

В. А. МИРИМАНЯН

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИИ МОРОЗОУСТОЙЧИВОГО ЛИМОНА

Невзирая на многолетнюю давность культивирования лимона на Черноморском побережье, до сих пор мы не имеем разработанных агротехнических приемов повышения морозостойкости лимона. Кроме того, пока не выведено селекционное морозостойкое растение, имеющее широкое производственное значение.

В специальной литературе ряд авторов [2, 3, 4, 5] рекомендует различные приемы повышения морозостойкости цитрусовых, но в силу того, что эти приемы не получили производственного значения, такие предложения надо рассматривать как материал для дальнейшей разработки методов повышения морозоустойчивости цитрусовых растений.

В настоящее время агротехника цитрусовых в основном построена на защите растений от морозов путем укрытия их марлей в три слоя [17], но и этот прием не имеет производственного значения в силу большой трудоемкости и дороговизны.

Ближайшей задачей агротехники должно быть подыскание новых способов повышения морозостойкости цитрусовых, не требующих специальных мер защиты.

В этом отношении большого внимания заслуживает подбор подвоев для цитрусовых. Однако подвой не только способствует повышению морозостойкости, но он оказывает также влияние на другие стороны жизнедеятельности привоя [22, 26, 21, 23, 11, 9].

В наших условиях, в целях повышения морозостойкости цитрусовых, широкое производственное значение приобрел подвой Понцирус трифолиата, однако в силу биологической несовместимости подвоя с его привоями, имеется большой разрыв в морозостойкости между ними, в результате чего цитрусовые подвержены значительным повреждениям и даже гибели при критических понижениях температуры.

Впервые в зиму 1935/1936 гг. в Сухуми нами подверглось физиологическому анализу влияние различных материалов укрытий на морозостойкость лимона. На основании такого изучения нами было установлено, что каждый тип покрывки вносит свои специфические изменения в общем ходе физиологических процессов и что наиболее благоприятная зимняя физиология для сопротивляемости цитрусовых к морозу складывается у растений, укрытых марлей в три слоя [19].

Наше заключение о повышении морозостойкости лимона под марлевым укрытием в дальнейшем получило подтверждение при проверке

Г. Б. Надарая [17] марлевых покрышек в различных морозоопасных географических точках.

В представлении И. И. Туманова [20], полезное действие марлевого укрытия основывается, главным образом, на улучшении условий закаливания. Однако многолетние наблюдения над физиологией цитрусовых привели нас к заключению, что цитрусовые, будучи по своей природе вечнозелеными растениями с потребностью на протяжении всего года непрерывной физиологической активности, не способны закаливаться [11].

В связи с несовместимостью зимнего покоя с природой цитрусовых, нельзя также согласиться с мнением П. А. Генкеля [1], что морозостойкость цитрусовых можно повысить путем обособления плазмы.

Наблюдаемое различие в морозостойкости между отдельными видами цитрусовых происходит не за счет закаливания, а за счет различной подвижности зимой физиолого-биохимических процессов, обуславливающих морозостойкость.

Нашими наблюдениями установлено, что зимнее повреждение и гибель цитрусовых происходят как от физиологического состояния самого растения, так и от совокупного действия внешних факторов, среди которых особенно отрицательным является влияние солнечных лучей на растение после мороза.

Для разработки методов повышения морозостойкости цитрусовых необходимо знание физиологической сущности морозостойкости растения. С этой целью мы в качестве объектов изучения взяли лимонное растение, являющееся наименее морозостойким среди всех промышленных цитрусовых. Для этого высокоморозостойкий гибридный лимон, выведенный селекционером Зориным и названный им «Железный лимон» сопоставлялся с менее устойчивым Новогрузинским лимоном при условии зимней защиты марлей в три слоя и оставления под открытым небом.

Необходимо отметить, что деревья Новогрузинского лимона были плодоносящие, а Железный лимон на протяжении 20 лет не плодоносил.

