

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

С. И. ЛЕБЕДЕВ

**О СОДЕРЖАНИИ КАРОТИНА В ПЫЛЬЦЕ И ВЛИЯНИИ ЕГО
НА РОСТ ПЫЛЬЦЕВЫХ ТРУБОК**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 12 XII 1947)

На основании исследований ^(1, 2) содержания каротина в процессе онтогенеза у целого ряда растений мы предположили, что каротин имеет отношение к процессам роста и оплодотворения у растений. В опытах с хламидомонадой Р. Кун ⁽³⁾ установил, что каротиноид — прогрокцин является исходным веществом для ряда химических веществ, стимулирующих детерминацию пола и оплодотворение у низших растений — водорослей. В связи с этим Кун предположил, что у цветковых растений кроцин выполняет определенную роль при процессе оплодотворения.

В настоящем исследовании мы обратили внимание на окраску пыльцы у растений. Как известно, пыльца растений уже давно привлекала внимание многих исследователей, и в настоящее время



Рис. 1. Прорастание пыльцы конопли. Среда без каротина (через 6 час.). $\times 200$

Рис. 2. Прорастание пыльцы конопли. Среда с добавлением каротина 0,005% (через 6 час.). $\times 200$

имеется целый ряд работ, посвященных изучению ее формы, строения, количества продуцируемой растениями пыльцы, пространственного распространения ее ^(4, 5), длительности жизни, проращивания, хранения и др. Однако наряду с этим остается совершенно невыясненным вопрос — присутствие каких веществ обуславливает желтую окраску, характерную для пыльцы большинства растений. Мало изучены также вопросы физиологии прорастания пыльцы, взаимное влияние пыльцы различных растений при прорастании и др.

Исследования динамики содержания каротина в плодовых почках древесных растений дали нам возможность показать, что к моменту распускания (цветения) плодовых почек количество каротина в них значительно увеличивается. В связи с этим мы предположили, что, по видимому, желтая, оранжевая и приближающиеся к ним окраски пыльцы у растений зависят от присутствия в них каротиноидов. С целью определения содержания каротина в свежесобранной пыльце различных растений весной и летом 1947 г. нами были произведены специаль-

Растения	В мг % на сырой вес		Определение производилось	Окраска	
	каротиноидов	каротина		пыльцы	пыльничков
<i>Cannabis sativa</i> L.					
<i>Atriplex patulum</i> L.	0,75	нет	п	б-ж	—
<i>Zea mays</i> L.	следы	»	»	с-ж	—
<i>Juglans regia</i> L.	2,72	0,98	»	»	—
<i>Sambucus nigra</i> L.	0,46	нет	»	б-ж	—
<i>Cucurbita pepo</i> L.	следы	»	»	б-ж-з	—
<i>Helianthus annuus</i> L.	78,6	25,3	»	ж	—
<i>Hemerocallis fulva</i> L.	169,9	146,6	»	»	—
<i>Chamaerops humilis</i> L.	249,1	219,1	»	о	—
<i>Prunus domestica</i> L.	72,31	29,12	»	ж	—
<i>Prunus armeniaca</i> L.	153,5	100,1	п, пл	»	ж
<i>Prunus cerasus</i> L.	53,31	32,18	»	ж-о	»
<i>Prunus persica</i>	81,1	71,0	»	ж	»
<i>Malus domestica</i> L.	31,5	27,7	»	т-ж	»
<i>Pirus communis</i> L.	3,39	1,64	»	б-ж	б-ж
<i>Caragana arborescens</i> L.	1,29	следы	»	»	ф
<i>Jasminum fruticans</i>	540,7	231,1	»	о	о
<i>Lonicera caprifolium</i> L.	42,9	19,7	»	ж	ж
<i>Tilia cordata</i>	42,30	10,99	»	»	»
<i>Aesculus hippocastanum</i>	17,23	9,83	»	»	»
<i>Begonia semperflorens</i>	12,06	следы	»	о-р	о-р
	14,3	3,7	п, пт	ж	ж

Условные обозначения: п—пыльца, пл—пыльник, пт—пестик; ж—желтая, о—оранжевая, р—розовая, ф—фиолетовая, б—бледная, с—светлая, т—темная.

ные исследования. Количественное определение каротина производилось колориметрически (видоизмененный метод Мурри) с очисткой каротина методом хроматографической адсорбции.

Приведенные в табл. 1 данные свидетельствуют о том, что желтая или оранжевая окраска пыльцы находится в связи с присутствием в ней значительного количества каротина. Кроме того, обращает на себя внимание то обстоятельство, что пыльца ветроопыляемых растений, относящихся к разным семействам (как *Cannabis sativa*, *Atriplex patulum*, *Zea mays*, *Juglans regia*), содержит или незначительное количество каротина и каротиноидов или вовсе их не содержит; при этом чем меньше каротина в пыльце, тем она имеет более бледножелтую или светло-желто-зеленую окраску. Обращает на себя внимание различие в содержании каротиноидов у растений разных родов, относящихся к одному семейству *Rosaceae*: пыльца древесных растений из рода *Prunus* содержит несравненно больше каротиноидов, чем пыльца из рода *Malus* и *Pirus*. Наконец, следует также отметить, что в пыльце таких растений, как подсолнечник, лилия, желтая акация, относящиеся к разным семействам, было обнаружено самое большое количество каротина и других каротиноидов.

При микроскопическом исследовании пыльцы подсолнечника (*Helianthus annuus*), лилии (*Hemerocallis fulva*), тыквы (*Cucurbita pepo*) и пальмы (*Chamaerops humilis*) в растворах глюкозы и сахарозы разной концентрации наблюдалось сползание с поверхности пыльцевого зерна капелек, окрашенных в интенсивно желтый или оранжевый цвет. Явление это свидетельствует о том, что каротиноиды в пыльцевых зернах этих растений находятся главным образом в наружных слоях пыльцы—в экзине.

