

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Әнуарбек Шынар Нұрланқызы на тему «Идентификация локусов количественных признаков компонентов урожайности твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) на основе методологии полногеномного анализа ассоциаций», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D070100 – Биотехнология».

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта, финансируемого из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u></p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	Соответствует
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность <u>хорошо раскрыта</u> /не раскрыта	<p>Представленная диссертационная работа вносит существенный вклад в науку, важность исследования раскрыто полностью. Твердая пшеница (дурум) является значимой зерновой культурой, мука из которой используется для производства высококачественных макаронных изделий, в качестве улучшителя в хлебопечении, а также при производстве других пищевых продуктов. Климатические условия Казахстана являются подходящими для выращивания <i>Triticum durum</i> хорошего качества, что позволяет нашей стране входить в десятку стран-экспортеров этой культуры. В работе проведена оценка коллекции твердой пшеницы, состоящей, включающая 300 сортов и линий различного</p>

			<p>географического происхождения, по нескольким показателям адаптивности и урожайности. С использованием методологии полногеномного поиска ассоциаций идентифицировано 59 локусов количественных признаков, ассоциированных с конкретными компонентами адаптивности и урожайности пшеницы durum в условиях севера и юго-востока Казахстана. Примечательно, что ряд идентифицированных участков расположены в регионах хромосом с известной локализацией важных генов роста, развития и продуктивности (<i>Vrn</i>, <i>Ppd</i>, <i>Rht</i>, <i>TaGW2-6A</i>, <i>TaRNH-7A</i>). Результаты полногеномного поиска ассоциаций позволили установить локусы количественных признаков, не выявленные в ранее проведенных исследованиях по изучаемым показателям. Созданы генетические паспорта сортов и линий твердой пшеницы Казахстана по SSR- и SNP-маркерам. Создан набор KASP-маркеров, ассоциированных с хозяйственно-ценными свойствами <i>Triticum durum</i> Desf. Полученные результаты подтверждают высокую теоретическую и практическую значимость данной работы.</p>
3.	<p>Принцип самостоятельности и</p>	<p>Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет</p>	<p>Теоретические и экспериментальные исследования выполнены автором лично, включая анализ, интерпретацию и оформление полученных результатов, подготовку рукописей публикаций.</p>
4.	<p>Принцип внутреннего единства</p>	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.</p> <p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает</p>	<p>Актуальность исследования высокая, хорошо обоснована. Изучение генетических ресурсов твердой пшеницы Казахстана и зарубежной коллекции с использованием как традиционных методов селекции, так и современных методологий молекулярной генетики, геномики, маркер-опосредованной селекции, несомненно, имеет фундаментальный и практический интерес.</p> <p>Содержание диссертации полностью отражает ее тему. Проведена идентификация локусов хозяйственно-ценных признаков адаптивности и урожайности твердой пшеницы (<i>Triticum durum</i> Desf.) с на основе использования фенотипических данных, генотипирования высокой плотности и метода ассоциативного картирования генов.</p>

		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>соответствуют</u>; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют <p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью взаимосвязаны</u>; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует <p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>критический анализ есть</u>; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов 	<p>Цель и задачи полностью соответствуют теме диссертации.</p> <p>Разделы и положения представленной диссертации логически и полностью взаимосвязаны. Диссертационная работа оформлена в соответствии с правилами, предъявляемыми к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD).</p> <p>Предложенные автором новые решения, принципы и методы с использованием критического анализа и учетом современного состояния научной проблемы аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью новые</u>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) <p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью новые</u>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) 	<p>Научные результаты и положения полностью новые. Впервые проведена идентификация локусов количественных признаков с использованием методологии полногеномного поиска ассоциаций. Идентифицированы 32 новых локуса, не встречавшиеся ранее в исследованиях твердой пшеницы, из них 8 для признаков адаптивности (время колошения, высота растения) и 24 для компонентов урожайности (длина колоса, количество продуктивных колосьев, масса 1000 зерен). На основе результатов разработаны и запатентованы KASP-маркеры, контролирующие компоненты урожайности твердой пшеницы в условиях юго-востока и севера Казахстана.</p> <p>Все выводы диссертации полностью новые: мировая коллекция твердой пшеницы, состоящая из 300 образцов, впервые была изучена в полевых условиях северного и юго-восточного Казахстана в 2018-2020 гг.; выделены перспективные образцы для выращивания в условиях Северо-Казахстанской и Алматинской областей; рассчитаны корреляции между показателями; установлен вклад окружающей среды и генотипа в дисперсию данных показателей: созданы генетические паспорта с использованием SSR- и KASP-маркеров; проведен филогенетический анализ образцов коллекции с применением</p>

