

П-158а

МОЛДАВСКИЙ ФИЛИАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

ИЗВЕСТИЯ

Молдавского филиала
АКАДЕМИИ НАУК СССР

№ 3 (6)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО МОЛДАВИИ
КИШИНЕВ * 1952 г.

МОЛДАВСКИЙ ФИЛИАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

ИЗВЕСТИЯ

Молдавского филиала
АКАДЕМИИ НАУК СССР

№ 3 (6)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО МОЛДАВИИ
КИШИНЕВ * 1952 г.

С. М. ИВАНОВ

кандидат биологических наук

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Ответственный редактор — действительный член Академии сельскохозяйственных наук имени Ленина — **Н. А. ДИМО**.

Члены редакционной коллегии:

кандидат исторических наук **Я. С. ГРОСУЛ**,
 кандидат биологических наук **С. М. ИВАНОВ**,
 доктор биологических наук **В. Н. АНДРЕЕВ**,
 кандидат биологических наук **Д. А. ШУТОВ**,
 кандидат сельскохозяйственных наук **А. А. ПЕТРОСЯН**,
 кандидат геолго-минералогических наук **Н. Д. ТОПОР**,
 кандидат технических наук **Р. Д. ФЕДОТОВА**.

Ответственный секретарь —

О ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ РАСТЕНИЙ,
ВЫЗЫВАЕМЫХ НЕБЛАГОПРИЯТНЫМИ УСЛОВИЯМИ
ПРОИЗРАСТАНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

В процессе филогенетического развития у различных видов растений сложились специфические требования к внешним условиям, необходимым для нормального их существования.

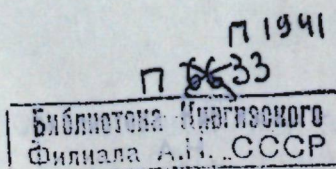
Неблагоприятное сочетание внешних условий ведет к значительным отклонениям в процессах жизнедеятельности растений. Следствием этих отклонений является, в той или иной степени, снижение продуктивности или же резкое расстройство физиологических функций, ведущее к проявлению непаразитарных или функциональных (физиологических) заболеваний, часто приводящих к преждевременной гибели растений.

Функциональные заболевания растений, связанные с неблагоприятными условиями произрастания, имеют многообразное проявление и значительное распространение. Широко известны, например, явления преждевременного старения, хлороза, суховершинности и усыхания плодовых и древесных насаждений. В значительной части районов культуры винограда отмечается проявление хлороза виноградной лозы и других функциональных заболеваний (брунсскура, солнечный ожог). Известны многообразные функциональные заболевания у citrusовых деревьев, а также у однолетних культурных растений.

Проявление функциональных заболеваний часто имеет место при культивировании растений в новых для них районах, отличающихся по условиям роста от условий ареала их естественного произрастания или района формирования данного сорта растений. Так, например, многообразные проявления непаразитарных заболеваний отмечены на Черноморском побережье Кавказа при развитии культуры citrusовых растений (Ячевский, 1904; Семашко, 1920; Лобик, 1936); тунгового дерева (Иванов и Иванова, 1940; Голетнани 1948, 1950), розовой герани и других новых культур тропического и субтропического происхождения.

Функциональные заболевания культурных растений также имеют значительное распространение в условиях Молдавской ССР. Различные проявления непаразитарных заболеваний отмечаются у плодовых деревьев (Канивец, 1951) и у виноградной лозы (Вердеревский, 1947).

Наблюдаются некоторые явления функционального расстройства также и у новых растений, внедряемых в культуру в Молдавской ССР: у эфирномасличной розы, герани, а также и у citrusовых растений.



Функциональные заболевания растений, несмотря на их широкое распространение, еще недостаточно изучены как в отношении внешних условий, способствующих их проявлению, так и в части симптомов проявления и характера функционального расстройства. Глубокое изучение этих явлений необходимо для разработки и обоснования комплекса мероприятий, предупреждающих физиологические заболевания, а также для того, чтобы найти эффективные методы лечения растений, страдающих функциональным расстройством.

