

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. А. МИРИМАНЯН

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИМОНА И МАНДАРИНА, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ ИХ РАЗЛИЧНУЮ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 17 VIII 1950)

Наиболее актуальной проблемой для развития цитрусовых культур является повышение морозоустойчивости их. Принимая во внимание, что из всех промышленных цитрусовых культур по морозоустойчивости наиболее резко различаются лимоны и мандарины, мы сопоставили физиологию листьев весеннего прироста у этих растений.

Анализ показателей табл. 1, в которой приведены данные по углеводному обмену в листьях, показывает, что на протяжении круглого года у лимона содержание моноз и суммы растворимых сахаров значительно выше, чем у мандарина. Господствующая точка зрения о наличии тесной связи между содержанием углеводов и морозоустойчивостью (1, 2), по нашим наблюдениям на цитрусовых не подтверждается. К аналогичному заключению пришли и другие авторы, изучавшие морозоустойчивость цитрусовых растений (3, 4).

Таблица 1

Дата взятия образцов	Монозы		Сахароза		Сумма раствор. сахаров		Отношение сахара : монозы	
	лимон	мандарин	лимон	мандарин	лимон	мандарин	лимон	мандарин
1947 г.								
Июнь	2,14	1,71	3,02	3,06	5,16	4,77	1,41	1,79
Июль	2,56	1,16	1,75	2,30	4,31	3,46	0,68	1,98
Август	1,52	0,95	1,45	2,07	2,97	3,02	0,95	2,18
Сентябрь	1,51	0,81	1,76	1,83	3,27	2,68	1,16	2,15
Октябрь	1,63	0,96	2,36	1,97	3,99	2,93	1,44	2,05
Ноябрь	2,12	1,60	2,16	1,97	4,28	3,57	1,02	1,25
Декабрь	2,42	2,32	3,54	4,23	5,96	6,55	1,47	1,82
1948 г.								
Январь	3,44	3,12	3,11	3,35	6,55	6,47	1,01	1,07
Февраль	3,31	2,51	2,91	2,57	5,22	5,08	0,88	1,02
Март	3,87	2,55	2,87	1,71	6,74	4,26	0,78	0,71

В то же время с развитием учения о направленном действии ферментов усилиями советских ученых (5-7) удалось установить, что у устойчивых растений повышается синтезирующее действие инвертазы.

При рассмотрении наших цифровых данных видно, что у мандарина, как правило, отношение сахара: монозы на протяжении всех сроков наблюдений значительно выше, чем у лимона; при этом в наиболее напряженные моменты, как это было в летнюю засуху 1947 г., разрыв в величинах отношения сахара: монозы между лимоном и мандарином усилился, а ближе к ноябрю и, в дальнейшем, зимой 1947/48 г., когда стояла исключительно теплая зима, это отношение между означенными растениями значительно сгладилось (см. табл. 1).

Наблюдаемое нами у лимонного растения сочетание высокого содержания растворимых сахаров со слабой морозоустойчивостью можно объяснить тем обстоятельством, что у лимона ростовые процессы и фотосинтез зимой протекают интенсивно, что указывает на повышенную активность. Это обстоятельство, повидимому, препятствует перестройке плазмы в сторону повышения морозоустойчивости.

Другой физиологический показатель, энергия накопления аскорбиновой кислоты, также указывает на повышенную физиологическую активность у лимона, так как в листьях лимона на протяжении круглого года витамина больше, чем у мандарина. Интересно отметить, что в момент резких критических понижений температуры найдены определенные отличия в устойчивости витамина между лимоном и мандарином. Так например, в теплую зиму 1947/48 г., когда почки двинулись в рост, внезапно 16—17 марта ударил мороз ($-8,9^{\circ}$), следствием чего явилось сильное понижение витамина С в листьях лимона и мандарина, причем у лимона витамин уменьшился на 148,6%, а у мандарина на 69,3%.

Специальный интерес представляет различие в водном режиме листьев лимона и мандарина. Из данных табл. 2, характеризующей водный режим листьев лимона и мандарина, можно видеть, что листья лимона, в отличие от листьев мандарина, содержат больше воды и более влагоемки. Кроме того, лимонные растения в наиболее напряженный момент жизнедеятельности (июнь — октябрь) в большей мере испытывают водный дефицит и потерю воды, чем мандариновые. Так как водоудерживающая способность растительной клетки покоится на физико-химических свойствах коллоидов плазмы, можно допустить, что лимонное растение отличается от мандаринового по свойствам своей протоплазмы.

