

ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРА СВЕТОСОБИРАЮЩЕЙ АНТЕННЫ В РАСТЕНИЯХ *ARABIDOPSIS THALIANA* С НОКАУТОМ АЛЬФА-КАРБОАНГИДРАЗЫ 2

Е. М. Надеева, Д. В. Ветошкина, Л. К. Игнатова, Н. Н. Руденко, Б. Н. Иванов

*Институт фундаментальных проблем биологии РАН – обособленное подразделение
ФИЦ Пушинский научный центр биологических исследований РАН, Пушкино, Россия*

Нефотохимическое тушение флуоресценции хлорофилла а (НФТ) представляет собой сложный механизм, используемый высшими растениями для регулирования диссипации избыточного поглощенного света. Подкисление люмена тилакоида, приводит к развитию энергозависимого компонента НФТ, зависящему от протонирования PsbS белка, который вызывает конформационные изменения в белках светособирающей антенны тем самым увеличивая диссипацию энергии в тепло [1]. State transitions (ST) представляет собой краткосрочный механизм регуляции перераспределения энергии возбуждения между реакционными центрами, при котором часть светособирающей антенны ФС2 перераспределяется между ФС2 и ФС1 происходит за счет селективного фосфорилирования светособирающего комплекса ФС2 (ССК2) [1].

Ранее нами показано, что в растениях *Arabidopsis thaliana* без α -карбоангидразы 2 (α -КА2), катализирующей реакцию $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$, величина НФТ была больше по сравнению НФТ растений дикого типа (ДТ) за счет энергозависимого компонента НФТ [2], причем у мутантных растений наблюдалась более низкая способность осуществлять процесс ST по сравнению с растениями ДТ [2]. Вероятно, α -КА2 может участвовать в тонкой подстройке фотосинтетического аппарата при изменяющихся условиях среды. На данный момент не совсем ясно – есть ли какое-то отличие между растениями ДТ и мутантом по α -КА2 в оптимизации фотосинтетического аппарата, занимающей более продолжительное время, например, в изменении размера ССК2.

Эксперименты проводили на растениях *A. thaliana* ДТ и мутантных растениях с нокаутированным геном *At2g28210*, кодирующим α -КА2. Растения выращивали с 8-часовым фотопериодом при интенсивности света 50 мкмоль квантов/м²с и концентрации CO_2 400 ppm.

Уровни экспрессии генов, кодирующих и мажорные белки ССК2 Lhcb1 и Lhcb2, и минорные белки Lhcb3, Lhcb4 и Lhcb6 были выше в мутантах по α -КА2, чем в ДТ. Поскольку отсутствие α -КА2 влияет на энергозависимое тушение, то нами был измерен уровень экспрессии α -КА2 и в мутанте, в котором отсутствует PsbS, и в растениях ДТ. В обоих мутантах уровень экспрессии α -КА2 был достоверно выше, чем в растениях ДТ. С помощью Вестерн-блот анализа было обнаружено, что содержание мажорных белков Lhcb1 и Lhcb2, а также минорного Lhcb4 было в мутанте выше, чем в ДТ. При этом содержание фосфорилированных белков Lhcb1 и Lhcb2 в мутанте по α -КА2 было меньше, чем в ДТ, что подкрепляет наши предыдущие выводы о том, что в мутантных растениях без α -КА2 снижена активность STN7 киназы – ключевого фермента, инициирующего процесс ST. Таким образом, мутантные растения без α -КА2 «видят» необходимость в увеличении размера антенны ФС2, а именно в увеличении «поглощения» солнечной энергии.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ (№ 22-74-10088)
<https://rscf.ru/project/22-74-10088/>.

Библиографические ссылки

1. *Ruban A. V., Wilson S.* The mechanism of non-photochemical quenching in plants: localization and driving forces // *Plant and Cell Physiology*. 2021. Vol. 62, iss. 7. P. 1063–1072.
2. Features of photosynthesis in *arabidopsis thaliana* plants with knocked out gene of alpha carbonic anhydrase 2 / E. M. Nadeeva [et al.] // *Plants*. 2023. Vol. 12, iss. 9. P. 1763.