Результаты анализов

Изучение физиологии цитрусовых производилось над растениями с листьями, т. к. в физиологическом отношении наиболее важным органом растения является листовая аппарат.

Ведущее место в жизнедеятельности растения принадлежит водному режиму, т. к. состояние воды в клетке определяет общую направленность физиолого-биохимических процессов.

Нас интересовал вопрос, имеются ли какие-либо зависимости между степенью оводнения ткани и морозостойкостью цитрусовых? По заключению Н. А. Максимова [8], растению тем меньше угрожает опасность погибнуть от мороза, чем незначительнее содержание в нем воды.

В табл. 1 приведены данные о содержании воды (в % от сух. веса) у лимонов, отличающихся по морозостойкости. При сопоставлении Железного лимона с неукрытым Новогузинским мы видим, что действительно у первого содержание воды в листьях ниже, чем у второго. При сравнении же Железного лимона с укрытым Новогузинским мы уже не находим принципиального различия в содержании воды между ними, хотя гибридный лимон по своей морозостойкости выше укрытого растения.

Таблица 1

Растения	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль
Зима 1954/1955 гг.					
Лимон Железный без укрытия . . .	151,0	150,0	150,0	145,6	145,3
Новогузинский . . .	163,2	167,7	180,5	160,2	155,4
Зима 1956/1957 гг.					
Лимон Железный без укрытия . . .	154,3	173,1	158,2	166,2	164,4
Новогузинский под марлей	153,0	176,5	161,4	166,0	161,7

До наступления декабрьского мороза 1955 г., начиная с сентября мы сопоставляли содержание воды у лимонов Новогузинских, которых не успели до мороза укрыть с обычно на зиму неукрываемыми растениями: среднее содержание воды в листьях первых было 144,6, а вторых — 138,1%, однако и те и другие вымерзли до подвоя.

В другой нашей работе [13], а также и в неопубликованных материалах нам не удалось обнаружить какой-либо зависимости между содержанием воды у цитрусовых и их морозостойкостью.

Отсюда мы делаем вывод, что степень оводнения листьев не может характеризовать морозостойкость лимона.

Известно, что в основе сопротивляемости растения к морозу и засухе лежит способность его переносить сильное обезвоживание, обусловленное водоудерживающей способностью гидрофильных коллоидов плазмы.

В табл. 2 приведены данные о силе потери воды за 3 ч. при воздействии температуры 40—45°C (в % от полного насыщения). В результате этого мы установили, что более стойкому лимону присуща

Таблица 2

Растения	Январь	Февраль	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Зимние месяцы 1956 года					
Лимон Железный без укрытия . . .	24,8	24,7	20,8	19,4	25,0
Новогузинский под марлей	25,2	33,9	22,9	26,9	27,0
Зимние месяцы 1957 года					
Лимон Железный без укрытия . . .	22,5	30,7	—	28,7	26,3
Новогузинский под марлей	25,2	31,1	—	35,4	31,8

меньшая потеря воды, чем менее устойчивому. Одновременно с этим мы видим, что у лимонного растения, отличающегося по своей природе высокой подвижностью физиологических процессов, в периоды наибольшего похолодания, каковое имело место в феврале и ноябре 1956 г. и в ноябре, декабре 1957 г., расхождение в силе потери воды между устойчивыми и менее устойчивыми растениями возрастало, тогда как в теплые периоды разница в силе удержания воды снижалась.

Зимний сезон в наших субтропиках знаменуется резкой сменой ночного холода на дневное тепло, что ведет к обезвоживанию листьев. В связи с этим становится чрезвычайно важным знание силы поглощения воды растением для поддержания естественного хода физиолого-биохимических процессов.

С этой целью мы разработали специальный метод определения водопоглощающей силы у листьев цитрусовых. Для этого листья доводились до полного насыщения путем погружения в воду на 1 ч. После этого листья обсушивались фильтровальной бумагой и взвешивались, затем подвергались подсушиванию в сушильном шкафу в течение 3 ч. при температурах 40—45°C, затем листья вторично погружались в воду на 1 ч. и вновь взвешивались. По разнице, полученной между первым и вторым взвешиванием, определялась водопоглощающая сила листьев (в процентах от первого насыщения).