В связи с этим нами был проведен ряд исследований функциональных заболеваний некоторых субтропических растений: явления усыхания тунговых деревьев, непаразитарной корневой гнили герани и различных проявлений физиологических заболеваний у citrusовых растений. Кроме того, проведены некоторые наблюдения над проявлением физиологических заболеваний у плодовых деревьев и виноградной лозы.

Задачей настоящего сообщения является изложение основных результатов проведенных исследований, позволивших вскрыть некоторые общие закономерности в характере функционального расстройства у растений и зависимости его от окружающих растения условий.

1. Усыхание тунговых деревьев

В 1939 году на тунговых плантациях Грузинской ССР впервые было отмечено усыхание и гибель отдельных деревьев. В 1940 году, после холодной зимы, это явление приняло более широкие размеры — пострадало до 5% деревьев. Проведенный в 1940 году осмотр тунговых насаждений Абхазской и Аджарской АССР показал, что усыхание деревьев прогрессирует. Явление отмирания кроны и сопутствующие симптомы недомогания отмечены у значительной части растений в ряде районов культуры тунгового дерева. Бактериологическими и микологическими исследованиями установлено отсутствие возбудителей этого явления.

О причинах, вызывающих гибель тунговых деревьев, были высказаны различные мнения. Еще в 1930 году Кварацхелиа (1930) отмечал, что тунг очень чувствителен к аэрации почвы и совершенно не выносит избытка воды в ней.

После появления заболевания и гибели тунговых деревьев на плантациях Западной Грузии в 1940 г., на основании проведенных обследований и литературных данных нами было высказано предположение, что усыхание тунга является следствием функционального заболевания, вызываемого недостатком цинка или других микроэлементов и избыточным увлажнением почвы в отдельные периоды роста (Иванов и Иванова, 1940).

Силорайс (1946) указывает, что «тунг чаще всего гибнет от несоответствующих почвенных условий и плохого водного режима». Голетниани (1948) считает, что усыхание тунговых деревьев связано с повышением кислотности почвы, так как тунг является растением узкого интервала реакции почвенной среды; оптимум pH—5 — 6,5. Но Джинчарадзе (1950) на основе своих исследований пришел к выводу, что интервал реакции почвенной среды, где тунг хорошо развивается, лежит в пределах pH — 4,5 и 7. Выше этого предела растения обнаруживали в той или иной степени угнетенное развитие.

Н. Кварацхелиа (1950), в результате исследования влияния почвенных условий на развитие корневой системы тунга, пришла к заключению, что основной причиной гибели тунговых деревьев является избыточное увлажнение почвы.

По имеющимся в литературе данным физиологические заболевания тунговых деревьев имеют широкое распространение во Флориде.

Заболевание, известное под названием *бронзовости*, связывается с недостатком в почве цинка. Основанием такого мнения послужила установленная возможность устранять заболевание путем внесения в почву растворимых солей цинка или опрыскивания деревьев раствором сульфата цинка (Mowry, 1933; Mowry and Camp, 1934). Заболевание тунга, получившее название «френчинг», связывается с дефицитом марганца в почве (Reuther and Dickey, 1937).

Характерными симптомами бронзовой болезни тунга являются: бронзовая окраска части листьев; некроз листовых пластинок; мелколистность; деформация отдельных листьев; преждевременное опадание листьев; замедление и почти полная приостановка нормального роста междоузлий побегов в длину, что вызывает образование пучков сближенных листьев; замедление роста веток в толщину и развитие порослевых побегов из покоящихся почек на скелетных сучьях. Заболевание в начале может проявляться на одной части кроны.

«Френчинг» или пятнистость листьев тунга в начале проявляется в хлоротичности участков листовых пластинок между жилками; затем эти участки отмирают, образуя некротические пятна. Это заболевание приводит к преждевременному опаданию листьев.

Отмечено также, что тунговые деревья очень чувствительны к избыточному увлажнению почвы и не могут нормально развиваться на карбонатных почвах.

