеганию растений и устойчивости к осыпанию зерна все изучаемые сорта имели значения в 9 баллов. По устойчивости к засухе самым высоким баллом отмечены сорта: Оникс, Лакомка, Каротинка, Графит. По высоте растений изучаемые сорта имели различия. Этот показатель варьировал в пределах от 53 см у сорта Графит, до 66 см у сорта Амазонка. Значения остальных сортов лежали в вышеуказанных пределах. По массе 1000 семян наблюдалась изменчивость от 36 г у сорта Оникс до 42 г у сорта Каротинка. Средний показатель по этому признаку составил 39,2 г. Наиболее высокий показатель массы 1000 семян отмечен у сортов: Каротинка, Графит, Амазонка, Кристелла, Придонье. Самым скороспелым оказался сорт Кристелла – 255 дней, остальные сортообразцы имели этот показатель – 260 дней. Показатель устойчивости к болезням и вредителям (устойчивость к мучнистой росе, устойчивость к бурой ржавчине, устойчивость к корневым гнилям, устойчивость к фузариозу, устойчивость к мухе шведской, устойчивость к клопу вредной черепашке) отмечен на уровне 9 баллов.

Выделившиеся по результатам сортоиспытания сорта озимой яровой пшеницы Каротинка, Лакомка, Графит, Оникс внесены в рекомендательный список для использования товаропроизводителями на территории Луганской Народной Республики.

### **Список литературы**

1. Гапонов С.Н., Попова В.М., Шутарева Г.И., Ерёменко Л.В., Цетва Н.М., Паршикова Т.М. Основные достижения и направления селекции яровой твердой пшеницы в ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» // *Зерновое хозяйство России*. 2017. № 4(52). С. 17-21.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. С. 351 с.
3. Самофалова Н.Е., Дубинина О.А., Самофалов А.П., Иличкина Н.П. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы // *Зерновое хозяйство России*. 2019. № 5(65). С. 18–23. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-18-23.

## **РЫНКУ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ НУЖНО ЗЕРНО ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА**

**Гончаров С.В.<sup>1</sup>, Долаберидзе С.Д.<sup>1</sup>, Грошев С.В.<sup>2</sup>**

*1-ООО «Агролига ЦСР», г. Москва,*

*e-mail: slogan070260@gmail.com*

*2-НССуС, г. Москва,*

*e-mail: sergey.v.groshev@almos-agroliga.ru*

Россию многие рассматривают как крупнейшего поставщика продовольственных товаров и зерна на мировой рынок. Однако сезон 2025 стал годом исторически низких цен в АПК: 1 тонна зерна пшеницы по цене эквивалентна 1 г золота, хотя еще в 2024 г. нижним пределом считалось 2,5 г золота. В условиях падения рентабельности зернового производства, сельхозпроизводители ориентируются на нишевые культуры, имеющие высокий потенциал маржинальности. Примером может служить твердая пшеница, цена на зерно которой в среднем на 20-25% выше, чем мягкой.

Осенью 2025 г. поставки зерна твердой пшеницы в страны Северной Африки осуществляются из Канады по цене, эквивалентной 26 тыс. руб./т. Российские экспортеры могли бы поставлять туда свое зерно с меньшими затратами на логистику. Однако требования к качеству зерна большинства традиционных стран-покупателей находится в рамках 1-3 классов. Поставки партий зерна более низкого качества из РФ в недружественные страны Евросоюза, где их использовали для разбавления помольных партий высокого качества и доведения их до желаемых стандартов, прекращены из-за введения экспортных пошлин (€148 за тонну). Экономика выращивания твердой пшеницы стала в большей степени зависеть от качества зерна.

Потребности перерабатывающей промышленности (0,95 млн т) обеспечиваются за счет увеличения валовых сборов до 2,0 млн т в 2024 г. и доли продовольственного зерна (3-4 класса), достигающей 70-80%. По данным ФГБУ ЦОК АПК за последние три года доля третьего класса в валовых сборах твердой пшеницы колеблется в пределах 16,9-37,1%.

Валовой сбор твердой пшеницы в РФ ожидается 1,6-1,7 млн т в 2025 г. В традиционных регионах производства твердой пшеницы - Оренбуржье, Сибири на Урале третий сезон подряд получают относительно высокие урожаи за счёт благоприятных погодных условий вегетации. Однако преобладает зерно 4 класса, которое можно реализовать по 12-15 тыс. руб./т без НДС при аналогичном уровне себестоимости. Зерно

с хорошими показателями по стекловидности, натурой и числом падения выше 200, но с клейковиной ниже 22% квалифицируют, как фураж с ценой 8-9 тыс. руб./т.

Большинство перерабатывающих предприятий ориентируются на зерно третьего класса, предлагая цену 18-20 тыс. руб./т без НДС. Для «Омской макаронной фабрики» и «Барилла Рус» и некоторых других производителей макаронных изделий премиального качества, поставщикам требуются партии зерна не ниже 3 класса, но с высокими показателями индекса глютена и цветности, за 23-25 тыс. руб./т «на месте». Макаaronные фабрики приобретают семолину у проверенных поставщиков, акцентируя свои требования к сырью на качестве глютена, индексе желтизны, содержании протеина, низкой зольности, безопасности (содержании в зерне микотоксина DON до 1750 ppb, глифосата – до 10 мг/кг).

Баланс «цена-качество» становится определяющим фактором выбора зерновой культуры для севооборота. В перерабатывающей промышленности тренд – на повышение требований к качеству сырья. Конкурировать на рынке макаронных изделий за счет недобросовестных манипуляций с качеством становится все сложнее. Благодаря деятельности Национальной ассоциации производителей макаронных изделий (НАПМИ) принято Изменение № 1 ГОСТа 31743-2017 «Изделия макаронные. Общие технические условия» маркировка макаронных изделий «группы А»: с 2024 г. содержание мягкой пшеницы в изделиях должно быть <5% по сравнению с ранее принятыми <15%. Ряд предприятий ориентируется на максимально допустимое содержание муки из мягкой пшеницы <3% в изделиях «группы А». В формах статистической отчетности с 2025 г. по позиции ОКПД2 10.73.11 «Изделия макаронные и аналогичные мучные изделия», приняты изменения, облегчающих идентификацию их качества. Следовательно, сортообновление становится приоритетной задачей производителей товарного зерна твердой пшеницы, а само производство нуждается в лучшей технологической дисциплине.

Для предприятий АПК экспертами НАПМИ разработан список ценных сортов, способных формировать качество зерна в соответствии с требованиями ГОСТа Р 52554 2016 пшеница: технические условия, как и не определенным ГОСТом показателями «индексом глютена» (>70), «индексом желтизны» (по Минольта b) (>25).

Ответом на запросы рынка стало создано новое поколение интенсивных сортов отечественными селекционерами, не уступающих по показателям качества лучшим зарубежным аналогам. Для сельхозпроизводителя определяющим фактором прибыльности производства твердой пшеницы становится выбор сорта из списка ценных сортов НАПМИ и приобретение сертифицированных семян у надежных поставщиков.

Посевные и сортовые качества семян контролируются регулятором в процессе сертификации. Семена с высокими урожайными свойствами могут повлиять на дополнительную прибавку до +5...+10% урожая. Урожайные свойства семян (так называемая «память семян») трудно определить по морфо-биологическим показателям, однако в целом важны их натурная масса, энергия роста, характеризующаяся большим числом зародышевых корешков и темпами роста побега. В их формировании важная роль отводится агротехнологии. Содержание протеина, клейковины, число падения, наличие «черного зародыша», микотоксинов и т.п. не 50% и более зависят от совокупности элементов агротехнологии.

Однако сформировался разрыв между сортиментом твердой пшеницы и сортовые агротехнологии, запрос на которые остается не выполненным. Расширение ареала выращивания твердой пшеницы, например, в Центральном Черноземье, Поволжье и др. регионах связано с распространением интенсивных короткостебельных сортов, более отзывчивых на средства интенсификации благодаря лучшему развитию вторичной корневой системы, нечувствительности к фотопериоду, высокой способности к кущению. Им свойственна многозерность – способность формировать до 4 зерен в колоске при благоприятных условиях и обеспечении элементами питания. С учетом

высокой массы 1000 зерен (до 60 г) масса зерна главного колоса интенсивных сортов достигает 1,5-1,7 г.

Формирование продуктивного стеблестоя интенсивных сортов зачастую целесообразно регулировать с помощью ранних сроков сева и нормы высева семян, не провоцируя избыточное кущение. Побегов второго порядка отстают от главного в сроках наступления фаз вегетации на 5-7 дней. Главный колос достигает полной спелости, а второстепенные «опаздывают» с превышением влажности зерна на 3-5%, что повышает риск снижения качества зерна из-за возможных дождей или обильной росы. Избыточное кущение интенсивных сортов может затягивать сроки уборки из-за разновозрастного стеблестоя.

Ресурсосберегающие технологии приводят к смещению таксономического состава возбудителей корневых гнилей в пользу *Fusarium*, особенно при размещении пшеницы по неблагоприятным предшественникам (кукуруза, соя). Фузариоз колоса оказывает отрицательно влияние на показатели вязкости, упругости и цвета макаронных изделий.

Семена зерновых культур инфицируются фузариозом и альтернариозом в фазе цветения, особенно во влажную погоду. Твердая пшеница подвержена поражению фузариозом колоса в большей степени, чем мягкая, поэтому защитные мероприятия против развития данных болезней становятся обязательным агроприемом.

В нашей стране распространены спотовые продажи товарного зерна: высокая цена формируется при недостатке сырья, низкая - при его избытке с учетом мировой конъюнктуры. Переход на контрактацию товарной продукции – лучший способ хеджирования от волатильности цен, реализованный в виде производственно-сбытовых цепочек пивоваренного ячменя, чипсового картофеля и др. «нишевых» культур. Производителю твердой пшеницы полезно иметь контакты организаций, вовлеченных в поставки зерна отечественными предприятиями по переработке, экспортеров и иметь однородные партии высокого качества востребованных сортов из списка НАПМИ не менее 500 т.

## **ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ МИКРОБИОМОВ НА ИММУННЫЙ ОТКЛИК ПШЕНИЦЫ ТВЕРДОЙ К БОЛЕЗНЯМ ЛИСТА**

**Гуров Н. А.**

***ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени Н.В. Парихина»  
(ФГБОУ ВО Орловский ГАУ), Орел, 302019,  
E-mail: [gurov.nickita2014@yandex.ru](mailto:gurov.nickita2014@yandex.ru)***

Твёрдая пшеница (*Triticum durum* Desf.) является одной из ключевых зерновых культур, определяющих продовольственную безопасность и экспортный потенциал аграрного сектора. Однако устойчивое производство этой культуры во многом ограничивается поражением листа возбудителями болезней, такими как септориоз, бурая и жёлтая ржавчина, а также различными формами пятнистостей. Традиционные методы защиты, основанные преимущественно на химических фунгицидах, оказываются недостаточно эффективными в условиях роста устойчивости патогенов и ужесточения экологических требований.

В последние годы особое внимание уделяется роли почвенных микробиомов — совокупности микроорганизмов, обитающих в ризосфере растений, — как одному из ключевых факторов, влияющих на формирование системного иммунитета растений. Симбиотические и ассоциативные бактерии, а также микоризные грибы способны

активировать механизмы системной устойчивости (ISR) и повышать эффективность физиологических и биохимических барьеров пшеницы при инфицировании патогенами. Изучение взаимодействия микробиома почвы и иммунной системы твёрдой пшеницы открывает перспективы для разработки экологически безопасных методов защиты растений, направленных на повышение устойчивости без снижения урожайности и качества зерна. Определение закономерностей этого взаимодействия позволит оптимизировать агротехнологические приёмы и расширить использование биопрепаратов в интегрированных системах защиты культур. Исследования показывают, что ризосферные бактерии способны стимулировать рост растений, влиять на минеральное питание и водный обмен — что косвенно может усиливать устойчивость к патогенам. Так, согласно исследованиям Ахтямовой Г.Р. (2023) для *T. durum* показано, что введение штаммов *Bacillus subtilis* IB-22 и *Pseudomonas mandelii* IB-Ki14 в ризосферу приводило к изменению гормонального баланса, ускорению формирования апопластных барьеров (лигнин-/субериновые отложения) и улучшению ионного гомеостаза при солевом стрессе у пшеницы твёрдой [2, 5].

