ОТЗЫВ

официального оппонента доктора сельскохозяйственных наук, доцента, главного научного сотрудника лаборатории селекции зернобобовых культур ФГБНУ «Омский АНЦ» Омельянюк Людмилы Валентиновны на диссертационную работу Чекалина Евгения Ивановича на тему: «Научно-методическое обоснование селекции зерновых и зернобобовых культур на повышение активности и эффективности фотосинтеза», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.008.04. при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений.

Актуальность избранной темы. Фотосинтез – естественный процесс, который все растения используют для преобразования солнечного света в энергию и урожайность, лежит в основе жизни растений на протяжении миллионов лет, но он не оптимизирован для современных сельскохозяйственных систем.

Проблема повышения продуктивности пшеницы (озимой и яровой) – основной продовольственной культуры в мире, а также зернобобовых культур (горох, соя, чечевица, бобы) – ценных источников растительного белка, является одной из приоритетных в исследованиях физиологии растений, биотехнологии и селекции, связанной с биологической и продовольственной безопасностью. Эта задача должна быть достигнута с минимальными затратами сельского хозяйства и минимальным воздействием на окружающую среду и с учетом экстремальных условий водообеспеченности и температуры. В недавнем прошлом урожай сельскохозяйственных культур в целом не отставал от потребностей человечества благодаря успехам, достигнутым селекционными программами и разработкой агротехнологий их выращивания, но в настоящее время он достиг предела. Фундаментальным компонентом продуктивности растений, который еще не был использован в селекции для повышения их урожайности, является фотосинтез. Появляется острая необходимость использовать обширные знания этого фундаментального и уникального процесса на планете Земля для блага человечества, поэтому **актуальность темы исследований** не вызывает сомнений.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается

детальным анализом большого количества литературных, информационно-аналитических источников; многолетними экспериментальными данными, полученными в рамках выполнения тематического плана Центра коллективного пользования кафедры земледелия, селекции и семеноводства Орловского ГАУ «Генетические ресурсы растений и их использование», которые имеют достаточную выборку для выявления закономерностей; практическими результатами работы.

Материал диссертации изложен в соответствии с поставленными задачами и положениями, выносимыми на защиту.

Приведенная в диссертационной работе статистическая обработка результатов показывает значимость выводов, заключений и аргументированность сформулированных на их основе предложений по их использованию в селекции. Обозначены перспективы дальнейшей разработки темы исследований для организации целенаправленной селекции по созданию сортов с повышенной активностью и эффективностью фотосинтетической деятельности растений.

Достоверность результатов проведенных исследований обоснована фактическим экспериментальным материалом, полученным в результате многолетнего (2010-2020 гг.) изучения в лабораторных, вегетационных и полевых опытах большого набора сельскохозяйственных культур с использованием современного оборудования и методик; детальным анализом трудов – из 735 литературных источников 67% на иностранных языках. Достоверность полученных результатов подтверждена апробацией на многочисленных российских и международных конференциях; наградами с выставок и конкурсов научных достижений в области АПК; публикациями в 75 научных работах, в том числе: 23 статьи – в изданиях, включенных в Перечень рецензируемых и рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ; 3 – в журналах, входящих в международные базы данных, индексирующие научные публикации; 1 монографии; 3-мя патентами на способ оценки селекционного материала, 2-мя патентами на способ отбора генотипов, 3-мя авторскими свидетельствами на селекционные достижения.

Научная новизна диссертации. Результаты научных исследований, выводы и рекомендации, представленные в диссертационной работе, обладают новизной, поскольку впервые в России дано научное и методическое обоснование новому направлению в селекции ряда сельскохозяйственных

культур. Впервые проведено комплексное изучение современных сортов и перспективных генотипов по показателям, выявленным с помощью современных приборов и оборудования, и определена степень влияния экзогенных и эндогенных факторов на их фотосинтетическую активность. Выявлена связь уровня показателей фотосинтетической активности растений с их урожайностью. Созданы новые перспективные популяции, линии и сорта (горох посевной Оптимус, соя Мезенка, гречиха Даша). Разработаны и запатентованы: 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 озимой пшеницы с повышенным содержанием в зерне белка и клейковины по эффективности использования воды, способ отбора генотипов гречихи и сои, отзывчивых на повышенное содержание углекислого газа в воздухе.

Оценка содержания диссертационной работы, значимость результатов и рекомендаций для науки и практики.

