ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора биологических наук Лапочкиной Инны Федоровны на диссертацию Наджодова Бобурджона Баходуровича «Селекционно-генетическая оценка коллекции яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны России», представленную на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические науки)

Эффективность селекционной работы всех сельскохозяйственных культур во многом определяется генетическим разнообразием и изученностью исходного материала. Яровая мягкая пшеница не исключение. Пребридинговые испытания и оценка исходного материала различного эколого-географического происхождения с использованием современных методов идентификации основных хозяйственно-ценных признаков, несомненно, актуальная тема исследований, так как в конечном счёте позволяет осознанно и целенаправленно подбирать пары для гибридизации и прогнозировать результат селекции.

В распоряжении Наджодова Б. оказалась совокупность образцов яровой пшеницы, представленная 23 сортами различных оригинаторов и различного эколого-географического происхождения и 20 селекционными линиями из CIMMYT, которую он характеризует как коллекцию. Была поставлена цель изучить её по комплексу генотипических и фенотипических хозяйственно-ценных признаков и выделить источники хозяйственно-ценных признаков для создания нового материала яровой пшеницы для условий Нечернозёмной зоны.

Новизна исследований состоит в том, что впервые на основе комплексного изучения сортов и линий коллекции с использованием современных методов оценки и диагностики для условий Нечернозёмной зоны РФ выявлены перспективные высокопродуктивные образцы с оптимальной продолжительностью вегетационного периода, устойчивостью к основным грибным болезням и высокими хлебопекарными качествами. Впервые выполнена молекулярно-генетическая идентификация образцов изучаемой коллекции по генам короткостебельности (*Rht-B1, Rht-D1, Rht8*), реакции на яровизацию *Vrn-1*, фотопериодической чувствительности *Ppd-1*, наличию

пшенично-ржаных транслокаций и генов высокомолекулярных глютенинов. На основе полученных данных подобраны родительские пары и создано гибридное потомство (более 50 комбинаций) для селекционной проработки, часть материала передана в ФИЦ «Немчиновка» и ФГБОУ ВО «Омский ГАУ имени П.А. Столыпина».

Диссертационная работа Наджодова Б. написана в традиционном стиле и состоит из введения, которое включает цель и задачи исследования, шести глав, заключения, выводов и рекомендаций для селекции, списка литературы из 275 источников и приложений. Работа изложена на 224 страницах текста и содержит 23 таблицы и 16 рисунков.

Материалы исследований широко апробированы: опубликовано 24 работы, в том числе 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, 2 статьи в издании, индексируемом в международной базе данных, и 17 публикаций в материалах российских и международных научных конференций.

Содержание работы.

Глава 1. Обзор литературы. В главе рассматривается значение пшеницы для российского и мирового сельскохозяйственного производства, исторические и современные успехи селекционеров в создании сортов яровой пшеницы в Центральном районе Нечернозёмной зоны. Отдельная подглава посвящена синтетической пшенице как исходному материалу для селекции. Также рассматриваются основные направления селекции яровой пшеницы: повышение продуктивности, продолжительность вегетационного периода, селекция на качество зерна, на устойчивость к полеганию, на устойчивость к грибным болезням, на устойчивость к засухе и использование озимых форм в селекции яровой пшеницы. Вторая часть обзора посвящена идентификации конкретных генов, определяющих развитие укороченного стебля, продолжительность вегетационного периода (*Ppd-1, Vrn*), высокомолекулярным глютенин-кодирующим локусам (*Glu-1*).

В Главе 2 «Материал, методика и условия проведения эксперимента» приводится перечень сортов и линий, включённых в исследование, методы исследования и статистической обработки, а также достаточно подробно описаны погодные условия 2022–2024 годов исследования.

Глава 3 посвящена полевой оценке сортов и линий яровой мягкой пшеницы. Сначала приводится анализ сортов и линий *по продолжительности*

вегетационного периода и устойчивости к неблагоприятным факторам среды. Для определения групп спелости автор использует Международный классификатор рода *Triticum* 1984 года, в котором группы определяются по отклонению сроков колошения от стандарта. Соискателем установлено существенное влияние погодных условий 2022–2024 годов на продолжительность межфазных периодов у сортов и линий. Все сорта и линии по продолжительности вегетационного периода распределились на пять групп спелости — от ранних до очень позднеспелых. Самой многочисленной оказалась группа среднеспелых сортов (Саратовская 74, Агата, Тулайковская 108, Ласка, Симбирцит, Маргарита, Учитель, Грани). Наибольший интерес для условий Нечерноземья представляет раннеспелый сорт Ирень, среднеранние сорта Злата и Золушка и линии № 220 и № 221.

