

В. Г. КОНАРЕВ

О ПОВЕДЕНИИ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ У РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОЛОДНОГО ОБМЕНА

(Представлено академиком А. И. Опариным 31 I 1953)

Исследования Б. В. Кедровского (1, 2) и Б. В. Кедровского и К. П. Трухачевой (3) показали, что нуклеиновые кислоты, в частности рибонуклеиновая кислота (РНК), имеют непосредственное отношение к тканевой дифференциации как у животных, так и у растений. Детальное изучение распределения нуклеопротеидов в вегетативных органах растений в онтогенезе дало нам возможность установить, что нуклеиновые кислоты сосредоточены в большем количестве в тех частях растения, где наиболее интенсивно совершаются формообразовательные процессы (4). Связь между уровнем нуклеинового обмена и характером развития тканевых структур может быть доказана путем изменения функционального состояния органов растения в экспериментальных условиях. В случае наличия этой связи изменения в условиях жизни, влияющие на рост и развитие клеток, должны в равной мере затронуть и характер накопления и распределения в тканях нуклеопротеидов. Некоторые указания в этом направлении дают С. Я. Залкинд и И. А. Уткин (5). Они установили, что сокращение числа митозов и замедление роста изолированных корешков в дистиллированной воде сопровождается уменьшением количества РНК в меристеме и особенно в дерматогене и перицикле. Исследуя поведение нуклеиновых кислот у растений в различных условиях минерального питания, мы обнаружили, что задержка в росте по причине отсутствия в среде азота и фосфора сопровождается преждевременным и ускоренным падением в тканях содержания РНК в протоплазме и ядрышках, измельчением ядрышек вплоть до исчезновения их и уменьшением размера ядер. Как оказалось, эти изменения в характере распределения нуклеиновых кислот в условиях недостаточности питания протекают закономерно и сопровождаются вполне определенными изменениями в формообразовательных процессах. В целях детального изучения этого явления мы поставили в 1948—1949 гг. ряд специальных опытов с проростками различных растений. Для краткости приводим лишь опыты с проростками гороха.

Тщательно отобранные по размерам 5-дневные ростки гороха (Виктория Мандорфская) делились на две партии. Одна партия ростков оставлялась с семядолями, от ростков второй партии семядоли удалялись. В дальнейшем обе партии выращивались в полустерильных условиях на дистиллированной воде или на тщательно промытом влажном песке на свету при температуре 20°. Гистологическому изучению про-

ростки подвергались в день удаления семядолей, через 5 дней и через 12 дней после удаления семядолей. К этому времени рост бессемядольных проростков обычно прекращался.

Содержание и характер распределения в тканях РНК изучалось по Браше, ДНК — по Фельгену. Попутно с помощью окулярмикрометра на основании 20 измерений определялась средняя величина диаметров ядра и ядрышка.

В день удаления семядолей ростки имели корешок длиной в 2,5 см и побег 0,7 см. В это время все части проростков богаты нуклеиновыми кислотами. Особенно богаты ими верхушечные меристемы и прокамбиальная система проростков. Незначительное снижение содержания нуклеиновых кислот, а также уменьшение размеров ядер и ядрышек наблюдается лишь в паренхимных клетках к основанию побега и корня.

На 5-й день после удаления семядолей контрольные проростки имели сравнительно толстый ветвящийся корень и побег длиной в 3,5 см с 4 междоузлиями. Ткани побега и корня этих проростков на всем протяжении сохраняют большое количество нуклеиновых кислот и сравнительно крупные ядра и ядрышки. Для бессемядольных проростков характерен тонкий неветвящийся корень и побег длиной в 1,9 см с тремя слабо развитыми междоузлиями. Клетки коровой и сердцевинной паренхимы у этих проростков чрезвычайно бедны по содержанию нуклеиновых кислот и особенно РНК. К основанию корня и стебля РНК исчезает не только из протоплазмы, но и из ядрышка. Высокое содержание нуклеиновых кислот здесь свойственно лишь сравнительно узкой зоне эмбриональных клеток точек роста и прилегающим к ее основанию клеткам перицикла, сосудообразующим клеткам и дерматогену. В соответствии с падением содержания РНК в сосудообразующих клетках сосудистоволокнистых пучков к основанию осевых органов происходит задержка формообразовательных процессов. Внешне это проявляется в образовании сосудов с малым просветом, в преобладании склеренхимных элементов и в довольно быстром завершении формирования сосудистоволокнистого пучка вообще.

Недостаток нуклеопротеидов в растении в условиях голодного обмена в какой-то мере тормозит образование и развитие боковых корней. Появляющиеся здесь очаги меристемы из перицикла обнаруживают сравнительно низкое содержание нуклеиновых кислот и особенно РНК. Возникающие при этом у конусов «кармашки» довольно рано утрачивают ядрышки, лишаются РНК и отмирают. В большинстве случаев подобного рода очаги меристемы прекращают свою деятельность, не достигнув даже фазы гистологической дифференциации точки роста.

В еще большей степени падает содержание нуклеиновых кислот у бессемядольных проростков на 12 день после удаления семядолей. РНК здесь содержится лишь в верхушечных меристемах и в сосудообразующих клетках в непосредственной близости к точкам роста. На всем протяжении стебля и корня ядрышки исчезающе малы и лишены РНК.