Аналогично, в исследованиях Серазетдиновой Ю.Р. и других выявлено, что ризобактерии обладают антагонистической активностью в отношении грибов-патогенов у пшеницы яровой (*Triticum aestivum*), что косвенно свидетельствует о потенциале подобных микроорганизмов для защиты зерновых культур [3, 4]. В контексте данного исследования предполагается, что на посевах *T. durum* сравниваются варианты агротехники (обработка ризосферы биопрепаратами, классические фунгицидные/контроль) и анализируется состав почвенного микробиома (методы — культуральные и молекулярные, например, выделение бактерий-антагонистов, 16S-рРНК-анализ). Одновременно регистрируются показатели заболеваемости листовыми болезнями, а также параметры иммунного отклика растения (активность ферментов защиты, содержание фенольных соединений, маркеры системной устойчивости). Применение бактерий-антагонистов и других методов микробиологической обработки ризосферы демонстрирует ряд положительных эффектов. В обработанных вариантах увеличивается доля полезных микроорганизмов, таких как бактерии родов *Bacillus* и *Pseudomonas*. Это приводит к снижению уровня поражения листовыми болезнями, активизации защитных ферментов растения и ускорению его ответа на заражение. Кроме того, улучшается минеральное питание и водный обмен, что в целом повышает способность растения устойчиво переносить инфекцию. В результате исследований выявлено, что ризосферные бактерии проявляли антагонистическую активность против грибов рода *Fusarium* и *Alternaria*. Также отмечено, что классические агротехнические меры по улучшению состояния почвы косвенно способствуют благоприятному микробному фону, что снижает восприимчивость к болезням [1, 5]. Из этого следует, что влияние микробиома на иммунный отклик растений представляет собой комплексный процесс: помимо антагонистической активности микроорганизмов, включаются стимуляция системной индуцированной устойчивости (ISR), изменение гормональных сигналов (ауксины, цитокинины, АБК) и улучшение физиологического состояния растения в целом. Это подтверждается исследованиями по изменению гормонального баланса у *T. durum* под влиянием риз бактерий [2, 4].

Из вышеперечисленного можно сделать вывод, что управление почвенным микробиомом путём внесения полезных микроорганизмов представляет собой многообещающее направление в комплексной защите твёрдой пшеницы от листовых болезней. Применение ризосферных бактерий-антагонистов подтверждает свою эффективность, так как они не только напрямую подавляют патогены, но и усиливают естественный иммунитет растения, улучшая его общее физиологическое состояние. В связи с этим, для успешной практической реализации рекомендуется интеграция микробиологических препаратов в систему защиты, подкреплённая агротехническими приёмами, поддерживающими здоровый микробный фон, и регулярным мониторингом

ризосферной микробиоты. Для углубления полученных результатов необходимы дальнейшие целенаправленные исследования, включающие полевые испытания на твердой пшенице, изучение её иммунного отклика на молекулярном уровне и оценку долгосрочной эффективности предлагаемых мер.

### Список литературы

1. Антифунгальная и антибактериальная активность ризосферных бактерий пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // *Universum: химия и биология: электрон. научн. журн.* Кадырова Г.Х. [и др.]. 2022. 5(95).
2. Ахтямова Г. Р. Влияние ризосферных бактерий на содержание гормонов, рост и водный обмен растений пшеницы и ячменя в оптимальных условиях и на фоне засоления: диссертация ... кандидата биологических наук / ФГБУН «Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина»; УФИЦ УрО РАН. — Москва, 2023. — 162 с.
3. Ю.Р. Серазетдинова, Н.В. Фотина, Л.К. Асякина, И.С. Милентьева, А.Ю. Просеков Ризобактерии для снижения биотического стресса яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), вызванного фитопатогенными грибами // *Хранение и переработка сельхозсырья.* 2023. №4.
4. Чиркова, Е.А. Влияние микроэлементов на состав грибов ризосферы и продуктивность озимой пшеницы / Е.А. Чиркова, Ю.П. Федулов, Ю.В. Подушин // *Труды Кубанского государственного аграрного университета.* — 2019. — № 78. — С. 141-146. — DOI 10.21515/1999-1703-78-141-146.
5. Молекулярный анализ микробных сообществ ризосфер злаков, выращенных на контрастных почвах / А. О. Зверев, Е. В. Першина, В. М. Шапкин [и др.] // *Микробиология.* — 2020. — Т. 89, № 2. — С. 235-246. DOI 10.31857/S0026365620010188.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЛКОВЫХ МАРКЕРОВ ДЛЯ СОРТОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПШЕНИЦЫ ТВЕРДОЙ В БЕЛАРУСИ

Дуктова Н.А., Егоров С.В., Бугрова Е.А.

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (УО БГСХА), Горки 213410, УЛ. Мичурина, 5, Республика Беларусь;  
E-mail: n.a.duktova@yandex.by*

Селекционная работа с *Triticum durum* осуществляется в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии с 1998 года, нами собрана коллекция генотипов различного эколого-географического происхождения, насчитывающая 286 образцов из 39 стран мира. В результате скрининга генофонда были выделены образцы, перспективные для использования в качестве исходных форм в селекции на продуктивность, качество зерна и биологическую устойчивость, сформировано 9 признаков коллекций. В результате исследований было создано 8 сортов пшеницы, включены в Государственный реестр первые отечественные сорта яровой и озимой твердой пшеницы – Розалия, Славица, Валента, Владлена, Михета. С 2008 года развернуты исследования по изучению биохимических особенностей генотипов пшеницы различного эколого-географического происхождения, а также исследования по использованию биохимических маркеров в селекции и семеноводстве.

Использование белковых маркеров является одним из эффективных методов оценки внутренней гетерогенности генотипов и успешно используется как для сортовой идентификации в семеноводстве и сортовом контроле, так и в селекции для выделения

маркерных биотипов спектра, что позволяет на 2-3 года сократить сроки сортосмены ввиду отсутствия необходимости многолетней проверки потомства на наличие искомого признака.

Метод электрофоретического фракционирования основан на разделении веществ по подвижности в электрическом поле. В качестве фракционируемого агента выступают запасные белки семян глиадины. Сущность метода состоит в экстрагировании запасного белка из навески муки каждого индивидуально исследуемого семени посредством водного раствора этилового спирта. Экстрагированные проламины (глиадин, глютеин) фракционируются в полиакриламидном геле (ПААГ) в условиях кислой среды (рН 3,1–3,2) с формированием визуально выраженной картины распределения белковых фракций в структуре геля. Полученный белковый спектр, содержит уникальную индивидуальную характеристику каждого проанализированного генотипа в виде белковых компонентов разной подвижности и степени интенсивности. Электрофоретические спектры проламинов специфичны не только для сорта, но и для более мелких структурных единиц сортовой популяции – линий, биотипов. Полученные электрофореграммы глиадина определенного образца сопоставляют с электрофоретическим спектром эталона, полученным на основе оригинальных семян данного сорта (биотипа, линии), или спектром сорта-стандарта с известными реперными позициями компонентов. При этом, узким местом методики является высокая субъективность идентификации полученного спектра. Нами на базе Испытательной лаборатории качества семян УО БГСХА (аттестат аккредитации № ВУ/112 02.1.0.0425) была усовершенствована методика ЭФА запасных белков семени и принята идентификация компонентов и составление сортовых формул на основе реперных компонентов спектра, полученных у сорта-стандарта (Мироновская 808). Идентификационными, уникальными признаками являются распределение компонентов по позициям спектра (относительная подвижность) и степень их интенсивности. Определение порядкового номера компонента у анализируемого образца проводим путем сопоставления с известными позициями спектра (маркерными компонентами) у сорта-стандарта. По результатам анализа составляется сортовая формула, являющаяся «биохимическим паспортом», позволяющим идентифицировать сорт. Сортовая белковая формула включает номера компонентов, имеющих в спектре глиадина сорта и их степень интенсивности.

Нами был проведен анализ более 500 генотипов пшеницы и установлено, что отличия их между собой обуславливались, главным образом, за счет четко выраженных различий белковых компонентов спектра по величинам  $R_f$ , что позволяет позиционировать последние в качестве полноценных сортовых маркеров (маркеров отдельного генотипа, линии). Число таких маркеров у пшеницы твердой находится в пределах от 1 до 3 единиц, что является достаточным для однозначной идентификации или паспортизации генотипа. Межсортная дифференциация, идентифицируемая по степени интенсивности отдельных белковых компонентов спектра, так же имеет проявление, хотя и у меньшего числа генотипов – 80 %. Однако, учитывая наличие достаточного числа маркеров с различиями по подвижности, идентификация маркеров различных по степени интенсивности в данном случае, может быть рассмотрена как, вспомогательный критерий дифференциации и сортовой идентификации.

В целом, весь спектр глиадина сортов твердой пшеницы можно дифференцировать с позиций редко и часто встречающихся компонентов в разрезе белковых субфракций. К числу общих позиций спектра всего набора проанализированных сортов были отнесены компоненты с подвижностью 26, 35, 38, 41, 55, 58, 65, 85, 90 встречающиеся у 70 % проанализированных генотипов. Данный набор белковых компонентов можно отнести к видоспецифичным маркерам, характерным для представителей *Triticum durum*. Следует отметить отсутствие белковых компонентов с  $R_f$  в пределах 10-17, что обусловлено особенностями генетического контроля синтеза глиадина в геноме твердой пшеницы в отсутствии хромосомного набора генома D. К

числу уникальных, единичных белковых компонентов были отнесены позиции 43, 48, 42, 95, 97, 98 встречающиеся только у 8 % проанализированных генотипов.

В ходе исследования биохимической структуры генотипов нами был сформирован наиболее оптимальный алгоритм составления сортовых белковых формул, формирования белковых паспортов для целей каталогизации сортов, целей практических алгоритмов селекции и семеноводства: белковые компоненты идентифицируются путем оценки их относительной подвижности или по зонам спектра; определение порядкового номера белкового компонента у анализируемого образца проводят путем сопоставления с известными позициями спектра (маркерными компонентами) у сорта-стандарта; составление сортовых формул на основании идентифицированного значения подвижности белкового компонента и степени его интенсивности; сопоставления полученных белковых спектров индивидуальных семян оцениваемого сорта с электрофоретическими спектрами, полученными на оригинальных семенах анализируемого сорта; сопоставление сортовых формул оцениваемого сорта и «оригинальной» сортовой формулы.

Для целей семеноводства, оптимальным является использование характеристик по критериям «суммарная формула», «маркеры биотипов» отражающие идентификационные критерии генотипа, выражаемые через белковый электрофоретический спектр. Критерий «градация внутренней полиморфности» может служить в качестве сравнительной характеристики при оценке генетической конституции, как в ходе сортоиспытания, так и в ходе осуществления семеноводства. Для целей практической селекции суммарная формула менее информативна, в данном случае важно идентифицировать маркеры, определяющие внутреннюю полиморфность (маркеры биотипов) и маркеры, опосредованно связанные с проявлением селекционно-ценных признаков.

## **АНАЛИЗ АЛЛЕЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ГЕНОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С МОРОЗОСТОЙКОСТЬЮ, В КОЛЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ**

**Есина М.С.<sup>1</sup>, Черноок А.Г.<sup>2</sup>, Коробкова В.А.<sup>2</sup>, Лаппо А.А.<sup>2</sup>, Блинков А.О.<sup>2</sup>, Зеленина А.С.<sup>2</sup>, Яновский А.С.<sup>3</sup>, Беспалова Л.А.<sup>3</sup>, Воропаева А.Д.<sup>3</sup>, Карлов Г.И.<sup>2</sup>, Дивашук М.Г.<sup>1</sup>**

**1-ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва  
2-ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
сельскохозяйственной биотехнологии», Москва;**

**E-mail: [Irbis-sibir1@yandex.ru](mailto:Irbis-sibir1@yandex.ru)**

**3-ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко», Краснодар**

Твёрдая пшеница относится к числу стратегически важных культур, обеспечивающих продовольственную стабильность в мире. Благодаря высокой продуктивности и способности адаптироваться к различным климатическим зонам, она занимает значительное место в земледелии и пользуется широким распространением. В России посевы озимой твёрдой пшеницы охватывают около 40 тыс. гектаров. Для нормального прохождения фаз роста и развития данная культура нуждается в воздействии низких температур, что обусловлено её биологической потребностью в яровизации. Успешность зимовки озимой пшеницы определяется совокупностью факторов — от агротехнических условий и погодных воздействий до наследственных особенностей конкретных сортов. Одним из решающих признаков, влияющих на

выживаемость растений в зимний период и их продуктивность, является способность переносить низкие температуры [1].