В связи с необходимостью разработки мероприятий по предупреждению гибели тунговых насаждений, в 1939, 1940 и 1941 гг. нами были проведены исследования по выяснению симптомов заболевания, характера функционального расстройства и причин, вызывающих заболевание. Ниже излагаются основные результаты этого исследования.

Первые признаки физиологического недомогания деревьев начинают проявляться на листьях. При хорошем общем состоянии деревьев в мае или июне месяцах на нижней стороне листьев появляется антоциановая пигментация частей листовых пластинок, подвергающихся прямому солнечному освещению. При слабой степени заболевания антоциановая пигментация листьев в июне месяце исчезает или в значительной степени уменьшается. При более же сильном проявлении заболевания покраснение листьев постепенно сменяется появляющимся на нижней стороне листа опушением светлоричного или бурого цвета.

Опушение вначале появляется на более старых розеточных листьях, а позже, в той или иной степени, и на листьях побегов текущего года. Это образование имеет иногда вид разнообразной формы пятен или покрывает всю или значительную часть нижней поверхности листа. В последнем случае нижняя сторона листьев приобретает бархатистый вид светлоричного или бурого оттенка.

В июле месяце у деревьев с сильным проявлением указанного признака заболевания начинается опадание розеточных листьев. Листья опадают без видимой потери тургора, но в некоторых случаях наблюдается появление некротических пятен и слабое пожелтение листовой пластинки. Опаданию листьев часто предшествует явление эпинастии и искривление черешков, что вызывает своеобразную курчавость листьев (рис. 1).

Кроме указанных признаков недомогания тунгового дерева, проявляющихся в первой половине вегетационного периода, были выявлены деревья с различным характером проявления некроза. Чаще отмечались случаи побеления (хлороз) листовой пластинки у значительной части розеточных листьев, начинающееся с краев, в виде отдельных пятен, ко-

торые затем постепенно сливаются. Побелевшие участки ткани отмирают, и листовая пластинка, начиная с края, разрушается. Наблюдались случаи появления этого признака в сочетании с вышеописанным явлением пигментации и развития бурого спущения на нижней стороне листьев.

Позднее, в сентябре месяце, на верхней стороне оставшихся розеточных листьев и листьев побегов появляются темнокоричневые пятна, постепенно увеличивающиеся и захватывающие участки между жилками второго порядка. При рассмотрении под микроскопом поперечных срезов таких участков листа заметно побурение эпидермальных клеток; паренхимные клетки оставались здоровыми. При дальнейшем разви-



Рис. 1. «Курчавость» листьев у тунгового дерева.

тии некроза наблюдалось отмирание и высыхание всех тканей побуревших участков листовой пластинки. Листья с такими признаками некроза преждевременно опадают (рис. 2).

При этом здоровая часть листа сохраняет тургор и в большинстве случаев нормальную окраску. Отмечено, что проявление некротических процессов находится в связи с действием прямого солнечного освещения.

Некроз эпидермиса верхней стороны листьев часто сопровождается некрозом эпидермиса нижней стороны листьев, наблюдающимся в виде светлокоричневых полос на участках между жилками второго порядка.

При слабом проявлении всех указанных изменений листьев деревья мало отличаются от здоровых; в случаях же более резкого проявления симптомов заболевания наблюдается резко выраженная мелколистность, слабая облиственность, слабый рост побегов, укороченность междоузлий, обильное пробуждение покоящихся почек на основных ветвях и штамбе и деформация некоторых молодых листьев.

Чтобы выявить характер и степень морфологических изменений, связанных с появлением на листьях отмеченных признаков недомогания, в

конце июня (1940 г.) были произведены измерения длины побегов, листовых пластинок и черешков листьев, подсчет числа побегов и листьев. Для этой цели было выделено типичное здоровое дерево без заметных признаков недомогания и четыре дерева с различными признаками и



Рис. 2. Тунговое дерево с преждевременно опавшими листьями.

