

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Семеновой Елены Александровны «Теоретическое и экспериментальное обоснование роли адаптации сои в повышении урожайности», представленную на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Актуальность избранной темы. Соя, как важнейшая белково-масличная культура мирового земледелия, имеет значимую роль в решении продовольственной безопасности России. Необходимость импортозамещения пищевой и кормовой соевой продукции предопределяет расширение внутреннего производства сои. Однако расширение посевных площадей и увеличение продуктивности сои сдерживается недостатком или отсутствием сортов, приспособленных к конкретным местным условиям и региональной сортовой агротехники. В связи с этим становится актуальным подбор генотипов для каждой агроклиматической зоны с учётом результатов испытания в различных экологических условиях с использованием эффективных методов тестирования. Это позволит получить более полную информацию о продуктивности сорта и устойчивости к региональным стрессорам.

Амурская область является традиционным регионом для производства сои, так как имеет пригодные для её возделывания агроклиматические условия. Здесь же находится северная часть естественного ареала дикорастущей сои уссурийской, обладающей высоким адаптивным потенциалом. Однако потенциальную продуктивность сортов сои не всегда удаётся реализовать из-за периодического развития стрессовых погодных условий. Экономический ущерб посевам сои наносят также болезни, вызывающие гибель всходов и поражение корневой системы, листового аппарата и репродуктивных органов.

Основой обеспечения высокого и стабильного урожая сои в этом регионе является адаптивная интенсификация растениеводства, предусматривающая рациональное формирование устойчивых агроценозов с учётом контрастности, нестабильности экологических условий. В адаптивном растениеводстве повышенные требования предъявляются не только к продукционным способностям сорта, но и его адаптивности к стрессовым погодно-климатическим ситуациям, устойчивости к патогенам, надежности и стабильности по вегетации. Создание сортов сои, сочетающих высокую продуктивность со стрессоустойчивостью, задача сложная. Успех этой работы в значительной мере зависит от понимания механизмов адаптации и устойчивости растений к неблагоприятным воздействиям окружающей среды.

В связи с этим данное диссертационное исследование, посвящённое оценке биохимических механизмов адаптации и устойчивости растений сои на фер-

ментативном уровне к неблагоприятным воздействиям окружающей среды на основе исследований множественных молекулярных форм ферментов, не вызывает сомнений в его актуальности.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна. Анализ основных положений и выводов диссертационной работы Е. А. Семеновой свидетельствует о её теоретической обоснованности, достоверности и практической значимости.

К научной новизне результатов диссертации следует отнести оценку адаптивных свойств сои по параметрам пластичности, гомеостатичности, стрессоустойчивости, стабильности по урожайности и показателям качества семян при выращивании в контрастных агроклиматических условиях (Амурской, Саратовской, Оренбургской областей и Хабаровского края). Установлена динамика изменения активности и электрофоретических спектров пероксидаз и каталаз в процессе прорастания, развития и созревания растений *G. max* и *G. soja*, различающихся адаптационным потенциалом, и в зависимости от метеорологических условий. Определены механизмы антиоксидантной защиты, действующие при выращивании сои в экстремальных условиях (гипо- и гипертермия, избыточное и недостаточное увлажнение почвы, различная длительность дня). Доказаны различия в защитных реакциях у контрастных по устойчивости *G. max* и *G. soja* при заражении патогенами с разным типом питания: *Fusarium solani* (некротроф), *Septoria glycines* (гемибиотроф), *Perenospora manshurica* (биотроф). Установлено, что устойчивость растений сои к возбудителям болезней связана с изменением активности ферментов в ответ на внедрение патогена и не зависит от изначальной активности пероксидазы и каталазы в листьях сои. Выявлены формы ферментов, которые можно использовать в качестве маркеров устойчивости сои к абиотическим и биотическим факторам. Разработана система оценки адаптивных свойств сои с использованием визуальных, морфобиометрических, биохимических и статистических методов.

Значимость полученных результатов для науки и практики. Автором диссертации экспериментально выявлены межсортовые и межвидовые различия сои в активности и электрофоретических спектрах пероксидаз и каталаз при прорастании, в период вегетации и на стадии формирования и налива семян. Обоснована роль антиоксидантной защиты в адаптации и устойчивости *G. max* и *G. soja* к гипо- и гипертермии, избыточному и недостаточному увлажнению почвы, различной длительности дня, воздействию фитопатогенов. Результаты изучения адаптации сои позволили дифференцировать сорта сои по их адаптивным свойствам, урожайности, качеству семян, для дальнейшего использования в

адаптивном растениеводстве и селекции. Разработана шкала для сравнительной оценки ферментативной активности пероксидазы и каталазы в семенах, проростках и листьях сои.