Традиционный подход к определению степени устойчивости растений к низким температурам основан на их промораживании при  $-18...-20$  °С, однако данный метод отличается высокой трудоёмкостью и требует значительных временных ресурсов. Формирование устойчивости к низким температурам контролируется множеством генов, среди которых ключевую роль играют *Vrn-A1* и *Vrn-B1*, определяющие длительность периода закалки, а также локус *Fr-A2*, содержащий кластер СВF-генов, ответственных за активацию экспрессии холодоответных белков. Совместное действие этих генетических компонентов обеспечивает эффективную адаптацию растений к низким температурам и формирует их систему защиты от стрессовых факторов. Использование молекулярных маркеров существенно ускоряет селекционный процесс, позволяя идентифицировать устойчивые генотипы на ранних этапах. Одним из наиболее современных и высокопроизводительных методов генотипирования является конкурентная аллель-специфическая ПЦР (KASP-PCR), обеспечивающая точное определение аллельных вариантов в большом числе образцов за короткое время, в отличие от классической ПЦР с последующим электрофоретическим анализом, которая требует больше времени и ручной обработки результатов. В научных исследованиях уже описаны ряд маркеров, связанных с морозостойкостью твёрдой пшеницы, к примеру, KASP-маркеры S1077313, S2269949, S1862541, S1051014, S1298957, ассоциированные с геном *Fr-A2* и KASP-маркеры *VrnA1\_9K0001*, *Vrn1\_new*, *Vrn-A1b-Marq*, *Exon7\_C/T\_Vrn-A1*, ассоциированные с геном *Vrn-A1*, и маркер для классической ПЦР на аллельное состояние гена *Vrn-B1* [2].

Целью данного исследования было изучение распределения аллелей гена морозостойкости *Fr-A2* и генов яровизации *Vrn-A1* и *Vrn-B1* в коллекции твердой озимой пшеницы, предоставленной Беспаловой Л.А. из НЦЗ им. П.П. Лукьяненко (Краснодар) и определение образцов с лучшей морозостойкостью. Генотипический анализ растений на аллельное состояние генов *Fr-A2* и *Vrn-A1* мы проводили с использованием KASP технологии. По результатам генотипирования на маркер S1077313 выявлено, что в коллекции (463 образца, 363 из которых были использованы в двух повторностях) большая часть растений имеют аллель резистентности (морозостойкости) 236 растений (50,97%), 8 растений (1,73%) гетерозиготны и 206 растений содержат не резистентный аллель (44,49%) оставшаяся часть представляет гетерогенные образцы. По результатам генотипирования на маркер S2269949 выявлено, что в коллекции (463 образца) 223 растения имеют аллель резистентности (морозостойкости) (48,16%), большая часть растений содержат не резистентный аллель 231 растение (49,89%) и 1 растение (0,22%) гетерозиготно, оставшаяся часть представляет гетерогенные образцы. По результатам генотипирования на маркер S1862541 выявлено, что в коллекции (463 образца) 211 растений имеют аллель резистентности (морозостойкости) (45,57%), содержат не резистентный аллель 224 растения (48,38%) и 19 растений (4,1%) гетерозиготны, оставшаяся часть представляет гетерогенные образцы. По результатам генотипирования на маркер S1298957 выявлено, что в коллекции (463 образца) ни одно из растений не имеет аллель резистентности (морозостойкости), содержат не резистентный аллель 224 растения (48,38%) и 221 растение (47,73%) гетерозиготно, оставшаяся часть представляет гетерогенные образцы. По результатам генотипирования на маркер S1051014 выявлено, что в коллекции (463 образца) 288 растений имеют аллель резистентности (морозостойкости) (62,2%), содержат не резистентный аллель 64 растения (13,82%) и 56 растений (12,1%) гетерозиготны, оставшаяся часть представляет гетерогенные образцы. По результатам генотипирования на маркер *VrnA1\_9K0001* выявлено, что в коллекции (463 образца) 452 растения имеют аллель *vrn-A1* Winter (97,62%), и 10 растений содержат аллель *Vrn-A1a* Spring (2,16%). По результатам генотипирования на маркер *Vrn1\_new* выявлено, что в коллекции (среди 460 образцов,

несущих аллель *vrn-A1*) 222 растения имеют аллель «2147 type *vrn-A1b* long vernalization» (48,26%), и 230 растений содержат аллель «Jagger type *vrn-A1a* short vernalization» (50%) оставшаяся часть представляет гетерозиготные и гетерогенные образцы. По результатам генотипирования на маркер *Vrn-A1b-Marq* выявлено, что в коллекции (среди 288 образцов, несущих аллель *Vrn-A1*) 264 растения имеют аллель «*Vrn-A1b* Marquis type Spring» (91,67%), и 17 растений содержат аллель *Vrn-A1a* Spring (5,9%), оставшаяся часть представляет гетерозиготные и гетерогенные образцы. По результатам генотипирования на маркер *Exon7\_C/T\_Vrn-A1* выявлено, что в коллекции (среди 287 образцов, несущих аллель *Vrn-A1*) 41 растение имеет аллель «Hereward type Late flowering» (14,29%) и 178 растений содержат аллель «Clairre type Early flowering» (62,02%). Генотипический анализ растений на аллельное состояние гена *Vrn-B1* мы проводили с использованием классической ПЦР с последующим электрофоретическим анализом. Среди 463 образцов коллекции было выявлено, что 359 растений имели озимый аллель *vrn-B1* 1149 п.н (77,54%). У 104 растения амплификация на маркер *Vrn-BR4* не прошла (22,46%), предположительно из-за наличия другого аллеля. Образцы с яровым аллелем *Vrn-B1* 709 п.н. отсутствуют. Полученные нами результаты могут быть полезны при выборе доноров морозостойкости среди изученных образцов как для твердой, так и для мягкой пшеницы и способствовать созданию новых сортов с лучшей морозостойкостью. Следующим этапом данного исследования будет оценка коллекции твердой озимой пшеницы по другим маркерам морозостойкости и поиск связей между данными генотипирования и фактической полевой морозостойкостью растений.

Исследование выполнено при поддержке Российского Научного Фонда, № 24-16-00274.

#### **Список литературы**

1. Wurschum T., C. Friedrich H. Longin, Hahn V., Tucker M.R. and Willmar L. Leiser. Copy number variations of CBF genes at the Fr-A2 locus are essential components of winter hardiness in wheat // *The Plant Journal* – 2017. – Т. 89. – №. 4. – С. 764-773.
2. Michel, Sebastian, et al. Improving and maintaining winter hardiness and frost tolerance in bread wheat by genomic selection // *Frontiers in Plant Science* – 2019 –10:1195.

### **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ЛАБОРАТОРНУЮ ОЦЕНКУ МОРОЗОСТОЙКОСТИ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ**

**Зеленина А.С.<sup>1</sup>, Коробкова В.А.<sup>1</sup>, Блинков А.О.<sup>1</sup>, Яновский А.С.<sup>2</sup>,  
Беспалова Л.А.<sup>2</sup>, Дивашук М.Г.<sup>1</sup>**

**1-Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский  
научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии»  
(ФГБНУ ВНИИСБ) ул. Тимирязевская 42, Москва, Россия, 127550;  
e-mail: zelenina\_25\_11\_2003@mail.ru**

**2-Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный  
центр зерна имени П.П. Лукьяненко» (ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»),  
Краснодарский край, город Краснодар, Центральная Усадьба КНИИСХ, 350012**

Морозостойкость твёрдой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) является ключевым показателем адаптационного потенциала сорта и напрямую определяет его успешное выращивание в регионах с холодными зимами. Для эффективной оценки необходимо определить, какие факторы весомо влияют на результаты диагностики. Так в ходе нескольких лабораторных экспериментов были изучены и выявлены основные

параметры, влияющие на адаптивные свойства растений при лабораторной оценке морозостойкости.

В ходе экспериментов использовали сорта-тестеры: Цель, Крупинка, Леукурум 21, Кристалл 2, Арена и Одари. Исследовали влияние интенсивности и спектрального состава освещённости, наличие или отсутствие закалки и её вариант, наличие комплексных удобрений.

Условия роста и развития растений. Особое внимание при лабораторной диагностике необходимо уделять условиям вегетации. Нами было отмечено, что низкая доля спектрального состава дальнего красного, а также низкая интенсивность света (190-200 Мкмоль/м<sup>2</sup>/с влияет негативно на растения, затягивая время перехода от посева к фазе кущения. Лучше всего растения чувствовали себя при освещении светодиодными лампами с оптимальным уровнем освещённости (400-600 Мкмоль/м<sup>2</sup>/с) и под натриевыми лампами. Особый интерес представляли и естественные условия роста. Их недостатком является невозможность контролировать все условия для роста и развития растения, риски получить некачественный материал.

Влияние удобрений является значимым компонентом при лабораторной оценке морозостойкости твёрдой пшеницы. В экспериментальных данных отмечено, что применение минеральных удобрений способствует повышению показателей выживаемости проростков после проморозки. В одном из экспериментов испытывали влияние растворимых минеральных удобрений (Акварин 13, N-P-K+Mэ 13-41-13+Mэ в хелатной форме, Буйский химический завод) и удобрений пролонгированного действия (Osmocote Exact Standard High K 5-6 мес., N-P-K: 11-11-18, ICL Нидерланды),

Растения, получавшие дополнительное питание вне зависимости от графика подкормок, в ряде случаев демонстрировали увеличение процента отрастания и выживания при экстремальных температурах.

Благодаря оптимизации питания в начальные фазы развития растений, удобрения способствуют формированию стрессоустойчивых проростков, что отражается на результатах лабораторной оценки. Важным открытием стало, что при использовании удобрений пролонгированного действия растения переходили к фазе кущения примерно на 7 дней раньше, что особенно важно при ускорении селекционного процесса.

Условия закалки. В наших экспериментах изучалось влияние различных вариантов закалки: её отсутствие, лабораторная и закалка (7 дней при 0°C при круглосуточной досветки и 3 дня при -4°C в темноте), моделирующая условия региона районирования (в течение 4 недели с постепенным снижением температуры до -4°C). Ожидается, что растения, не прошедшие закалку, погибали после проморозки тогда как закалка позволяла раскрыть их потенциал в преддверии «заморозков». При этом в искусственных условиях наилучшим образом показал лабораторный вариант закалки, что может быть связано с более резкими активаторами адаптивных возможностей злаков. Немного хуже растение пережили промораживание при имитации региональных условий.

Наиболее весомым является критическая температура промораживания растений. Особое значение для диагностики имеет использование своеобразной вилки температур, которая служит своеобразным ситом, отсеивающим на каждом этапе менее устойчивые генотипы. В наших экспериментах использовался градиент температур с шагом 3°C: -10°C, -13°C, -16°C.

Результаты подтверждают: для объективной лабораторной оценки морозостойкости необходимо комплексное исследование с контролем условий роста растений, уровня их закалки и температурного пула. Так наиболее успешным сочетанием факторов мы считаем освещённость на уровне 400-600 Мкмоль/м<sup>2</sup>/с, наличие лабораторной закалки (7 дней при 0°C при круглосуточной досветки и 3 дня при -4°C в темноте) и температурный пул с шагом в 3°C: -10°C, -13°C, -16°C.

Исследование поддержано Российским Научным Фондом № 24-16-00274.

## ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РЯДУ ГЕНОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА И КОНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Коробкова В.А.<sup>1</sup>, Яновский А.С.<sup>2</sup>, Крупин П.Ю.<sup>1</sup>, Крупина А.Ю.<sup>1</sup>, Ульянов Д.С.<sup>1</sup>,  
Ермолаев А.С.<sup>1</sup>, Архипов А.В.<sup>1</sup>, Назарова Л.А.<sup>1</sup>, Черноок А.Г.<sup>1</sup>, Мудрова А.А.<sup>2</sup>,  
Карлов Г.И.<sup>1</sup>, Дивашук М.Г.<sup>1</sup>

1 – ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
сельскохозяйственной биотехнологии», Москва 127550;

E-mail: [bowlingistka@gmail.com](mailto:bowlingistka@gmail.com)

2 – ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко», Краснодар 350012

Изучение коллекции по аллельным вариантам генов, оказывающим влияние на различные хозяйственно ценные признаки, является важным этапом селекционного процесса, а использование современных методов молекулярной биологии и биоинформатики позволяет проводить более точные селекционные мероприятия.

