

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сухова Владимира Сергеевича на тему: «Вызванная переменным потенциалом быстрая инактивация фотосинтеза у высших растений: механизмы, связь с теплоустойчивостью, подходы к управлению и мониторингу»,
представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.2 – Биофизика в виде научного доклада

Стрессовые воздействия нарушают нормальное протекание процесса фотосинтеза, в результате чего происходит накопление активных форм кислорода, вызывающих повреждение растений. В этих условиях ингибирование фотосинтеза является защитной реакцией, обеспечивающей снижение повреждающего воздействия стрессовых факторов. Поскольку многие внешние факторы оказывают локальное воздействие на растения, распространение сигналов о них играет важную роль в обеспечении реакции растений на организменном уровне. Роль таких сигналов может выполнять распространение переменного потенциала (ВП). Хотя электрическим сигналом уделялось немало внимания, их роль в инактивации фотосинтеза до начала данной диссертационной работы была изучена недостаточно. Этот пробел был успешно восполнен диссертантом. Им проведен анализ влияния ВП на фотосинтез и показана необходимость участия ВП в быстром изменении его активности, выявлены механизмы реализации воздействия ВП на фотосинтез при стрессе и влияния на теплоустойчивость фотосинтетического аппарата и растений в целом. Им также обнаружены способы модификации формирования ВП для быстрой инактивации фотосинтеза и показана возможность регистрации распространения ВП и инактивации фотосинтеза с помощью методов оптического мониторинга.

Эти результаты достигнуты в процессе масштабного анализа связи между параметрами ВП и изменением активности фотосинтеза, выявившего сильную связь между ними, в частности при воздействии фитогормонов, что подтвердило важную роль ВП в быстрой инактивации фотосинтеза. Показано, что фотосинтетический ответ на ВП обусловлен несколькими механизмами: инактивацией темновой фазы фотосинтеза в результате вызванного переменным потенциалом снижения активности АТФазы и защелачивания апопласта, что нарушает поступление углекислого газа в клетки; влиянием ВП на световую стадию фотосинтеза через закисление цитоплазмы и снижение рН в строме и люмене хлоропластов. Впервые сформулирована и обоснована гипотеза о необходимости низкой проводимости устьиц для реализации вызванного ВП ответа фотосинтеза.

Выявлены сложные механизмы влияния ВП на теплоустойчивость фотосинтетического аппарата. Показано, что при сильном нагреве листьев, предварительная индукция переменного потенциала способствует повышению теплоустойчивости ФСІ, что положительно связано с увеличением теплового повреждения ФСІІ, а в условиях более слабого нагрева генерация электрических сигналов положительно, напротив, связана с теплоустойчивостью ФСІІ.

Диссертантом впервые выявлен ряд факторов, способных повлиять на формирование ВП и быструю инактивацию фотосинтеза. Так впервые показана зависимость ответов от флуктуаций активности H^+ -АТФазы, влияние предварительной обработки растений 24-эпибрассинолидом (ЭБЛ), а также подавление ответа в условиях сильной засухи и под

влиянием абсцизовой кислоты (АБК). Эти результаты имеют практическое значение т.к. создают основу для управления теплоустойчивостью растений путем стимуляции или подавления формирования ВП и быстрой инактивации фотосинтеза, например, с помощью обработки растений экзогенными ЭБЛ или АБК, соответственно. Эти подходы могут быть использованы для управления реакцией растений на внешние воздействия и стать одним из инструментов «точного земледелия».

Важным аспектом диссертации является разработка ряда подходов для дистанционного мониторинга распространения ВП и инактивации фотосинтеза. Они опираются на измерения и анализ показателей отраженного света и выявление новых узкополосных индексов отражения. Предложен новый тип тепловых карт, которые показывают статистическую значимость и направление изменений. Разработанный диссертантом подход может быть альтернативой дополнительных измерений физиологических характеристик.

В целом можно констатировать, что диссертационная работа вносит важный вклад в углубление представлений о механизмах, от которых зависит приспособление растений к стрессовым воздействиям. Диссертантом проведен большой объем тщательно выполненных экспериментов и компетентный, глубокий анализа полученных результатов.

У меня есть лишь небольшое замечание. Мне кажется, что есть противоречие между важностью закрытия устьиц для реализации влияния ВП на фотосинтез и тем обстоятельством, что сильная засуха и АБК ингибируют этот ответ. Ведь АБК и сильная засуха закрывают устьица. Логично было бы ожидать усиления ответа под влиянием обработки растений АБК и сильной засухой.

Это замечание не умаляет достоинств диссертации. На мой взгляд, она полностью соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, несомненно, заслуживает искомой степени по специальности 1.5.2 – Биофизика

Заведующая лабораторией
физиологии растений
Уфимского Института биологии,
УФИЦ РАН,
д.б.н., проф.
(специальность 1.5.21 –
Физиология и биохимия растений)

Гудя

Г.Р. Кудоярова

Подпись Г.Р. Кудояровой заверяю

22.01.2026

Ученый секретарь
Уфимского Института биологии,
УФИЦ РАН, к.б.н.



Р.В. Уразгильдин