Диссертационная работа изложена на 435 страницах и включает введение, 7 глав, заключение, предложения по использованию результатов исследования, перспективы для дальнейшей разработки темы, списка литературы из 735 источников, в том числе 494 на иностранном языке, приложений. Текст диссертации содержит 53 таблицы, 195 рисунков; в 10-ти приложениях – 23 таблицы, 1 рисунок, 5 сканов патентов и 3 скана авторских свидетельств, 6 актов внедрения.

Содержание диссертационной работы соответствует цели и задачам исследований. Диссертация начинается с очень подробно описанного содержания работы.

Во введении вполне аргументированно и доказывается актуальность выбранной темы, сформулированы все необходимые тематические разделы, в том числе: цель и задачи исследований, их научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В главе 1 дан глубокий анализ большого числа литературных источников с преобладанием иностранных, опубликованных в XXI в. Информация скомпонована по темам: значение фотосинтеза для роста, развития и формирования продуктивности; эндогенные факторы, определяющие активность и эффективность фотосинтеза; влияние условий

среды на фотосинтетическую деятельность; видовые и генотипические особенности фотосинтетической деятельности растений; использование показателей фотосинтеза растений в селекции. Обзор написан на 41 стр. хорошим русским языком и довольно полно отражает состояние и перспективы выбранного диссертантом направления исследований.

Во 2-й главе подробно описаны: место проведения исследования; опытный материал; методика проведения учетов и наблюдений; условия проведения исследования. Информация о проведенных опытах иллюстрирована качественными фото. Отмечается, что исследования проведены в рамках выполнения грантов и тематических заданий. Разнообразие метеорологических условий в годы исследований позволило получить объективную оценку гено- и фенотипической изменчивости ряда показателей продукционного и фотосинтетического процессов и выявить видовые и сортовые их особенности в условиях Орловской области.

Далее дается анализ полученных результатов по отдельным культурам, **3-6 главы** имеют одинаковый заголовок: «Видовые и сортовые особенности фотосинтеза, транспирации и устьичной проводимости листьев» и отличаются лишь названием культуры в конце заголовка.

Во 3-й главе, в двух подглавах анализируются результаты изучения яровой пшеницы: видовые особенности фотосинтетической, транспирационной и устьичной активности листьев растений; сортовая специфика фотосинтетической активности листьев у яровой пшеницы. Установлено, что у растений яровой пшеницы наиболее активно ассимилирует молекулы CO_2 флаговый лист, что тесно связано с донорно-акцепторными отношениями органов растений; транспирационная активность оказывает существенное положительное влияние на формирование урожайности, прежде всего, в годы вегетации с относительно оптимальным увлажнением; не зависимо от погодных условий вегетации генофонд яровой пшеницы характеризуется широким полиморфизмом по показателям фотосинтеза листьев. Наиболее существенные генотипические различия по интенсивности фотосинтеза проявлялись у растений культуры на уровне листьев верхних ярусов. Сделано заключение, что оценку исходного материала и отбор перспективных селекционных образцов по показателям фотосинтетической активности листьев следует проводить у яровой пшеницы по флаговому листу с 8:00 до 11:00 часов в период формирования зерновок. В результате

проведенной селекционной работы из всех изученных гибридных комбинаций выделены линии, которые по активности и эффективности фотосинтеза превышают или не уступают родителям.

4 глава – информация по озимой пшенице анализируется по тем же темам. Исследование показало, что видовые особенности проявления фотосинтетической активности растений у зерновых культур весьма схожи, различия отмечаются в основном по абсолютному значению показателей. Эффективность использования воды листьями на осуществление фотосинтеза в среднем за вегетационный период у озимой пшеницы на 6,5% выше, чем у яровой пшеницы. Причем, у озимой пшеницы значение данного показателя варьирует в меньшей степени (от 1,43 до 2,74 мкмоль CO_2/ммоль H_2O) с максимальным проявлением в период «цветение – молочно-восковая спелость». У яровой пшеницы полное световое насыщение фотосинтеза достигается при 1700 мкмоль/м^{2}с, тогда как у озимой пшеницы при 1000 мкмоль/м^{2}с. Оценка образцов озимой пшеницы показала, что генофонд культуры характеризуется широким разнообразием изменчивости интенсивности фотосинтеза листьев в зависимости от эколого-географического происхождения. Это открывает реальную возможность проводить целенаправленную селекцию культуры на повышение фотосинтетической активности листьев, учитывая влияние погодных условий вегетации растений. Среди районированных сортов наибольшими значениями интенсивности фотосинтеза в среднем за годы исследования характеризовались: Морозка, Московская 39, Юка и Ариадна.