степенью заболевания. Средние результаты проведенных измерений сведены в таблице 1, из которой следует, что во всех случаях, когда на листьях деревьев наблюдаются резко выраженные признаки физиологического недомогания, одновременно имеют место значительные морфологические изменения.

Наблюдаются в той или иной степени выраженная мелколистность, деформация отдельных листьев, ослабление облиственности дерева и особенно резко проявляется ослабление роста побегов; побеги, сильно укороченные, со сближенным расположением листьев, — среднее число их на одну ветку значительно уменьшено.

Ослабление роста побегов, мелколистность, а также и другие симптомы заболевания начинают появляться не сразу по всей кроне дерева, а часто наблюдаются на части кроны или только на отдельных ветвях.

Кроме указанных признаков заболевания отмечено пожелтение коры однолетних веток, начинающееся в частях, подвергающихся наиболее сильному действию прямого солнечного света, затем захватывающее всю ветку. При наиболее сильном проявлении заболевания такое пожелтение

Таблица 1

Изменение роста побегов и листьев у деревьев тунга при их заболевании

№№ деревьев	Состояние листьев	Листья розетки			Побеги				Листья побегов	
		средн. число листьев	длина в см		число побегов в средн. на 1 ветку	длина побегов в см	число листьев	расстояние между листьями	данные в см	
			пластинки	черешка					пластинки	черешка
1	Здоровые	7	19,3 (100)	14,0 (100)	4	25 (100)	9	2,7 (100)	11,1 (100)	5,6 (100)
2	Бурое опущение нижней стороны пластинки	8	11,6 (60)	8,5 (61)	2	10 (40)	8	1,1 (41)	9,1 (82)	4,5 (80)
3	Резко выраженное бурое опущение	8	11,0 (57)	7,0 (50)	2	4 (16)	7	0,6 (22)	6,4 (58)	3,0 (54)
4	Сильное покраснение	5	11,0 (57)	5,1 (37)	2	3 (12)	9	0,3 (11)	6,8 (61)	2,3 (41)
5	Хлороз розеточных листьев	6	10,5 (54)	7,3 (52)	2	4 (16)	7	0,6 (22)	7,2 (65)	3,9 (70)

коры наблюдается на двухлетних и реже — на трехлетних ветках. На однолетних ветках очень часто наблюдаются солнечные ожоги коры. При сильном проявлении заболевания часто встречается обильное развитие побегов из покоящихся почек на скелетных сучьях деревьев.

У больных деревьев, в случае преждевременного опадания листьев, отмечено значительное опаздывание осенней остановки роста; весной же у них раньше начинается сокодвижение и распускание почек.

Усыхание отдельных веток, кроны и всего дерева часто проявляется весной, в особенности после холодной зимы. Но нередки также случаи усыхания кроны и гибель деревьев после начала весенней вегетации в летний и осенний периоды. У погибающих деревьев наблюдалось отмирание корневой системы; у деревьев с явными признаками заболевания отмечено отмирание отдельных корней, расположенных в более глубоких горизонтах почвы.

Исзуемое заболевание относится к физиологическим болезням растений; вызываемым неблагоприятными условиями роста. Проявление этих заболеваний является следствием нарушения нормального хода процессов обмена веществ.

Химической основой обмена веществ в растениях являются окислительно-восстановительные процессы, постоянно протекающие в живой клетке. Эти процессы обусловлены наличием в клетках ряда окислительно-восстановительных систем, таких как глутатин, аскорбиновая кислота, цистеин и другие.

Поэтому изучение характера функционального расстройства у больных растений нами было начато с установления изменений в их окислительно-восстановительном режиме. В качестве показателя наличия откло-

нений в окислительно-восстановительном состоянии растений было взято содержание восстановленного глутатина, определение которого проводилось нодометрическим методом (Строганов, 1940).

В качестве объекта исследования использовались пятилетние деревья китайского тунга (*A. Fordii*), имеющие вышеописанные симптомы заболевания.