			<p>SNP-маркеры; идентифицированы QTL показателей адаптивности и урожайности в различных климатических условиях Казахстана, разработаны KASP-маркеры хозяйственно-ценных признаков твердой пшеницы; проведена валидация KASP-маркеров с привлечением дополнительного генетического материала.</p> <p>Технические, технологические и экономические решения обоснованы и являются частично новыми.</p>
6.	<p>Обоснованность основных выводов</p>	<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) <p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомах с научной точки зрения доказательств либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Все основные выводы диссертации основаны на весомах с научной точки зрения доказательств. Исследования выполнены на высоком методическом уровне, с использованием современного научного оборудования. Полученные результаты статистически достоверны, обработаны с использованием пакетов прикладных программ.</p>
7.	<p>Основные положения, выносимые на защиту</p>	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) да; 2) нет <p>7.3 Является ли новым?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) да; 2) нет <p>7.4 Уровень для применения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) узкий; 2) средний; 3) широкий <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) да; 2) нет 	<p>Проведены экологические испытания в северном и юго-восточном регионах Казахстана сортов и линий мировой коллекции твердой пшеницы по ряду признаков, определяющих урожайность и адаптивность исследованных образцов.</p> <p>Впервые в полевых условиях севера и юго-востока Казахстана была изучена мировая коллекция, состоящая из 300 образцов твердой пшеницы. В условиях Северо-Казахстанской СХОС были получены данные показателя «урожайность на квадратный метр» (г/м²) за три года (2018-2020 гг.) и в результате установлены 52 образца твердой пшеницы, у которых урожайность была выше, чем у стандарта - казахстанского сорта «Дамсинская янтарная». Установлены 16 сортов для Алматинской области и 14 сортов для Северо-Казахстанской области, которые согласно фенотипическому анализу и анализу «генотип-среда» (GGE) показали лучшие свойства, чем стандарт.</p> <p>Для изученной коллекции пшеницы рассчитана корреляция показателей урожайности и адаптивности: высота растения и длина верхнего междоузлия, составившая</p>

для юго-востока $r = 0,9^{***}$ и для севера $r = 0,8^{***}$; количество продуктивных колосьев и масса зерен на растении $r = 0,7^{***}$ и $r = 0,6^{***}$, соответственно юго-восток/север; в обоих регионах число зерен на колос и масса зерен на растении были равны $0,5^{***}$.

Статистическим анализом (ANOVA) достоверно показана значимость влияния окружающей среды на адаптивные и урожайные свойства изученных сортов твердой пшеницы.

Филогенетический анализ с использованием 16425 полиморфных SNP-маркеров позволил впервые установить генетическую схожесть казахстанских сортов Гордеиформе 254, Костанайская 12, Костанайская 52 и Черноколосая 20 с сортами из России, Украины и США. Для признаков время колошения, высота растения, длина колоса, количество продуктивных колосьев, масса 1000 зерен идентифицированы 59 стабильных QTL.

Сравнительный анализ, проведенный с данными известных баз данных и опубликованных исследований, показал, что 32 локуса из идентифицированных 59-ти являются новыми.

29 сортов яровой твердой пшеницы Казахстана, России и Украины, в том числе, включенные в госреестр РК, и 15 образцов селекции Карабалыкской СХОС охарактеризованы с применением 9 SSR-маркерам. Для этих сортов созданы генетические паспорта.

На основании GWAS технологии впервые разработан набор из 20-ти KASP-маркеров, ассоциированных с хозяйственно-ценными свойствами. Этот набор может быть включен в программы отбора сортов по интересующим селекционеров признакам. Валидация KASP-маркеров на дополнительной выборке из 44 образцов твердой пшеницы выявила статистическую значимость 5 маркеров (ipbb_td_106, ipbb_td_107, ipbb_td_116, ipbb_td_117, ipbb_td_119) по признакам урожайности и адаптивности.