Таблица 3

Растения	Январь	Февраль	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Зимние месяцы 1956 года					
Лимон Железный без укрытия . . .	96,9	93,7	83,3	86,8	84,1
„ Новогрузинский под марлей	88,4	77,6	86,7	82,9	79,0
Зимние месяцы 1957 года					
Лимон Железный без укрытия . . .	82,4	84,3	—	75,6	90,1
„ Новогрузинский под марлей	79,3	74,0	—	61,9	84,1

Из данных табл. 3 видно, что потеря воды, происшедшая после трехчасовой сушки, ни у одного лимона полностью не восполнилась. В то же время видно, что водопасасывающая сила у гибридного лимона выше, чем у укрытого Новогрузинского, что указывает на различие в свойствах коллоидов их плазмы.

Принимая во внимание, что природа коллоидов белковая и т. к. альбумины и глобулины составляют главнейшую часть белков протоплазмы, мы в целях выявления роли альбуминов и глобулинов для морозостойкости лимона подвергли исследованию и эти белки. Количество белков выражали в мл.

Из табл. 4 мы видим, что во все холодно-морозные месяцы у Железного лимона содержание альбуминов, глобулинов и сумма этих белков выше, чем у открытого растения.

Таблица 4

Растения	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль
Зима 1954/1955 гг.						
Альбумины						
Лимон Железный без укрытия	0,68	0,67	0,40	0,48	0,61	0,96
Новогрузинский	0,69	0,30	0,29	0,25	0,53	0,72
Глобулины						
Лимон Железный без укрытия	0,97	0,59	0,67	0,51	0,63	0,64
Новогрузинский	0,95	0,54	0,20	0,37	0,41	0,41
Сумма альбулины+глобулины						
Лимон Железный без укрытия	1,65	1,26	1,07	0,99	1,24	1,60
Новогрузинский	1,64	0,84	0,49	0,62	0,94	1,13
Отношение альбумины—глобулины						
Лимон Железный без укрытия	1,40	0,80	1,70	1,06	1,03	0,66
Новогрузинский	1,40	1,80	0,69	1,05	0,77	0,57

Для нашего представления о значении водо- и солерастворимых белков для стойкости цитрусовых к морозу особый интерес представляет сопоставление соотношения глобулинов к альбуминам. Из данных табл. 4 нетрудно видеть, что в холодные месяцы у Железного лимона отношение глобулины + альбумины выше, чем у лимона без защиты, причем это различие особенно выявляется в наиболее холодные месяцы — январь и февраль. Принимая во внимание, что глобулины обладают высокой коллоидной активностью, мы допускаем, что более высокая морозостойкость Железного лимона, по сравнению с Новогрузинским, обусловлена тем, что клетки его богаче активной формой белков — глобулинами.

По наблюдениям Н. А. Максимова [7], основная причина вымерзания растений является коагуляция коллоидных веществ протоплазмы.

Для определения физических свойств белков нами был разработан метод, основанный на способности водорастворимых белков свертываться в насыщенном растворе сернокислого аммония [16]. Интенсивность высаливания выражалась в минутах.

Табл. 5 указывает, что осенью высаливание белков у Железного происходит легче, чем у укрытого Новогрузинского лимона, и только в холодные месяцы — январь и февраль, различие в темпах высаливания между ними почти нивелировалось.

Таблица 5

Растения	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль
Зима 1956/1957 гг.					
Лимон Железный без укрытия	22,5	24,4	29,0	52,9	40,5
Новогрузинский под марлей	27,5	28,1	35,5	51,3	39,5

Для пополнения нашего представления о различиях в физических свойствах белков между гибридом и обычным лимоном мы изучали также температурный порог коагуляции белков. Результаты выражались в °С.