В начале июня месяца было проведено определение содержания восстановленного глутатина в розеточных листьях деревьев, имеющих различные симптомы недомогания.

Таблица 2

Содержание восстановленного глутатина в листьях деревьев тунга с различными признаками заболевания

Состояние деревьев	В мг на 100 г листьев	В %
Относительно здоровое	87,16	100
Покраснение нижней стороны листьев	87,56	100,5
Бурое опущение на нижней стороне листьев	106,12	121,8
Хлороз и разрушение краев листовых пластинок	115,40	132,4

Из приведенных данных в таблице 2 следует, что в листьях больных деревьев во всех случаях наблюдается повышение содержания восстановленного глутатина, причем степень увеличения последнего находится в зависимости от наличия того или иного из сравниваемых признаков заболевания.

Позднее (21. VI) у тех же деревьев было проведено определение содержания восстановленного глутатина в листьях и лубе веток прироста текущего года. Полученные результаты (таблица 3) подтвердили отмеченный характер изменения количества восстановленного глутатина в листьях и позволили выявить наиболее резкое повышение содержания его в лубе веток при наличии у растений признаков заболевания.

Из приведенных данных следует, что при функциональном заболевании тунговых деревьев наблюдается значительное повышение редуцирующей активности их тканей. Это явление более резко выражено в осевых органах, чем в листьях.

В случаях сравниваемых симптомов заболевания наблюдаются лишь количественные изменения содержания восстановленного глутатина. Это дает возможность считать, что сравниваемые симптомы заболевания вызываются одной и той же причиной и что они являются признаками различных стадий проявления заболевания.

На основании изменений окислительно-восстановительного состояния тканей больных растений можно допустить, что усыхание тунговых деревьев является следствием глубоких изменений в ходе процессов обмена веществ, вызванных отсутствием необходимых условий для нормального роста

Таблица 3

Содержание восстановленного глутатиона в листьях и лубе деревьев тунга с различными признаками заболевания

№№ деревьев	Состояние деревьев	В листьях		В лубе	
		в мг на 100 г	в %	в мг на 100 г	в %
1	Здоровое дерево	103,30	100	13,72	100
2	Красновато-бронзовая окраска нижней стороны листовой пластинки	103,49	100,2	17,75	129
3	Бурое опущение на нижней стороне листовой пластинки	107,34	103,9	18,96	138
4	Резко выраженный хлороз листьев . .	127,50	123,4	23,80	173

Поэтому в целях выяснения характера функционального расстройства при недомогании тунговых деревьев, были предприняты попытки к установлению наличия отклонений в процессах углеводного и азотного обмена.

В октябре месяце с выделенных деревьев китайского тунга, имеющих типичные, наиболее резко выраженные признаки заболевания, были взяты образцы листьев, а в конце ноября — образцы листьев и веток, которые были подвергнуты анализу на содержание различных форм углеводов и азота. Определение углеводов проводилось по Бертрану, азота — по Кьельдалю.

Результаты определения углеводов приведены в таблице 4.

Таблица 4

Содержание углеводов в листьях и ветках больных и здоровых деревьев тунга (в процентах на абс. сухой вес)

Состояние деревьев	17.X-1940 г.					25.XI-1940 г.									
	Листья					Листья					Ветки				
	моно-сахара	сахароза	сумма сахаров	крахмал	сумма углеводов	моно-сахара	сахароза	сумма сахаров	крахмал	сумма углеводов	моно-сахара	сахароза	сумма сахаров	крахмал	сумма углеводов
Здоровое	7,49	3,30	10,87	0,12	11,05	12,44	0,68	13,16	0,10	13,38	3,92	5,30	9,40	10,80	21,40
Больное № 4	5,30	1,16	6,82	1,38	8,36	7,31	4,50	12,05	1,69	13,93	1,73	6,06	8,06	7,65	16,56
Больное № 3	4,19	2,07	6,27	1,16	7,54	5,81	3,00	8,97	0,57	9,61	2,63	4,45	7,31	2,83	10,45
Больное № 7	—	—	—	—	—	7,03	3,31	10,52	0,45	11,03	2,77	4,25	7,25	3,70	11,36

Из этой таблицы следует, что в середине октября больные растения имели в листьях значительно сниженное содержание моносахаров и сахарозы по сравнению со здоровыми растениями, причем содержание крахмала у больных растений было резко увеличено.