Структура и объём диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения, практических рекомендаций, списка литературы и 20 приложений. Она изложена на 470 страницах текста компьютерной вёрстки и содержит 77 таблиц и 63 рисунка. Список использованной литературы включает 642 источника, в том числе 211 – иностранных авторов.

Диссертация Е. А. Семеновой обладает структурной целостностью и логической завершённостью, содержит подробный анализ включённых в исследования особенностей онтогенетической адаптации по биохимическим показателям культурной и дикорастущей сои; взаимного влияния компонентов антиоксидантной системы в обеспечении нормальной жизнедеятельности растений культурного и дикорастущего видов сои при воздействии неблагоприятных факторов среды; взаимосвязи энзиматической активности с экологической устойчивостью и урожайностью сои в системе «генотип-среда»; использования активности ферментов для диагностики устойчивости сои к абиотическим и биотическим факторам; экономической оценки выращивания сортов сои с разной экологической пластичностью в контрастных агроклиматических условиях.

Обоснованность и достоверность содержащихся в работе научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается.

Полевые исследования проводились в 2003–2013 гг. в нескольких природно-климатических зонах РФ: в Амурской, Оренбургской, Саратовской областях и в Хабаровском крае.

Биохимические исследования по определению энзиматической активности и низкомолекулярных антиоксидантов проводились в биохимических лабораториях ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ» и ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет», г. Благовещенск.

Методический уровень выполненных соискателем исследований высокий. Автор подробно описала методические условия проведения исследований, что даёт возможность ясно представить ход их выполнения. Техника и методика проведения исследований замечаний и возражений не вызывают.

Материалы диссертации прошли апробацию на 31 научном форуме регионального, федерального и международного уровня. Основные результаты исследований, полученные соискателем, опубликованы в 50 научных работах, в том числе – в 21 научной статье, опубликованной в научных журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, и в 1 монографии.

Наиболее значимые рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы. В целях обеспечения высокой урожайности и экономической эффективности производства сои рекомендуются экологически пластичные сорта с высокой потенциальной урожайностью (26–30 ц/га): в Хабаровском крае – скороспелый сорт Лидия; в Амурской, Саратовской и Оренбургской областях – среднеспелый сорт Гармония.

Для улучшения фитосанитарного состояния агрофитоценозов сои в качестве источников устойчивости к фузариозной корневой гнили рекомендуется сорт Гармония, к септориозу и пероноспорозу – генотипы с комплексной устойчивостью к возбудителям листовостеблевой инфекции: сорт Гармония и дикорастущая форма КА 1344.

При селекции на повышение адаптивного потенциала сои рекомендуется использовать *G. soja*, обладающую высокой удельной активностью пероксидазы.

Замечания по диссертационной работе. Оценивая, в целом, положительно рецензируемую диссертацию, считаю необходимым отметить её некоторые недостатки:

1. По всему тексту диссертации и автореферата, за редким исключением, знаки обозначения процента «%» и градуса Цельсия «°C», в нарушение ГОСТ 8.417-2002, п.8. приведены после цифровых значений без обязательного пробела – «10%» вместо «10 %», или «20°C», вместо «20 °C».

2. На стр. 30 и 60 диссертации присутствует смешение стилей отображения цифровых диапазонов – на одной странице могут присутствовать стили типа 10–20, и 10...20.

3. На стр. 101 диссертации употреблён ошибочный термин «сросшаяся семенная оболочка». В анатомии растений термин «срастание» подразумевает образование единой неразделимой ткани за счёт формирования сплошного пектинового слоя между соседними слоями клеток. В реальности семенная оболочка сои просто плотно прилегает к поверхности семядолей и свободно отделяется от семядолей при прорастании семян или в процессе механического снятия оболочки.

4. Не смотря на ключевую роль адаптации сои к условиям внешней среды в данных исследованиях, и вынесения этого термина в название диссертации, в главе 1 практически отсутствует обзор ранее выполненных исследований по этому вопросу на сое. Вместо этого обзор литературы по адаптации сои разнесён по экспериментальным разделам.

5. На стр. 84 диссертации сказано, что «Корреляция фермента (каталазы)... была ... положительной с влажностью воздуха ($r = 0,747...$)». Однако на стр. 85 в табл. 8 эта величина указана для корреляции каталазы и влажности почвы.