При оценке сортов по высоте растений Наджодовым Б. отмечена различная изменчивость признака в зависимости от генотипа (коэффициент вариации колебался от 6 до 25 %), а признак устойчивости к полеганию был ещё более широким: от 0 до 27 %. Максимальная изменчивость этого признака была у высокорослых сортов Тюменская 29 и Маргарита. Корреляционный анализ выявил слабую отрицательную связь между высотой растений и устойчивостью к полеганию ($r = -0{,}38$), при этом отмечено, что часть сортов даже при относительно высоком габитусе проявила устойчивость к полеганию (Обская 2, Симбирцит). Среди линий CIMMYT также выявлено сильное варьирование по высоте растений и устойчивости к полеганию. Наиболее стабильные по признаку устойчивости к полеганию линии № 35, № 65, № 67, № 178 и № 233 рекомендуются к использованию в селекции для условий с риском переувлажнения и обильных осадков в фазе налива зерна, то есть для условий ЦРНЗ.

Оценке устойчивости сортов и линий мягкой пшеницы к грибным болезням **посвящены разделы 3.5 и 3.6 диссертации.** Оценку устойчивости Наджодов Б. проводил в естественных условиях развития бурой и стеблевой ржавчины с использованием универсальной 9-балльной шкалы ВИР. Согласно этой шкале 1–3 балла соответствуют сильному поражению (70–100 % поражённой поверхности), 5 баллов средней степени устойчивости (20–30 % поражения), а 7 и 9 баллов высокой устойчивости и иммунитету (10–20 % и 0 % поражения) соответственно. Однако погодные условия складывались так, что 2022 год выпал из наблюдений по причине отсутствия развития патогенов

бурой и стеблевой ржавчины, в 2023 году поразились единичные образцы коллекции, и только в 2024 году в условиях эпифитотийного развития бурой и стеблевой ржавчины удалось провести адекватную оценку устойчивости. Вместе с тем соискатель в табл. 3.5 приводит «усреднённые баллы» оценки по двум и трём годам, что некорректно. В Приложении Б.6 приведены оценки устойчивости по годам, в том числе и 2024 году, которые и отражают реальную картину взаимоотношений растений и гриба. Согласно этой таблице высокой устойчивостью к бурой ржавчине обладают два сорта: Тулайковская-108 и Фаворит (что согласуется с литературными данными о наличии эффективных генов устойчивости от пырея — *Lr19* и *Lr6Agi*), а к стеблевой ржавчине: Тулайковская 108, Фаворит, Гранова и Канюк. Опираясь на данные 2024 года с максимальным проявлением ржавчинных болезней, число селекционных линий CIMMYT, выделенных по устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине, будет иным. Одновременной групповой устойчивостью к бурой ржавчине, стеблевой ржавчине и септориозу обладают следующие селекционные линии: № 23, № 35, № 59, № 65, № 66, № 67, № 147, № 215, № 221, № 223 (10 шт.) и сорта: Тулайковская 108 и Фаворит — все они могут быть источниками устойчивости к этим патогенам в Нечернозёмной зоне.

Соискателем в течение трёх лет велись наблюдения за развитием мучнистой росы на сортах и селекционных линиях и выделены источники с высоким уровнем резистентности. Это сорта: Саратовская 74, Симбирцит, Арабелла, Гранова, Канюк. Синтетические линии мягкой пшеницы в большей степени поражались этим патогеном, чем сорта, однако соискателю также удалось отобрать источники устойчивости с 7–9 баллами: № 23, № 65, № 70, № 187 и № 215 для использования в селекции.

По данной главе имеются замечания и пожелания, которые соискатель может использовать в дальнейшей работе.

1. Предлагаю для определения степени устойчивости образцов мягкой пшеницы к бурой ржавчине использовать критерии — тип реакции растения на проникновение патогена и степень поражения растений по шкале в процентах, рекомендуемой CIMMYT (Roelfs et al., 1992). Только по типу реакции растения (0, ;, 1, 2, 3, 4) можно судить об устойчивости генотипа: обладает он иммунитетом или нет. Оценки 0, ;, 1 и 2 и наличие некрозов в месте прорастания споры гриба будут основанием говорить о его наличии, а наличие крупных и порошащих пустул (тип реакции 3 и 4) укажут на

восприимчивость, даже если степень поражения невысока, например 10–15 %. Балльная оценка (от 1 до 9), которую использовал соискатель, допустима при сравнительной оценке и характеристике большого количества сортов, но не в генетических исследованиях по выделению источников и доноров устойчивости. И уж никак нельзя выводить средний балл поражения по годам, опираясь на шкалу ВИР.

