МИНОБРНАУКИ РОССИИ
**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки**
**Самарский федеральный исследовательский центр**
**Российской академии наук**
**(СамНЦ РАН)**

Студенческий пер., 3а, Самара, 443001, тел.(846) 337-53-81, e-mail: presidium@ssc.smr.ru http://www.ssc.smr.ru
ОКПО 33559171, ОГРН1036300448898, ИНН/КПП 6316032112 /631501001

**№ 192 - 140 от 16.04.2025**

«УТВЕРЖДАЮ»:
Директор
СамНЦ РАН, д-р с.-х. наук
_____ А. В. Васин
«16» 04 2025 г.

# ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

по диссертационной работе Чекалина Евгения Ивановича на тему: «Научно-методическое обоснование селекции зерновых и зернобобовых культур на повышение активности и эффективности фотосинтеза» по специальности 4.1.2. – Селекция, семеноводство и биотехнология растений, представленной на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук.

Диссертационная работа Чекалина Е. И. является завершением оригинальных теоретических и прикладных исследований автора по теме, вынесенной на защиту.

**Актуальность темы исследований.** По большинству полевых культур за счёт достижений селекции и развития агротехники достигнут высокий уровень потенциальной продуктивности, при этом реальная продуктивность отстаёт от максимально возможной, иногда в разы. Использование физиологических подходов в селекции растений даёт возможность дальнейшего увеличения продуктивности сельскохозяйственных растений – не за счёт повышения максимальной продуктивности, а увеличения минимальной. Наиболее перспективным является увеличение эффективности фотосинтетической деятельности растений – направление селекции, которое развивается за рубежом, но слабо развито в России.

Поэтому работа Чекалина Е. И., направленная на разработку научно-методических подходов создания сортов с высокой фотосинтетической активностью, является актуальной.

**Научная новизна исследований.** Соискателем дано научно-методическое обоснование селекции зерновых и зернобобовых культур на повышение

активности и эффективности фотосинтеза с использованием различных показателей фотосинтетической, транспирационной и устьичной активности листьев. Данное направление в России до настоящего времени не развивалось. Установлены сортовые и видовые особенности фотосинтеза, транспирации и устьичной проводимости у яровой и озимой пшеницы, гороха посевного, сои, а также чечевицы и кормовых бобов. Определена степень влияния экзогенных и эндогенных факторов на фотосинтетическую активность сортов изученных культур. Для озимой и яровой пшеницы, гороха посевного и сои установлены ведущие показатели фотосинтетической деятельности, определяющие урожайность.

**Теоретическая и практическая значимость работы**. Большое значение результатов исследований состоит в научно-методическом обеспечении селекционного процесса с зерновыми и зернобобовыми культурами на повышение активности и эффективности фотосинтеза. Соискателем разработаны и запатентованы способы оценки и отбора селекционного материала (пять патентов РФ), предложены регламенты их применения, получен селекционный материал в виде гибридных популяций, селекционных линий и сортов, выделен ценный исходный материал для селекции. Несомненным практическим результатом стало создание на основе разработанных подходов сортов сои Мезенка и гороха Оптимус. Внедрение данных сортов позволило повысить рентабельность производства до 70,3 %.

**Апробация работы.** Основные результаты по теме диссертационной работы были доложены соискателем на ежегодных заседаниях кафедры земледелия, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Орловского ГАУ, многочисленных научно-практических конференциях различного уровня, представлены на региональных и всероссийских конкурсах и выставках. Результаты исследований изложены в 75 опубликованных научных работах, из них в рецензируемых научных изданиях – 23, в журналах с индексацией в базах WoS и Scopus – 3, монография – 1, патентов РФ – 5, авторских свидетельств на сорта – 3.

**Автореферат** составлен в необходимом объёме, содержит основные характеристики работы и её результаты, заключение, предложения по использованию результатов исследований, перспективы дальнейшего развития темы исследований, список опубликованных соискателем научных трудов по теме диссертации. Все основные положения автореферата соответствуют разделам рукописного варианта диссертации.

**Обоснованность и достоверность результатов исследований.** Достоверность результатов исследований, изложенных в работе Чекалина Е. И., не вызывает сомнений и обоснована применением современной методологии и методов исследований, адекватных поставленной цели и задачам исследований, достаточным количеством полевых и лабораторных исследований, применённым для анализа полученных данных аппаратом математической статистики. Выводы в заключении чётко сформулированы и вытекают, как и рекомендации по использованию результатов исследований, из результатов исследований.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа Чекалина Е. И. изложена на 435 страницах компьютерного текста. Состоит из введения, обзора литературы, семи глав экспериментальной части, заключения, предложений по использованию результатов исследования, списка литературы и приложений. Диссертация содержит 53 таблицы, 195 рисунков и 10 приложений. Список

литературы включает 735 литературных источников, из них 494 – на иностранных языках.

