

## ТОНКИЙ ТРАНСЛЯЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ мРНК РАСТЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ: СЛОЖНАЯ ПАУТИНА МЕХАНИЗМОВ

А.А. Тюрин<sup>1</sup>, О.С. Павленко<sup>1</sup>, К.В. Кабардаева<sup>1</sup>, О.А. Гра<sup>1</sup>, В.С. Фадеев<sup>1</sup>,  
О. Мустафаев<sup>2</sup>, И.В. Голденкова-Павлова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия, [irengold58@gmail.com](mailto:irengold58@gmail.com)

<sup>2</sup>Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан, [orkhan@bioset.org](mailto:orkhan@bioset.org)

**Аннотация.** Парадокс несоответствия уровней мРНК и их белковых продуктов в клетках эукариот, включая растения, направляет усилия исследователей на изучение тонких механизмов трансляции. Трансляционный контроль – один из ключевых этапов регуляции экспрессии генов, который способствует пластичности метаболизма растений, что позволяет им выжить в динамичной среде. Современные представления о многочисленных регуляторных элементах мРНК и их вклад в дальнейшую судьбу индивидуальной мРНК в трансляционном процессе в ответе на абиотические факторы среды будут представлены в докладе.

**Ключевые слова:** трансляция, растения, мРНК, регуляторные коды, абиотические факторы

**DOI:** 10.31255/978-5-94797-319-8-29-30

Трансляция – фундаментальный процесс, который крайне важен для жизнедеятельности, как отдельных клеток, так и растения в целом. Трансляционный контроль способствует пластичности метаболизма и роста растений, что позволяет им выжить в динамичной среде, в частности, при воздействии неблагоприятных абиотических факторов среды. И поскольку белковые продукты имеют критическое значение для жизнедеятельности организма в целом, знание тонкой регуляции эффективности трансляции мРНК является исключительно важным для понимания путей регуляции физиологических процессов и, в дальнейшем, для практического управления ими.

Результаты транскриптомных и протеомных исследований выявили скромную корреляцию между уровнями мРНК и белка у различных организмов, включая растения. Особенно удивительно, что даже изменение уровня мРНК индивидуального гена не обязательно приводит к ожидаемому изменению уровня соответствующего белка. Установлено, что пропорция мРНК индивидуального гена, вовлеченная в трансляцию, т.е. ее трансляционный статус, ранжирована в пределах от 10% до 95% при разных условиях жизнедеятельности. Неполное соответствие между мРНК и уровнем белка определяется в первую очередь вариабельностью трансляционной эффективности индивидуальных мРНК.

Трансляционная эффективность зависит от сложных взаимодействий между молекулярными структурами, которые модулируют трансляцию на ряде «контрольно-пропускных пунктов»: инициации, элонгации, терминации трансляции. Трансляция сложный биологический процесс, в который вовлечено большое число участников, включая мРНК, тРНК, рибосомы и многочисленные белковые факторы. Каждый из них, безусловно, важен для эффективной трансляции. При этом и сами мРНК имеют многочисленные элементы: 5'-нетранслируемые области (5'-НТО), контекст вокруг стартового AUG кодона, кодоновый состав, каждый из которых в отдельности и при их сочетании могут определить дальнейшую судьбу индивидуальной мРНК в трансляционном процессе.

Согласно современным данным, абиотические стрессовые факторы вызывают глобальное перепрограммирование трансляции мРНК: большинство транскриптов демонстрируют различную степень трансляционной репрессии, тогда как подмножество транскриптов напротив выходит из-под контроля таких репрессий и остается или становится активно транслируемыми в условиях стресса. Как осуществляется такой тонкий регуляторный механизм трансляции при действии абиотических факторов? Какие регуляторные коды в последовательностях мРНК опосредуют такой дифференциальный трансляционный контроль? Геномные исследования трансляционного контроля, которые сочетают технологии микрочипов или глубокого секвенирования с фракционированием полисомно-ассоциированной мРНК для оценки состояния трансляции отдельных видов мРНК, предоставили новые возможности для структурно-функционального анализа регуляторных последовательностей мРНК, которые связаны с их дифференциальной трансляцией, в том числе и в условиях действия абиотических факторов среды.

Основываясь на современных экспериментальных данных, в докладе будет обсуждена функциональная роль структурных элементов мРНК в процессе трансляции и их вклада в перепрограммирование трансляции индивидуальных мРНК в условиях действия некоторых абиотических факторов.

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда №18-04-00026.*

## **FINE CONTROL OF TRANSLATION FOR PLANT mRNA UNDER ABIOTIC STRESS FACTORS: A COMPLEX WEB OF MECHANISMS**

A.A. Turin<sup>1</sup>, O.S. Pavlenko<sup>1</sup>, K.V. Kabardaeva<sup>1</sup>, O.A. Gra<sup>1</sup>, V.S. Fadeev<sup>1</sup>, O. Mustafaev<sup>2</sup>, I.V. Goldenkova-Pavlova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS, Moscow, Russia, [irengold58@gmail.com](mailto:irengold58@gmail.com)

<sup>2</sup>Baku State University, Baku, Azerbaijan, [orkhan@bioset.org](mailto:orkhan@bioset.org)

**Abstract.** The paradox of mismatch between mRNA levels and their protein products in eukaryotic cells, including plants, directs researchers' efforts to study fine translation mechanisms. Translational control is one of the key stages in the regulation of gene expression, which promotes the plasticity of plant metabolism, which allows them to survive in a dynamic environment. Modern ideas about the numerous regulatory elements of mRNA and their contribution to the future fate of individual mRNA in the translation process in response to abiotic environmental factors will be presented in the report.

**Keywords:** translation, plants, mRNA, regulatory codes, abiotic factors