Мы проанализировали коллекцию из 393 сортов и перспективных селекционных линий озимой и яровой твёрдой пшеницы, собранной в Национальном центре зерна имени П.П. Лукьяненко, с помощью ПЦР (в том числе KASP-анализ), SDS-PAGE и GWAS-анализа. В результате наших исследований мы выявили структуру коллекции по аллельным вариантам генов, ассоциированных с различными показателями качества, адаптивности и продуктивности.

По результатам исследований на аллельные варианты гена *Zds-Al* нами выявлено, что преобладающее большинство образцов несут аллель *Zds-Alb*: 90% сортов озимого коллекционного питомника, 88% яровых образцов и 71% озимых линий КСИ (Коробкова и др., 2023а). В условиях Краснодарского края на индекс желтизны в зерне и крупке у озимых образцов коллекционного питомника и КСИ в основном оказывал положительный эффект аллель *Zds-Ala*. У яровых образцов твёрдой пшеницы был выявлен положительный эффект аллеля *Zds-Alb* на индекс желтизны в зерне, в то время как индекс желтизны в крупке у образцов с этим аллелем был достоверно ниже.

Ген *Psy-Al* в изученной коллекции представлен тремя вариантами аллелей. Аллель *Psy-Ald* преобладает и составляет 90% озимых сортов, 98% яровых образцов и 92% озимых линий КСИ. Аллель *Psy-Alo* встречается только среди озимых образцов (6 сортов и линий КСИ). Аллель *Psy-Ala* представлен в совокупности 9 образцами яровой и озимой твёрдой пшеницы. Гены *Zds-Al* и *Psy-Al* связаны с накоплением каротиноидных пигментов в зерне.

Мы выявили отсутствие 1RS.1BL и 1RS.1AL у всех изученных коллекционных образцов яровой и озимой твёрдой пшеницы, собранной в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко. Отсутствие 1RS наблюдалось у всех образцов вне зависимости от этапа селекционного процесса, в том числе у дополнительно проанализированных 144 озимых линий селекционного питомника, полученных путём скрещиваний (*T. aestivum* (+1RS.1BL) x *T. durum*) x *T. durum*. Введение ржано-пшеничной транслокации потенциально возможно с применением инструментов маркер-опосредованной селекции (Korobkova et.al., 2023).

С помощью SDS-PAGE анализа и ПЦР-маркеров было показано, что среди сортов яровой твёрдой пшеницы наиболее часто встречаются аллели *Glu-A1c* (97%), *Glu-B1al* (55%), *Glu-B1d* (18,8%) и *Glu-B1e* (13%) (Kroupin et al., 2023), среди сортов озимой твёрдой пшеницы наиболее часто встречаются аллели *Glu-A1c* (82,9%), *Glu-B1b* (53,9%), *GluB1al* (17,1%) и *Glu-B1e* (14,5%) (Kroupina et.al., 2023), среди линий озимой твёрдой

пшеницы конкурсного сортоиспытания наиболее часто встречаются аллели *Glu-A1c* (98,0%), *Glu-B1a1* (59,6%), *Glu-B1d* (17,2%) и *Glu-B1e* (12,1%) (Коробкова и др., 2023b). Нами впервые выявлен аллель *Glu-B1z\**, встречающийся у 5% образцов питомника конкурсного сортоиспытания озимой твёрдой пшеницы и у 7,2% сортов яровой твёрдой пшеницы (Kroupin et al., 2023; Коробкова и др., 2023b). На содержание белка и клейковины у сортов озимой твёрдой пшеницы положительное влияние оказывают аллели *Glu-A1a*, *Glu-B1a1* и *Glu-B1f*, в то время как у сортов яровой твёрдой пшеницы повышенное содержания белка ассоциировано с наличием аллелей *Glu-B1a1*, *Glu-B1e*, *Glu-B1z*.

На основе анализа SNP AX-94403238 на хромосоме 4B, ассоциированного с содержанием белка в зерне, был выявлен ген-кандидат *Sat2*. Секвенирование гена-кандидата *Sat2* у пяти образцов твёрдой пшеницы, контрастных по содержанию белка, выявило 23-29 однонуклеотидных полиморфизмов (SNP). На SNP в первом интроне был разработан KASP-маркер, с помощью которого на коллекции из 193 образцов было показано влияние аллельного состояния *Sat2* на содержание белка в зерне яровой твёрдой пшеницы.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 24-16-00274.

### Список литературы:

1. Коробкова В.А., Беспалова Л.А., Яновский А.С., Воропаева А.Д., Архипов А.В., Ширнин С.Ю., Черноок А.Г., Никитина Е.А., Ульянов Д.С., Мудрова А.А., Букреева Г.И., Карлов Г.И., Дивашук М.Г. Скрининг коллекции яровой и озимой твёрдой пшеницы с помощью KASP-маркера на аллельное состояние гена *Zds*. Кормопроизводство. 2023а. № 4. С. 25-31. <https://doi.org/10.25685/KRM.2023.4.2023.004>
2. Коробкова В.А., Крупина А.Ю., Архипов А.В., Яновский А.С., Воропаева А.Д., Беспалова Л.А., Мудрова А.А., Назарова Л.А., Магомедов М.М., Крупин П.Ю., Самарина М.А., Ульянов Д.С., Карлов Г.И., Дивашук М.Г. Разнообразие аллельного состояния генов *Glu-1* в коллекции образцов твёрдой пшеницы (*Triticum durum* Desf.). Сельскохозяйственная биология. 2023b;58(5): 840-851. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2023.5.840rus>
3. Korobkova, V.A.; Bepalova, L.A.; Yanovsky, A.S.; Chernook, A.G.; Kroupin, P.Y.; Arkhipov, A.V.; Yurkina, A.I.; Nazarova, L.A.; Mudrova, A.A.; Voropaeva, A.D.; et al. Permanent Spreading of 1RS.1AL and 1RS.1BL Translocations in Modern Wheat Breeding. *Plants* 2023, 12, 1205. <https://doi.org/10.3390/plants12061205>
4. Kroupin, P.Y.; Bepalova, L.A.; Kroupina, A.Y.; Yanovsky, A.S.; Korobkova, V.A.; Ulyanov, D.S.; Karlov, G.I.; Divashuk, M.G. Association of High-Molecular-Weight Glutenin Subunits with Grain and Pasta Quality in Spring Durum Wheat (*Triticum turgidum* spp. *durum* L.). *Agronomy* 2023, 13, 1510. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061510>
5. Kroupina, A.Y.; Yanovsky, A.S.; Korobkova, V.A.; Bepalova, L.A.; Arkhipov, A.V.; Bukreeva, G.I.; Voropaeva, A.D.; Kroupin, P.Y.; Litvinov, D.Y.; Mudrova, A.A.; et al. Allelic Variation of *Glu-A1* and *Glu-B1* Genes in Winter Durum Wheat and Its Effect on Quality Parameters. *Foods* 2023, 12, 1436. <https://doi.org/10.3390/foods12071436>

## ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФУНГИЦИДА, СОДЕРЖАЩЕГО ГРИБ *TRICHODERMA VIRIDE* НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМОВИДНОЙ ПОЧВЫ

Косицына О.А.<sup>1</sup>, Чагарова О.В.<sup>1</sup>, Цимбал А.В.<sup>1</sup>, Секрет Ю.М.<sup>2</sup>, Кузнецова В.А.<sup>2</sup>

**1-Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования  
«Благовещенский государственный педагогический университет» (ФГБОУ ВО  
«БГПУ»), Благовещенск,  
E-mail: ivanolga2005@mail.ru  
2-АО «Аметис», Благовещенск**

Вопросы деградации почвы сельскохозяйственного назначения становятся все более актуальными. Одним из путей решения возникшей проблемы является применение средств химизации микробиологического происхождения [1]. Грибы рода *Trichoderma* в настоящее время активно используются в аграрном секторе в качестве биофунгицидов, т.к. продуцируют антибиотические вещества и гидролитические ферменты, разлагающие растительные остатки, уничтожают почвенные патогены [2]. Биологическую активность почвы важный показатель, позволяющий судить о процессах, протекающих с участием почвенных микроорганизмов и их активности [3, 4].

Цель исследования: изучение влияния препарата биологический фунгицид, содержащий гриб *Trichoderma viride* на биологическую активность лугово-черноземовидной почвы. Задачи исследования: оценить интенсивность дыхания и целлюлозоразрушающую способность почвы; определить общее микробное число групп микроорганизмов, участвующих в круговороте азота.

Объектом для исследования послужила лугово-черноземовидная почва КФХ «Прохладное», и КФХ «Ермолаев», Амурская область. Площадь опыта 10 га. Биологический фунгицид в жидком виде, содержащий гриб *Trichoderma viride* в количестве не менее 109 спор грибов (АО «Аметис») в дозе 3 л/га (расход рабочей жидкости 300 л/га) вносили в почву опрыскивателем Туман 2М сразу после уборки пшеницы с последующей заправкой на глубину пахотного слоя (20-22 см). Отбор почвенных проб проводили по стандартной методике в сентябре 2024-2025 гг.

Схема опыта: почва, обработанная биофунгицидом в жидком виде, содержащем гриб *Trichoderma viride* в количестве не менее 109 спор грибов (опыт); почва, не обработанная биопрепаратом (контроль).

Методика исследования включала определение целлюлозоразрушающей активности почвы аппликационным методом. Оценка биологической активности почв по целлюлозолитической способности почвы определяли по шкале предложенной Д.Г. Звягинцевым (% разложившегося полотна): очень слабая < 10 %, слабая – 10-30 %, средняя – 30-50 %, сильная – 50-80 %, очень сильная > 80 % [5]. Оценка интенсивности дыхания (ИД) проводили по количеству выделившегося CO<sub>2</sub>. Шкала оценки биологической активности по ИД, CO<sub>2</sub> (10 г/сутки): I очень слабая 0-5; II слабая 5-10; III средняя 10-15; IV высокая 15-25; V очень высокая > 25 [5, 6]. Выявление азотфиксирующих бактерий проводили на твёрдой среде Эшби; нитрифицирующих бактерий в жидких средах Виноградского (первая и вторая фаза нитрификации); аммонификаторов-анаэробов на МПА [7]. Результаты таксономической принадлежности аммонификаторов и азотфиксаторов получили с использованием оборудования ЦКП «Геномные технологии, протеомика и клеточная биология» ФГБНУ ВНИИСХМ.

Лугово-черноземовидные почва Амурской области является наиболее продуктивными почвами региона и интенсивно используются в сельском хозяйстве. Они характеризуются слабой микробиологической активностью вследствие глубокого промерзания в холодный период и медленного оттаивания в тёплый [8]. Исследуемая почва характеризуется слабой интенсивностью дыхания. В варианте с обработкой почвы биофунгицидом ИД составила 8,3 CO<sub>2</sub> (10 г/сутки), в контрольном 6,8 CO<sub>2</sub> (10 г/сутки). Обработка почвы биопрепаратом, содержащим гриб и споры гриба *Trichoderma viride* на 22 % повышает интенсивность дыхания почвы. Целлюлозолитическая способность лугово-черноземовидной почвы оценивается как слабая и очень слабая. Обработка

почвы препаратом, содержащим гриб и споры гриба *Trichoderma viride* на 73 % повышает ее целлюлозолитическую способность по сравнению с контрольным вариантом. Следовательно, внесение биофунгицида на основе гриба *Trichoderma viride* улучшает процессы разложения пожнивных остатков и как следствие активизируются микробиологические процессы в почве.