Таблица 6

Растения	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль
Зима 1954/1955 гг.						
Лимон Железный без укрытия	65,5	64,5	—	66,1	65,8	65,6
Новогрузинский	61,0	62,7	—	64,7	64,1	61,3
Зима 1956/1957 гг.						
Лимон Железный без укрытия	—	65,3	64,3	66,9	66,3	67,5
Новогрузинский под марлей	—	64,1	65,8	67,1	66,9	67,9

Данные табл. 6 указывают, что температура свертывания белков у Железного лимона выше, чем у неукрытого Новогрузинского. Однако при сопоставлении Новогрузинского с Железным мы видим, что начиная с ноября и в последующие холодные месяцы температурный порог коагуляции белков у укрытого лимона выше гибридного. Интересно, что такое различие начинается с момента укрытия лимонов марлей, а до этого еще в октябре температура свертывания белков Железного лимона была выше, чем у укрытого.

На основании изучения физических свойств альбуминов мы делаем заключение, что зимнее изменение качественных свойств белков способствует повышению морозостойкости.

Аскорбиновой кислоте (витамин С) в жизнедеятельности растения принадлежит важная роль, т. к. ее деятельность тесно связана с окислительно-восстановительной системой: она оказывает влияние на активность некоторых гидролитических ферментов, а отсюда ее влияние распространяется и на устойчивость растения к внешним неблагоприятным условиям.

Т. Л. Кучулория [6], изучавшая под моим руководством морозостойкость у отдельных сортов лимона, отличающихся по стойкости к морозу, отметила прямую коррелятивную зависимость между морозостойкостью и содержанием витамина С.

Однако при дальнейшем изучении содержания витамина С в межвидовом и межродовом разрезе нам уже не удалось установить какую-либо зависимость между морозостойкостью и содержанием витамина [12].

Для диагностирования морозоустойчивости у различных сортов, видов и родов мы находим, что наиболее надежным критерием является устойчивость витамина к низким критическим температурам [10].

Таблица 7

Растения	Октябрь	Декабрь	Январь	Февраль
Зима 1956/1957 гг.				
Лимон Железный без укрытия	106,5	36,4	38,8	34,0
„ Новогрузинский под марлей	138,3	117,1	68,1	64,8

Из данных табл. 7 видно, что при воздействии на листья низких температур — 10—12°C в течение 3 ч. количество витамина, вырженное в мг%, у обычного укрытого лимона в значительно большей мере падает, чем у гибрида.

Наблюдениями установлено, что в зимний период у плодовых растений идет уменьшение крахмала [24, 25], причем уменьшение крахмала в большей мере происходит у пород и сортов более стойких к морозу [18].

Принимая во внимание, что активность фермента амилазы определяет энергию перевода крахмала в сахар, который способствует повышению морозостойкости растения, мы нашли прямую коррелятивную зависимость между активностью фермента амилазы и устойчивостью к морозу у citrusовых [14].

Активность амилазы мы определяли по разработанному нами методу и выражали в процентах от наибольшей активности амилазы [15]. Более морозостойкий Железный лимон по активности амилазы значительно превышает активность амилазы укрытого менее морозостойчивого лимона.

Мы допускаем, что роль фермента амилазы не сводится только в переводе крахмала в сахар, а, по-видимому, амилазе принадлежит специфическая биологическая роль в повышении морозостойкости citrusовых.

В ы в о д ы

1. Между содержанием воды в листьях и морозостойкостью лимона прямой коррелятивной зависимости не найдено.

2. У листьев более морозостойчивого гибрида Железного лимона сила поглощения воды и водоудерживающая способность коллоидов живой плазмы выше, чем у менее устойчивого Новогрузинского лимона.

3. Содержание водо- и солерастворимых белков в листьях Железного лимона больше, чем у обычного лимона.

4. В зимний холодный период Железный лимон отличается высоким содержанием активной формы белков — глобулинами, что указывает на участие глобулинов в повышении морозостойкости растения.

5. От осени к зиме у лимона возрастает устойчивость альбуминов к коагулирующему действию сернокислого аммония.