Таблица 2

Дата взятия образцов	Содержание воды		Влагоемкость		Водный де- фицит		Сила водоотдачи через			
							2 часа		4 часа	
	лимон	мандарин	лимон	мандарин	лимон	мандарин	лимон	мандарин	лимон	мандарин
1947 г.										
Июнь	177,5	191,4	198,4	207,5	10,8	7,7	13,5	8,6	19,8	13,8
Июль	159,2	157,8	177,4	173,6	9,1	8,7	12,5	10,2	18,1	17,4
Август	170,4	157,1	202,1	164,2	8,6	5,2	9,9	3,5	15,1	7,9
Сентябрь	169,5	144,6	200,4	157,7	12,8	8,3	13,3	7,1	21,7	14,9
Октябрь	142,4	136,9	156,5	147,1	11,0	3,8	10,1	7,5	20,0	13,2
Ноябрь	164,6	152,6	169,8	166,6	3,1	1,5	4,5	3,7	8,8	6,1
Декабрь	148,9	120,4	149,0	120,4	3,3	2,0	4,7	2,4	8,5	3,8
1948 г.										
Январь	134,1	119,1	137,4	123,6	4,2	—	8,3	5,1	13,4	7,6
Февраль	174,9	153,0	177,6	154,5	1,3	1,1	2,5	1,4	6,2	3,0
Март	150,4	149,7	153,4	150,5	2,7	1,8	3,6	3,1	6,1	4,9

Так как основные отличия морозоустойчивости растений кроются в их протоплазматических свойствах и процесс фотосинтеза тесно связан с физиологическим состоянием плазмы, мы в качестве косвенного показателя состояния плазмы использовали определение интенсивности фотосинтеза.

Известно, что зимний сезон в наших субтропиках характеризуется резкой сменой ночного холода на дневное тепло с сильной инсоляцией. В связи с этим растения испытывают двойное страдание: 1) надземные органы после ночного холода сразу подвергаются действию сильной инсоляции и 2) после ночного понижения температуры почва длительно остается холодной, что препятствует нормальному притоку воды.

Мы задались целью в своей работе разграничить влияние низкой температуры почвы от влияния сильной инсоляции зимой на функциональную энергию растения. Для этого у одной части горшечной культуры лимона, произрастающей в оранжерее, почва была охлаждена до $+5-+7^{\circ}$, а у другой оставлена $+11,0^{\circ}$. Учет фотосинтеза у обеих культур проводился одновременно в солнечный день.

Общий дневной ход фотосинтеза, сведенный в табл. 3, показывает, что под влиянием низкой ($+5-+7^{\circ}$) температуры наблюдаются резкие колебания фотосинтеза. Из этого следует, что под влиянием холодной почвы и сильной инсоляции в плазме происходят какие-то нарушения, которые действуют раздражающим образом на работу зеленых пластид. Необходимо отметить, что в этих условиях поглощение CO_2 происходит значительно энергичнее, чем при обычных оптимальных условиях работы листа.

Нашими многократными наблюдениями установлено, что зимой на открытом воздухе общее течение фотосинтеза у лимона всегда проявляет тенденцию к скачкообразности, тогда как у мандарина фотосинтез протекает более равномерно.

Специальными наблюдениями Г. Б. Надарая⁽⁸⁾ установлено, что лимонные растения, зимующие под марлевой покрывкой, значительно устойчивее к холоду, чем растения, оставленные без защиты. В то же время известно, что под марлевыми покрывками температура воздуха обычно на $1-1,5^{\circ}$ ниже, чем на открытом воздухе. Отсюда можно заключить, что наблюдаемые повреждения лимонов зимой не являются прямым следствием холода.

Наши специальные работы⁽⁹⁾, посвященные изучению влияния марлевых укрытий на интенсивность фотосинтеза, показали, что у растений под марлей фотосинтез протекает более равномерно, тогда как у открытых растений фотосинтез отличается резкими колебаниями. Так как марлевые покрывки защищают растение от прямых лучей солнца, очевидно, что сильная инсоляция зимой вызывает какие-то изменения в плазме, что является причиной резких колебаний фотосинтеза.