Микробиологический анализ показал наличие в почве аммонификаторов-анаэробов, причем наибольшее их число выявлено в опытном варианте ( $7,8 \times 10^8$  КОЕ/г), следовательно, процессы разложения органического вещества идут быстрее при обработке почвы препаратом, содержащим гриб и споры гриба *Trichoderma viride*. Колонии сформировались морщинистые, белесые, округлой формы с ровным краем. В мазке форма клеток палочковидная, спорообразующие. Споры овальные, располагаются центрально, терминально и субтерминально. Грамположительны. В почве выявлены бактерии рода *Bacillus* sp. Во всех вариантах опыта выявлены нитрифицирующие бактерии. При реакции с дифениламином в присутствии концентрированной серной кислоты получена интенсивно синяя окраска (очень сильная) в варианте с обработкой почвы биофунгицидом ( $2 \times 10^5$  КОЕ/г). В контрольном варианте окраска культуральной жидкости характеризовалась как средняя (окраска культуральной жидкости с дефиниламином в присутствии концентрированной серной кислоты – синяя). В опытном и контрольном вариантах выявлено наличие *Paenibacillus* sp. В почве, обработанной биофунгицидом (опыт) численность азотфиксаторов составила  $5 \times 10^6$  КОЕ/г, в контрольном  $4 \times 10^6$  КОЕ/. На поверхности среды сформировались бесцветные слизистые вязкие колонии округлой формы с ровными краями. В мазках присутствуют спорообразующие грамположительные палочки.

#### **Список литературы:**

1. Дегтярева Е.А., Виноградова К.А., Александрова А.В., Филоненко В.А., Кожевин П.А. Почвенные актиномицеты как потенциальные биофунгициды // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2009. №2. С. 22-26.
2. Промышленное применение грибов рода *Trichoderma* / Ф.К. Алимова. – Казань: Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, 2006. 209 с.
3. Нечаева Е.Х. Параметры оценки биологической активности почвы // Эпоха науки. 2015. № 4. С. 495-498.
4. Гринец Л.В. Сенькова Л.А., Мингалев С.К. Биологическая активность почвы // Аграрное образование и наука. 2019. № 2. С. 14-17.
5. Федорец Н.Г., Медведева М.В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. – Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2009. 84 с.
6. Аникеев В.В., Лукомская К.А. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. – Москва : Просвещение, 1983. 127 с.
7. Улимбашев А.М., Занилов А.Х. Сравнительная оценка методов определения дыхания почвы. Возможности их использования в климатических проектах // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (67). С. 83-90 doi:1024412/2078-1318-2022-2-83-90.
8. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник / под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф. П.В. Тихончука. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2016. 570 с.

### **ВЫЯВЛЕНИЕ АССОЦИАЦИЙ МЕЖДУ МОРОЗОСТОЙКОСТЬЮ И ГЕНАМИ, КОНТРОЛИРУЮЩИМИ ФОРМИРОВАНИЕ ДАННОГО ПРИЗНАКА В КОЛЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ**

Лаппо А.А.<sup>1</sup>, Есина М.С.<sup>3</sup>, Черноок А.Г.<sup>1</sup>, Коробкова В.А.<sup>1</sup>, Блинков А.О.<sup>1</sup>, Зеленина А.С.<sup>1</sup>, Стрембовский И.В.<sup>1</sup>, Яновский А.С.<sup>2</sup>, Беспалова Л.А.<sup>2</sup>, Воропаева А.Д.<sup>2</sup>, Карлов Г.И.<sup>1</sup>, Дивашук М.Г.<sup>1</sup>

**1 – ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии» (ФГБНУ ВНИИСБ), Москва 127550;**

**E-mail: nlap00@mail.ru**

**2 – ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» (ФГБНУ НЦЗ им. П. П. Лукьяненко), Краснодар 350012**

**3 – ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева), Москва 127550**

Озимая твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.) представляет значительный интерес для сельского хозяйства благодаря более высокой урожайности по сравнению с яровой формой. Однако расширение площадей её возделывания ограничивается риском вымерзания посевов. Наиболее эффективным подходом к минимизации риска вымерзания является создание и внедрение в производство устойчивых сортов. Современные методы молекулярной селекции, в частности маркер-опосредованный отбор (MAS), позволяют значительно ускорить этот процесс за счет ранней идентификации ценных генотипов. В связи с этим актуальной задачей является разработка и валидация молекулярных маркеров, пригодных для массового скрининга.

Целью данной работы был подбор на основе литературных данных молекулярных маркеров на основные локусы, определяющие морозостойкость озимых злаков, и их последующая валидация на селекционном материале.

Объектом исследования стала коллекция озимой твердой пшеницы, состоящая из 234 сортов и перспективных линий как российской, так и зарубежной селекции. ДНК выделяли из перемолотого зерна с помощью набора реагентов «МагноПрайм® ГМО» на автоматизированной станции для массового выделения ДНК Auto-Pure 96 (Allsheng, КНР). Выборка состояла из 15-20 зерен на сортообразец. KASP-ПЦР проводилась на приборах Bio-Rad CFX 96 и CFX 384 по рекомендуемым производителем условиям. Реакционная смесь включала Mastermix с карбоксифлуоресцеином и гексахлорфлуоресцеином в качестве флуоресцентных красителей объемом 5 мкл, а также смесь двух прямых и одного общего обратного праймеров с концентрацией 50 мМ в соотношении 1:1:2.5 объемом 0,14 мкл. ДНК анализируемой пробы добавлялась в объеме 5 мкл (концентрация 50 нг/мкл). Для генотипирования было использовано 5 KASP-маркеров, из которых 3 были нацелены на локус *Fr-A2* (S226994, S1077313, S1862541) и 2 на ген *Vrn-A1* (VrnA1-9k00001, Vrn1\_new). Оценку селекционного материала на морозостойкость проводили по методике государственного сортоиспытания в фитотронном комплексе НЦЗ имени П.П. Лукьяненко. Статистическая обработка данных проводили с помощью языка программирования R и в программе STATISTICA.

Распределение показателей морозостойкости в изучаемой коллекции отличалось от нормального, концентрируясь в области максимальных и минимальных значений. В связи с этим для статистического анализа применяли методы, корректные для данных, не подчиняющихся нормальному распределению.

Корреляционный анализ подтвердил ключевую роль локуса *Fr-A2* в формировании морозостойкости. Маркеры S226994, S1077313 и S1862541 показали сильную корреляцию с уровнем признака (коэффициенты 0,74–0,77), что позволяет рассматривать их как высокоэффективные инструменты для отбора. Среди маркеров гена *Vrn-A1* статистически значимое влияние на морозостойкость выявлено для Vrn1\_new ( $r = 0,71$ ). В то же время маркер VrnA1-9k0001 не показал значимой

корреляции с изучаемым признаком, что, вероятно, связано с однородностью образцов по данному локусу.

В результате работы был валидирован набор высокоинформативных KASP-маркеров для оценки морозостойкости озимой твердой пшеницы. Показано, что маркеры S226994, S1077313, S1862541 (локус *Fr-A2*) и *Vrn1\_new* (ген *Vrn-A1*) являются эффективными для применения в программах маркер-опосредованной селекции. Полученные результаты позволяют проводить целенаправленный отбор ценных генотипов на ранних этапах селекционного процесса, что способствует ускоренному созданию конкурентоспособных зимостойких сортов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ №24-16-00274 (<https://rscf.ru/project/24-16-00274/>).

## **ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КЛИМАТИЧЕСКИХ КАМЕРАХ**

**Нормов В.А., Яновский А.С., Мудрова А.А.**

**ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»), Краснодар, 350012;  
E-mail: [knish@knish.ru](mailto:knish@knish.ru); [normovva@mail.ru](mailto:normovva@mail.ru)**

Спрос на продовольствие продолжает расти с ростом населения, но выращивание некоторых продовольственных культур сталкивается с такими проблемами, как сокращение вегетационного периода, вредители и нестабильные погодно-климатические условия.

Скоростная селекция стала преобразующей стратегией в современной селекции растений, предлагая потенциал для значительного сокращения времени селекционного процесса и повышения генетического прогресса, особенно для пшеницы *Triticum aestivum*, одной из важнейших основных сельскохозяйственных культур в мире. Скоростная селекция (Speed breeding) на сегодняшний день достаточно хорошо изучена и внедрена во многих селекционных центрах в мире на мягкой пшенице. Работы в этой области по твердой пшенице фрагментальны и незначительны. Цель нашей работы создать и улучшить методы для селекции озимой твердой пшеницы и получить гибридные популяции F<sub>0</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, и F<sub>3</sub> в камерах искусственного климата, для дальнейшего отбора в полевых условиях генотипов с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Твердая пшеница *Triticum durum* Desf. возделывается на 13,5 млн га с мировым производством 33,8 млн тонн [1]. Хотя в глобальном масштабе она незначительна, составляя менее 7% от общего объема производимой в мире пшеницы, она сосредоточена в относительно небольших географических регионах, вносящей значительный вклад в производство продовольствия и сельскохозяйственный доход.

Метод основан на манипулировании параметрами окружающей среды, такими как расширенный фотопериод, контролируемый температурный режим и оптимизированная интенсивность света, что вызывает быстрый рост растений и раннее цветение, тем самым обеспечивая несколько поколений в год по сравнению с традиционными 1–2 поколениями.

В ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» работа по ускорению селекционного процесса методом Speed breeding на озимой твердой пшенице была начата в 2019 году. Созданная климатическая камера центра отвечала всем требованиям, предъявляемым для данного метода.

После проведенных в течении ряда лет экспериментов нами были получены и проанализированы данные, которые позволили определить оптимальные спектр и интенсивность светодиодного освещения (23000 lx) длину фотопериода (от 16 до 22 часов), параметров температуры (от +5°C до +30°C), относительную влажность воздуха (от 65% до 85%), скорость потока воздуха (от 1 до 5 м/с) в зависимости от стадии вегетации культуры.

В 2025 году был начат эксперимент по созданию исходного материала озимой твердой пшеницы в климатических камерах МИР 1 и МИР 2 в ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». Для гибридизации были выбраны: сорта озимой твердой пшеницы, широко использованные в производстве и в селекционной практике с комплексом хозяйственно ценных признаков (Крупинка, Ласка, Одари, Синьора, Бэлла, Кордон, Алтана и Цель); линии озимой твердой пшеницы (20356th7, 20356th71, 20356th44, 20356th59, 20356th68, K2136h178, 5842h14 и 5841h33) с высокими показателями качества зерна, отвечающие мировым стандартам (белок 14,0-14,5%, клейковина 29,1-34,0%, натура зерна 818-842 г/л, стекловидность 65-90%, индекс глютена GI 80,2-98,7% и индекс цвета YI 22,6-25,6 е.п.); сорта и линии озимой мягкой пшеницы Дюна, Нонна, 2848sv6, пшенично пырейный гибрид ПППГ-1.

Всего было опылено 1620 цветков, получено 343 зерна, средний процент удачи составил 16,6%. Завязываемость гибридных зерен в опыте варьировала от 3,3% до 45,0%. Минимальный процент завязываемости гибридных зерен выявлен в межвидовых комбинациях скрещивания 24-25Nh (Дюна/5018hя, 5%) и 26-25Nh (Нонна/20356th71, 3,3%). Максимальный процент завязываемости выявлен в комбинациях, где в качестве родительских форм была использована озимая твердая пшеница, 5-25Nh (20356th7/ Цель, 28,3%), 6-25Nh (Ласка/Кордон, 31,7%), 7-25Nh (Ласка/Бэлла, 36,7%), 15-25Nh (Одари/Кордон, 41,7%) и 16-25Nh (20356th71/Одари, 45,0%).

Всего на получение одного поколения озимой твердой пшеницы (от семени до семени) в условиях speed breeding, потребовалось 105 суток. За это время было произведено 27 комбинаций скрещивания, получен материал F0, который высеян в климатических камерах для получения гибридного поколения F1.

#### **Список литературы:**

1. Dahl, K. Global Durum Forecast. Available online: [http://www.italmopa.com/wp-content/uploads/2017/05/144\\_all\\_1.pdf](http://www.italmopa.com/wp-content/uploads/2017/05/144_all_1.pdf) (Accessed 1 January 2022).