2. На основании только полевых испытаний без поиска и идентификации эффективных генов устойчивости к бурой ржавчине и другим болезням или без результатов гибридологического анализа, который может дать ответ о числе генов, контролирующих устойчивость, нельзя утверждать, что выделены доноры. Донор должен иметь идентифицированные гены и передавать признак согласно Менделевскому расщеплению. Данные, полученные в полевых условиях, могут свидетельствовать о выделении источников устойчивости к грибным болезням.

3. Следует также различать групповую и комплексную устойчивость. Групповая устойчивость характеризуется одновременной устойчивостью к ряду заболеваний, тогда как комплексная — к биотическим и абиотическим факторам среды или, например, к болезням и насекомым.

Глава 3.7 посвящена исследованию урожайности и элементам её структуры. Отмечена высокая вариабельность признака урожайности у сортов (коэффициент вариации от 19 до 57 %) и линий (28–61 %). Наименьшая изменчивость урожайности отмечена у сортов Тулайковская 108, Алтайская Жница, Л-57 и Арабелла, а самыми продуктивными были Маргарита, Мандарина, Обская 2, Арабелла, Тобольская. Среди генотипов CIMMYT не обнаружено линий, превышающих стандарт, но выявлены образцы со стабильным проявлением признака (№ 65, № 67).

Соискателем изучены два признака, составляющих урожайность: число зёрен в колосе и масса 1000 зёрен. По результатам 2022 года выделены более озернённые, чем стандарт (сорт Злата), сорта: Тулайковская 108, Алтайская Жница и Арабелла, и линии: № 79 и № 178; а по массе зерна с колоса: Агата, Маргарита, Учитель, Фаворит, Грани, Бомбона, Ласка и Мандарина. Влияние показателя числа стеблей на 1 м² в диссертации не рассматривалось. Хотелось бы знать, почему было проигнорировано изучение такого важного признака?

Глава 4 диссертации посвящена оценке сортов и линий яровой пшеницы по качеству зерна. Представлены результаты комплексной оценки качества

зерна по физическим, биохимическим и технологическим свойствам. Из коллекции выделены крупнозерные сорта и линии, образцы с высокой натурой зерна, а также с высокой стекловидностью, которые рекомендуются в качестве исходного материала для селекции: Саратовская 74, Тулайковская 108, Маргарита, Обская 2, Симбирцит, Ирень, Канюк и линии № 35, № 67, № 153, № 151.

По показателям содержания белка и клейковины на уровне сильной пшеницы из года в год были сорта Ирень, Золушка и линии № 59 и № 151. К сортам-филлерам были отнесены Злата, Тулайковская 108, Тюменская 29, Тризо, Бомбона и Л-57.

По хлебопекарным свойствам с лучшим стабильным проявлением оказались сорта (Тулайковская 108, Алтайская Жница, Ирень, Золушка и Канюк) и линии (№ 67, № 59, № 23, № 79, № 178).

Молекулярно-генетические исследования выделены в отдельную главу, хотя логичнее было бы представить их в главах, посвящённых изучению отдельных признаков и свойств. **Глава 5** посвящена молекулярно-генетической идентификации генов яровой мягкой пшеницы.

Соискателем проведён скрининг сортов и линий на наличие ржаных транслокаций: у пяти образцов (№ 35, № 65, № 67, № 187 и № 217) выявлена транслокация 1BL.1RS, а транслокация 1AL.1RS — только у сорта Канюк.

Проведена большая работа по идентификации генов короткостебельности с выделением образцов с аллелями *Rht-B1b* (Грани, Гранова, № 153), *Rht-D1b* (Золушка), *Rht8c* (№ 65, № 147, № 178). Выделенные линии могут быть донорами аллеля короткостебельности *Rht8c*, поскольку он не имеет плейотропных эффектов на продуктивность растений.

Очень важной частью исследований является идентификация генов *Ppd-1* и *Vrn-1*, так как от их сочетания зависит длина межфазного периода от всходов до колошения и от колошения до спелости. Аллель фотопериодической нечувствительности *Ppd-D1a* обнаружен у образцов № 35, № 65 и № 187. Три образца коллекции оказались гетерогенными (*Ppd-D1a* + *Ppd-D1b*) Мандарина, Золушка, № 67.

Результаты по идентификации генов реакции на яровизацию *Vrn*, представленные в виде таблицы, считаю очень актуальными они позволяют легко ориентироваться в генотипах и подбирать материал для скрещивания. Результаты исследований этой главы иллюстрированы рисунками по

идентификации целевых генов, однако некоторые из них носят демонстрационный характер и не несут конкретной информации по сортам и линиям (рис. 5.1, 5.4).