В 5-й главе доказано, что активность фотосинтеза листьев гороха существенно зависит и от фазы роста растений – интенсивность фотосинтеза листочков и прилистников резко возрастала при переходе растений к генеративному периоду развития, достигая максимума к концу цветения и массового образования плодов. Самой высокой устьичной проводимостью характеризовались листья генеративной сферы растений – 0,11–0,12 ммоль H_2O/м^{2}с, в то время как у нижних листьев ее значение было на 70% меньше. В годы исследования интенсивность фотосинтеза листьев варьировала по сортам культуры от 2,7 до 16,6 ммоль CO_2/м^{2}с. Высоким значением показателя отличались: образец Рас 657/7, сорта Спартак и Фараон, которые могут являться источниками фотосинтетической активности для использования в селекции культуры. Особый интерес представляют сорта Фараон и Спартак,

сочетающие высокую урожайность семян и интенсивность поглощения углекислого газа. Наиболее выраженные различия между сортообразцами культуры по отношению к свету отмечаются при освещенности 1000 μмоль/м^{2}с, когда наступает световое насыщение фотосинтеза. У генотипов гороха с усатой формой листа оно проявляется при более высокой инсоляции, по сравнению с традиционными листочковыми сортами.

6 глава посвящена сое. Результаты исследования показали, что у сои, также, как и у гороха посевного, более высокая активность реакций фотосинтеза отмечается у листьев верхних ярусов растений (третьего сверху). Полученные данные указывают на то, что солнечная активность в Центрально-Черноземном регионе РФ не является лимитирующим фактором активности реакций световой фазы фотосинтеза у сои. У растений сои транспирационная активность листьев заметно влияет на активность реакций фотосинтеза, что существенно зависит от места расположения листьев на растении, времени суток, фазы роста и периода развития. На фотосинтетическую активность листьев значительное влияние оказывало, прежде всего, увлажнение; негативный эффект оказывала и высокая температура воздуха. Среди обследованного селекционного материала высокой интенсивностью транспирации и фотосинтеза характеризовались сорта Светлая, Касатка, Малетка. Наибольшей устьичной проводимостью верхних листьев и, как следствие, интенсивностью фотосинтеза в фазу плоского боба, выделялись Магева, Окская и Свапа. Генотипы сои не только с высокой, но и стабильной активностью фотосинтеза по годам: Ланцентная, Белгородская 48, Ясельда, Припять, могут быть использованы в селекции культуры как перспективный исходный материал.

В 7-й главе сформулированы методические подходы, способы оценки исходного материала и отбора перспективных форм всех культур, включенных в исследования; в том числе дано краткое описание запатентованных методов отбора; приведена экономическая и социальная значимость полученных результатов – повышение активности и эффективности фотосинтеза растений даст возможность увеличить их урожайность на 15-20%; также описаны отдельные достижения, полученные при внедрении результатов исследований в селекцию и производство.

Все наиболее важные и значимые результаты изложены в **заключении**, где автор в отдельных пунктах дает сравнение всех изученных культур по

каждому анализируемому аспекту или показателю, например, показывает видовые различия по фотосинтетической активности листьев и по интенсивности фотосинтеза на единицу поверхности листьев, активному поглощению и эффективному усвоению энергии квантов света, реакции фотосинтеза на усиление инсоляции и так далее. Полученные результаты являются новыми, а выводы – обоснованными.

Замечания и предложения.

Положительно оценивая актуальность, новизну, научную значимость и завершенность диссертационной работы, следует обратить внимание автора на некоторые недостатки, неточности и вопросы:

Глава 2, Раздел 2.4 «Условия проведения исследований» - на стр. 77-83 довольно подробно описаны метеоусловия в годы проведения опытов, по каждому году приводится рисунок, показывающий подекадную сумму осадков и температуру воздуха в мае-августе. Учитывая очень разные физиологические требования изучаемых культур к гидротермическому обеспечению, какие именно годы были благоприятными (или особенно неблагоприятными) для каждой из изучаемых культур?

