

А. Н. СТУДИТСКИЙ

**ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ХРОМАТИНА ПРИ ЯДЕРНОЙ СЕКРЕЦИИ
В СЕМЯВЫНОСЯЩЕЙ ЖЕЛЕЗЕ ТРАВЯНОГО КРАБА
И ЭВОЛЮЦИОННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭТОГО ФЕНОМЕНА**

(Представлено академиком К. И. Скрябиным 18 IX 1970)

Процессы ядерной секреции в настоящее время широко известны (1-3). Однако до настоящего времени почти во всех описаниях ядерной секреции роль хроматина ограничивается участием в формировании капель секрета внутри ядра. Настоящее сообщение посвящено впервые описываемому феномену закономерных миграций хроматина в цитоплазму и межклеточные пространства в семявыносящей железе черноморского травяного краба (*Scoripus paenae*). Материал собирали в Севастопольской бухте с февраля по июль, когда процессы спермиогенеза наиболее интенсивны. Кусочки семявыносящей железы фиксировали в жидкостях Карнуа, Ценкера, Буэна. Окрашивали на парафиновых срезах квасцовым гематоксилином с докраской эозином, ДНК выявляли с помощью реакции Фельгена (с докраской светлым зеленым).

Семявыносящая железа травяного краба принадлежит к числу органов с чрезвычайно интенсивной секреторной функцией, связанной с весьма сложным циклом изменений секреторных клеток. В феврале семявыносящая железа интенсивно секретирует, что выражается в сильнейшем увеличении эпителиальных клеток в высоту, гипертрофии (полиплоидизации) ядер, и разрастании цитоплазматической части, в которой обнаруживается эргастоплазматическая сеть, с множеством мембран, цистерн и добавочных ядер, со спиральной системой эргастоплазматических мембран в базальной и апикальной частях клеток. Самой замечательной особенностью выработки секрета в семявыносящей железе является активное участие ядер в секреторном процессе.

Начальный этап ядерной секреции в эпителиальных клетках семявыносящей железы заключается в выработке секрета непосредственно в гигантских ядрах. Секрет обнаруживается в форме капель шаровидной или эллипсоидальной формы, покрытых мелкими зернами хроматина (рис. 1а). Эти зерна по форме напоминают хромосомы, однако, ввиду малой величины, их идентификация при светооптическом исследовании затруднительна. В зависимости от размера (плоидности) ядер число секреторных капель может колебаться от двух до нескольких десятков. Мелкие капли могут сливаться в более крупные, вплоть до формирования одной центральной вакуоли, наполненной секретом (рис. 1б). На гистологических картинах, легко интерпретируемых как выражение выхода секрета, видны секреторные капли под ядерной оболочкой и на оболочке на внешней поверхности ядра (рис. 1в). Крупные капли секрета изливаются из ядра, оттесняя его хроматиновое содержимое, чем достигается внешнее сходство с секрецией бокаловидных клеток. Активная ядерная секреция начинается с выхода из ядра хроматиновой капсулы, наполненной секретом, которая располагается на ядерной поверхности в виде почки (рис. 2а). Детали этого процесса при использованной методике остаются неясными. Однако во многих случаях видно, что формированию хроматиновой почки предшествует развитие тонких тяжей, подходящих к ядерной оболочке изнутри, так что образование секреторной хроматиновой почки осуществ-

ляется не через разрыв ядерной оболочки, а путем просачивания тонких секреторно-хроматиновых нитей сквозь нее. Следующий этап заключается в том, что секреторно-хроматиновая почка вытягивается и превращается в трубочку, несущую на конце хроматиновую капсулу с каплей секрета (рис. 2б). Истончением и растворением хроматиновой капсулы с освобождением секреторной капли завершается ядерная секреция внутри канальца семявыносящей железы. Процесс имеет несколько вариантов, каждый из которых завершается формированием хроматиновой капсулы с каплей секрета. В некоторых случаях целые гирлянды сильно базофильных хроматиновых капсул, окруженных разжиженной и вакуолизированной цитоплазмой, проходят в полость канальца между скоплениями спермиевых шаров (сфероидальных агрегатов спермиев).

Совершенно своеобразной особенностью ядерной секреции в семявыносящих канальцах травяного краба является выход секрета с базального конца ядра (рис. 2в). Спермиевые шары у этого объекта располагаются не только в семявыносящих канальцах, но и в просветах между ними, в интерстициальной ткани. Процесс базальной секреции может сопровождаться выпячиваниями секреторного эпителия через базальную мембрану и мышечную оболочку в интерстициальную ткань. Капли секрета при базально-ядерной секреции просачиваются через базальный конец ядра, образуя на его внешней поверхности секреторно-хроматиновую почку. Так же, как и при апикальной ядерной секреции, из хроматиновой почки формируется хроматиновая трубочка с секреторной капсулой на конце (рис. 2г). Однако, в отличие от апикальной секреции, при которой ядерный секрет изливается в цитоплазму или на поверхность секреторной клетки, при базальной ядерной секреции хроматиновый тяж с секреторной капсулой (вероятно, покрытый ядерной и цитоплазматической оболочками) проходит сквозь базальную мембрану и мышечную оболочку канальца в интерстициальную ткань, где располагаются спермиевые шары. К сожалению, путь хроматиновой трубки можно проследить только в пределах оболочек канальца, так как в интерстициальной ткани хроматиновые капсулы легко спутать с ядрами мелких местных клеток.

