Доклады Академии наук СССР
1955. Том 102, № 2

ЦИТОЛОГИЯ

В. Г. КОНАРЕВ

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ В ТОЧКАХ РОСТА ПОБЕГА И КОРНЯ

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 10 II 1955)

Точкам роста осевых органов растений свойственно высокое содержание нуклеиновых кислот, что связано с наличием здесь активных ростовых и формообразовательных процессов ([1-3]). Как известно, в точках роста клетки проходят все основные этапы развития, а именно: цитогенез, эмбриональный рост, рост путем растяжения и фазу дифференциации. Морфологически все эти этапы более или менее отчетливо выражены в так называемых «зонах роста». В связи с этим верхушечные меристемы и зоны первичного роста осевых органов представляют весьма удобный объект как для сопоставления содержания нуклеиновых кислот в тканях разного возрастного состояния, так и для изучения динамики нуклеиновых кислот в ходе гистогенеза.

Некоторое представление о характере распределения рибонуклеиновой кислоты (РНК) в точках роста корня дают гистологические исследования Б. В. Кедровского и К. П. Трухачевой ([4]). Нами было проведено гистохимическое наблюдение за поведением нуклеиновых кислот в разных зонах роста стебля и корня в зависимости от питания растения ([5]). Однако прямых биохимических данных в этом направлении в литературе пока нет. В этом сообщении мы приводим основные результаты количественного учета нуклеиновых кислот в разных зонах гипокотиля подсолнечника и фасоли и корешка проростков фасоли.

Методика. Тщательно отобранные по размерам семена проращивались на свету до появления 5-сантиметрового гипокотиля. Зоны роста устанавливались методом меток. Наиболее интенсивный прирост наблюдался на 3-м — 5-м см от основания. Максимум роста приходится на 4-й см. Для анализа гипокотили делились на три зоны, а именно: 1) верхняя зона ($^1/_5$ гипокотиля), 2) средняя зона ($^1/_3$ гипокотиля), 3) нижняя зона ($^1/_2$ гипокотиля).

Материал фиксировался спиртом и подвергался анализу на содержание нуклеиновых кислот и белкового азота. Методы анализа описаны нами ранее ([6]).

Результаты. Из данных табл. 1 видно, что по мере удаления от верхушки к основанию гипокотиля содержание рибонуклеиновой кислоты (РНК) и дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) в тканях довольно резко падает, причем в большей степени это падение выражено для ДНК. В верхней зоне, где преобладает эмбриональный рост клеток, т. е. рост за счет новообразования веществ цитоплазмы и ядра, сосредоточена примерно $^1/_3$ часть нуклеиновых кислот, хотя по весу масса сухого вещества этой зоны составляет лишь $^1/_5$ гипокотиля. В общем же в верхней половине гипокотиля содержится приблизительно $^2/_3$ всех нуклеиновых кислот.

Таблица 1

Распределение нуклеиновых кислот в гипокотиле подсолнечника и фасоли

Зоны гипокотиля	Вес. сух. вещ. 10 гипокотилей в мг	Мг% фосфора ДНК к сух. весу	Мг% фосфора РНК к сух. весу	% фосфора ДНК к общ. фосфору	ДНК в мг на 10 гипокотилей	РНК в мг на 10 гипокотилей	Содерж. нукл. кислот в зонах роста в % от общ. колич. в гипокотиле
Подсолнечник							
Верхняя	168	27,0	164,5	14,3	0,458	2,92	34,9
Средняя	253	17,0	88,0	16,4	0,435	2,36	28,8
Нижняя	474	6,1	64,0	8,7	0,292	3,22	36,3
Фасоль							
Верхняя	158	41,0	202,0	16,9	0,639	3,38	31,0
Средняя	248	14,0	165,0	7,8	0,352	4,34	36,1
Нижняя	510	4,0	75,0	5,0	0,206	4,05	32,9

Относительное содержание белка в тканях также падает от верхней части к основанию гипокотиля, но в значительно меньшей степени, чем содержание нуклеиновых кислот. В связи с этим количественное отношение белкового азота к нуклеиновому фосфору закономерно возрастает от верхней зоны гипокотиля к основанию (табл. 2). Этот факт свидетельствует о том, что по мере завершения роста тканей происходит уменьшение количества нуклеопротеидов в общей массе белковых веществ.

Таблица 2

Отношение белкового азота и фосфора нуклеопротеидов в разных зонах гипокотиля

Зоны гипокотиля	Гипокотили подсолнечника		Гипокотили фасоли	
	% белк. азота к сух. весу	белк. азот / нукл. фосфор	% белк. азота к сух. весу	белк. азот / нукл. фосфор
Верхняя	2,74	14,4	2,97	12,2
Средняя	2,45	23,3	2,76	15,4
Нижняя	1,94	27,3	2,05	26,0

Распределение нуклеиновых кислот в корне фасоли. Для опытов были взяты корни тех же проростков, от которых были взяты гипокотили. Анализу подвергались следующие зоны: 1) эмбриональная зона (3-миллиметровая верхушка), 2) зона растяжения (до зоны корневых волосков), 3) зона корневых волосков, 4) проводящая зона корня.