6. В тексте, таблицах и подписях к рисункам на стр. 175–186, в разделе по изучению влияния длины дня на растения сои, употреблён термин «естественные условия», подразумевающий складывающиеся длины дня в период «всходы-цветение» в основном пункте испытания – на опытном поле ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ» в с. Грибское Благовещенского р-на Амурской обл. При этом на стр. 61 подраздела 2.3 «Методы исследования» указано, что под «естественными условиями» подразумевается длина дня 16 ч. Однако реальная длина дня в с. Грибское на $50^{\circ} 10'$ северной широты, во 2–3 декадах июня заметно больше, и составляет 16 ч 25 мин. Даже в самом южном пункте испытаний, в Хабаровске, на широте $48^{\circ} 29'$ длина дня в конце июня достигает 16 ч 07 мин, а на широтах г. Ершов Саратовской обл. ($51^{\circ} 22'$) и Оренбурга ($51^{\circ} 47'$) – длина дня в июне достигает 16 ч 36 мин. и 16 ч 40 мин., соответственно.

7. На стр. 117, 119–130 отмечен выявленный эффект повреждающего кратковременного (2 и 12 ч) воздействия экстремально высокой (45°C) температуры воздуха на активность и гетерогенность ферментов каталазы и пероксидазы, антиоксидантов, а также на формирование семян на растениях сои. Однако эти исследования были проведены на растениях, выращенных только в вегетационных сосудах. При этом растения, до кратковременного помещения их в высокотемпературные условия, формировались на фоне умеренных температур, и у них полностью отсутствовала закалка к высоким температурам. Поэтому полученные на основе вегетационных опытов результаты и заключения этого раздела недостаточно информативны для оценки естественной адаптации сои к высоким температурам при выращивании в полевых условиях, где одномоментные перепады температур воздуха в $15\text{--}25^{\circ}\text{C}$, невозможны.

8. В разделе 6.1 «Урожайность сои при выращивании в различных агроклиматических условиях» на стр. 236 отмечено, что в Саратовской и Оренбургской областях сдерживающим урожайность фактором, помимо недостаточной влагообеспеченности, также является высокая температура воздуха. На стр. 235 в табл. 55 приведены корреляции между урожайностью и температурой воздуха в период «цветение-созревание», составляющие: в Саратовской обл. $r = -0,327$, в Оренбургской обл. $-r = -0,703$. Соответствующий вывод № 2 об отрицательной корреляции между урожайностью и температурой воздуха вынесен в вывод № 2 главы 6 на стр. 283.

Однако данный вывод представляется неоднозначным, поскольку коэффициенты детерминации этих корреляций невысокие, и составляют: по Саратовской обл. $-r^2 = 0,107$, по Оренбургской обл. $-r^2 = 0,494$. Это означает, что в этих областях только 10,7 и 49,4 %, соответственно, наблюдений определялись высокой температурой. Остальные 89,3 и 50,6 % показателей урожайности в Саратовской

и Оренбургской обл., соответственно, определялись другими факторами. Иллюстрацией спорности отрицательной корреляционной связи между урожайностью и высокой температурой являются традиционно большие площади посевов сои в высокотемпературных условиях целого ряда стран Африки (всего 2,3 млн. га в 2017 г.) и Южной Азии (всего 10,8 млн. га в 2017 г.). Например, средняя урожайность сои в жарких сухих субтропиках Ирана при летних температурах, периодически достигающих 45–50 °С, в 2017 г., составляла 22,9 ц/га, а средняя урожайность сои в Египте достигала 30,0 ц/га.

Однако, в целом, все отмеченные недостатки носят частный характер, не снижают ценности и значимости диссертации и не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение

Диссертационная работа Семеновой Елены Александровны, выполненная на тему: **«Теоретическое и экспериментальное обоснование роли адаптации сои в повышении урожайности»**, имеет научное и практическое значение является законченным научным трудом. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Основные результаты исследований диссертации полно отражены в публикациях.

Настоящая диссертация является научно-квалификационной работой, в которой предложен комплексный подход для оценки видов и сортов сои по адаптивным свойствам, урожайности, качеству семян, позволивший выделить и рекомендовать экологически пластичные сорта с высокой потенциальной урожайностью для различных регионов, что вносит значительный вклад в развитие страны. Работа отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» ВАК Российской Федерации, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор Е. А. Семенова заслуживает присуждения учёной степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство.

Официальный оппонент:
академик РАН,

Врио директора ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
доктор сельскохозяйственных наук
(специальности 06.01.01; 06.01.02)



Вячеслав Михайлович Лукомец

Почтовый адрес: 350038, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Филатова, 17,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр
«Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени
В.С. Пустовойта» (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК), тел.: (861) 255-59-33, e-mail: vniimk@vniimk.ru

05.06.2019