Установленный и описанный в настоящем сообщении факт не нуждается в какой-либо дополнительной аргументации. Гистологическая картина секреторирующей семявыносящей железы не оставляет никаких сомнений в том, что в формировании секрета активно участвует ядро путем внутриядерного синтеза секрета и его транспорта посредством выведения отдельных капель секрета, а также путем специфических процессов апикальной и базальной ядерной секреции. В процессе секреции и транспорта секрета секреторный продукт непрерывно находится в интимном контакте с хроматином, который образует как бы хроматиновую оболочку секреторных каплей. Таким образом, ядерная секреция сопровождается характерными перемещениями хроматина, составляющими закономерно протекающий цикл. Сопоставляя основные фазы этого цикла с фазами митотического деления, нетрудно обнаружить родство обоих процессов. В первой фазе ядерной секреции происходит формирование хроматиновых отдельных частей (хромосом), окружающих синтезируемые в ядре капли секрета, подобно тому как в профазе митотического деления происходит формирование хромосом. Во второй фазе хроматин в составе секреторно-хроматиновых почеч оказывается в цитоплазме, подобно хромосомам в метафазной пластинке. Формирование и движение хроматиновых трубочек от апикального и базального концов ядра к апикальному и базальному концам клетки вполне соответствует анафазе митотического деления, а образование секреторно-хроматиновых капсул — формированию кариомеров телофазы. Если иметь в виду, что в мировой литературе для непрямого деления ядра прочно установился термин «митоз», то для секреторного цикла перемещения хроматина вполне уместно применить термин «секреторный кариокинез», вполне соответствующий содержанию

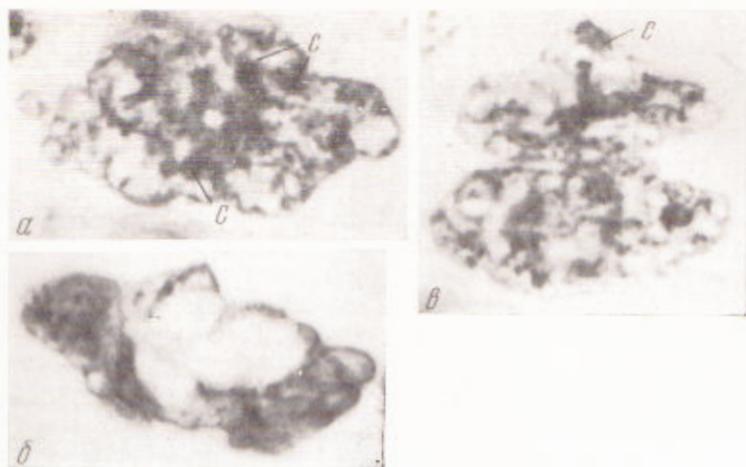


Рис. 1. Ядро эпителия семявыносящей железы травяного краба. Ценкер, Фельген, светлый зеленый (10×90). *a* — видны зерна хроматина (хромосомы) и капли секрета (*c*), одна из которых — под ядерной оболочкой, готова к эвакуации; *б* — большая капля разжиженного секрета внутри ядра; *в* — выход капли секрета (*c*), в окружении зерен хроматина (хромосом)

