

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Зорбековой Айгерім Нұрланқызы **на тему** «Изучение адаптационных механизмов имматурных растений Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) при воздействии абиотических стрессоров», **предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «8D0510 – Биология»**

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы); 2) диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы); 3) диссертация соответствует <u>приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан</u> (указать направление).	Да, тема диссертации соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан, а именно: приоритетному научному направлению 6. Наука о жизни и здоровье, специализированному направлению 6.2 Инновационные биологические исследования для повышения продуктивности и устойчивости сортов растений и пород животных в сельском хозяйстве.
2.	Важность для науки	<u>Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта.</u>	Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта. Проведенные исследования вносят вклад в различение механизмов устойчивости растений к различным видам абиотических стрессовых факторов и их комбинаций по комплексу признаков анатомического, физиологического и биохимического уровня и определения пограничного

			состояния растительного организма между эустрессовым и дистрессовым состоянием. Методические подходы в исследованиях адапционных механизмов Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) к неблагоприятным абиотическим факторам могут быть использованы для скрининга коллекционного фонда киноа, а также для возможной интродукции других культур в условиях нарастающей аридизации климата.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности:	Определение цели и задач диссертационной работы, литературный обзор, проведение экспериментов в период стажировки в институте физиологии растений имени К. А. Тимирязева — НИУ РАН и в лабораториях КазНУ им. Аль-Фараби и РГП «Институт генетики и физиологии», изложение основных результатов в диссертации проводились лично автором. Подготовка тезисов и статей к публикации, обработка результатов исследования, статистический анализ полученных данных осуществлялись с участием научных руководителей.
		<u>1) высокий;</u>	
		2) средний;	
		3) низкий;	
		4) самостоятельности нет.	
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации:	Большая часть пахотных земель Казахстана находится в зоне неполивного, рискованного земледелия. Аридизация климата усугубляет условия возделывания сельскохозяйственных культур, в связи с чем диверсификация посевов и фундаментальные исследования адапционных
		<u>1) обоснована;</u>	
		2) частично обоснована;	
		3) не обоснована.	

			возможностей растений минимизировать воздействие неблагоприятных абиотических стрессов, которые, как правило, действуют комбинированно, актуальны.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	Содержание всех разделов и подразделов диссертации отражают тему «Изучение адаптационных механизмов имматурных растений Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) при воздействии абиотических стрессоров».
		1) <u>отражает;</u>	
		2) частично отражает;	
		3) не отражает.	
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:	Цель работы: «Изучить адаптационные механизмы имматурных растений <i>Chenopodium quinoa</i> Willd при воздействии одиночных и комбинированных абиотических стрессовых факторов для определения возможностей и рисков перспективы внедрения этой культуры в маргинальные сельскохозяйственные регионы страны» полностью соответствует теме диссертации. В качестве одиночных стрессовых факторов соискателем применялись наиболее характерные для аграрных регионов страны ингибиторы урожайности: засуха и солевой стресс нарастающей силы. Изучены также и варианты имитации комбинированных вариантов стрессового воздействия на растения <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. Задачи, направленные на реализацию поставленной цели: «1. Изучить анатомические и морфофизиологические параметры
		1) <u>соответствуют;</u>	
		2) частично соответствуют;	
		3) не соответствуют.	

			Chenopodium quinoa Willd. при воздействии осмотического, солевого и комбинированного стрессов; 2. Изучить фотосинтетическую активность фотосистемы II у Chenopodium quinoa Willd. при воздействии осмотического, солевого и комбинированного стрессов; 3. Определить изменения в синтезе вторичных метаболитов-антиоксидантов у Chenopodium quinoa Willd. при воздействии осмотического, солевого и комбинированного стрессов» также полностью соответствуют теме диссертации, их решение подробно освещено в разделе «Результаты исследований».
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Все разделы и положения диссертации полностью логически взаимосвязаны. Обзор научно –технической литературы проведен на основе 211 цитированных источников, включающих публикации вплоть до 2024г. и отражающих тему диссертации, методы исследований подробно изложены в соответствии с каждой решаемой задачей: анатомические и морфофизиологические параметры определялись с использованием методов микроскопии срезов листьев и стеблей, водоудерживающей способности тканей опытных и контрольных вариантов. Баланс ионов Na⁺ и K⁺ оценивался пламенным фотометром;
		1) <u>полностью взаимосвязаны</u>	
		2) взаимосвязь частичная;	
		3) взаимосвязь отсутствует.	