Пучковый камбий в стебле заметно деградирован, и дальнейший гистогенез сосудистоволокнистых пучков как в стебле, так и в корне сводится лишь к образованию механических элементов типа мелкоклеточной склеренхимы. Внешне снижение энергии формообразовательных процессов обнаружилось в отсутствие боковых корней и недоразвитии листьев и пазушных почек на побеге. Аналогичная картина получена и на проростках других растений.

Во время опыта, как отмечалось выше, побеги и корни бессемядольных проростков продолжали удлиняться почти на протяжении 10 дней. Это удлинение, однако, не сопровождалось приростом сухого вещества и представляло собой не что иное, как «израстание», т. е. рост за счет многократной реутилизации пластических веществ из нижних ярусов клеток. Подобной реутилизации в условиях голодного обмена несомнен-

но подвергаются и нуклеиновые вещества. За это говорят следующие факты: во-первых, способность осевых органов к росту в течение некоторого времени в условиях полного отсутствия исходных продуктов, необходимых для новообразования нуклеопротеидов; во-вторых, закономерное перемещение нуклеопротеидов в процессе роста бессемядольных проростков за верхушечной точкой роста.

На возможность реутилизации нуклеопротеидов молодыми растущими органами растений указывал ещё Залесский (6). Причём у нормально развивающихся растений основное направление перемещения нуклеопротеидов в порядке реутилизации продуктов их распада, повидимому, также совпадает с основным направлением роста осевых органов. На растениях гороха, фасоли и томата на разных фазах развития, вплоть до фазы бутонизации, нам удалось установить, что декапитация главного побега или корня способствует накоплению нуклеиновых кислот и особенно РНК в узлах стебля, в перицикле и в зоне действия камбия на всём протяжении стебля и корня. Морфологически это перераспределение нуклеиновых кислот в растении сопровождается усилением деятельности камбия и формообразовательных процессов в сосудисто-волокнистых пучках, в активизации перицикла и т. д., что в совокупности ведёт к утолщению стебля и корня и к усиленному образованию пазушных побегов и боковых корней. Следовательно, некоторые признаки голодного обмена в поведении нуклеиновых кислот в старых (в возрастном отношении) тканях могут иметь место и в естественной обстановке. Степень проявления их зависит от условий питания растений. Средством к повышению уровня нуклеинового обмена в тканях в меру необходимости может быть однако не только улучшение условий минерального или светового питания, но и «формовка» растения, заключающаяся в обрезании боковых ветвей или декапитации главного побега.

Наблюдения за поведением нуклеиновых кислот в условиях голодного обмена у растений дают нам основание сделать следующее заключение:

1. При недостатке или полном отсутствии исходных продуктов для синтеза нуклеопротеидов в растении происходит постепенное снижение содержания РНК в протоплазме и ядрышке, уменьшение размера ядрышка вплоть до исчезновения его, снижение содержания ДНК в ядре и уменьшение размера самого ядра.

2. Утрата нуклеиновых кислот в условиях голодного обмена протекает не одновременно во всех тканях и частях вегетативных органов, а в строго определённой последовательности, а именно: а) в радиальном направлении в первую очередь утрачивают нуклеиновые кислоты клетки коровой и сердцевинной паренхимы, затем клетки гиподермы, примордиальной паренхимы сосудисто-волокнистых пучков и перицикл. В последнюю очередь убывают нуклеопротеиды из сосудистообразующих клеток сосудисто-волокнистого пучка и клеток камбия; б) в осевом направлении исчезновение нуклеопротеидов идёт от основания к верхушке или от нижних междоузлий к верхним. В состоянии крайнего истощения почти всё наличие нуклеопротеидов оказывается сосредоточенным в сравнительно узкой зоне верхушечных меристем осевых органов.

3. В условиях голодного обмена в течение некоторого времени в растении наблюдается продолжение процессов роста и формообразования. Это явление обусловлено способностью растения к многократной реутилизации нуклеопротеидов. Последние переходят из клеток, закончивших свой рост, к участкам тела растения, где протекают наиболее энергично формообразовательные процессы, например, от клеток паренхимы к сосудистообразующим клеткам, от нижних ярусов тканей к верхушечным точкам роста и т. д.

4. Усиленный отток нуклеопротеидов от основания осевых органов к точкам роста является основной причиной замедления и прекращения

новообразования гистологических элементов стебля и корня. Внешне, морфологически, снижение формообразовательных процессов, как указывалось выше, появляется в отсутствии боковых корней и недоразвития метамерных органов стебля.

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

Поступило
29 I 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. В. Кедровский, Усп. совр. биол., 12, 3 (1940). ² Б. В. Кедровский, ДАН, 61, № 5 (1948). ³ Б. В. Кедровский, К. П. Трухачева, ДАН, 60, № 3 (1948). ⁴ Б. Г. Конарев, Уч. зап. Чкаловского гос. пед. ин-та, 5 (1951). ⁵ С. Я. Залкинд, И. А. Уткин, ДАН, 71, № 5 (1950). ⁶ W. Zaleski, Ber. deutsch. bot. Gesellsch., 29, 4 (1911).