

## ОТЗЫВ

официального оппонента, к.б.н., доцента по специальности «генетика» Пшеничниковой Татьяны Алексеевны на диссертационную работу Утебаева Марала Ураловича «Влияние аллелей глиадин- и глютеинкодирующих локусов на качество зерна яровой пшеницы *Triticum aestivum* L.», представленную на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.2. - Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) является стратегически важной продовольственной культурой России. Производимое зерно не только потребляется в продовольственных, и в технических целях, но и является предметом международной торговли. Разнообразное конечное технологическое назначение зерна пшеницы определяет широкий спектр требований к качественным показателям производимого зерна. Создаваемые селекционерами новые сорта, помимо высокой урожайности, должны обладать предсказуемыми зерновыми параметрами, соответствующими запросам производителей пищевой, кормовой и химической промышленности. Все эти свойства зерна, часто упрощённо обозначаемые термином «качество зерна», в основном, являются сложно наследуемыми. Они определяются многими регуляторными и структурными генами и являются результатом взаимодействия сложных метаболических путей. Последние очень часто пересекаются с метаболическими путями реакции на факторы окружающей среды. Управление генетическими процессами формирования качественных показателей зерна пока далеко от его реального осуществления, а исследования, посвящённые этой проблеме, являются, к сожалению, не такими распространёнными. Поэтому актуальность представленной диссертационной работы не вызывает сомнений. Исследование посвящено изучению генетического разнообразия белкового компонента зерновки пшеницы - клейковины, которая состоит из множества отдельных молекул, различающихся по размеру, аминокислотному составу и структуре. Генетический контроль осуществляется локусами *Gli-1* и *Glu-1*, расположенными в хромосомах первой гомеологической группы. Аллельное разнообразие по ним в силу естественных причин связано с отдельными параметрами качества, а также характеризует селекционные генофонды различных географических районов и отдельных селекционных центров. Эти исследования широко проводились в

80-90-е годы прошлого века и в начале этого века в сортовых коллекциях многих стран. Мониторинг определённых аллелей и сейчас ведётся селекционерами в разных странах и является одним из важных характеристик сорта. Тем не менее необходимо отметить, что высказывавшиеся в то время предположения о связи определённых аллелей запасных белков буквально со всеми хозяйственно важными признаками пшеницы, в основном, не были впоследствии подтверждены генетически. Представляемая диссертация также изучает популяционные процессы, происходящие при использовании местного и привлекаемого извне генетического материала для создания новых сортов в конкретных регионах Западной Сибири и Северного Казахстана. Основной целью исследования является поиск связей между отдельными аллелями локусов *Gli-1* и *Glu-1* с какими-либо параметрами качества зерна в этом генетическом материале. Следует отметить, что среди российских сортов такие исследования проводились только для глиндинов и в ограниченном количестве. Также задачей работы являлась оценка этого генотипированного по аллельному составу запасных белков материала в отношении технологических свойств зерна и муки, что позволит выработать рекомендации селекционерам. Научная новизна работы состоит в том, что впервые столь обширный сортовой материал (более 300 генотипов) охарактеризован по всем генам локусов *Gli-1* и *Glu-1*, что само по себе является большим вызовом. В рамках этой работы были выявлены характерные для Северного Зауралья и Северного Казахстана аллельные сочетания этих генов, а также выявлены связи четырёх разных аллелей глютеина с содержанием клейковины, отношением упругости к растяжимости теста и валориметрической оценкой, которые проявляются в условиях Северного Казахстана. Полученный автором опыт может быть востребован в практической работе по созданию новых сортов пшеницы с улучшенными хлебопекарными свойствами, тем более, что он сам уже использовал эти знания для создания новых сортов «Таймас» и «Аль-Фараби».

Диссертационная работа Утебаева М.У. изложена на 208 страницах и представлена разделами Введение, Обзор литературы, Условия, материал и методы проведения исследований и трёх глав изложения результатов, которые объединены с их обсуждением, Заключение, Практических рекомендаций, Списка сокращений, Списка литературы и Приложений. Во введении обозначена актуальность исследования, его цель и научная новизна, практическая и теоретическая значимость, а также подробно

описан личный вклад автора в работу. Положения, выносимые на защиту, соответствуют полученным результатам и выводам.