			Фотосинтетическая активность определялась как по содержанию фотосинтетических пигментов так и по флуоресцентной активности фотосинтетического аппарата; Изменения в содержании антиоксидантов (вторичных метаболитов, ферментов) в растениях при опытных и контрольных вариантах оценивались соответствующими биохимическими методами, ссылки на которые приведены соискателем. В главе «Результаты исследований» представлены и обсуждены данные по влиянию осмотического, солевого и комбинированного стрессов на оцениваемые показатели анатомо-морфологического, биохимического уровня. состояния фотосинтетической системы.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:	Соискатель Зорбекова А.Н. критически анализировала результаты своих исследований, сопоставляя их с данными и выводами других исследователей по культуре Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), список цитированных источников составил более 200 наименований, что достаточно для аргументации предложенных автором новых решений.
		<u>1) критический анализ есть;</u>	
		2) анализ частичный;	
		3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;	
		4) анализ отсутствует.	
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми?	Научные результаты и положения являются полностью новыми. - впервые изучено изменение
		1) <u>полностью новые;</u>	

		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	морфофизиологических параметров, ионный баланс и фотосинтетическая активность <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. в лабораторных условиях, на стадии проростков-наиболее чувствительных к неблагоприятным условиям среды фаз развития растений; - на основе многовариантных условий воздействия единичных и комбинированных стрессовых факторов: засоленности и засухи на ростовые, анатомические показатели листьев и стеблей, фотосинтетическую активность, активность антиоксидантных ферментов и концентрацию неферментных антиоксидантов - выявлены пограничные уровни стрессовых факторов;
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	Выводы диссертации являются полностью новыми. - соискатель, на основе всесторонней оценки растений киноа при 8-ми вариантах стрессовых факторов выявил наиболее информативные из них, при которых можно вести отбор устойчивых форм. - выявлены интегральные адаптационные показатели морфолого-анатомического, физиолого-биохимического уровня, перспективные в тестировании растений на устойчивость к абиотическим стрессам и на распознавание продуцентов растительных антиоксидантов.
		<u>1) полностью новые;</u>	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	

		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:	Технические и технологические решения использованные для реализации цели и задач исследований являются новыми, взаимно увязаны, основаны как на доступных методах оценки отдельных показателей, так и на массиве данных высокотехнологичных аналитических приборов. Реакция растений киноа на дозированные варианты стрессовых факторов изучалась на клеточном, тканевом, метаболическом уровнях, установлена взаимосвязь между количественным выражением признаков, доказанная статистической обработкой данных.
		1) <u>полностью новые;</u>	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <u>основаны</u> /не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (квалитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах. Модели стрессовых факторов, разработанные соискателем, позволили определить размах ответных реакций растений киноа, энергетическую затратность изменений на метаболическом уровне, границы эустрессового состояния. Все качественные и количественные изменения получены с использованием апробированных методов, достаточно полно описанных в разделе « Материалы и методы исследования» и на современных анализаторах многокомпонентных смесей – газовый хроматограф с масс-спектрометрическим детектированием. Достоверность

			полученных результатов отражена как в табличных материалах, так и на дендрограммах.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; (положения 1,2) 2) скорее доказано; положение 3 3) скорее не доказано; 4) не доказано; 5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно. 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно. 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно. 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; (положение 3). 3) широкий;	Положение 1. <u>Концентрация соли в субстрате играет ключевую роль для поддержания роста киноа, при этом значения от 100 mM до 200 mM NaCl обеспечивают наилучшие условия для развития молодых растений. Комбинированный стресс, вызванный уровнем 200 mM NaCl+ ПЭГ-6000, является для имматурных растений киноа переходным от эустресса к дистрессу.</u> Положение доказано, не является тривиальным, новое, уровень применения широкий, ход доказательства представлен в статье: Terletsкая, N.V.; Erbay, M.; Zorbekova, A.N.; Prokofieva, M.Y.; Saidova, L.T.; Mamirova, A. Influence of Osmotic, Salt, and Combined Stress on Morphophysiological Parameters of <i>Chenopodium quinoa</i> Photosynthetic Organs. <i>Agriculture</i> 2023, 13,1. https://doi.org/10.3390/agriculture13010001. Положение 2. <u>Выявленные механизмы устойчивости к осмотическому, солевому и комбинированному стрессам, такие как</u>

		4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно. 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	<u>водный баланс, морфометрические показатели листа и стебля, активность фотосинтетического аппарата, работа ферментативных и неферментативных антиоксидантов, свидетельствуют о взаимосвязи анатомо-морфологических, физиологических, биохимических, показателей, вследствие чего эти показатели можно считать интегральными и использовать их при тестировании растений на устойчивость к абиотическим стрессам.</u> Положение доказано, не является тривиальным, новое, уровень применения широкий. Все опубликованные с участием соискателя статьи доказывают это положение. <u>Положение 3. Выявленное повышение концентрации ферментативных и неферментативных антиоксидантов при действии абиотических стрессов может стать основой метода направленного синтеза ценных БАВ для пищевой и медицинской промышленности.</u> Положение скорее доказано, не является тривиальным, новое. Доказательства к этому положению указываются косвенно, целенаправленных исследований по этому вопросу не проведено. Уровень применения высокий, поскольку растительные антиоксиданты занимают особое место в здоровом питании. Для оценки применения в оздоровлении следует расширить исследования в этом
--	--	--	---

			направлении.
8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:	В исследованиях соискателя использованы как самостоятельные методические подходы, учитывающие климатические особенности Казахстана и нарастающая аридизация условий произрастания сельскохозяйственных культур (комбинация стрессовых факторов различной степени засоленности с имитацией засухи), так и традиционные методы оценки количественного содержания воды, ингибирования ростовых процессов, содержания антиоксидантов – ферментов и вторичных метаболитов, методология которых подробно описана. Использование инструментов анатомического анализа листьев и стеблей позволило диссертанту выявить защитные механизмы растения Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) на уровне клеток и тканей. Фотосинтетическая активность хлоропластов оценивалась не только по содержанию фотосинтетических ферментов, но и по интенсивности флуоресценции с помощью флуориметра Heinz Walz - JUNIOR-PAM . Состав метаболитов, возрастающих либо снижающихся в ответ на имитированные стрессовые факторы неорганической природы оценивался на приборе газовой
	Достоверность источников и предоставляемой информации	1) <u>да</u> ;	
		2) нет.	