## Оценка содержания диссертации

**Во введении** отражена актуальность темы, кратко показана степень её проработки в научной литературе; сформулированы цель и задачи исследования; научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы; изложены основные положения диссертации, выносимые на защиту; апробация работы и публикация результатов исследований.

**В первой главе** проведён анализ отечественных и зарубежных научных источников о роли фотосинтеза в жизнедеятельности растений и формировании их продуктивности; о влиянии эндогенных и экзогенных факторов на процессы фотосинтеза; о видовых и генотипических особенностях фотосинтетической деятельности растений; об использовании показателей фотосинтеза в селекции. Анализ литературы показывает важность разработки научно-методических основ селекции зерновых и зернобобовых культур на увеличение активности и эффективности фотосинтеза. Полнота привлечённых источников и их квалифицированный анализ позволили автору обосновать и убедительно доказать необходимость достижения поставленной цели и задач.

**Во второй главе** охарактеризованы место и условия проведения исследований, дан подробный анализ агрометеорологических показателей в годы исследований. Достаточно подробно приведены методы закладки вегетационных опытов, методы проведения исследований, регистрируемые показатели (квантовый выход, фотохимическое и нефотохимическое тушение флуоресценции хлорофилла, активность электрон-транспортной цепи, интенсивность фотосинтеза и транспирации листьев, устьичная проводимость и эффективность использования воды листьями растений), используемое оборудование и приборы (портативная система измерения Mini-PAM, газоанализаторы Li-6400 XTR и GF-3000 FL и др.). Описание материала и методики исследований дают представление об уровне проведения полевых и вегетационных экспериментов как о высоком.

**В третьей главе** представлены результаты изучения фотосинтетической, транспирационной и устьичной активности листьев растений яровой пшеницы. Автором подтверждена ведущая роль флагового и, в меньшей степени, подфлагового листьев в ассимиляции $CO_2$, установлены максимумы интенсивности фотосинтеза – суточные (в 9 и 13 часов) и онтогенетические (18,38 мкмоль $CO_2/м^2с$ в фазе трубкования). Показана связь между показателями интенсивности транспирации и фотосинтеза ($r = 0,72…0,78$) и влияние на неё средовых условий и фаз онтогенеза растений яровой пшеницы.

На основе анализа экспериментальных данных выдвинуто предположение о возможности селекции яровой пшеницы на повышение эффективности использования воды. Установлены закономерности влияния на протекание процессов световой и темновой фаз фотосинтеза метеорологических условий лет исследований и интенсивности освещённости.

Выявлен сортовой полиморфизм по фотосинтетической, транспирационной и устьичной активности, сделаны предложения по его использованию в селекционном процессе, в т. ч. выделены источники высокой активности и эффективности фотосинтеза. Приведены результаты селекционной работы яровой

мягкой пшеницы на повышение активности и эффективности фотосинтеза на основе использования ранее выделенных источников.

**Четвёртая глава** посвящена изучению видовых и сортовых особенностей фотосинтеза листьев у озимой пшеницы. Изложение в ней построено аналогично главе третьей. Акцент сделан на сравнении фотосинтетических и транспирационных процессов у озимой и яровой пшеницы, подробно рассмотрены генотипические особенности проявления исследованных показателей у культуры озимой пшеницы, даны рекомендации по использованию их в селекционном процессе. Выделены источники высоких значений интенсивности фотосинтеза (13,9…17,3 мкмоль $CO_2/м^2с$) для использования в селекции на повышение активности и эффективности фотосинтеза.

**В пятой главе** рассмотрены видовые и сортовые особенности фотосинтеза, транспирации и устьичной проводимости у гороха посевного. Подтверждена зависимость фотосинтетической системы гороха от генотипа, фазы роста, расположения листьев на узлах растения, устичной проводимости и траспирационной активности, а также погодных условий. Установлено преимущество листьев верхнего яруса растения по квантовому выходу флуоресценции хлорофилла, активности электрон-транспортной цепи, ассимиляции $CO_2$. Обнаружен период наиболее активной ассимиляции $CO_2$ листьями (с 8 до 11 ч), установлены фазы онтогенеза с максимальной (фаза плоского боба) и минимальной (зелёная спелость) интенсивности фотосинтеза.