### **РЕАЛИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА СОРТОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ, ВНЕСЕННЫХ В ГОСРЕЕСТР В 2016-2025 ГГ., НА АЛТАЕ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

**Розова М.А., Барышева Н.В., Егиазарян Е.Е., Лысенко М.В.**

***ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» (ФГБНУ ФАНЦА), Барнаул 656910;  
E-mail: mrosova@yandex.ru***

Селекция – это эффективный способ совершенствования хозяйственно значимых для производства и переработки продукции признаков. Современное состояние рынка твердой пшеницы предполагает использование новых сортов с улучшенными и стабильными показателями, прежде всего, качества зерна и конечных продуктов при хорошем потенциале продуктивности для достижения целевых показателей в растениеводстве, макаронной и крупяной промышленности. В 2022-2025 гг. (по качеству в 2022-2024 гг.) был проведен анализ 34 новых сортов твердой яровой пшеницы,

внесенных в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в последнее десятилетие (2016-2025 гг.), в условиях Приобской лесостепи Алтайского края. Опыт был организован по типу коллекционного питомника с площадью делянки 10 м<sup>2</sup> с размещением стандарта Памяти Янченко каждым 10-м номером. Условия проведения опытов отличались по годам и в целом были от умеренно благоприятных с уровнем урожайности 3,5 и 3,7 т/га в 2024 и 2023 гг. до благоприятных в 2022 и 2025 гг. – 5,6 и 4,7 т/га. Особенностью 2023-2025 годов была влажная, дождливая погода с наступления конца тестообразной – начала восковой спелости, что привело к дифференцированному прорастанию зерна и ухудшению показателей качества.

Сорта последнего поколения включают 9 сортов СамНЦ РАН (из них 4 совместно с другими НИУ), 5 (1) – НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, 5 (2) – ФГБНУ ФАНЦА, 4 (1) Омского АНЦ, 4 (1) – Агролига (ЦСР), 4 – ФНЦ БСТ РАН и частными селекционерами из Оренбурга (по 2 каждый), 2 – ФАНЦ Юго-Востока, , иностранные сорта Си Атлант, Си Нило (Швейцария), Тессадур (Австрия) и Фарах (Италия) и др.

Оценка урожайности показала, что ни один новый сорт не превосходил по урожайности стандарт Памяти Янченко (год внесения 2012) ежегодно. Максимальная средняя урожайность была получена у сортов Безенчукская юбилейная – 4,95 т/га (+0,43 т/га), Шукшинка – 4,83 т/га (+0,30 т/га), АТП Партнер – 4,72 т/га (+0,20 т/га). Сорта Алазар, АТП Прима, Башкирская 29, Безенчукская золотистая, Безенчукская крепость, Безенчукский подарок, Солнечная 573, Таганрог, Тамара и Целинница были на уровне стандарта. Не сумели реализовать свой потенциал и уступали стандарту в 3 года из 4-х сорта Лариса янтарная, Тессадур, Фарах, Никола, Твердыня; в половине случаев – Бурбон, Омский лазурит, Памяти Васильчука, Меч, Си Атлант и Си Нило. Урожайность самого древнего сорта Харьковская 46 (внесен в реестр в 1957 г.) была пониженной в 2022 и 2023 гг. и на уровне средней в 2024 и 2025 гг. Сравнение его с новыми сортами показало, что в среднем за 4 года сорт уступал только 3 сортам, в большинстве случаев оставался конкурентоспособным в данных условиях среды.

Качество сортов твердой пшеницы имеет первостепенную роль в его продвижении на рынке. Прочный белковый каркас определяет качество макаронной продукции и её питательную ценность. Варьирование среднесортowego содержания белка по годам было в пределах 13,9...16,0%, обратно пропорционально уровню урожайности. В 2022, самом урожайном году колебание по сортам составило 13,9% (Триада) ... 16,4 % (Лариса янтарная); в 2023 г. – 13,8% (Башкирская 29) ... 18,0% (Безенчукская крепость); в 2024 г. – 13,8 (Триада) ... 20,6 (Никола). В среднем по опыту содержание белка составило 15,3%, стандарта Памяти Янченко 15,8% Сорта Харьковская 46 – 15,4%. Уступили стандарту Башкирская 29 (14%), Безенчукская юбилейная (11%), Краснокутка 15 (14%), Меляна, (13%) и Триада (13%). В качестве высокобелковых ежегодно проявляли себя сорта Ядрица (средняя за 3 года 17,8%), Тессадур (16,6%), Лариса янтарная (16,5%) и Никола (16,4%). Однако повышенный белок скорее является следствием низкой урожайности, так как отклонение от стандарта у этой группы сортов составило 0,37 ... 1,63 т/га. Показатели микронатуры зерна значительно отличались по годам – 779 г/л в 2022 г., 699 г/л в 2023 г. и 704 г/л в 2024 г., что связано с прорастанием зерна в 2023 и 2024 гг. Микронатура зерна стандарта (754 г/л; по годам 785, 756 и 720 г/л) была на уровне лучших по опыту: Башкирская 29 – 752 г/л; Краснокутка 15 – 757 г/л; Солнечная 573 – 754 г/л; Целинница – 753 г/л; Шукшинка – 756 г/л; Меляна, Твердыня – 759 г/л. Все 3 года низконатурным было зерно сортов Омский коралл, Ядрица, Никола, а в среднем за 3 года и у АТП Партнер (704), Кремень (719), Триада (797), Фарах (711), Ясенка (701), Си Нило (713), за два последних года у сортов Меч (656) и Омский малахит (682 г/л). В связи с погодными условиями стекловидность зерна была невысокой и варьировала по генотипам в среднем за 3 года от 33 до 64% у стандарта. Лучшую стекловидность (60 - 64%) проявили сорта Башкирская 29, Краснокутка 15, Лариса янтарная, Омский лазурит, Солнечная 573,

Шукшинка и Твердыня. Качество клейковины влияет на потребительские свойства макарон – потери при варке, отсутствие липкости, способность удерживать молекулы крахмала, свойство «аль денте». Комплекс показателей качества клейковины, ее реологических свойств ( $IDK \leq 95$  ед.,  $IG \leq 20\%$ ,  $SDS \leq 30$  мл), позволяют говорить о слабой клейковине у сортов Башкирская 29, Краснокутка 15, Оазис, Солнечная 573, Целинница, Ядрица и Ярина. К числу наиболее ценных можно отнести сорта Алазар, АТП Прима, АТП Партнер, Безенчукская золотистая, Безенчукский подарок, Кремень, Памяти Васильчука и Шукшинка. У сортов Триада и Ясенка не всегда отмывалась клейковина, но, судя по величине седиментации, они так же могут считаться ценными. Сорта Бурбон, Си Атлант, Тамара и Фарах имеют хорошие показатели ИДК и IG, но среднюю седиментация – 33...37 мл. Остальные сорта, включая стандарт, имеют клейковину среднего качества. Цвет эндосперма/крупки характеризует как эстетическую, так и потребительскую ценность, являясь показателем содержания каротиноидных пигментов. В условиях прорастания в 2023-2024 гг. он резко ухудшался, тем не менее, колориметрическая оценка сортов за эти годы позволяет дифференцировать материал. При величине оценки цвета у стандарта 11,1 ед., лучшие сорта оценивались на 17,0 ... 21 ед.: Безенчукская золотистая – 21,0; АТП Прима – 19,5; Безенчукская крепость – 19,0; Омский лазурит и Тамара – 18,1; Кремень – 17,5; Алазар – 17,4; Тессадур – 17,1 и Шукшинка – 17,0 ед. прибора. Наряду со стандартом низкие колориметрические оценки (10,9... 12,4) имели Бурбон, Триада, Ядрица, Меч и Си Нило.

Изучение новых сортов яровой твердой пшеницы на Алтае в сложных условиях 2022-2025 гг. позволяет выделить сорта Алазар (СамНЦ РАН, Агролига), Безенчукская золотистая, Безенчукская крепость, Безенчукский подарок (СамНЦ РАН), АТП Партнер (ФАНЦА, СамНЦ РАН), АТП Прима, Шукшинка (ФАНЦА), Кремень (Абдрашитов Р.Р., Мухитов Л.А.), Памяти Васильчука, Тамара (ФАНЦ Юго-Востока), Ясенка (НЦЗ), реализующие генетически заложенный потенциал продуктивности и качества на высоком уровне. Сорта, внесенные в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2016-2024 гг., по урожайности преимущественно близки к стандарту, однако целый ряд сортов превосходят его по таким показателям качества как качество клейковины и цвет зерна/крупки/макарон.

## **СОЗДАНИЕ НОВЫХ ФОРМ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM DURUM* DESF.) С УЛУЧШЕННЫМИ КАЧЕСТВЕННЫМИ ПРИЗНАКАМИ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

**Утебаев М.У.<sup>2</sup>, Хасанова Г.Ж.<sup>1</sup>, Дашкевич С.М.<sup>2</sup>, Крадецкая О.О.<sup>2</sup>, Чилимова И.В.<sup>2</sup>**

**1 - НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им.**

**С.Сейфуллина» (КАТИУ), РК, Астана 010000;**

**e-mail: khasanova-gulmira@mail.ru**

**2 - ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»**

**(НПЦЗХ), РК, Шортанды 021601;**

**e-mail: phytochem@yandex.ru**

Твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.) является одной из важнейших зерновых культур в мире и занимает около 8% от всей мировой площади, засеянной пшеницей. Использование зерна твердой пшеницы в качестве продуктов питания весьма разнообразно: макаронные и хлебные изделия, спагетти (паста), в виде крупы для приготовления таких блюд как: кускус, булгур, фрике, гофио, сухие завтраки и десерты (мушабак, хариса, халва, кугель). В этой связи актуальным является получение новых сортов и линий твердой пшеницы с высокой продуктивностью и улучшенными

качественными показателями. В особенности следует уделить внимание на повышение качества клейковины и содержанию желтого пигмента, которое обусловлено накоплением каротиноидных пигментов.

В соответствие с вышеизложенным были получены и размножены гибриды тетраплоидной пшеницы. Биохимический анализ зерна новых гибридов показал накопление протеина в среднем на уровне 14,4% и варьировало от 12,9% до 15,4%; среднее содержание клейковины и глютен-индекс составил 23,7% и 33 ед. соответственно, SDS-седиментация от 28 до 45 мл. Содержание каротиноидов в среднем составило 0,360 мг/100 г, при максимальном значении 0,446 мг/100 г

На основе электрофореза проламинов пшеницы установлено наличие компонентов глиадина  $\gamma$ 42 маркирующие качественную клейковину.

В ходе скрининга гибридов тетраплоидной пшеницы с высоким содержания каротиноидов, экологическое испытание которой проводится нами в условиях резко-континентального климата Северного Казахстана, с часто повторяющимися засухами, были идентифицированы модифицированные молекулярные маркеры KASP на основе выделенных SNP в целевых генах *Psy*, *Ppo* и *Glu-3*. Данные маркеры основаны на разработке специфических праймерах с прикрепленными фрагментами, соответствующие флуорофорам FAM и HEX. Гены *Psy* кодируют ключевой фермент каротиногенеза – фитоинсинтазу. Гены *Ppo* играют важную роль в реакциях растений на абиотические и биотические стрессы. Гены *Glu* – кодируют низкомолекулярные субъединицы глютеина и ассоциируются с высокими хлебопекарными показателями.

Работа продолжается и проводится генотипирование аллельного состава целевых генов *Psy*, *Ppo* и *Glu-3* по выделенным SNP маркерам среди родительских форм. Генотипирование будет проведено, как минимум, в двух технических повторностях. По результатам исследований проведен отбор селекционных форм с ценными характеристиками качества зерна.

Работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан ИРН AP 23485115 «KASP-маркеры при создании и изучении тетраплоидной пшеницы с повышенным содержанием каротиноидов и улучшенным качеством клейковины».

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ САРАТОВА**

**Цетва И.С., Гапонов С.Н., Шутарева Г.И., Цетва Н.М., Милованов И.В., Жиганова Е.С., Соловова Н.С., Бурмистров Н.А., Осыка И.А.**

**ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока» (ФГБНУ ФАНЦ  
Юго-Востока), Саратов, 410010  
e-mail: [tse2van@yandex.ru](mailto:tse2van@yandex.ru)**

Выживаемость и продуктивность растений при сложных климатических условиях в широком диапазоне условий выращивания предполагает создание сортов, устойчивых к абиострессорам.

Цель исследования: Определение адаптивности различных сортов яровой твердой пшеницы в условиях Саратова с использованием различных методик [1-11] для выявления сортов, сочетающих комплексную устойчивость и продуктивность.

Материалы, методы исследований и условия проведения опыта: Исследования проводились в 2023-2025 гг. в ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» на 30 сортах разных регионов происхождения: Барнаула, Безенчука, Краснодара, Омска, Оренбурга,

Саратова [6]. Полевые опыты закладывались по стандартной агротехнике по основным методикам, площадь делянки – 2,4 м<sup>2</sup>, повторность – трехкратная. В качестве стандарта - сорт Краснокутка 13.

