

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. Х. ЧАИЛАХЯН

ВЛИЯНИЕ КАРОТИНА НА РОСТ И ФОРМООБРАЗОВАНИЕ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 5 VII 1950)

Выяснение вопроса о роли пигментов листа в восприятии фотопериодического воздействия имеет значение для познания процессов, лежащих в основе световой стадии развития растений⁽³⁾. В исследовании, проведенном нами⁽⁵⁾ в 1940 г., было показано, что хлорозные растения проса и сои при сниженном содержании пигментов восприимчивы к фотопериодическому воздействию в такой же мере, как и зеленые растения. Имея в виду тот факт, что у хлорозных растений содержание желтых пигментов по отношению к хлорофиллу было выше, чем у зеленых растений, мы тогда высказали предположение, что «каротин и ксантофилл листа играют какую-то существенную роль в фотохимических реакциях фотопериодизма».

Летом 1948 г. в Институте физиологии растений Академии наук СССР мы при участии Т. В. Некрасовой поставили опыты, в которых листья растений, в противоположность опытам 1940 г., не обеднялись каротином, а обогащались им путем введения извне. В качестве опытных растений были взяты хризантема мелкоцветная (*Chrysanthemum indicum*), перилла красная (*Perilla nankinensis*) и рудбекия двухцветная (*Rudbeckia bicolor*). Посев периллы и рудбекии был произведен 9 IV, и растения выращивались сначала в ящиках, а с 3 VI в вазонах на неблагоприятной для цветения длине дня: перилла на естественном длинном и рудбекия — на коротком 10-часовом дне. Растения хризантемы высотой 25—30 см были привезены в вегетирующем состоянии из Измайловского комбината декоративного садоводства.

Каротин вводился в растения в смеси с ланолином в концентрации 0,2%; брался кристаллический каротин Московского витаминного завода, растворенный в рафинированном масле (20 мг каротина в 10 см³ масла), и 4 см³ масла смешивались с 4 г ланолина. Взятый каротин содержал 15% α -каротина и 85% β -каротина. Смесью ланолиновой пасты с каротином смазывались места срезов листовых черешков. У хризантемы и периллы срезывались черешки четырех верхних крупных листьев у основания и на все места среза накладывался слой пасты с ланолином. У розеточных растений рудбекии листья сблизялись между собой, обматывались снаружи у основания изоляционной лентой, срезались над ней в поперечном направлении и места среза смазывались пастой. Смазывание опытных растений пастой с каротином и контрольных растений чистой ланолиновой пастой было произведено дважды: 20 VII и 12—13 VIII. С 20 VII до конца опытов, 27 IX, половина растений хризантемы и периллы содержалась на длинном и другая половина на 13-часовом дне; половина растений рудбекии содержалась на коротком 10-часовом и другая половина на 13-часовом дне.

Влияние каротина сказалось весьма рельефным образом на ростовых и формообразовательных процессах растущих побегов. У периллы после обработки резко тормозился рост главного стебля как на длинном,

так и на 13-часовом дне. Одновременно из нижележащих узлов начали быстро расти боковые побеги, которые перегнали в росте главные стебли. На длинном дне все экземпляры периллы остались на фазе вегетативного роста; на 13-часовом дне бутонизация и цветение опытных и контрольных растений прошли одновременно: 10 VII и 22—21 VIII.

Подобное же влияние каротина на торможение роста главного стебля выявилось у растений рудбекии на 13-часовом дне: центральная стеблевая почка полностью приостановила рост и позднее начали интенсивно

расти боковые побеги. В связи с более поздним формированием боковых побегов их бутонизация задержалась сравнительно с контрольными более, чем на месяц (соответственно 27 IX и 24 VIII). На коротком дне растения рудбекии остались в фазе розетки, причем у обработанных каротином были более мелкие листья, чем у контрольных экземпляров.

Наиболее существенные изменения в росте и формообразовательных процессах каротин вызвал у хризантемы. В условиях длинного дня рост побегов, обработанных каротином, задержался и расстояния между последовательно появляющимися листьями значительно укоротились. Но, что особенно бросалось в глаза, пластинки листьев от основания к верхушке побега становились постепенно все меньше и меньше; кроме того, листья были значительно более темнозеленые, более толстые и жесткие.

Самые мелкие верхушечные



Рис. 1. Влияние каротина на рост побегов и листьев мелкоцветной хризантемы. Влияние каротина в большой степени сказалось на верхнем побеге; у левого побега изменения заметны лишь на верхушечной части (фото 7 IX 1948)

листочки побегов заканчивались бугорком, который, как показали микроскопические наблюдения, элементов зачаточных генеративных органов не имел. По внешнему виду такие побеги вполне напоминали побеги растений, находящихся на коротком дне.

На рис. 1 изображено опытное растение с побегами, обработанными каротином: нижние листья на главном стебле крупные, как обычно бывает у хризантемы на длинном дне; листья на обработанных побегах значительно более мелкие и еще более уменьшаются к верхушке; сами побеги сильно укорочены. На 13-часовом дне подобные изменения побегов под влиянием каротина были выражены в меньшей мере и раскрытие бутонов в цветы началось 24 IX, тогда как у контрольных оно наступило 20 IX.

