

УДК 575.153

Асланян К.А.

Студентка 2 курса факультета агрономии и экологии

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени

И.Т. Трубилина

Россия, Краснодар

**ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ МУЖСКАЯ СТЕРИЛЬНОСТЬ КАК
МОДЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ КОНФЛИКТА ЯДЕРНОГО И
МИТОХОНДРИАЛЬНОГО ГЕНОМОВ У ПОДСОЛНЕЧНИКА**

Аннотация: В статье рассматривается цитоплазматическая мужская стерильность подсолнечника CMS-PET1 как модель конфликта ядерного и митохондриального геномов. Анализируются orfH522, ген Rf1, PPR-белки, механизмы восстановления фертильности и эволюционное значение системы для гибридной селекции подсолнечника; рассматриваются также молекулярные и фенотипические проявления взаимодействия геномов в репродуктивной системе растения.

Ключевые слова: подсолнечник, цитоплазматическая мужская стерильность, CMS-PET1, orfH522, Rf1, PPR-белки, ядерно-митохондриальный конфликт.

К.А. Aslanyan

Second-year student, Faculty of Agronomy and Ecology

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

Russia, Krasnodar

CYTOPLASMIC MALE STERILITY AS A MODEL FOR STUDYING THE CONFLICT BETWEEN THE NUCLEAR AND MITOCHONDRIAL GENOMES IN SUNFLOWER

Abstract: The article considers cytoplasmic male sterility in sunflower CMS-PET1 as a model of conflict between nuclear and mitochondrial genomes. orfH522, the Rf1 gene, PPR proteins, fertility restoration mechanisms, and the evolutionary significance of the system for hybrid sunflower breeding are analyzed; molecular and phenotypic manifestations of genome interaction in the plant reproductive system are also considered.

Keywords: sunflower, cytoplasmic male sterility, CMS-PET1, orfH522, Rf1, PPR proteins, nuclear-mitochondrial conflict.

Размножение растения зависит от согласованной работы двух генетических систем. Ядерный геном контролирует множество признаков организма, но митохондрии имеют собственную ДНК и способны передавать её по материнской линии. Такое наследование создаёт необычную ситуацию. Для митохондриального генома выгодно успешное размножение материнской линии, тогда как производство пыльцы напрямую не помогает его передаче следующему поколению. Цитоплазматическая мужская стерильность, или ЦМС, хорошо показывает этот конфликт. У стерильных растений пыльники развиваются неправильно, пыльца не формируется либо оказывается нежизнеспособной. При этом женская фертильность обычно сохраняется. Митохондриальные перестройки способны приводить к появлению химерных открытых рамок считывания, продукты которых нарушают работу клеток пыльника. Подсолнечник *Helianthus annuus* стал одной из наиболее известных моделей ЦМС. Система CMS-PET1 широко используется в селекции гибридов. Митохондриальный фактор

стерильности связан с геном orfH522, а восстановление фертильности обеспечивается ядерными генами Restorer-of-fertility. Один из наиболее изученных локусов – Rf1, расположенный в ядерном геноме и кодирующий белок семейства PPR. Цель научной работы – рассмотреть ЦМС подсолнечника как модель молекулярной эволюции и внутриклеточного геномного конфликта. Основное внимание уделено митохондриальному фактору стерильности, ядерным генам-реставраторам и механизмам, через которые изменяется экспрессия митохондриальных генов.

Материалом для анализа послужили опубликованные данные о CMS-PET1 у подсолнечника, митохондриальном геноме, локусах восстановления фертильности и белках PPR. Использовались результаты генетического картирования, секвенирования митохондриальной ДНК, анализа экспрессии и функциональных экспериментов с реставраторами. Митохондриальные геномы сравниваются по структуре и наличию специфических открытых рамок считывания. Для CMS-PET1 особое внимание уделяется orfH522. Этот участок возник в результате перестройки митохондриального генома и связан с мужской стерильностью. Генетическую связь между стерильностью и восстановлением фертильности устанавливают через скрещивания линий. CMS-растение используется как материнская форма, после чего потомство анализируется по признаку фертильности пыльцы. Если определённый участок ядерного генома восстанавливает образование жизнеспособной пыльцы, он рассматривается как кандидатный локус Rf. Для картирования Rf1 применяются SNP-маркеры, генотипирование и анализ рекомбинаций. После сужения участка генома изучаются расположенные в нём гены-кандидаты. Для подсолнечника важны PPR-белки – пентатрикопептидные повторяющиеся белки, локализованные преимущественно в митохондриях и хлоропластах.

Сопоставление генетических и молекулярных данных показывает, что CMS-PET1 действительно представляет удобную модель конфликта между ядерным и митохондриальным геномами. Мужская стерильность не возникает как случайная потеря функции всего растения. Нарушение затрагивает преимущественно репродуктивную систему, сохраняя женскую фертильность. Центральное место занимает orfH522. Митохондриальная перестройка сформировала химерную открытую рамку считывания, экспрессия которой связана с появлением CMS-PET1. В клетках пыльника митохондрии испытывают дополнительную нагрузку. Ядерный геном сталкивается с другой задачей. Ему выгодно сохранять возможность передачи через мужские гаметы. Появление Rf-генов восстанавливает фертильность и возвращает пыльцу в репродуктивный цикл. Поэтому реставраторы можно рассматривать как ответ ядерного генома на действие митохондриального фактора. Rf1 у подсолнечника связан с PPR-белком. Такие белки способны узнавать определённые последовательности РНК и влиять на их процессинг. Для CMS-PET1 предполагается, что продукт Rf1 изменяет судьбу транскрипта, связанного с orfH522.

CMS-PET1 у подсолнечника показывает, как различия в наследовании ядерного и митохондриального геномов могут привести к устойчивому генетическому конфликту. Митохондриальный фактор orfH522 связан с нарушением мужской фертильности, тогда как ядерные Rf-гены восстанавливают развитие пыльцы. Белки PPR занимают важное место в этой системе. Они способны изменять судьбу митохондриальных РНК и тем самым подавлять действие факторов ЦМС. Восстановление происходит на уровне экспрессии, а его результат виден уже на уровне развития пыльников и формирования жизнеспособной пыльцы. Для селекции подсолнечника этот конфликт оказался полезным. CMS-PET1

позволяет получать гибриды без удаления пыльников вручную, а Rf-гены возвращают фертильность гибридному потомству.

Использованные источники:

1. Васильев Д.С. Подсолнечник. — М.: Агропромиздат, 1998. — 174 с.
2. Плачек Е.М. Подсолнечник: культура и селекция его по данным опытных учреждений Юго-Востока. — М.: Новая деревня, 1922. — 58 с.
3. Пустовойт Е.С. Возделывание масличного подсолнечника. — Ростов-на-Дону: Доно-кубанотер. о-во сельского хозяйства, 1916. — 40 с.