В конце ноября в листьях больных растений, по сравнению со здоровыми, отмечено еще более резкое снижение содержания моносахаров, при значительном повышении в содержании крахмала и очень резком увеличении количества сахарозы. При этом в ветках больных растений по сравнению с контролем наблюдалось уменьшение содержания всех форм углеводов; особенно резко было снижено количество крахмала.

Рассматривая характер направленности превращения углеводов за время с половины октября до конца ноября месяца, можно заметить в листьях здоровых растений увеличение содержания моносахаров при уменьшении количества сахарозы и крахмала. В то же время в листьях больных растений наблюдалось резко выраженное замедление в накоплении моносахаров при увеличении содержания сахарозы и крахмала. Из этого следует, что у больных деревьев тунга имеет место ослабление энергии процессов гидролиза, замедление оттока углеводов и, как следствие, затруднение их мобилизации.

Проведенное определение содержания общего и белкового азота в листьях и ветках исследуемых растений позволяет отметить у больных деревьев также наличие значительных отклонений и в процессах азотистого обмена.

Таблица 5

Содержание общего и белкового азота в листьях и ветках больных и здоровых деревьев тунга (в % на абсолютно сухой вес)

Состояние деревьев	17.X-1940 г.		25.XI-1940 г.			
	Листья		Листья		Ветки	
	общий азот	белковый азот	общий азот	белковый азот	общий азот	белковый азот
Здоровое	2,39	2,36	2,37	1,91	1,35	1,20
Больное № 4	3,20	3,18	2,94	2,74	1,13	0,95
„ № 3	3,22	3,10	2,88	2,79	1,02	0,90
„ № 7	—	—	3,19	3,01	1,00	0,98

Из приведенных данных (таблица 5) видно, что в листьях больных деревьев содержится значительно больше азотистых веществ, чем в листьях здоровых растений; в ветках же больных деревьев, наоборот, отмечено значительно меньшее количество азота, чем в ветках здоровых деревьев. За время с середины октября до конца ноября в листьях как у здоровых, так и больных растений отмечено уменьшение содержания белкового азота. У больных растений уменьшение содержания белкового азота выражено несколько слабее, чем у здоровых. При этом отмечено, что количество небелкового азота за указанный период значительно возросло; у здоровых растений оно увеличивалось в значительно большей степени (0,36%), чем у больных растений (0,09—0,20%).

На основании приведенного можно считать, что у больных растений тунга в листьях имеет место заметное смещение азотистого обмена в сторону усиления синтеза белка.

Явление аккумуляции веществ в листьях в результате нарушения нормального хода процессов обмена у больных растений тунга находит свое отражение также в отношении мобилизации минеральных веществ. Об этом свидетельствуют результаты определения содержания фосфора и калия в листьях изучаемых растений.

Таблица 6

Содержание фосфора и калия в листьях здоровых и больных деревьев тунга (25.XI-1940 г.)

Состояние деревьев	P ₂ O ₅ в % на абсолют- но сухой вес	K ₂ O в % на абсолют- но сухой вес
Здоровое	0,328	1,03
Больное № 4	0,495	1,13
№ 3	0,508	1,22
№ 7	0,497	1,26

Как следует из таблицы 6, в листьях больных растений по сравнению с листьями здорового растения наблюдалось значительное повышение содержания K₂O и особенно резкое увеличение содержания P₂O₅.

На основании изложенного представляется возможным считать, что характерной особенностью функционального расстройства при заболевании тунговых деревьев, ведущем к их усыханию, является значительное нарушение процессов углеводного и азотистого обмена, заключающееся в усилении процессов синтеза и замедлении процессов гидролиза. Вследствии этого имеющая место задержка оттока веществ из листьев и затруднение их мобилизации ведут к недостаточному обеспечению осевых органов растения углеводами и азотистыми веществами, а также и элементами минерального питания.

