

УДК 581.149:575.164

А. В. Санникова, Л. Р. Валеева, М. Р. Шарипова, Е. В. Шакиров

*Казанский (Приволжский) Федеральный Университет,
420008, Россия, г. Казань, ул. Кремлевская, 18,
Anastasya.sannikova@bk.ru.*

РОЛЬ ГЕНОВ TRF-ПОДОБНЫХ БЕЛКОВ В РЕГУЛЯЦИИ ДЛИНЫ ТЕЛОМЕР У *PHYSCOMITRELLA PATENS*

Ключевые слова: теломеры, TRF-подобные белки, *Physcomitrella*.

Теломеры – важнейшие структуры на концах хромосом эукариот, участвующие в защите ДНК от повреждений. С каждым делением клетки происходит сокращение теломер, из-за чего они теряют свою защитную функцию, что обуславливает старение и гибель клетки. Поддержание сложной структуры теломер обусловлено взаимодействием теломерной ДНК со специфическими теломер-связывающими белками. Сегодня известны многие белки, входящие в нуклео-протеиновый комплекс теломер, большинство которых консервативны среди большинства эукариот. Одним из наиболее важных белковых комплексов, участвующих в поддержании длины теломер у млекопитающих, являются белки – компонентов шелтеринового комплекса TRF. В свою очередь, гомологи генов TRF были обнаружены у растений, для которых, однако, роль этих генов остается неизвестной. Растительные TRF-подобные белки (TRFL) связывают двухцепочечные теломерные повторы и выполняют важную роль в поддержании стабильности теломер в растениях [1]. Таким образом, изучение генов, участвующих в регуляции биологии теломер растений, позволит не только получить новые данные о молекулярной эволюции генов эукариот в целом, но и стать основой для развития новых стратегий защиты и поддержания развития растений.

Уникальными организмами для исследования развития и эволюции растений являются бриофиты. Бриофиты относятся к самой древней дивергировавшей от остальных наземных растений группе, чьи предки совершили переход из водной среды обитания на сушу около 450 миллионов лет назад. Важная особенность бриофитов – это медленная эволюция их геномов по сравнению с цветковыми растениями, что обусловлено их жизненным циклом, в котором преобладает гаплоидный гаметофит. Мох *Physcomitrella patens* является удобным модельным растением для изучения теломер, поскольку обладает небольшим геномом, а также высокой скоростью гомологичной рекомбинации, что позволяет получать и анализировать любой фенотип мха в течение нескольких недель после трансформации [2]. Геном *P. patens* менее избыточен, что показано на примере теломер-ассоциированных белков. Так *P. patens* имеет только 3 гена TRFL, в отличие от арабидопсиса, в геноме которого обнаружено 12 генов TRFL [3]. Поэтому, использование мха *P. patens* в качестве модельного организма позволит детально исследовать функцию и эволюцию TRFL белков растений.

Целью работы было определение роли генов TRF-подобных белков в регуляции длины теломер *Physcomitrella patens*.

Нами была создана генетическая конструкция для проведения PEG-опосредованной трансформации протопластов *P. patens*. Путем гомологичной рекомбинации были получены два индивидуальных растения-нокаута *P. patens* по гену TRFL2. Определение длины теломер мутантных растений проводили методом TRF – анализа. Нами показано, что для обеих линий

растений-нокаутов PpTRFL2.10 и PpTRFL2.19 характерно небольшое увеличение длины теломер (от 1500 до 1700 п.о., средняя длина – 1430 п.о. и 1520 п.о. соответственно) по сравнению с диким типом растений ($P < 0.05$). Таким образом, мы предполагаем, что белок TRFL2 у мха *P. patens* является негативным регулятором длины теломер. Дальнейшее изучение TRF – подобных белков растений позволит не только лучше понять регуляторные пути поддержания структуры теломер, но и применять полученные данные в генной инженерии и биотехнологии растений.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-016-00146 а.

Список литературы

1. *Schrumpfova P., Schorova S., Fajkus J.* // *Frontiers in Plant Science*. 2016. Vol. 7. 851.
2. *Rensing S.A, Goffinet B, Meyberg R. et al.* // *The Plant Cell*. 2020. Vol. 32. P. 1361–1376.
3. *Karamysheva Z. N., Surovtseva Y.V., Vespa L. et al.* // *Journal of Biological Chemistry*. 2004. Vol. 46. P. 47799–47807.