В обзоре литературы использовано 263 источника. Данный раздел включает сведения о роде *Triticum*, подробно описывает химический и биохимический состав различных белковых классов зерновки и способам их анализа. Исчерпывающе описан известный на сегодня генетический контроль запасных белков, которые будут предметом исследования в диссертации. Уделено место и краткому описанию технологических признаков, характеризующих конечные свойства зерна и муки. Не совсем понятно, почему сведения о геномном составе и цитогенетической структуре аллополиплоидного вида – мягкой пшеницы помещены в раздел 1.4. Генетический контроль проламинов пшеницы. Это было бы уместнее при характеристике мягкой пшеницы как вида (раздел 1.1). Также неясно, что автором подразумевается под неконвенциональным термином «вспомогательные системы», какие системы являются «основными» и какова их роль в генетическом анализе? В разделе 1.5. Методы идентификации и регистрации сортов и линий злаковых культур полно и всесторонне проанализированы различные способы электрофоретического анализа запасных белков и существующие способы классификации этих разнообразных многочисленных полипептидов. К сожалению, не сделано какого-либо заключения по обзору литературы, которое говорило бы о нерешённых проблемах, которые будут восполнены в диссертационной работе. Также странно, что, хотя бы кратко, не описаны современные ДНК-методы детекции аллельного состава глиадинов и глютенинов. Такие методы были использованы в данном исследовании, что несомненно является его положительной стороной.

В главе 2, посвящённой материалам и методам исследования, подробно описаны метеоусловия 2019 и 2020 годов, когда проводились эксперименты по выраженности технологических свойств зерна сортов разных селекционных центров. Однако не приведены данные об условиях выращивания за 2016-2018 годы, когда выращивались образцы для установления связей качественных показателей зерна с составом субъединиц глютенина и компонентов глиадина. При этом 2018 год упоминается как неблагоприятный для большинства признаков качеств зерна (стекловидность, содержание клейковины и др.) у изученных генотипов вне зависимости от аллельного состава локусов *Gli-1* и *Glu-1*. Излишне подробно, на мой взгляд, в этом разделе описаны инструментальные методики технологического анализа, которые обычно описаны в

инструкциях к этим общеупотребительным приборам. Учитывая сотни проанализированных генотипов, вызывает сомнение возможность проанализировать по 100 зерновок каждого из них (стр.49). Да и какой в этом смысл, если распространённые аллельные варианты можно уже увидеть в выборке из 10-15 зерновок, а редкие вряд ли имеют большое популяционное и селекционное значение. В целом этот раздел свидетельствует о хорошей методической подготовленности автора и его глубоком «погружении» в исследовательский процесс.

Результаты исследования изложены в трёх главах, которые также включают элементы обсуждения. В этих главах представлен обширный экспериментальный материал, который послужил для решения трёх обозначенных во введении задач. Первая из них - идентифицировать сорта и линии яровой пшеницы северо-казахстанской и западно-сибирской селекции по аллелям глиадин- и глютеинкодирующих локусов решена автором полностью. Сотни генотипов были охарактеризованы по аллельному составу двух групп белков, были обозначены сходства и популяционные различия между сортами различных регионов, а также определены частоты различных генетических вариантов глиадинов и глютеинов. Для обобщения множества данных были использованы методы многомерного анализа. Решая вторую задачу выявления связи компонентного состава глиадина и глютеина с биохимическими и технологическими признаками, характеризующими качество зерна, автор не получил, на мой взгляд, однозначно доказанных результатов. То, что некоторые аллели глиадина чаще встречались в образцах пшеницы с повышенными показателями качества зерна, является косвенным доказательством. Автор неоднократно ссылался на довольно старые аналогичные работы, которые выполнены в разных странах. Однако в разных странах системы оценки качества зерна и муки могут значительно различаться. Поэтому распространённость определённых аллелей глиадина скорее говорит о их нейтральности в отношении показателей качества. Отдельные полипептиды глиадина скорее играют роль «белкового наполнителя» клейковины. А вот субъединицы глютеина, образуя известное число дисульфидных связей и формируя трёхмерный каркас клейковины, действительно могут быть прямо связаны с физическими свойствами теста, такими как отношение упругости к растяжимости (P/L) и валориметрическая оценка. Это может быть верно не только для условий Северного Казахстана. Однако и тут не всё однозначно. Так, например, сорт Саратовская 29 - шедевр по физическим свойствам