в. Исследование причин, вызывающих функциональное расстройство у тунговых деревьев.

Отмеченные симптомы заболевания, выявленный характер функционального расстройства и освещенные в литературе результаты изучения непаразитарных заболеваний тунга послужили основанием к проведению изучения причины усыхания тунговых деревьев.

Задачей исследования ставилось выяснение вопросов о возможности вирусной природы изучаемого заболевания, о значении недостаточной аэрации корневой системы и возможности лечения больных деревьев путем применения солей цинка и других микроэлементов.

Выяснение первого вопроса производилось методом трансплантации больного растения на здоровое. С этой целью весной 1941 г. была проведена окулировка здоровых сеянцев китайского тунга (фордии) покоящимися почками с 9 деревьев тунга фордии и одного дерева японского тунга (*A. Cordata*), имевших резко выраженные признаки заболевания с различными симптомами его проявления. Глазками, взятыми с каждого выделенного дерева, было заокулировано по 10 саженцев, выращенных в специально заложенном питомнике. Все глазки, за единичными исключениями, прижились и к осени развились в побеги, имевшие длину от 30 до 80 см. Побеги, развившиеся из глазков, взятых с больных деревьев, оказались совершенно лишены признаков заболевания. Это позволило считать, что заболевание тунга не является вирусным.

Выше указывалось, что при осмотре корневой системы усыхающих де-

ревьев тунга отмечено отмирание корней, которое наблюдалось преимущественно в части корневой системы, расположенной в более глубоких горизонтах почвы.

При исследовании корневой системы было обнаружено, что на основных корневых тяжах, расположенных горизонтально, имеется большое число обильно ветвящихся молодых корней с резко выраженной направленностью роста к поверхности почвы. Эти корни принимали горизонтальное положение, лишь достигая сильно пересыхающего верхнего слоя почвы на глубине 2—3 см от ее поверхности.

Такое поведение молодых, наиболее активных, корней у недомогающих растений подтвердило имеющиеся указания о том, что тунг относится к растениям с повышенными требованиями корневой системы к условиям аэрации (Кварацхелиа, 1930). Это дало возможность предполагать, что одним из ведущих неблагоприятных факторов, вызывающих у деревьев тунга функциональное расстройство, является недостаточная воздухопроницаемость почвы вследствие слабой структурности и длительных периодов ее переувлажнения.

В целях экспериментальной проверки этого предположения, в 1941 г. были проведены вегетационные опыты: в первом из них ослабление аэрации корневой системы вызывалось избыточным увлажнением почвы, во втором опыте поступление воздуха в почву регулировалось при помощи специального устройства вегетационных сосудов.

Для первого опыта были взяты стандартные саженцы тунга фордии, высаженные в гончарные сосуды типа Митчерлиха, вмещающие 10 кг сухой почвы. Субстратом служила глинистая почва с добавлением 25% песка и 25% садовой земли. До 22 июня растения выращивались в условиях оптимального увлажнения почвы (около 60% от полного капиллярного насыщения). Затем одна группа растений была поставлена в условия полного капиллярного насыщения почвы водою, у второй группы почва была затоплена; контрольные растения продолжали оставаться в условиях оптимального увлажнения. Для каждой группы было взято по 10 растений.

Через 4 дня у растений с затопленной корневой системой отмечены слабые признаки потери тургора, выразившиеся в том, что в период наиболее жаркого времени дня наблюдалось небольшое опускание черешков отдельных листьев. Вследствие того, что ткани черешков у основания имели сниженный тургор, черешки в этом месте становились легко подвижными и под тяжестью листа опускались. К вечеру тургор восстанавливался, и листья принимали нормальное положение. На 12-й день после затопления опускание листьев было выражено очень резко и их ненормальное положение становилось постоянным вследствие потери подвижности черешков у их основания.