Полученные результаты, выявившие влияние каротина на рост и формообразование растений, послужили основанием к постановке опыта в 1949 г. на растениях хризантемы крупноцветной „Белый Драбль“, который был проведен в оранжерее цветоводческого хозяйства Центрального парка культуры и отдыха им. Горького. 12 VIII у восьми крупных вегетирующих растений были срезаны верхушки и четыре верхних крупных листа, имеющих мелкие пазушные побеги. На месте срезов была наложена ланолиновая паста в смеси с одним из испытуемых веществ. Испы-
382

тывались следующие вещества: 1) кристаллический каротин Московского витаминного завода, растворенный в рафинированном масле, концентрация каротина в ланолине 0,1%; 2) сухой измельченный порошок рылец шафрана *Crocus sativa*, весьма богатых каротиноидами, концентрация 20% (1 г порошка на 5 г ланолина); 3) кристаллический хлорофилл, полученный О. П. Осиповой из сухих листьев крапивы, концентрация 0,5% (25 мг хлорофилла на 5 г ланолина) и 4) контрольная ланолиновая паста.



Рис. 2. Влияние каротиноидов из сухих рылец шафрана на рост побегов и листьев крупноцветной хризантемы „Белый Драбль“. Побег справа был обработан ланолиновой пастой с порошком из рылец шафрана, побег слева — контрольной пастой (фото 22 IX 1949)

Под влиянием каротина и порошка из рылец шафрана рост побегов хризантемы задерживался, а листья испытывали вполне определенные и совершенно одинаковые изменения: пластинки листьев становились меньше и уже, черенки укорачивались.

Правый побег растения (см. рис. 2) обрабатывался через срезанную поверхность черешка кроющего листа ланолиновой пастой с порошком из рылец шафрана. Здесь ясно видна задержка в росте побега и листьев; левый побег обрабатывался контрольной пастой. Такие же изменения в росте побегов и листьев были и в случае обработки каротином. Под влиянием хлорофилла изменений в росте побегов и в формировании листьев не происходило.

Решению вопроса о характере влияния каротина на рост и формообразование побегов способствуют данные исследований по фототропизму растений. С одной стороны, было показано (6), что спектр, действия света на фототропические изгибы спорангииносцев грибков *Pilobolus* и *Phycomyces*, а также колеоптилей овса совпадает со спектром адсорбции

света β -каротином и что β -каротин присутствует в органах, воспринимающих воздействие света, т. е. в спорангиях грибков и в верхушках колеоптилей. С другой стороны, в опытах *in vitro* обнаружено (8), что каротиноиды: α -каротин, β -каротин, ликопин, транс-кроцетин-диметил-эфир и транс-метил-биксин обладают способностью сенсибилизировать фотоинактивацию ауксина (ауксина- α -лактона), причем наиболее сильное инактивирующее действие происходило в лучах, наиболее поглощаемых этими веществами. Из этого сопоставления вытекает, что при фототропизме спорангииносцев грибков, колеоптилей овса и других стеблевых органов, кроме смещения транспорта ауксина в затененную сторону (10, 4), немаловажную роль играет фотоинактивация ауксина каротиноидами на освещенной стороне. Сходные факты были недавно получены (7) в отношении рибофлавина (витамина B_2), вследствие чего было сделано предположение, что фоторецепторами фототропического воздействия у колеоптилей овса являются β -каротин и рибофлавин.

На основании изложенного становится ясным, что описанные в настоящей статье изменения в росте и формообразовании побегов растений под влиянием чистого каротина и каротиноидов из рылец шафрана находят себе объяснение в их фотодинамическом действии: каротиноиды сенсибилизируют фотоинактивацию веществ типа ауксина, в результате чего происходят изменения в ростовых процессах.

В связи с этим привлекает внимание то обстоятельство, что у мелкоцветной хризантемы на длинном дне избыток каротина вызывал «вегетативный эффект» воздействия коротким днем. Как показывают наблюдения, у многих однолетних растений еще до появления цветочных бутона происходит закономерные изменения листьев, выявляющиеся в последовательном уменьшении их размеров и упрощении формы пластиинок. Естественно, что у короткодневных видов эти изменения быстрее наступают на коротком дне, у длиннодневных — на длинном. Этим изменениям соответствует повышение содержания каротиноидов в листьях, которое наблюдается при переходе растений к генеративному развитию (1, 2, 9).

Следовательно, каротиноиды можно рассматривать как такого рода фоторецепторы, которые при повышении их содержания в листьях начинают сенсибилизировать фотоинактивацию веществ типа ауксина и вызывают «вегетативный эффект» фотопериодической реакции. Однако, нужно думать, что этим их роль в процессах фотопериодизма и генеративного развития растений не исчерпывается.

Институт физиологии растений
им. К. А. Тимирязева
Академии наук СССР

Поступило
3 VII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. М. Жуковский и Ж. Медведев, Усп. совр. биол., 26, в. 1 (4), 501 (1948). ² С. И. Лебедев, ДАН, 58, № 1 (1947). ³ Т. Д. Лысенко, Теоретические основы яровизации растений. Агробиология, 1948. ⁴ Н. Г. Холодный, Журн. Русск. ботан. об-ва, 13, № 1-2, 191 (1928). ⁵ М. Х. Чайлахян, ДАН, 31, № 9 (1941). ⁶ Е. Bunning, Planta, 26, 5, 719 (1937); 27, 1-2, 148 (1937). ⁷ A. W. Galston a. R. S. Baker, Amer. Journ. of Bot., 36, No. 10, 773 (1949). ⁸ F. Kogl u. G. J. Schuringa, Hoppe-Seyler's Zs. f. Physiolog. Chem., 280, No. 5-6, 148 (1944). ⁹ A. E. Migeek, Missouri Univ. Agricult. Exp. Sta. Res. Bull., No. 268 (1937). ¹⁰ W. F. Went, Rec. des trav. bot. néerlandais, 25 (1928).