Выявлена динамика транспирационной активности листьев гороха в суточном цикле (установлены максимумы в 8 и 18 часов, минимум с 10 до 16 ч), по фазам онтогенеза (максимум в фазе плоского боба) и ярусам (листья и прилистники в генеративной сфере растений). Установлена положительная корреляционная зависимость между интенсивностью транспирации и фотосинтеза ($r = 0,85$). Изучены процессы устьичной проводимости у листьев гороха, подтверждена их роль в регулировке углеводного и водного обмена, а также баланса между интенсивностью фотосинтеза и транспирацией.

Представлены данные по полиморфизму культуры гороха по изученным показателям, выделены источники высокой эффективности фотосинтеза, эффективности использования воды, высокой устьичной проводимости, выраженной отзывчивости фотосинтеза на усиление света.

**В шестой главе** рассмотрены видовые и сортовые особенности фотосинтеза, транспирации и устичной проводимости листьев у сои. Как и для гороха, установлена выраженная зависимость фотосинтетической системы растений сои от генотипа, фазы роста, расположения листьев на узлах растения, их освещённости и погодных условий.

Высокая активность фотосинтеза отмечена у листьев верхних ярусов растений сои, возрастающая в процессе онтогенеза и достигающая пика во время формирования и массового налива бобов. Определены суточные максимумы (9 и 15 ч) ассимиляции $CO_2$ листьями, оптимальная для процессов фотосинтеза освещённость (1700…2000 мкмоль/$м^2с$). Показана связь процессов фотосинтеза и транспирации ($r = 0,91$) и влияние на неё места расположения листьев на растении, времени суток, фазы онтогенеза. Установлено, что высокая эффективность использования воды достигается за счет активного фотосинтеза листьев и умеренной интенсивности их транспирации. Показана роль устьичной проводимости в регуляции фотосинтеза и транспирации (коэффициенты парной

корреляции с интенсивностью фотосинтеза 0,78, с интенсивностью транспирации 0,63). Выделены источники высоких показателей интенсивности фотосинтеза, устьичной проводимости и эффективности использования воды.

Кроме того, в главе 6 приведены данные по фотосинтетической активности листьев у растений кормовых бобов и чечевицы, с выделением ценных источников для селекции фотосинтетически активных сортов.

**В главе седьмой** автор даёт подробные рекомендации по проведению измерений фотосинтетической активности у озимой и яровой пшеницы, гороха и сои. Приведены данные по квантовому выходу флуоресценции хлоропластов, активности электрон-транспортной цепи, интенсивности фотосинтеза в зависимости от онтогенеза, расположения листьев на растении, генотипа и времени суток. Предложен методический порядок проведения оценки генотипов зерновых и зернобобовых культур по показателям фотосинтеза с указанием фазы роста, времени суток и других условий проведения измерений.

Описаны и предложены для использования в селекции пять разработанных с участием соискателя способов отбора перспективного селекционного и исходного материала, на которые получены патенты РФ: «Способ оценки селекционного материала гороха посевного на интенсивность фотосинтеза», «Способ оценки и отбора высокоурожайных генотипов сои по устьичной проводимости паров воды», «Способ отбора светолюбивых генотипов яровой пшеницы», «Способ отбора генотипов пшеницы озимой с повышенным содержанием в зерне белка и клейковины по эффективности использования воды» и «Способ отбора генотипов гречихи и сои, отзывчивых на повышенное содержание углекислого газа в воздухе». Автор предлагает использовать данные способы не только в селекции тех культур, на которых они были разработаны, но и на других сельскохозяйственных культурах.

Показано, что использование предложенных методов должно привести к созданию фотосинтетически более активных сортов, по сравнению с распространёнными в производстве, с прибавкой урожая у зернобобовых культур до 18…38 %, с более высоким содержанием клейковины и белка у озимой пшеницы (на 1,35 % и 3,63 % соответственно), что позволит увеличить прибыль от реализации товарной продукции на 59…70 %.

Для использования в селекции предложены источники высокой активности и эффективности использования энергии фотосинтеза по всем изученным культурам, включая чечевицу и кормовые бобы.

Приведены результаты селекционной работы, проделанной с привлечением выделенных источников и применением разработанных способов оценки исходного и селекционного материала.

Сопоставление материалов диссертации и автореферата с выводами, изложенными в **заключении**, показало, что в них отражены результаты по поставленным задачам исследований. Выводы дают обоснованные ответы на положения, вынесенные соискателем на защиту. На основании сделанных выводов сформулированы **предложения по использованию результатов исследования**. Достоверность и обоснованность выводов и рекомендаций доказаны и не вызывают сомнений.

