

В.А. Кунах. МОБИЛЬНЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ПЛАСТИЧНОСТЬ ГЕНОМА РАСТЕНИЙ

Киев, Логос, 2013, 298 с.

Мобильные генетические элементы (МГЭ) открыты в еще конце 40-х годов прошлого столетия Барбарой МакКлинток. Но потребовалось полвека, чтобы изучить их распространение в природе и понять механизмы действия, а также биологическое значение транспозонов. Первоначально транспозоны считались бесполезными, «мусорной» ДНК, а ныне оказались одними из главных «действующих игроков» адаптации и эволюции практически всех видов живых организмов. В настоящее время почти ежедневно в мировой научной литературе появляются все новые и новые доказательства этого. Согласно современным данным МГЭ составляют у большинства высших растений более половины (до 90 % у некоторых злаков), а у человека — около половины ядерного генома. Они представляют собой внутригеномные системы преобразований ДНК, лежащие в основе значительного количества генетических изменений и выполняющие ключевую роль в естественной генетической инженерии. МГЭ сочетают в себе способность к перемещению, захвату и экспорту последовательностей, к эктопической рекомбинации между гомологичными последовательностями ДНК и к участию в ряде других процессов, связанных с генетическими изменениями.

Рецензируемая книга, автором которой является известный специалист в области генетики, клеточной и молекулярной биотехнологии чл.-кор. НАН Украины В.А.Кунах, посвящена рассмотрению и обобщению результатов исследований в области биологии мобильных генетических элементов, данных о механизмах и факторах их перемещения, особенностях структуры, эволюции, биологическом значении и практическом применении. Приведены сведения о роли МГЭ в регуляции генов клеток и в эволюции размера, структуры и пластичности геномов, в механизмах адаптивности высших растений как на уровне отдельного организма, так и на популяционном уровне. Анализируются данные по МГЭ в качестве основного формирующего фактора, который обеспечивает адаптацию к меняющимся

условиям внешней среды и в некоторых случаях может приводить к «быстрому» видообразованию.

В начале монографии и в последующих шести разделах аргументированно излагается необходимость изучения проблемы подвижных генетических элементов, приводится краткая история открытия и развития исследований мобильных генетических элементов и их роли в наследовании приобретенных признаков в организме. Кроме того, автор анализирует особенности биологии МГЭ, подробно характеризует свойства ретротранспозонов и ДНК-транспозонов, рассматривает современные представления об особенностях МГЭ, а также анализирует факторы, которые влияют на амплификацию МГЭ. Приводятся данные о том, что амплификация МГЭ вносит существенный вклад в эволюцию генома растений на примере существенного увеличения геномов растений и дивергенции последовательностей ДНК близкородственных видов, а также важность амплификаций генов для процессов адаптации к различного рода стрессам как следствие обеспечения МГЭ пластичности растительного генома.

Более конкретно и детально эти вопросы рассматриваются в следующих разделах книги. Обобщая сведения, приведенные в указанных разделах, автор подчеркивает, что наличие МГЭ в геномах эукариот приводит к целому ряду разнообразных генетических последствий. Наиболее известными среди них являются: перемещение и внедрение мобильных элементов в гены, что может вызывать мутации; изменение состояния активности генов; формирование хромосомных преобразований; формирование структуры хромосом, включая центромеры, теломеры; участие в горизонтальном переносе генов; регуляция пола; влияние на мейоз и т.п. Автор обоснованно отмечает, что генетические и эпигенетические эффекты, индуцируемые транспозонами, обусловили широкое применение транспозонов для решения прикладных задач: для использования их в генетической трансформации растений, клонировании генов, поиска энхансерных последовательностей.

В разделах монографии, посвященных прикладным аспектам использования МГЭ, приведены данные по изучению и использованию условий и факторов клонирования генов для контроля транспозиции, особенностей транспозонного мутагенеза, создания ретротранспозонных векторных систем для генетической инженерии, охарактеризованы особенности и практическое значение транспозиции МГЭ в пределах одного генома и между геномами. Приведены также данные по транспозициям и клонированию генов в трансгенных растениях, рассмотрены МГЭ в качестве инструмента биотехнологических исследований и в качестве генетических маркеров.

Подвижные генетические элементы (транспозоны) можно применять во многих направлениях современных генетических и биотехнологических исследований. Наиболее типичными примерами являются инсерционный (транспозонный) мутагенез, манипуляции с геномом, трансгенез, функциональные исследования генома, генная терапия и т.п. В последнее время большое распространение находит применение мобильных элементов, особенно ретротранспозонов, с целью создания молекулярных маркеров, широко применяемых для анализа генетического разнообразия и вариабельности геномов. Мобильные элементы являются удобным инструментом геномики растений, используемым для маркировки и последующего клонирования генов растений, изучения их структурной организации и дальнейшего переноса методами генетической инженерии. В.А. Кунах подчеркивает, что для решения упомянутых прикладных задач, а также для успешного использования подвижных элементов генома в качестве молекулярных маркеров, прежде всего в филогенетике и молекулярной экологии, выявление активных транспозонов и/или способов активации скрытых (неактивных) транспозонов было и является актуальной задачей.

В заключительном разделе «Роль МГЭ в эволюции генома» автор рассматривает и обсуждает различные аспекты роли подвижных элементов генома в перестройках генома в процессе адаптации и эволюции организмов, анализирует спектр современных представлений по этому вопросу. Приводятся

примеры ряда противоположных мнений относительно функционального значения МГЭ, особенно относительно роли мобильных элементов в процессах эволюции. Особо подчеркивается, что открытие МГЭ изменило представление об организации и функционировании генетического аппарата клетки. Приводятся примеры, свидетельствующие о том, что геном не является жестко упорядоченной и стабильной структурой в плане последовательности расположения генов, а представляет собой достаточно свободно организованную структуру, предполагающую значительную динамичность (подвижность и даже по некоторым определениям, «текучесть»), и что именно МГЭ являются одним из главных факторов пластичности генома клетки и, в результате, адаптивности организма, генетического разнообразия, микроэволюции и видообразования. Подчеркивается также, что гены (структурные и регуляторные) — это действительно «острова» в море повторяющихся последовательностей ДНК, и изучение этого «моря» активизируется во всем мире.

В книге рассмотрены возможные современные условия сценария эволюции (адаптации) организмов, который предполагает важную роль своего рода клеточной чувствительности и геномных реакций, на которые указывала Б. МакКлинток в своей Нобелевской лекции в 1984 г. В.А. Кунах убедительно обосновал, что именно изучение мобильной ДНК трансформировало теорию эволюции и адаптации в современное направление науки, что способствует снятию «чудодейственности» над возможностью наследования «благоприобретенных признаков».

В целом выход рецензируемой книги представляет собой заметное явление для нашей биологической науки. Ее издание уже вызвало большой интерес не только в Украине, но и за рубежом. Считаем, что выпущенная в свет книга В.А. Кунаха будет полезной для широкого круга ученых, специализирующихся в областях генетики, молекулярной и клеточной биологии, биотехнологии, а также для преподавателей и студентов высших учебных заведений.

Я.Б. БЛЮМ, А.П. ГАЛКИН