Годы проведения испытаний в вегетационный период для яровой твердой пшеницы в условиях Саратова были близки среднемноголетним в 2023, 2025гг (ГТК - 0,71 и 0,82 соответственно), и острозасушливы 2024 (ГТК = 0,39) при среднемноголетнем значении ГТК 0,70. Продолжительность вегетации от всходов до уборки составила 90 дней в 2024 году, 97 дней в 2023 и 2025 году.

Результаты и обсуждения: Проведен расчет адаптивности (пластичности, стабильности, стрессо- и засухоустойчивости) у всех изучаемых сортов.

Наиболее пластичны среди исследуемых сорта Омский коралл, Оренбургская 10, Сояна, Гордея, Шукшинка, Целинница.

По показателям стабильности наивысшие оценки получили сорта Гала, Тамара, Краснокутка 15.

Сорта Тамара, Гала, Золотая, Краснокутка 13, Краснокутка 15, Ясенка, могут быть использованы как исходный материал для создания сортов с высокой засухоустойчивостью.

Выводы: В нашем экологическом испытании повышенной устойчивостью к изменяющимся условиям (адаптивностью) обладали сорта Гала, Краснокутка 15, Таганрог, СТП Вероника, Оренбургская 10, Омский коралл, Омский изумруд.

#### **Список литературы:**

1. Bouslama M., Schapaugh W.T. Stress tolerance in soybean. Part 1: Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance // *Crop Science*. 1984. Vol. 24. Pp. 933–937. DOI: 10.2135/cropsci1984.0011183 X002400050026x.
2. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. sci.* – 1966. – Vol. 6, № 1. – P. 36-40.
3. Fernandez G.C. J. Effective selection criteria for assessing stress tolerance // *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water stress tolerance*. Tainan, 1992. Pp. 257–270.
4. Lan J. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops // *Acta Agriculture Boreali-occidentalis Sinica*. 1998. No. 7. Pp. 85–87.
5. Rosielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Science*. 1978. No. 21 (6). Pp. 943–946.
6. Гапонов С.Н., Шутарева Г.И., Цетва Н.М., Цетва И.С., Милованов И.В., Бурмистров Н.А., Жиганова Е.С., Соловова Н.С. Экологическая адаптивность сортов яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) саратовской селекции. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2024;185(1):184-190. DOI: 10.30901/2227-8834-2024-1-184-190.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. Москва: Альянс, 2014. 351 с.
8. Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И. Методики выявления потенциальной продуктивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайности // *Селекция и семеноводство*. 2014. № 2. С. 2–6.
9. Зыкин А.А., Мешков В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации. Новосибирск: Сибирское отделение ВАСХНИЛ, 1984. 24 с.
10. Неттевич, Э.Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна / Э. Д. Неттевич, А. И. Моргунов, М. И. Максименко // *Вестник сельскохозяйственной науки*. – 1985. – № 1. – С. 66-73.
11. Хангильдин, В.В. Проявление гомеостаза у гибридов гороха посевного / В. В. Хангильдин, Р. Р. Асфондиярова // *Биологические науки*. – 1977. – № 1. – С. 116-121.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННО- КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА

Штокарев Д.А., Яновский А.С., Мудрова А.А., Беспалова Л.А.

*ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» (ФГБНУ «НЦЗ им.  
П.П. Лукьяненко»), Краснодар, 350012;  
E-mail:knish@knish.ru ncz-rabota@mail.ru*

За последние пять лет площадь озимой твердой пшеницы выросла более чем в десять раз и составляет около 130 тыс. га. При этом увеличился и ареал распространения данной культуры. Сорты ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» Крупинка, Одари, Круча, Синьора и Бэлла возделываются не только в Северо-Кавказском регионе, но и в Центрально-Черноземном, Средневолжском, Нижневолжском и Уральском.

На сегодняшний день около 70% (100 тыс. га) озимой твердой пшеницы возделывается на юге Российской Федерации (Ставропольский край 42 тыс. га., Ростовская область 28 тыс. га, Краснодарский край 5 тыс. га и др).

За многолетнюю практику возделывания данной культуры сельхозпроизводителями юга России, благодаря тесному сотрудничеству с научными учреждениями был достигнут прорыв урожайности озимой твердой пшеницы с высокими ключевыми показателями качества (содержание белка и клейковины), предъявляемые ГОСТом РФ 9353-2016 [1] к зерну твердой пшеницы.

Стабильная урожайность, адаптивность, высокое качество и минимальная логистическая составляющая (близость портов) делает данную культуру экспортноориентированной и высокомаржинальной в Северо-Кавказском регионе. В процессе развития экспорта данной культуры были выявлены два качественных показателя (индекс глютена GI и индекс цвета YI), которых нет в Гост РФ, но которые влияют на цену реализованного продукта. В связи с этим было принято решение расширенного изучения сортов и перспективных линий озимой твердой пшеницы ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» в различных почвенно-климатических условиях для выявления факторов, влияющих на показатели (индекс глютена GI и индекс цвета YI), и возможность воздействия на них различными агротехнологическими методами.

Для данного опыта был выбран набор широко распространенных в производстве сортов озимой твердой пшеницы (Крупинка, Круча, Одари, Синьора, Бэлла), переданных на Государственное сортоиспытание (Защита, Дара и Кубанка 24) и перспективный селекционный материал с высокими показателями качества зерна (20356th44 4812h16-21-26 4730h4-21-7 4876h21 5030h4 4788h21-42 4778h29 4774h42).

Опыт проводился в четырех локациях: (I) Ростовская область, Зерноградский район, предшественник нут; (II) Ростовская область, Зерноградский район, предшественник подсолнечник; (III) Краснодарский край, город Краснодар, предшественник занятый пар; (IV) Ставропольский край, Изобильненский район, предшественник озимая пшеница.

Наибольший потенциал продуктивности и качества был получен в локации (III) Краснодарский край. Уровень урожайности варьировал от 10,5 т с 1 га у сорта Крупинка до 13,4 т с 1 га у сорта Синьора, максимальные показатели качества сформировали сорта Синьора (белок 13,9%, клейковина 31,3%, индекс глютена 70,8%, индекс цвета 23 ед.приб.), Защита (белок 14,8%, клейковина 36,1%, индекс глютена 80,1%, индекс цвета 24,2 ед.приб.), Кубанка 24 (белок 14,2%, клейковина 33,4%, индекс глютена 70,4%, индекс цвета 23,6 ед.приб.). Средняя урожайность перспективных линий составила 12,6

т с 1 га. Наибольшие показатели качества сформировали три линии: 4812h16-21-26 (белок 15,0%, клейковина 34,8%, индекс глютена 93,4%, индекс цвета 24,2 ед.приб.); 4730h4-21-7 (белок 14,5%, клейковина 31,0%, индекс глютена 98,0%, индекс цвета 22,6 ед.приб.); 20356th44 (белок 14,4%, клейковина 32,5%, индекс глютена 90,5%, индекс цвета 23,2 ед.приб.).

В (I) и (II) локациях из-за недостатка осадков во время вегетации была получена наименьшая продуктивность по опыту. Урожайность по предшественнику нут варьировала от 4,0 т с 1 га до 5,0 т с 1 га. Показатели качества в данном опыте соответствовали I классу. Среднее содержание белка составило 19,0%, клейковины 50,5%, SDS седиментации 79,5 ед.приб., индекс цвета 24,3 ед.приб. Индекс глютена варьировал от 46,8% до 78,5%. Максимальный показатель индекса глютена был у линий 20356th44 (78,5%), 5030h4 (78,1%) и 4730h4-21-7 (75,2%).

По предшественнику подсолнечник (II) локация, урожайность варьировала от 2,3 до 3,9 т с 1 га. Максимальную урожайность сформировали два сорта Одари (3,9 т с 1 га), Круча (3,8 т с 1 га) и линия 4876h21 (3,8 т с 1 га). Все показатели качества, как и в (I) локациях были на высоком уровне и соответствовали I-II классу.

Средняя урожайность в (IV) локациях Ставропольский край, была на уровне 7,7 т с 1 га. Максимальная урожайность выявлена у сортов Крупинка (8,45 т с 1 га) и сорта Дара (9,71 т с 1 га). Наибольшие показатели качества сформировали сорта Синьора (белок 13,3%, клейковина 30,7%, индекс глютена 74,4%, индекс цвета 24,4 ед.приб.), Бэлла (белок 13,6%, клейковина 32,5%, индекс глютена 62,9%, индекс цвета 23,8 ед.приб.). Среди перспективных линий по показателям качества выделили несколько номеров: 20356th44 (белок 15,0%, клейковина 34,9%, индекс глютена 83,6%, индекс цвета 25,1 ед.приб.); 4812h16-21-26 (белок 13,9%, клейковина 36,1%, индекс глютена 84,3%, индекс цвета 24,0 ед.приб.); 4876h21 (белок 12,5%, клейковина 31,3%, индекс глютена 92,6%, индекс цвета 25,6 ед.приб.); 4774h42 (белок 14,8%, клейковина 39,5%, индекс глютена 52,9%, индекс цвета 22,7 ед.приб.).

Максимальные показатели качества во всех локациях сформировали сорта Синьора, Бэлла и Защита. Среди перспективного селекционного материала можно отметить линии 20356th44, 4812h16-21-26, 4730h4-21-7, 4774h42, которые во всех пунктах изучения формировали высокое качество зерна.

#### **Список литературы:**

1. ГОСТ 9353–2016. Пшеница. Технические условия. – Введен 01.01.2018. – М.: Стандартинформ, 2018. – 36 с

## **СТРАТЕГИЯ ОТБОРА ГЕНОТИПОВ В ГИБРИДНЫХ КОМБИНАЦИЯХ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ОМСКОМ АНЦ.**

**Юсов В.С., Евдокимов М.Г.**

***ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» (ФГБНУ Омский АНЦ), г. Омск  
644012;***

***E-mail: yusov@anc55.ru***

Твердая пшеница возделывается на 13,5 млн га с мировым производством 33,8 млн тонн в 2020/21 году, что составляет 7% от общего объема пшеницы, производимой в мире [1]. Это незаменимое сырье для изготовления макаронных изделий, а в странах Северной Африки и на Ближнем. По оценке экспертов, к 2030 г. потребление

макаронных изделий в России возрастет до 2,0 млн т. Основной ареал распространения твердой пшеницы в Западной Сибири – степная и южная лесостепная зоны.

Селекция любой сельскохозяйственной культуры направлена, прежде всего, на устранение у лучших, хорошо адаптированных сортов и перспективных линий признаков, лимитирующих урожай зерна и его качество. Однако, чем выше достижения селекции, тем труднее повышать ее эффективность. Основными факторами, дестабилизирующими производство твердой пшеницы, являются засуха, высокие температуры, корневые гнили, болезни листьев, колоса, повреждение вредителями. Все это обуславливает необходимость селекционного совершенствования по комплексу биологических, технологических показателей, улучшение адаптивных реакций на лимитирующие факторы среды, устойчивости к болезням и полеганию [2,3].

Основной составляющей селекционного процесса является отбор генотипов в гибридных популяциях. Хороший метод отбора должен быть простым и быстрым, дающим возможность сразу выявить индивидуальные различия и быть пригодным для массового применения. В селекционной работе с самоопылителями чаще используется индивидуальный отбор, который в настоящее время имеет много вариантов [4]. При выборе отбора, прежде всего, необходимо учитывать особенности конкретного признака: характер наследования, систему генетического контроля, зависимость от условий среды. Для признаков, имеющих простое наследование, отбор можно проводить уже во втором поколении, особенно, если это рецессивные признаки. В случае, когда признак является доминантным, отбор теоретически можно начинать уже в F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, но при этом происходит отбор и гетерозиготных форм. Поэтому необходим повторный индивидуальный отбор в более поздних поколениях.

Для полигенно наследуемых признаков отбор эффективен лишь тогда, когда генетическое расщепление снизится до определенных пределов, а это происходит, как отмечалось выше, только в поздних поколениях. Для признаков, проявление которых в сильной степени зависит от условий среды, отбор нужно проводить при строго контролируемых условиях или с помощью математических методов вычленять модификационный эффект. Кроме того, при отборе необходимо учитывать наследуемость признака.