теста, имеет невысокую оценку по суммирующей шкале Пейна – 7 баллов из 10 возможных. Эта оценка ставит сорт на один уровень с китайским сортообразцом Чайниз Спринг с низкими физическими свойствами. Очень сомнительным и недоказанным является утверждение, что «глиадины влияют не только на биохимические и технологические признаки, но и на некоторые морфологические признаки, например озерненность и длина колоса, .... а также на устойчивость к листовой, стеблевой ржавчине» (стр.5). Это просто невозможно с генетической точки зрения, так как упомянутые признаки контролируются совершенно разными генными сетями, которые разнесены в пространстве и во времени. Я высоко оцениваю выполнение третьей задачи - оценка сортов яровой пшеницы по биохимическим признакам зерна, физическим свойствам теста и хлебопекарным параметрам. Экологические испытания сортов, созданных в граничащих географических районах сделаны продуманно, соответствуют требованиям, предъявляемым к такого рода экспериментам. Мне кажется интересной идея тестирования сортов на сопредельных территориях в стиле «экологического обмена». Выращенные образцы зерна оценены по целому комплексу технологических показателей зерна и муки, что встречается нечасто. Полученные результаты позволят рекомендовать для практической селекции генотипы, проявляющие селекционно-ценные признаки в условиях Акмолинской (Северный Казахстан) и Тюменской (Северное Зауралье, Западная Сибирь) областей.


В качестве критических замечаний хотелось бы отметить неудачные смысловые и стилистические погрешности в тексте диссертации. Так, характеризуя клейковину, автор называет клейковину эластичным, нерастворимым студнем (стр.18). На странице 38 есть выражение «Качественная клейковина – полигенный признак, за который отвечают несколько или группа генов, расположенных на разных хромосомах». Очевидно, что клейковина любого качества – полигенный признак. Хотелось бы, чтобы автор более точно объяснил, что значит сбалансированный по генетическому разнообразию сорт в отношении именно глиадина? И какое отношение имеет к селекции? Также хотелось бы большей ясности в отношении часто употребляемых терминов сопряжённость, ассоциации с другими признаками, «связь аллеля (глиадина) с адаптивностью к различным климатическим условиям» (стр.56). Мне представляется, что подобные обобщения могут дезориентировать селекционеров: стоит ввести определённый аллель глиадина – и вот обеспечена засухоустойчивость.

Автореферат отражает содержание представленной диссертации, хотя, на мой взгляд, в нём представлены не самые лучшие достижения автора. С 2018 года результаты исследования прошли апробацию на 8 научных конференциях разного уровня. Достоверность полученных результатов подтверждена большим объёмом изученного экспериментального материала, использованием адекватных методов исследований, подходящей статистической обработкой данных. Результаты представлены в 16 публикациях, пять из них опубликованы в международных изданиях (Web of Science и Scopus), 3 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, то есть прошли интенсивное научное рецензирование. Утебаев М.У. является соавтором двух сортов яровой мягкой пшеницы с хорошими технологическими свойствами зерна и муки.

По объёму проведённых исследований и представленных данных, научной новизне, обоснованности положений, выносимых на защиту, теоретической и практической значимости полученных научных результатов диссертационная работа Утебаева Марала Ураловича на тему «Влияние аллелей глиадин- и глютеинкодирующих локусов на качество зерна яровой пшеницы *Triticum aestivum* L.» соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» (постановление правительства РФ №842 «О порядке присуждения учёных степеней» от 24.09.2013). Автор диссертации заслуживает присуждения учёной степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений.

Официальный оппонент:

Пшеничникова Татьяна Алексеевна

  
07.06.2023

Кандидат биологических наук, доцент по специальности 03.02.07 – генетика, старший научный сотрудник, зав. сектором генетики качества зерна Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ИЦиГ СО РАН)

Адрес: 630090, Новосибирск, Россия, проспект ак. Лаврентьева, 10

Тел.: +7(383) 363-49-80

e-mail: [icg-adm@bionet.nsc.ru](mailto:icg-adm@bionet.nsc.ru)

  
Держнев Т.А.    
учёной степени кандидат биологических наук  
Орлова     
ИЦиГ СО РАН, ЕБН