

ИЗУЧЕНИЕ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ, КОДИРУЮЩИХ ХЛОРОПЛАСТНЫЕ БЕЛКИ В ТКАНЯХ ФОРМИРУЮЩИХСЯ ПЛОДОВ ГОРОХА (*PISUM SATIVUM* L.) В СВЯЗИ С ИХ ФОТОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Степанова Н. В.¹, Жилкина Т. А.¹, Камионская А. М.¹, Смоликова Г. Н.²

¹ Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук

² Санкт-Петербургский Государственный университет

Stepanovanataliia.v@yandex.ru

Стремительное изменение климата приводит к тому, что все более приоритетной задачей в мире становится обеспечение продовольственной безопасности, в том числе путем повышения урожайности сельскохозяйственных растений. Хорошо известно, что способность растений производить биомассу, необходимую для питания человека и животных, зависит от эффективности фотосинтетических реакций, которые, в свою очередь, зависят от эффективности улавливания света и фиксации углерода. Однако большинство фотосинтетических исследований проводится на листьях, в то время как другие зеленые органы растений также являются потенциальным источником дополнительного усвоения углерода за счет фотосинтеза. Объектом исследования являлись плоды растений гороха сорта Глория на средней стадии созревания семян.

Ранее нами было показано, что формирующиеся семена гороха содержат хлорофиллы, каротиноиды и фотохимически активные пластиды с развитыми тилакоидными мембранами (doi 10.1071/FP19270). «Эмбриональный» фотосинтез, происходящий в зеленых зародышках, позволяет им вырабатывать дополнительное количество АТФ и НАДФН, которые далее используются при синтезе запасных питательных веществ (doi 10.1134/S1021443715060163). При этом из-за того, что зародыши в плодах экранированы от солнечного света тканями перикарпия и семенной кожуры, они осуществляют фотохимические реакции в отсутствие синего света, низком уровне красного света и сравнительно высоком уровне зеленого и дальнего красного света (doi 10.18699/VJGB-23-113). Такие условия приводят к структурно-функциональной адаптации фотосинтетического аппарата. Так, например, методом РАМ-флуориметрии с использованием PAR-FluorPen FP 110 (PSI, Чехия) нами было установлено, что семядоли, по сравнению с листьями и тканями перикарпия, имеют более высокий показатель ABS/RC, где ABS – поток фотонов, поглощаемых пигментами свето-собирающих комплексов (ССК), и RC – реакционный центр.

Нами была изучена экспрессия генов, кодирующих белки D1 и D2 фотосистемы II (*PsbA* и *PsbD*), белки A1 и A2 фотосистемы I (*PsaA* и *PsaB*), белок цитохром *f* комплекса цитохромов *b6/f* (*PetA*), белки-шаперонины *Cpn60α* and *Cpn60β*, а также ферменты активизатора рибулозо-1,5-бисфосфаткарбоксилазы/оксигеназы (*Rca*) и фосфорibuлокиназа (*Prk*). Все вышеуказанные гены экспрессировались в тканях листьев, перикарпия, кожуры и семядолей гороха, однако уровень их экспрессии снижался в нелистовых тканях в зависимости от интенсивности и спектрального состава света, при которых осуществлялись фотохимические реакции. В докладе будут обсуждаться особенности функционирования фотосинтетического аппарата в плодах гороха.

Работа выполнена при поддержке НИЦМУ «Агротехнологии будущего» (соглашение № 075-15-2022-318 от 20.04.2022) на базе ЭУИК (регистрационный номер УНУ U-73547).

Ключевые слова: *Pisum sativum* L., семена, плоды, фотосинтез, РАМ-флуориметрия, экспрессия генов.

STUDY OF THE EXPRESSION OF GENES ENCODING CHLOROPLAST PROTEINS IN THE TISSUES OF DEVELOPING PEA (*PISUM SATIVUM* L.) PODS IN RELATION TO THEIR PHOTOCHEMICAL ACTIVITY

Stepanova N. V.¹, Zhilkina T. A.¹, Kamionskaya A. M.¹, Smolikova G. N.²

¹ Federal State Institution «Federal Research Centre «Fundamentals of Biotechnology» of the Russian Academy of Sciences»

² St. Petersburg State University

Stepanovanataliia.v@yandex.ru

As a result of rapid climate change, ensuring global food security, including by increasing crop yields, is becoming an increasingly important priority. It is well known that the ability of plants to produce biomass necessary for human and animal nutrition depends on the efficiency of photosynthetic reactions, which, in turn, depend on the efficiency of light capture and carbon fixation. However, most photosynthetic studies have been conducted on leaves, while other green plant organs are also a potential source of additional carbon uptake through photosynthesis. In this study, leaves and pods of pea plants of the variety Gloria at the middle stage of seed maturation were investigated.

We have previously shown that the developing pea seeds contain chlorophylls, carotenoids and photochemically active plastids with thylakoid membranes (doi:10.1071/FP19270). The "embryonic" photosynthesis occurring in green embryos allows them to produce additional amounts of ATP and NADPH, which are further used for the synthesis of reserve nutrients (doi: 10.1134/S1021443715060163). At the same time, because the embryos in the pods are shielded from sunlight by the tissues of the pericarp and seed coat, they carry out photochemical reactions in the absence of blue light, with low levels of red light and a relatively high levels of green and far-red light (doi: 10.18699/VJGB-23-113). Such conditions lead to the structural and functional adaptation of the photosynthetic apparatus. Using the method of PAM fluorometry with the PAR-FluorPen FP 110 (PSI, Czech Republic), it was found that cotyledons have a higher ABS/RC index compared to leaves, where ABS is the flux of photons absorbed by pigments of light harvesting complexes (LHC) and RC is the reaction center.

We examined the expression of genes encoding the proteins D1 and D2 of photosystem II (*psbA* and *psbD*), the proteins A1 and A2 of photosystem I (*PsaA* and *PsaB*), the cytochrome *f* protein of the cytochrome *b6/f* complex (*PetA*), the chaperonin proteins *Cpn60α* and *Cpn60β*, and the enzymes of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase activase/oxygenase (*Rca*) and phosphoribulokinase (*Prk*). All the above-mentioned genes were expressed in the tissues of leaves, pericarps, seed coats, and cotyledons of pea plants. However, their expression decreased in the non-foliar tissues depending on the intensity and spectral composition of the light under which the photochemical reactions were carried out. The peculiarities of the functioning of the photosynthetic apparatus in pea pods are discussed.

Keywords: *Pisum sativum* L., seeds, pods, non-foliar photosynthesis, PAM fluorometry, gene expression.