6. У более морозостойчивого лимона температурный порог коагуляции белков выше, чем у менее стойкого.

7. Морозоустойчивый лимон характеризуется высокой устойчивостью витамина С к низким критическим температурам и повышенной деятельностью фермента амилазы.

8. Наиболее чувствительным индикатором для диагностирования морозоустойчивости растения является высокая водоудерживающая способность коллоидов плазмы, большая устойчивость витамина С к низким критическим температурам и высокая активность фермента амилазы.

9. Мы допускаем, что роль амилазы в растительном организме не ограничивается одним переводом крахмала в сахар: по-видимому, амилазе принадлежит специфическое биологическое значение в деле повышения морозоустойчивости растения.

Сочинская опытная станция
субтропических и южных плодовых культур
гор. Сочи

Поступило 3.XI 1958 г.

Վ. Ա. ՄԻՐԻՄԱՆՅԱՆ

ՅՐՏԱԳԻՄԱՅԻՆԻՆ ԼԻՄՈՆԻ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱՅԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ու լ մ

Ֆիտոսալինների և, մասնավորապես, լիմոնի բույսի թույլ ցրտադիմացկունությունը կապակցությամբ, նրանց այդ հասկությունը ուժեղացնելու պրոբլեմը զեռ չի կորցրել իր նշանակությունը:

Ֆիտոսալինների ֆիզիոլոգիայի ուսումնասիրությունը մեզ հանգեցրել է հետևյալ եզրակացություններին.

1. Լիմոնի տերևներում ջրի պարունակության և նրա ցրտադիմացկունության միջև օգտակար կոռելյատիվ կախում չի հայտնաբերված:

2. Լիմոնի ավելի ցրտադիմացկուն «օկելզնի» կոչված հիբրիդի տերևների ջրակալման ուժը և կենդանի պլազմայի կոլոիդների ջրապահպանման տնակությունը ավելի բարձր են, քան նովոդրոզինակի ավելի նվազ ցրտադիմացկուն լիմոնի տերևներին:

3. Զրա- և աղալույծ սպիտակուցների պարունակությունը հիբրիդի տերևներում ավելի մեծ է, քան սովորական լիմոնի տերևներում:

4. Չմասն ցուրտ շրջանում հիբրիդային բույսն աչքի է ընկնում սպիտակուցների ակտիվ ձևի՝ գլոբուլինների բարձր պարունակությամբ, որ ցույց է տալիս գլոբուլինների մասնակցությունը բույսի ցրտադիմացկունության բարձրացմանը:

5. Աշնանից զեպի ձմեռ աճում է լիմոնի ալբումինների գիմացկունությունը ամոնիումի սուլֆատի կոագուլյացնող ներգործության նկատմամբ:

6. Ավելի մեծ չափով ցրտադիմացկուն լիմոնի սպիտակուցների կոագուլյացման ջերմաստիճանային շեմքը ավելի բարձր է, քան պակաս ցրտադիմացկուն լիմոնին:

7. Յրտադիմացկուն լիմոնը աչքի է ընկնում կրիտիկական ջերմաստիճանների նկատմամբ Շ վիտամինի բարձր դիմացկունությունը և ամիլազայի ֆերմենտի բարձրացած գործունեությունը:

8. Բույսի ցրտադիմացկունությունը որոշելու համար առավել զգայուն ինդիկատոր են հանդիսանում՝ սլադայի կոտրիչների ջրապահման բարձր ընդունակությունը, կրիտիկական ցածր ջերմաստիճանների նկատմամբ Շ վիտամինի բարձր դիմացկունությունը և ամիլազայի ֆերմենտի բարձր ակտիվությունը:

ЛИТЕРАТУРА

1. Генкель П. А. Изучение морозоустойчивости растений. Газета «Красное знамя» Сочи. 29 апреля, 84, 1955.
2. Гочолашвили М. М. Влияние органических и минеральных удобрений на рост, развитие, морозоустойчивость цитрусовых растений. Бюлл. Ин-та чая и субтроп. культ., 1, 1949.
3. Гусева Е. И. Биологические основы обрезки цитрусовых культур для получения высоких и устойчивых урожаев. Краснодар, 1951.
4. Кочерженко И. Е. и Снегирев Д. П. Влияние задерживающих рост веществ на морозоустойчивость лимона. Бюлл. по культ. влажн. субтроп., 14-15. Сухуми, 1946.
5. Кочерженко И. Е., Холодный Н. Г. и Шумакова Р. Р. Физиологические опыты по повышению морозостойкости у урожайности цитрусовых. Тр. Глав. бот. сада, 2, 1951.
6. Кучулория Т. Л. Сравнительная физиологическая характеристика морозоустойчивости отдельных сортов лимона. Бюлл. Ин-та чая и субтр. культ., 4, 1951.
7. Максимов Н. А. О вымерзании и холодостойкости растений. Экспериментальные и критические исследования. Изв. СПб Лесного Ин-та, 25, 1-330, 1913.
8. Максимов Н. А. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений, 2. Изд. АН СССР, 1952.
9. Маринчик А. Ф. Изменение физиологических и биохимических свойств в листьях вегетативных гибридов свеклы. ДАН СССР, т. 82, 2, 1952.
10. Мирманян В. А. Биологические особенности лимона и мандарина, обуславливающие их различную морозоустойчивость. ДАН СССР, т. 74, 5, 1950.
11. Мирманян В. А. Влияние подвоя Понцирус трифолиата на некоторые физиологические свойства шеддока грушевидного (*Citrus Grandis* Osb.) ДАН СССР. т. 75, 2, 1951.
12. Мирманян В. А. и Холкина Н. А. Физиологические отличия у листьев весенне-летнего побега цитрусовых. ДАН СССР, т. 90, 5, 1953.
13. Мирманян В. А. Изучение физиологии мандарина—вегетативного гибрида. Агробиология, 1, 1955.
14. Мирманян В. А. Некоторые физиолого-биохимические признаки, характеризующие морозоустойчивость цитрусовых. Журн. Доклады ВАСХНИЛ, 9, 1956.
15. Мирманян В. А. Простой метод определения активности амилазы. Бюлл. науч.-техн. информ., 1. Сочи, 1957.
16. Мирманян В. А. К вопросу разработки методов диагностирования морозоустойчивости субтропических растений. Журн. Доклады ВАСХНИЛ, 3, 1958.
17. Надарая Г. Б. Защитное свойство индивидуальных укрытий цитрусовых. Сухуми, 1943.
18. Проценко Д. Ф. и Полищук Л. К. О физиологических и биохимических особенностях морозостойкости плодовых культур. Киев, 1948.

19. Софотеров Н. К. и Надарая Г. Б. Зимнее укрытие лимонов. Совет. субтропики, 9, 8-23, 1936.
20. Туманов И. И. Защита цитрусовых от морозов. Изд. АН СССР, 1954.
21. Шмук А. А. Биохимические изменения привитых растений. Успехи современной биологии, т. 21, вып. 1, 1946.
22. Batchelor L. D. and Rounds M. B. Effect of the rootstocks on lemon decline and yield in two experimental orchards. California Citrogr. 29, 1944.
23. Haas A. R. C. Effect of the rootstocks on the composition of citrus trees and fruit. Plant physiology, vol. 23, 3, July 309-330, 1948.
24. Lidforss B. Zur Physiologie und Biologie der wintergrünen Flora. Vorläufige Mitt. „Bot. Ctrbl.“ 68, 33, 1896.
25. Lidforss B. Die wintergrüne Flora. Eine biologische Untersuchung, „Lunds Universitets Arskrift“ N. F. Afd. 2, Bd. 2, 13, 1907.
26. Sinclair W. B. and Bartholomew E. T. Effects of rootstock and environment on the composition of oranges and grapefruit. Hilgardia 16, 125-176, 1944.