В результате проведенных исследований выявлены образцы твердой пшеницы, являющиеся перспективными для климатических условий северного и юго-восточного Казахстана. Эти сорта могут использоваться в селекционных

			<p>программах при отборе генотипов как показавшие лучшие свойства урожайности и адаптивности по сравнению со стандартом.</p> <p>Созданные генетические паспорта 44 сортов твердой пшеницы могут быть использованы при подборе родительских пар для скрещивания, а также использованы селекционерами для защиты своих прав.</p> <p>Выявленные 5 KASP-маркеров и разработанный набор KASP-маркеров представляют интерес для широкого применения в исследованиях по идентификации и паспортизации казахстанских сортов не только твердой, но и мягкой пшеницы.</p> <p>Результаты исследований представлены в 4 статьях, в т.ч. в 2 статьях, включенных в базу данных Scopus (PLOS ONE – Q2, 92%, Vavilov J. of Genetics & Breeding – Q3, 38%). Имеется 1 патент на полезную модель.</p>
8.	<p>Принцип достоверности источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u></p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u></p> <p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u></p> <p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Выбор методов и методических подходов обоснован. Методология подробно описана.</p> <p>Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и интерпретация данных осуществлена с применением статистических компьютерных программ.</p> <p>Выявленные взаимосвязи и закономерности, а также сделанные выводы, полностью доказаны и подтверждены экспериментальными исследованиями.</p> <p>Все важные утверждения полностью подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.</p>

9	Принцип практической ценности	<p>8.5 <u>Использованные источники литературы достаточны/не достаточны</u> для литературного обзора</p> <p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u></p> <p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u></p>	<p>248 наименований использованных источников литературы достаточны для литературного обзора.</p> <p>Диссертация имеет высокое теоретическое значение, так как выявлены новые QTL, связанные с повышением урожайности твердой пшеницы в различных климатических условиях Казахстана. Не смотря на то, что диссертация посвящена изучению мировой коллекции твердой пшеницы, проанализирован ряд образцов других родственных тетраплоидных видов, для которых обнаружены дополнительные генетические факторы, которые могут быть использованы при отдаленной гибридизации с целью улучшения адаптивности и устойчивости пшеницы.</p> <p>Диссертация имеет высокое практическое значение. Отобраны ценные зарубежные перспективные сорта и линии с высоким уровнем урожайности. Предложены новые информативные ДНК-маркеры для экспресс-анализа потенциала урожайности сортов и линий твердой пшеницы на ранних стадиях отбора ценного селекционного материала. Созданные генетические паспорта по двум типам маркеров дополняют друг друга, что важно для генетических и селекционных задач при подборе пар в скрещивании. Кроме того, генетические паспорта имеют важное значение в охране прав селекционных достижений.</p>
10.	Качество написания и оформления	<p>9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p> <p>Качество академического письма: 1) <u>высокое</u>; 2) <u>среднее</u>; 3) <u>ниже среднего</u>; 4) <u>низкое</u>.</p>	<p>Предложения по практическому применению являются полностью новыми.</p> <p>Качество академического письма высокое. Имеются некоторые замечания по оформлению диссертационной работы. 1. В таблице 2 (Сорта твердой пшеницы, зарегистрированные в Государственном реестре селекционных достижений Республики Казахстан), страница 29, не желательна выделять сорта в отдельном столбце «В соавторстве». 2. В названии рисунка 20 не указано, для каких условий обнаружены QTL. 3. Не достаточно обоснован выбор 9 SSR-маркеров для</p>

		<p>микросателлитного анализа. Скорее всего, он уже ранее был использован в лаборатории для изучения других объектов. Однако, отмеченные замечания не снижают важности представленной диссертационной работы.</p>
--	--	--

Заключение: Диссертационная работа Әнуарбек Ш.Н., выполненная на высоком методическом уровне. В работе использован большой экспериментальный материал, результаты статистически достоверны, имеют новизну, научную и практическую значимость.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Әнуарбек Шынар Нұрланқызы «Идентификация локусов количественных признаков компонентов урожайности твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) на основе методологии полногеномного анализа ассоциаций» полностью соответствует требованиям Комитета по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, а ее автор Әнуарбек Ш.Н. заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) по специальности «6D070100-Биотехнология».

Официальный рецензент:

к.б.н., зав. лабораторией генома
РГП «Институт молекулярной биологии
и биохимии им. М.А. Айтхожина»
КН МОН РК, Алматы, Казахстан

Г. Исмагулова

Исмагулова Г.А.

Подпись *Исмагулова Г.А.*
Заверю Главный специалист по кадрам
Института молекулярной биологии и биохимии
им. М.А. Айтхожина КН МОН РК
Әнуарбек Ш.Н.