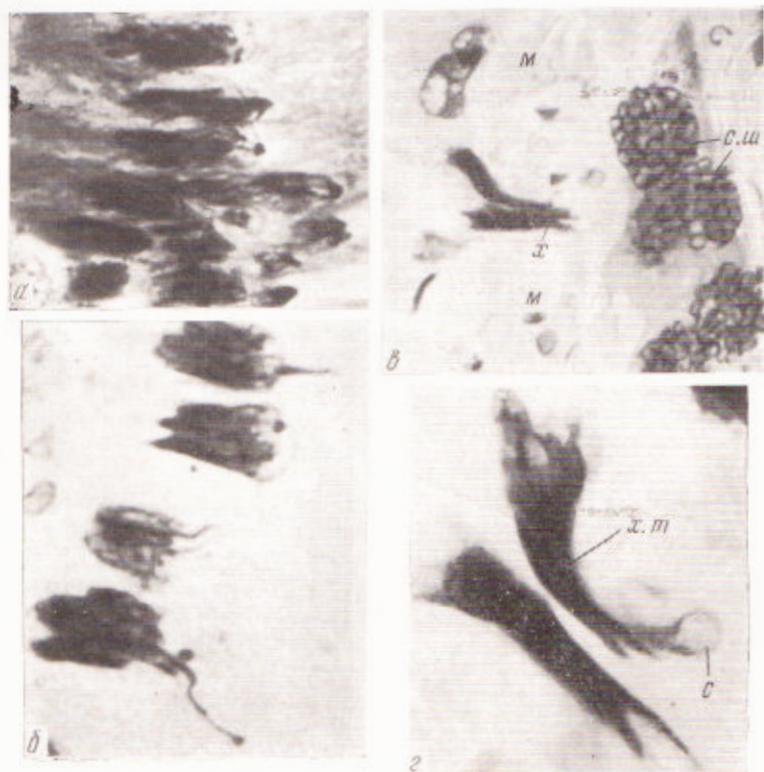


Рис. 2. Эпителий семявыносящей железы. Ценкер, гематоксилин, эозин (10×40). *a* — выход хроматиновых почеч из ядер; *б* — вытягивание хроматиновых почеч в виде тяжей, несущих на конце капсулу с секретом; Ценкер, Фельген, светлый зеленый (10×40); *в* — базальная секреция: хроматин (*x*) в виде тяжей, прободающих базальную мембрану и мышечную оболочку (*м*), устремляется к спермиевым шарам (*с.ш.*); *г* — базальная секреция. Хроматиновые тяжи (*x.т.*), прободающие мышечную оболочку. Один из них несет каплю секрета. 10×90

К статье Г. А. Деборина, И. Е. Эльпинера и др., стр. 1445

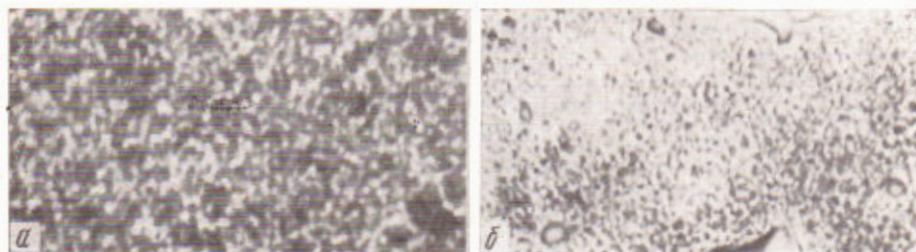


Рис. 4. Электронные микрофотографии монослоев фосфолипидов. *a* — фосфолипиды не озвучивались, *b* — фосфолипиды озвучивались 45 мин. в атмосфере азота.
100 000 ×

процесса (карион — ядро, кинезис — движение, греч.) и его близости к митозу. Отличие секреторного кариокинеза от типичного митоза заключается в том, что ядерно-секреторный цикл имеет задачей не деление клетки, а синтез и транспорт из клетки секреторного продукта. Сходство обоих процессов заключается не только в том, что в обоих случаях клетка формирует из хроматина отдельные, с помощью которых она совершает сложные пластические процессы, но также и в том, что в обоих случаях хроматиновый цикл сопровождается разрушением исходного ядра и формированием новых ядер: в митотическом цикле — из кариомеров телофазы, в секреторном кариокинезе — из остатков (кариомеров) разрушенного ядра. Единственно логичное объяснение этого процесса заключается в допущении, что клетка является филогенетическим продуктом комплексов более примитивных, доклеточных, или, применяя современную терминологию, протоклеточных (бактериоидных) организмов. Процессы, в которых имеет место формирование активно подвижных элементов, расходящихся к базальному и апикальному концам клетки, рекапитулируют первоначальное состояние клетки, когда она обладала способностью к дезагрегации и вторичной агрегации составляющих ее элементов. В митотическом цикле клетка использует возможность дезагрегации ядра на ядерные компоненты, способные к самостоятельному движению и делению надвое, чтобы решить задачу размножения. В секреторном кариокинезе в семявыносящей железе травяного краба клетка использует возможность дезагрегации ядра и высвобождения и перемещения свободно подвижных ядерных компонентов для решения задачи апикально-базальной секреции. И в том, и в другом случаях дезагрегации и агрегации хроматиновых компонентов ядра имеет место рекапитуляция филогенетических процессов формирования клетки и ее органоидов.

Институт эволюционной морфологии
и экологии животных им. А. Н. Северцова
Академии наук СССР
Москва

Поступило
27 VIII 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Я. Бродский, Трофика клетки, «Наука», 1966. ² Б. В. Кедровский, Цитология белковых синтезов в животной клетке, Изд. АН СССР, 1959.
³ Е. А. Шубникова, В кн.: Руководство по цитологии, «Наука», 2, 1966, стр. 91.