Для уточнения вопроса о том, в какой мере сам холод непосредственно оказывает губительное действие на растение и в какой мере наблюдаемые повреждения от мороза являются следствием действия

Таблица 3

Часы анализа	Т-ра воздуха в $^{\circ}\text{C}$	Интенсивность фотосинтеза у лимона (в мг CO_2 на 100 см^2 листовой поверхности в час)	
		Температура почвы	
		$+5-+7^{\circ}$	$+11^{\circ}$
9 ч. 30 м.	6,0	4,3	2,2
11 ч. 00 м.	12,3	$-1,8^*$	3,0
12 ч. 00 м.	17,1	10,5	5,4
13 ч. 30 м.	19,8	$-0,4$	6,0
15 ч. 00 м.	24,9	8,8	4,8
16 ч. 00 м.	28,0	0,2	—

* Выделение CO_2 на свету.

сильной инсоляции, мы воспользовались морозами зимы 1949/50 г., которые достигли исключительной силы и продолжительности.

Четырехлетние лимоны и мандарины, произраставшие на плантации, были подвергнуты в течение 90 час. действию непрерывных морозов, причем абсолютный минимум температуры воздуха доходил до $-9,5^{\circ}$, почвы до $-11,5^{\circ}$. По истечении этого срока часть лимонов и один мандарин были укутаны марлей в три слоя для защиты от последующего действия прямых лучей солнца, а другая часть (при этом большая) была оставлена без защиты. Все растения, которые были оставлены без защиты и после морозов были подвергнуты действию сильной инсоляции, погибли до корневой шейки, а растения, которые продолжали оставаться под марлей, уцелели.

Следовательно, для лимонов морозы в пределах $-9,5$ — $-11,5^{\circ}$ не являются столь опасными, а наиболее опасным является послеморозный период, когда растение попадает под действие прямых лучей солнца. В данном опыте также выявились основные отличительные черты между лимоном и мандарином, а именно: лимоны под действием холода потеряли всю крону и только в различной мере сохранили стволики, которые весной распустили почки и двинулись в рост, мандариновое же дерево абсолютно не пострадало, у него сохранился весь годичный прирост и все листья. Весной мандарин начал нормально расти, цвести и дал полноценные плоды.

Из нашего опыта вытекает, что при устранении вредного действия сильной инсоляции лимоны от непосредственного действия мороза повреждаются в значительно большей степени, чем мандарины. Это явление можно объяснить различием в их ростовых процессах. Так например, у лимонов наибольший процент побегов в кроне составляют приросты летне-осенние (72,3%), а у мандарина весенние (77,7%); у лимона и весенние и летние побеги заканчивают рост на 19—25 дней раньше, чем у мандарина. Укороченные сроки завершения роста побегов у лимона побуждают его к повторному росту, а так как у лимона сила побегообразовательных процессов передвинута к летне-осеннему сезону, это служит серьезным препятствием для подготовки растения к зимовке.

На основании наших опытов мы приходим к заключению, что наблюдаемое различие в морозоустойчивости между лимоном и мандарином обусловлено различием их протоплазматических свойств, причем и для лимона и для мандарина непосредственное вредное действие мороза значительно слабее, чем послеморозное действие сильной инсоляции.

Всесоюзная селекционная станция
влажно-субтропических культур
Сухуми

Поступило
17 VIII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. А. Максимов, Тр. СПб. о-ва естеств., отд. бот., 38 (1908). ² И. И. Туманов, Физиологические основы зимостойкости культурных растений, 1940. ³ Е. С. Мороз и М. В. Котлярова, Сов. бот., № 5 (1939). ⁴ С. М. Иванов, ДАН, 25, № 5 (1939). ⁵ Б. А. Рубин, ДАН, 3, № 9 (1936). ⁶ Н. М. Сисакян, Изв. АН СССР, сер. биол., № 6 (1937). ⁷ А. Л. Курсанов, Сборн. работ по физиол. растен. памяти К. А. Тимирязева, 1941. ⁸ Г. Б. Надарая, Защитное свойство индивидуальных укрытий цитрусовых, Сухуми, 1943. ⁹ В. А. Мириманян, Бюлл. по культурам влажн. субтроп., № 14—15 (1946).