Глава 3, Раздел 3.2.5 «Реакция фотосинтеза генотипов культуры на изменение светового режима вегетации растений», стр. 122 – какова судьба линий мягкой яровой пшеницы (105/2 и 105/5; 106/4, 106/6, 106/7 и 106/8; 157/5 и 157/10), названных перспективными по итогам изучения в 2019 г. для дальнейшей селекции культуры по созданию сортов с повышенной активностью и эффективностью фотосинтеза?

Глава 4, Раздел 4.2.5 «Реакция фотосинтеза генотипов культуры на изменение светового режима вегетации растений» – на стр. 161-162 перечислены образцы озимой пшеницы, перспективные для создания сортов с высокой фотосинтетической активностью листьев, а также исходные формы с высокой эффективностью фотосинтетического аппарата, фотосинтеза и низкой активностью транспирацией, но ни одного их этих сортов нет в схеме скрещивания; какова судьба 12-ти созданных популяций озимой пшеницы?

Глава 6 «Видовые и сортовые особенности фотосинтеза, транспирации и устьичной проводимости листьев у сои». У сои скороспелость является одним из самых важных элементов технологичности сорта, но автор, изучая сорта этой культуры и анализируя показатели фотосинтеза в разные фазы, не дает никакой информации о сроках наступления этих фаз, нет данных и о

продолжительности вегетационного периода образцов сои. Влияет ли скороспелость сорта на уровень проявления анализируемых показателей?

Глава 6, Раздел 6.3 «Фотосинтетическая активность листьев у растений кормовых бобов, чечевицы обыкновенной» не соответствует общему заголовку главы. О гречихе вообще нет информации, хотя создан сорт Даша (получено авторское свидетельство), есть патент (Способ отбора генотипов гречихи и сои, отзывчивых на повышенное содержание углекислого газа в воздухе).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ, стр. 307, п. 1 и 3 – эти рекомендации предназначены для использования в Центральной и Центрально-Черноземной зоне России, где проводились исследования. В других природно-климатических условиях оптимальные для анализа активности и эффективности фотосинтеза листьев время и фаза развития культуры, а также набор перспективных для селекции сортов наверняка будут другими.

Заключение.

Отмеченные выше недостатки не снижают научной и практической значимости работы. Диссертационная работа Чекалина Е.И. на тему: «Научно-методическое обоснование селекции зерновых и зернобобовых культур на повышение активности и эффективности фотосинтеза», представленная на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений, является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором многолетних исследований изложены новые научно обоснованные решения проблемы повышения конкурентоспособности и эффективности отечественной селекции зерновых и зернобобовых культур за счет повышенной активности и эффективности фотосинтетической деятельности растений. Исследования выполнены на высоком методическом уровне, с использованием современного оборудования и методик. Полученные результаты обработаны статистически, наглядно показаны графически. Выводы и рекомендации отражают результаты исследований, которые опубликованы в 75 научных работах, в том числе 23 статьи – в изданиях, включенных в Перечень рецензируемых и рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 3 – в журналах, входящих в международные базы данных. Практической значимостью работы является 5 патентов по вопросам ведения отбора перспективных образцов для селекции и 3 авторских свидетельства на сорта, включенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ, изложена

очень грамотно, логически последовательно, обладает внутренним единством, написана автором самостоятельно. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Экспериментальный материал, приведенный в диссертационной работе, соответствует специальности 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений. Полученные новые знания, разработанные методики анализа исходного материала, созданный с их использованием новый гибридный материал, а также ряд выводов и предложений имеют практическое значение для селекции зерновых и зернобобовых культур для условий Центральной и Центрально-Черноземной зоне России.

Диссертационная работа Чекалина Евгения Ивановича соответствует критериям пунктов №№ 9-14, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), а ее автор заслуживает присвоения ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений.

Официальный оппонент:
доктор сельскохозяйственных наук
(специальность 06.01.05 – селекция и
семеноводство сельскохозяйственных
растений), доцент, главный научный
сотрудник лаборатории селекции
зернобобовых культур _____ Омельянюк Людмила
Валентиновна

02.04.2025 г.

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»,
644012, Омск, пр. Королева, 26;
+7 (3812) 77-68-87;
omelyanyuk@anc55.ru

Подпись Людмила Валентиновна Омельянюк заверяю

Начальник отдела кадров ФГБНУ «Омский АНЦ»

_____Головкова Юлия Леонидовна