Очень интересные результаты получены Наджодовым Б.Б. по идентификации высокомолекулярных глютенинов у сортов и селекционных линий. Обнаружен высокий полиморфизм аллельных вариантов по локусу *Glu-B1* (пять аллельных вариантов). Выявлен аллель *Glu-B1в* (7*+8*), связанный с высокими хлебопекарными свойствами, а также ценные и редкие аллели в образцах CIMMYT — *Glu-B1f* (13+16) и *Glu-B1i* (17+18). По локусу *Glu-D1* у большинства образцов обнаружен ценный аллель *Glu-D1d* (5+10), обеспечивающий максимальный вклад в хлебопекарное качество. Для сортов и линий рассчитан хлебопекарный балл по Пейну (от 5 до 10 баллов), то есть выделены образцы с потенциально высокими хлебопекарными качествами. К сожалению, в данной главе не проведён сравнительный анализ между результатами реальной лабораторной выпечки и идентифицированными локусами высокомолекулярных глютенинов.

В Главе 6 даётся итоговая оценка сортов и линий яровой пшеницы по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Приводится статистический анализ взаимосвязей фенотипических и генотипических данных. Проведены корреляционный анализ и индексная оценка, на основании которых выделены перспективные сорта и линии для использования в селекции в условиях Нечерноземья.

Основные выводы заключаются в следующем: аллель *Rht-B1b* (сорта Грани, Гранова, № 153) достоверно снижал высоту растений во все годы исследования относительно генотипов без генов короткостебельности, в среднем на 10,6 % (8 см). Установлено достоверное влияние локуса *Vrn-A1* на сроки колошения: наличие гена сокращало период всходы-колошение в среднем на 3–4 суток, а период вегетации на 2–3 дня. Делается вывод о том, что пшенично-ржаные транслокации не снижают хлебопекарных качеств зерна. Однако этот вывод следовало бы конкретизировать: не снижают качества ***изученных*** сортов и линий с тем, чтобы не создавать впечатления об универсальности данного заключения (например, у сорта яровой пшеницы Родина транслокация 1BL.1RS сопровождается снижением хлебопекарного качества).

Комплексная индексная оценка сортов и линий по хозяйственно-ценным признакам выявила сорта Тулайковская 108, Ласка, Ирень, Фаворит, Канюк как генотипы с наиболее благоприятным сочетанием продуктивности, адаптивности, устойчивости к болезням и качества зерна. Среди линий максимальные значения комплексного индекса установлены у № 23, № 59, № 67. Эти генотипы рекомендуются в качестве доноров хозяйственно-ценных признаков в первую очередь для Центрального региона Нечернозёмной зоны.

На основе проведённых исследований соискателем подобраны родительские пары и создан новый селекционный материал, который передан в селекционные учреждения.

Замечание по форме изложения материала: объём в 224 страницы текста представляется избыточным для кандидатской диссертации. Полагаю, что более продуманная компоновка полученного материала объединение результатов полевых и генетических исследований по каждому признаку в рамках одной главы — позволила бы не только сократить объём рукописи, но и более аргументированно и наглядно представить выводы. Замечания, по существу, полученных результатов изложены выше в процессе анализа глав диссертационной работы; они носят дискуссионный характер, и на них хотелось бы услышать ответы соискателя.

Общее заключение.

Наджодовым Бобурджоном Баходуровичем проведены комплексные исследования 43 генотипов яровой мягкой пшеницы, включавшие современные сорта различного эколого-географического происхождения и селекционные линии из CIMMYT (Мексика) в условиях Центрального региона Нечернозёмной зоны в течение трёх лет (2022–2024). Соискатель использовал полевые испытания и оценки, лабораторные и молекулярно-генетические исследования для формирования базы данных по каждому из изученных генотипов. Им выделены новые источники и доноры хозяйственно-ценных признаков с идентифицированными генами короткостебельности, реакции на яровизацию и длину дня, а также аллелями высокомолекулярных глютенинов с высоким вкладом в хлебопекарное качество. Данные по генотипированию вносят вклад в частную генетику мягкой пшеницы и доступны для широкого круга генетиков и селекционеров, что позволяет осознанно и целенаправленно подбирать пары для гибридизации. Наджодов Б.Б. получил более 50 гибридных комбинаций с участием выделенных доноров, часть которых

передана в селекционные учреждения РФ. Содержание диссертации достаточно полно отражено в автореферате, выводы обоснованы и соответствуют заявленным задачам.

Диссертация полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 18 июля 2026 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Наджодов Бобурджон Баходурович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические науки).

Официальный оппонент:
Доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории генетики и пребридинга
ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка» по специальности
(06.01.05 Селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений)
Лапочкина Инна Федоровна _____
«28» октября 2026 г.
121205, г. Москва, территория инновационного центра Сколково,
б-р Большой, д. 30
e-mail: inna-lapochkina@yandex.ru, тел.: +7 905 711 72 03
Подпись Лапочкиной И.Ф. удостоверяю:

Учёный секретарь,
кандидат технических наук Морозова Н.В. _____