

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. Х. ЧАЙЛАХЯН

**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<sup>(3)</sup>. В исследовании, проведенном нами<sup>(5)</sup> в 1940 г., было показано, что хлорозные растения про-са 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 см<sup>3</sup> масла), и 4 см<sup>3</sup> масла смешивались с 4 г ланолина. Взятый каротин содержал 15%  $\alpha$ -каротина и 85%  $\beta$ -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 тесно сближались 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



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)

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

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 Драбл“, 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-

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 *Safranus 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 формирование побегов способствуют данные исследований по фототропизму растений. С одной стороны, было показано <sup>(6)</sup>, что спектр, действия света на фототропические изгибы спорангиеносцев грибков *Pilobolus* и *Phycomyces*, а также coleoptилей овса совпадает со спектром адсорбции

света  $\beta$ -каротином и что  $\beta$ -каротин присутствует в органах, воспринимающих воздействие света, т. е. в спорангиях грибов и в верхушках coleoptилей. С другой стороны, в опытах *in vitro* обнаружено<sup>(8)</sup>, что каротиноиды:  $\alpha$ -каротин,  $\beta$ -каротин, ликопин, транс-кроцетин-диметил-эфир и транс-метил-биксин обладают способностью сенсibilизировать фотоинактивацию ауксина (ауксина- $\alpha$ -лактона), причем наиболее сильное инактивирующее действие происходило в лучах, наиболее поглощаемых этими веществами. Из этого сопоставления вытекает, что при фототропизме спорангиеносцев грибов, coleoptилей овса и других стеблевых органов, кроме смещения транспорта ауксина в затененную сторону<sup>(10, 4)</sup>, немаловажную роль играет фотоинактивация ауксина каротиноидами на освещенной стороне. Сходные факты были недавно получены<sup>(7)</sup> в отношении рибофлавина (витамина B<sub>2</sub>), вследствие чего было сделано предположение, что фоторецепторами фототропического воздействия у coleoptилей овса являются  $\beta$ -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 сенсibilизируют 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 бутонов происходят закономерные изменения листьев, выявляющиеся в последовательном уменьшении их размеров и упрощении формы пластинок. 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<sup>(1, 2, 9)</sup>.

Следовательно, каротиноиды можно рассматривать как такого рода фоторецепторы, которые при повышении их содержания в листьях начинают сенсibilизировать 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

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