Результаты исследований могут быть использованы в селекционных учреждениях по зерновым и зернобобовым культурам. Разработки диссертации могут стать частью дальнейших исследований в научно-исследовательских

учреждениях аграрного профиля. Информация о результатах исследований может быть использована (и частично уже используется) в учебном процессе по агрономическим специальностям.

Оценивая диссертационную работу Чекалина Е. И. как выполненную на высоком научно-методическом уровне, следует, тем не менее, сделать несколько замечаний.

**Замечания и вопросы по диссертации и автореферату**

1. В разделе методики и таблице Б.2 приведены 20 сортов яровой пшеницы, но в действительности в материалах диссертации (текст, таблицы) приведены данные ещё по пяти сортам, не упомянутым в методике (Арсея, Ульяновская 105, Хуторянка, Триада и Лиза).

2. Соискатель в диссертации постоянно употребляет название «яровая пшеница», не уточняя вид пшеницы. Большинство сортов в опытах с яровой пшеницей принадлежат виду мягкая пшеница *Triticum aestivum* L., однако семь сортов относятся к пшенице твёрдой *Triticum durum* Desf. (Золотая, Вольнодонская, Донская элегия, Донэла М, Аннушка, Марина, Триада), а два сорта – к гексаплоидному тритикале *x Triticosecale* Wittm. ex A. Camus (Саур, Хайкар). Три названных вида имеют разные геномный состав и уровень плоидности: мягкая пшеница и изученные сорта тритикале – гексаплоиды (геномы AABBDD и AABBRR соответственно), твёрдая пшеница – тетраплоид (AABB). Насколько обоснованно объединение их в одном эксперименте?

3. В разделе методики проведение вегетационных экспериментов описано подробно, а полевых опыты – в нескольких словах. Не указаны сроки и способы посева (скорее всего, различные для разных культур), посевные агрегаты, нормы высева семян.

4. Помимо показателей интенсивности фотосинтеза, следовало бы показать чистую продуктивность фотосинтеза как конечного продукта фотосинтетических процессов.

5. На рисунке 50 диссертации (стр. 112) пропущено название одного из сортов яровой пшеницы.

6. Не приведены сведения по семенной продуктивности гороха и сои и её зависимости от показателей фотосинтетической деятельности.

7. Структурирование материала диссертации не всегда логично. Например, селекционный процесс по созданию фотосинтетически активных сортов яровой пшеницы описан в п. 3.2.5 «Реакция фотосинтеза генотипов культуры на изменение светового режима вегетации растений». В названии главы 6 заявлена тема о видовых и сортовых особенностях фотосинтеза сои, но в этой главе также присутствуют данные по кормовым бобам и чечевице.

**Заключение**

Диссертация Чекалина Евгения Ивановича на тему: «Научно-методическое обоснование селекции зерновых и зернобобовых культур на повышение активности и эффективности фотосинтеза» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальных селекционных задач. Автором разработаны научно-методические подходы к

новому для нашей страны направлению селекции растений – созданию сортов с повышенной активностью и эффективностью фотосинтетической деятельности. Полученные результаты исследований и выведенные из них научно-обоснованные рекомендации имеют существенное значение для повышения эффективности селекции новых сортов зерновых и зернобобовых культур.

Основные результаты исследований и выводы изложены в автореферате, содержание которого соответствует диссертации, а также с достаточной полнотой отражены в 75 опубликованных научных трудах.

Сделанные по диссертации замечания не снижают качество выполненной работы, носят, в основном, рекомендательный характер, и могут быть учтены автором в дальнейшей научно-исследовательской работе.

В целом диссертационная работа выполнена на высоком методическом уровне, по содержанию и оформлению соответствует критериям п. 9–11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор Чекалин Е. И. достоин присуждения степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.2. – Селекция, семеноводство и биотехнология растений.

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании Учёного совета Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН, протокол № 2 от 15 апреля 2025 г.

Кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы
Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН — Долженко Дмитрий Олегович

Кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
лаборатории зернобобовых культур
Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН — Катюк Анатолий Иванович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СамНЦ РАН); 443001, Самарская обл., г. Самара, Студенческий пер., 3 А; тел. (846) 337-53-81; e-mail: presidium@ssc.smr.ru

Подписи Долженко Д. О. и Катюка А. И. заверяю:
Пуцкина Е. А.,
секретарь-референт
Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН

«15» апреля 2025 г.