			хроматографией с масс-спектрометрическим детектированием Agilent 6890 N/5973N
	8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:		Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований, описанных выше и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: для статистического анализа данных и их визуализации использовалась программа Microsoft Excel, Многофакторный анализ главных компонент (РСА) проводился с использованием программного обеспечения R (версия 3.6.1).
	<u>1) да;</u>		
	2) нет.		
	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):		Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальными исследованиями как на уровне клеток, органов, так и на уровне количественного накопления метаболитов в ответ на влияние разнотипных стрессовых факторов нарастающей силы.
	<u>1) да;</u>		
	2) нет.		
	8.4 Важные утверждения <u>подтверждены/частично подтверждены</u> /не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.		Утверждения, явившиеся основой выводов научных исследований соискателя, подтверждены ссылками на источники научно-технической информации. <i>Тем не менее, есть ряд публикаций, не вошедших в список ссылок, хотя публикации соответствуют теме исследований. (Akram M.Z. et.al., Stress in Quinoa:</i>

			<i>Effects, Responsive Mechanisms, and Management through Biochar Amended Soil: A Review. Agriculture</i> 2024, 14, 1418. https://doi.org/10.3390/agriculture14081418 Abbas, G. et al. <i>Differential Effect of Heat Stress on Drought and Salt Tolerance Potential of Quinoa Genotypes: A Physiological and Biochemical Investigation. Plants</i> 2023, 12, 774. https://doi.org/10.3390/plants12040774).
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны/не достаточны</u> для литературного обзора.	Используемые соискателем источники , в целом, достаточны для литературного обзора по изучению ответных реакций <i>Chenopodium quinoa</i> Willd на воздействие абиотических стрессовых факторов, таких как засоленность и засуха.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:	Диссертационная работа Зорбековой А. Н. имеет, несомненно, большое теоретическое значение, поскольку на основе лабораторных модификаций стрессовых условий могут быть созданы аналогичные, приближенные к естественным условиям экспериментальные участки, на которых будет вестись верификация теоретических выводов. Выявленные маркерные признаки морфолого-анатомического, биохимического уровня могут быть использованы в оценке более расширенной коллекции образцов киноа.
		<u>1) да;</u>	
		2) нет.	

		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Практическая применимость результатов диссертации велика. Методический подход в оценке на устойчивость, включающий варианты единичных и комбинированных стрессов, может использоваться не только в оценке киноа, но и других сельскохозяйственных культур. Также и маркерные признаки, выявленные в ходе исследований <i>Chenopodium quinoa</i> Willd, могут оказаться информативными в скрининге на устойчивость к абиотическим стрессам сложного состава других культур. Накопление ценных антиоксидантов на определенных экспозициях стресса может иметь перспективу разработке фармацевтических препаратов.
		<u>1) да;</u>	
		2) нет.	
		9.3 Предложения для практики являются новыми:	
		<u>1) полностью новые;</u>	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
10.	Качество написания и оформления	3) не новые (новыми являются менее 25%).	На основе моделирования условий стрессовых факторов и исследования ответных реакций растений киноа по изменению ростовых признаков, клеточных изменений, активности антиоксидантных ферментов, вторичных метаболитов, соискателем определены возможности внедрения этой культуры в маргинальные сельскохозяйственные регионы страны.
		Качество академического письма:	
		<u>1) высокое;</u>	
		2) среднее;	
		3) ниже среднего;	
11.	Замечания к диссертации	4) низкое.	Качество академического письма Зорбековой А.Н. высокое. <i>Есть отдельные стилистические и грамматические ошибки, не влияющие на восприятие материала диссертации.</i>
		Поскольку значительная часть изученных показателей проростков Quinoa, отражающих влияние на	

		разнообразном фоне стрессовых факторов, находится в корреляционной взаимосвязи, в заключении диссертации, может быть, следовало бы выделить и перечислить наиболее информативные из них, применимые для практической дифференциации эустрессового и дистрессового состояния растений этого вида?
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Присудить Зорбековой Айгерім Нұрланқызы степень доктора философии (PhD) по специальности «Биология».

Официальный рецензент:

ТОО «Казахский НИИ земледелия
и растениеводства», п. Алмалыбак,
Алматинская обл.

ГНС лаборатории молекулярно-
биологического анализа растений,
доктор биологических наук, ассоциированный
профессор



Булатова Кульпаш .Мансуровна