В точке роста корня морфологическое обособление фаз роста клеток более четко выражено, чем в стебле. Соответственно 1-я зона состоит почти исключительно из клеток в состоянии их возникновения и эмбрионального роста. Вакуолизация клеток здесь проявляется слабо, о чем свидетельствует низкая обводненность ткани (табл. 3). Как показали результаты анализа, в эмбриональной зоне сосредоточено более половины

нуклеиновых кислот всех зон первичного роста. По мере удаления от верхушки корня относительное содержание нуклеиновых кислот падает. Самый низкий процент их свойственен основанию корня или «проводящей зоне» (ср. 4-я зона), состоящей в основном из постоянных, уже сформировавшихся тканей. Как и в гипокотилях, количественное соотношение ядерной и цитоплазматической нуклеиновых кислот смещается в пользу последней.

Таблица 3

Содержание нуклеиновых кислот в разных зонах роста корня фасоли

Зоны роста корня	Сухой вес 1000 корней в мг	% влажности	Мг% фосфора ДНК к сух. весу	Мг% фосфора РНК к сух. весу	% фосфора ДНК к нуклеин. фосфору	ДНК в 1000 корней в мг	РНК в 1000 корней в мг	% нукл. кислот к общ. колич. их в зонах роста
1	285,7	74,5	77,0	358	17,7	2,22	10,8	59,0
2	154,5	92,6	42,0	266	13,6	0,65	4,37	22,7
3	168,4	90,8	34,0	195	14,8	0,58	3,47	18,3
Всего	608,6	—	—	—	—	3,45	18,64	100
4	—	—	13,0	82	13,7	—	—	—

Падение относительного содержания нуклеиновых кислот к основанию корня гистохимически обнаруживается в ослаблении нуклеальной реакции Фельгена и в снижении базофилии цитоплазмы. Особенно отчетливо это выражено для клеток паренхимогенной ткани плеромы и периблемы.

Следует однако отметить, что падение относительного содержания нуклеиновых кислот в тканях к зоне дифференциации не означает уменьшения абсолютного количества их в клетке. Проведенные нами измерения клеток разных зон роста корня фасоли показали, что в среднем объем клеток эмбриональной зоны при влажности 74,5% равен 3652 μ^3. Объем паренхимогенных клеток зоны растяжения при влажности 92,6% равен 31740 μ^3. Если пренебречь разницей в удельном весе, то соотношение веса сухого вещества клеток этих зон можно выразить как 931 : 2548, или 1 : 2,73. Следовательно, клетки зоны растяжения содержат сухого вещества в 2,5—3 раза больше исходного количества его, имевшегося в клетках эмбриональной зоны. Соответственно на каждую клетку зоны растяжения в среднем приходится нуклеиновых кислот в 2 раза больше, чем на клетку взятой для анализа эмбриональной зоны. Для ДНК эта величина равна 1,5, для РНК — несколько более двух.

Гистологически прирост нуклеиновых кислот в клетке в ходе развития обнаруживается в увеличении объема ядер и богатых рибонуклеиновой кислотой ядрышек.

Изложенный здесь материал позволяет заключить, что развитие эмбриональных клеток в клетки постоянных тканей вплоть до фазы дифференциации сопровождается накоплением в них нуклеиновых кислот. Падение относительного содержания их по данным биохимического анализа и ослабление «нуклеальных» реакций является следствием усиленного накопления других компонентов клетки, что приводит к «разбавлению» нуклеиновых кислот в общей массе протопласта. В фазу растяжения такими компонентами могут быть белки, накапливающиеся в клеточном

соке, в фазу дифференциации — преимущественно безазотистые запасные вещества и компоненты клеточных оболочек.

Государственный педагогический институт
им. В. П. Чкалова
г. Чкалов

Поступило
25 XII 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Л. Иванов, О превращениях фосфора в растении в связи с превращениями белков, СПБ, 1905. [2] В. К. Залесский, Превращение и роль фосфора в растениях, Харьков, 1912. [3] А. Н. Белозерский, Нуклеопротеиды и нуклеиновые кислоты растений, Диссертация, МГУ, 1943. [4] Б. В. Кедровский, К. Д. Трухачева, ДАН, **60**, № 3 (1948). [5] В. Г. Конарев, ДАН, **89**, № 3 (1953). [6] В. Г. Конарев, Биохимия, **19**, № 2 (1954).