Установив наличие каротиноидов в пыльце растений, относящихся к различным семействам и родам, мы поставили опыты с проращиванием пыльцы на питательных средах с добавлением чистого препарата каротина (смесь изомеров α , β , γ) в различных концентрациях. Для сравнения бралась среда без каротина. Опыты проводились с

Таблица 2

Влияние каротина на прорастание пыльцы конопля

Серия	Варианты	Процент проросшей пыльцы. Среднее из 10 полей зрения	Длина пыльцевых трубок в м. Среднее из 20 измерений	Характеристика пыльцевых трубок
	1. Среда: 3 части 2,5% раствора глюкозы, 2 ч. 1% раствора агар-агара (контроль)	71,3	—	Трубки средней величины: много лопнувших
	2. Среда с добавлением 0,0025% каротина	75,2	—	Хорошо развиты: значительно длиннее, чем в контроле, лопнувших нет
II	1. Среда: 3 ч. 2,5% раствора глюкозы и 2 ч. 1% раствора агар-агара (контроль)	29,2	60	
	2. Среда с добавлением 0,005 % каротина	54,9	187	
III	1. Среда—контроль	39,0	100	
	2. Среда с добавлением 0,005% каротина	53,5	312	
IV	1. Среда—контроль	69,4	152	
	2. Среда с добавлением каротина 0,005 %	73,7	208	Хорошо развиты, выравненные
	3. Среда с добавлением каротина 0,01%	61,3	104	Неравномерные по толщине, плохие
	4. Среда с добавлением каротина 0,05%	38,8	132	Неравномерные, очень плохие

пыльцой конопля, не содержащей каротина. Среда для проращивания пыльцы готовилась следующим образом. На 10 мл воды было взято 250 мг глюкозы. Раствор глюкозы смешивался с 1% раствором агар-агара в соотношении 3 части раствора на 2 части агар-агара. В том случае, когда в среду вводился каротин, последний добавлялся к раствору глюкозы. Приготовленная таким образом питательная среда наносилась тонким слоем на покровные стекла. Затем тотчас же производился посев пыльцы, после чего покровные стекла накладывались на предметные стекла с углублением (для висячей капли), вокруг которого предварительно накладывался тонкий слой вазелина для герметичности. В каждом варианте опыта посев производился в двукратной повторности. Учет количества проросшей пыльцы и измерение длины пыльцевых трубок при помощи окулярмикрометра производились через 3 и 6 час. с момента посева. Результаты опытов приведены в табл. 2 (см. также рис. 1 и 2).

Как видно из приведенных данных, присутствие каротина в среде положительно сказывается на количестве проросшей пыльцы, и особенно на длине и качестве пыльцевых трубок. Обращают на себя внимание данные IV серии опытов (табл. 2). В этой серии варианты отличались между собой разной концентрацией каротина. Процент проросшей пыльцы был наибольшим на среде, где каротин добавлялся в концентрации 0,005%. При повышении концентрации каротина

до 0,05% процент проросшей пыльцы уменьшался почти вдвое. Наибольшую длину и хорошее качество пыльцевые трубки имели лишь при концентрации каротина в среде 0,005%. Таким образом, повышенная концентрация каротина в среде отрицательно сказывается на прорастании пыльцы и росте пыльцевых трубок.

Опыт с влиянием различной концентрации каротина на прорастание пыльцы проводился также и с пыльцой бегонии (*Begonia semperflorens*) (см. рис. 3 и 4). Полученные результаты аналогичны приведенным выше данным для пыльцы конопли.



Рис. 3. Прорастание пыльцы бегонии. Среда без каротина (через 3 часа). $\times 200$



Рис. 4. Прорастание пыльцы бегонии. Среда с добавлением каротина 0,005% (через 3 часа). $\times 200$

Наконец, для проверки отрицательного влияния высокой концентрации каротина в среде был проведен опыт с проращиванием смеси пыльцы. В качестве компонентов были взяты быстро прорастающая пыльца бегонии с малым содержанием каротина и пыльца подсолнечника с большим количеством каротина. Пыльца этих растений смешивалась и высевалась в среду, к которой каротин не добавлялся. Параллельно высевалась пыльца бегонии в чистом виде, которая быстро дала почти стопроцентное прорастание. Пыльца же бегонии в присутствии пыльцы подсолнечника почти совершенно не проросла. Очевидно, большое количество каротиноидов в пыльце подсолнечника создавало повышенную концентрацию каротина в среде, что и задерживало прорастание пыльцы бегонии.

Выявленное нами стимулирующее влияние низких концентраций каротина в среде на прорастание пыльцы, не содержащей каротина, позволяет, возможно, объяснить механизм взаимовлияния пыльцы разных растений в смесях, примененных И. В. Мичуриным^(6, 7) при отдаленной гибридизации плодовых деревьев.

Ботанический сад
Академии Наук УССР,
Киев

Поступило
4 XII 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹С. И. Лебедев, Доповіді Акад. Наук УРСР, № 3, 23 (1947). ²С. И. Лебедев, ДАН, 58, № 1 (1947). ³Р. Кун, Усп. совр. биол., 14, в. 1, 112 (1941). ⁴G. Erdtman, An Introduction to Pollen Analysis, 1943. ⁵R. P. Wadehouse, Pollen Grains. Their Structure, Identification and Significance in Science and Medicine, 1935. ⁶И. В. Мичурин, Соч., 1, 1939. ⁷И. В. Мичурин, Соч., 3, 1940.