На основании проведенных генетических исследований с использованием диаллельного и топкроссного методов, нами предлагается модифицированная стратегия отбора генотипов в гибридных комбинациях яровой твердой пшеницы. В ее основу заложены следующие принципы: ранний отбор (начиная с F<sub>2</sub>) по устойчивости к бурой, стеблевой ржавчине, пыльной и твердой головне, мучнистой росе в комбинациях с источниками и донорами устойчивости; по признакам, имеющим простое наследование (окраска колоса, остистость, окраска зерна) отбор проводится с учетом особенностей характера наследования: доминантного признака в F<sub>1</sub>-F<sub>2</sub> или более поздних поколениях, рецессивного – в F<sub>2</sub>. Поскольку мы пришли к выводу, что в условиях Западной Сибири красная окраска колоса более благоприятна, а этот признак является доминантным, при отборе неизбежно будут возникать гетерозиготные формы. В этом случае мы используем разные варианты: увеличение отобранной выборки с браковкой расщепляющихся форм; повторный отбор в расщепляющихся комбинациях; последовательный многократный отбор в комбинации (2-3-х кратный).

При отборе остистых, а также белозерных форм, имеющих преимущество в наших условиях, используется однократный отбор в F<sub>2</sub> с последующим изучением линий по продуктивности, качеству зерна и макарон. Среди морфологических признаков, отвечающих за устойчивость к полеганию, отбор короткостебельных форм в поздних поколениях, по длине 1 междоузлия мало эффективен, по длине 2 междоузлия рекомендуется отбор в F<sub>4</sub>- F<sub>5</sub> во влажные годы, по диаметру 1 и 2 междоузлий и толщине их узлов во влажные годы в F<sub>2</sub>-F<sub>3</sub>, в сухие – в F<sub>4</sub>-F<sub>5</sub> [5].

Такие подходы мы считаем реальными и правомочными при целенаправленных скрещиваниях, когда необходимо улучшить какой-то один количественный признак. Как правило, в комбинациях предусматривается скрининг по совокупности признаков. В этом случае мы вынуждены прибегать к повторяющемуся отбору (F3- F4) – комплекс признаков (качественные и количественные), комплекс признаков количественных (с разной степенью наследуемости), красная окраска колоса, натура зерна. В позднем поколении (F5) – отбор по признакам короткостебельность, продуктивная кустистость (во влажные годы), длина колоса (во влажные годы), длина остей (во влажные годы), число зерен в колосе, масса зерна в колосе, урожайность.

В селекционных питомниках проводится негативный отбор, который заключается в том, что менее урожайные, с проявлением болезней линии при полевой оценке выбраковываются. В ранних питомниках этот отбор более жесткий с тем, чтобы не переполнять излишним объемом последующие этапы селекции. При создании сортов твердой пшеницы важным моментом является не только их высокий уровень продуктивности, но и их экологическая устойчивость (стабильность), поэтому на завершающих этапах селекции обязательно проводится оценка взаимодействия генотипа с окружающей средой. Для этого используется оценка конкурсного сортоиспытания в двух пунктах степь и южная лесостепь Омской области, а наиболее перспективные генотипы проходят изучение в сети КАСИБ.

#### **Список литературы:**

1. Martnnez-Moreno, F. Global Changes in Cultivated Area and Breeding Activities of Durum Wheat from 1800 to Date: A Historical Review. / F. Martnnez-Moreno, K. Ammar, I. Solns, // *Agronomy*. – 2022. –Vol.12. – P. 1135.
2. Евдокимов, М. Г. Яровая твердая пшеница в Сибирском Прииртышье / М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов. – Омск, 2008. – 160 с.
3. Мальчиков, П. Н. Результаты и перспективы селекции яровой твердой пшеницы / П. Н. Мальчиков, М. Г. Мясникова, А. А. Вьюшков; Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова. – Самара: Автономная некоммерческая организация «Издательство Самарского Научного Центра», 2022. – 295 с.
4. Хейн Э.Д., Смит Д.С. Селекция пшеницы / Пшеница и ее улучшение: Перев. с англ. Н.А. Емельяновой, Н.М. Резниченко. М.: Колос, 1970. С. 296-336.
5. Юсов, В.С. Генетические основы создания сортов твердой яровой пшеницы для условий Западной Сибири: монография / В.С. Юсов, М.Г. Евдокимов. - Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», 2025. -280 с

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ TRITICUM DICOCUM SCHUEBL В СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ**

**Яновский А.С., Мудрова А.А., Воропаева А.Д.**

**ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»), Краснодар, 350012;  
E-mail: knish@knish.ru, Yanovskij81list.ru**

Среди сельскохозяйственных культур, выращиваемых на пахотных землях, твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.) является нишевой культурой, возделываемой примерно на 13,7 млн га, с производством 34,3 млн тонн зерна во всем мире [1].

Особая ценность твердой пшеницы заключается в том, что она является единственным сырьем для изготовления высококачественных макаронных изделий, характеризующихся высокой прочностью, низкой разваримостью, приятным вкусом. Биологическая ценность зерна твердой пшеницы не может быть заменена или компенсирована ценностью мягкой пшеницы [2]. В мировом производстве твердая пшеница представлена в основном яровыми формами.

Озимая твердая пшеница — это относительно молодая культура, созданная в середине прошлого века методом межвидовой гибридизации озимой мягкой пшеницы и яровой твердой пшеницы. В Российской Федерации площадь данной культуры находится в пределах 130 тыс. га. Одна из главных задач в селекции и совершенствовании твердой озимой пшеницы, связана с повышением устойчивости к абиотическим (морозам и засухе) и биотическим (болезням) стрессовым факторам при этом не снижая качественных показателей зерна и макарон.

В последнее время использование генетических ресурсов сортов пшеницы становится все более насыщенным, а многие улучшенные сорта имеют одинаковое или схожее родительское происхождение. Узкий генетический фон привел к тому, что текущий уровень урожайности и качества пшеницы остается в состоянии колебания.

Полба обыкновенная (*Triticum dicoccum* Schuebl.), древняя пленчатая культура в настоящее время вновь привлекает интерес из-за растущего спроса на здоровые и разнообразные продукты питания в рационе человека. По сравнению с мягкой и твердой пшеницей, полба характеризуется более высоким содержанием белка (с более благоприятным аминокислотным составом), более высоким уровнем питательных веществ (в частности, магния, цинка и железа). При этом обладает превосходными агрономическими показателями в условиях низких затрат или суровых экологических условий, поэтому подходит для органических систем земледелия.

Устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам считаются важными признаками полбы. Вследствие чего она является важным генетическим ресурсом, который широко используется в селекционных программах пшеницы твердой и мягкой.

В ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» одним из методов создания исходного материала является метод межвидовой гибридизации генетически отдаленных форм.

В 2013 году было проведено скрещивание *Triticum diccicum* Schutlb/ *T. durum* Desf., где в качестве материнской формы нами был использован сорт яровой пшеницы полбы Руно в качестве отцовской формы, широко адаптированный сорт озимой твердой пшеницы Крупинка. Было опылено 310 цветков, получено 1050 зерен, процент удачи составил 30%.

Для отбора зимостойких генотипов, гибриды F2 высевались на стеллажах. Первый отбор элитных колосьев был проведен в F3. В пятом поколении (F5), после промораживания в ящиках провели повторный отбор выживших растений с последующей высадкой в теплице. В селекционном питомнике (F6) было отобрано 60 семей. В данном питомнике все семьи изучались по 15 признакам (продуктивность, подмерзание, перезимовка, дата колошения, высота растений, устойчивость к полеганию, оценка зерна, индекс цвета, поражение болезнями на естественном фоне). После тщательной браковки селекционного питомника в контрольном питомнике (F7) изучалось 12 линий.

В данном питомнике линии изучались по 25 признакам. Наибольший интерес в селекционной практике представляли три линии озимой твердой пшеницы из данной комбинации (Hordeiforme 771p46-18-26, Leucurum 771p54-21-42 и Leucurum 771p54-22-12). Особенность данных линий - высокое качество зерна при сохранении высокой продуктивности (среднее: белок 14,0%, клейковина 29,2%, SDS седиментации 45 ед. приб., натура зерна 810 г/л, индексом глютена GI 78,5%). Наиболее ценным признаком линий Leucurum 771p54-21-42 и Leucurum 771p54-22-12 является цвет зерна (25,8 и 25,3

единиц прибора Minolta соответственно). В среднем продуктивность данных линий составила 3,86 кг с 4,5 м<sup>2</sup> что на 0,65 кг выше стандартного сорта Крупинка.

Все линии изучались в конкурсном испытании третьего плана КСИ III по трем предшественникам (занятый пар, подсолнечник и кукуруза на зерно). По предшественнику занятый пар средняя урожайность линий составила 10,43 т с 1 га, что на 1,13 т с 1 га выше стандартного сорта Крупинка и соответствует уровню высокопродуктивного сорта озимой мягкой пшеницы Гром (10,8 т с 1 га). Наибольшие показатели как продуктивности, так и качества зерна по данному предшественнику были получены у линии Leucurum 771p54-22-12 (белок 15,2%, клейковина 32,4%, SDS седиментация 65,6 ед. прибора, натура 840 г/л, индекс глютена GI 65,9%, цвет зерна 26,2 ед. прибора Minolta).

Предшественник подсолнечник из-за большого выноса питательных элементов является не благоприятным для возделывания как яровой, так и озимой твердой пшеницы. Линии полученные с использованием полбы обыкновенной незначительно снизили урожайность по сравнению с лучшим предшественником (средняя урожайность 9,63 т с 1 га) сохранив при этом показатели качества зерна на уровне 1 класса (белок 13,9%, клейковина 30,0%, SDS седиментация 54,4 ед. прибора, натура 822 г/л).

По предшественнику кукуруза на зерно наибольшая урожайность была отмечена у линии Hordeiforme 771p46-18-26 (9,5 т с 1 га), что на 1 т с 1 га больше чем у стандартного сорта Крупинка и на 0,9 т с 1 га стандартного сорта озимой мягкой пшеницы Гром. Наиболее ценная в данных условиях среди изучаемых номеров была линия Leucurum 771p54-21-42 (урожайность 8,71 т с 1 га, белок 14,8%, клейковина 32,6%, SDS седиментация 59,7 ед. прибора, натура 821 г/л).

Искусственное промораживание в ящиках при температуре на узле кущения - 150С показало высокие показателями морозостойкости у изучаемых линий- Hordeiforme 771p46-18-26 (100% выживших растений), Leucurum 771p54-21-42 (88%) и Leucurum 771p54-22-12 (100%).

Все изученные перспективные линии при проверке на искусственном инфекционном фоне (проведено 5 инокуляций по вегетирующим растениям в вечернее время 13, 19, 23, 30 мая и 2 июня) отличаются хорошей устойчивостью к биотическим стрессам (бурая ржавчина 5-10%, стеблевая ржавчина 5-10%, желтая ржавчина 1-10%, мучнистая роса СВ, септориоз 0%, фузариоз зерна 5-9 баллов).

Линия Hordeiforme 771p46-18-26 испытывалась в экологическом испытании в Р. Калмыкия и Ростовской области. Показатели продуктивности в острозасушливом климате Р. Калмыкия показали высокую засухоустойчивость данной линии. В среднем за два года (2024-2025 гг) данная линия сформировала урожайность 2,05 т с 1 га, что соответствует уровню среднерослого сорта озимой мягкой пшеницы Безостая 100, которая сформировала среднюю урожайность 2,15 т с 1 га.

Линии полученные с использованием полбы обыкновенной (*Triticum dicoccum* Schuebl.), Hordeiforme 771p46-18-26, Leucurum 771p54-21-42 и Leucurum 771p54-22-12 могут быть использованы как источники высокого качества, засухоустойчивости и морозостойкости в селекционной практике.

#### **Список литературы:**

1. Blanco, A. Structure and trends of global durum wheat research by bibliographic mapping. Int. J. Plant Biol. 2024, 15, 132–160.
2. Мудрова А.А., Яновский А.С., Беспалова Л.А., Боровик А.Н. Результаты селекции высококачественных сортов яровой твердой пшеницы // Сборник материалов IV международной научной конференции. Симферополь. 2019. С. 178-179. DOI: 10.33952/09.09.2019.85