Угол, образуемый черешком с осью стебля, превышал таковой контрольных растений от 21 до 68°, в зависимости от возраста листа. Верхняя часть черешков сильно загибалась; угол, образуемый черешком и листовой пластинкой, заметно уменьшался. В результате всего этого листовые пластинки принимали ненормальное положение — поворачивались нижней стороной кверху (рис. 3,Б).

Растения имели ненормальное положение листьев подобно описанному ранее явлению «курчавости» листьев, наблюдавшемуся у больных деревьев в естественных условиях. У старых листьев отмечено сильное пожелтение участков листовых пластинок, прилегающих к проводящим сосудам. Отдельные наиболее старые листья преждевременно опадали.

Растения, выращиваемые в условиях полного капиллярного насыщения почвы водою, в это время по внешнему виду отличались от кон-

трольных растений только более светлой окраской листьев и некоторым увеличением листовых пластинок листьев, развившихся в период воздействия.



Рис. 3. Характер искривления черешков листьев у тунга при избыточном увлажнении почвы. А — контроль, Б — избыточное увлажнение почвы.

На 19-й день от начала затопления проведено определение содержания восстановленного глутатиона и воды в лубе растений. Анализам подвергались по 5 растений каждого варианта.

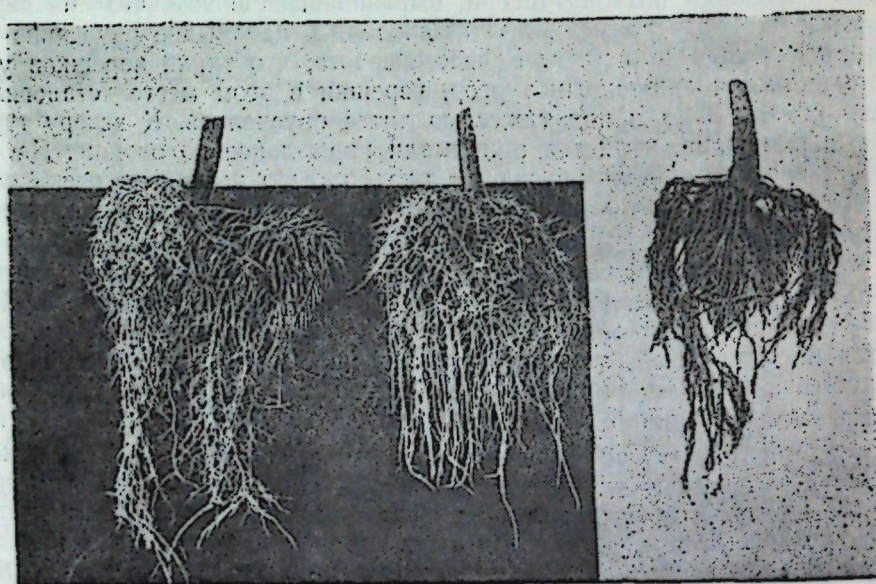


Рис. 4. Состояние корней у растения тунга. Слева направо: контроль, полное капиллярное насыщение почвы, затопление почвы.

Таблица 7

Содержание восстановленного глутатиона и воды в лубе растений тунга при различной степени увлажнения

Название варианта	№ растений	Количество восстановленного глутатиона			Восстановленный глутатион	В %
		в мг на 100 г	среднее	%	в лубе	в %
Контроль	1	8,07				
	2	8,47				
	3	6,45	7,30	100	72,5	26,51
	4	7,49				
	5	6,05				
Полное капиллярное насыщение почвы	1	8,07				
	2	7,26				
	3	8,07	7,54	103,3	74,4	29,45
	4	6,45				
	5	7,84				
Затопление	1	12,10				
	2	14,12				
	3	11,13	12,43	170,3	61,9	32,64
	4	13,32				
	5	13,32				

Из приведенных результатов (таблица 7) следует, что избыточное увлажнение почвы, в особенности затопление ее, способствует значительному увеличению содержания восстановленного глутатиона в лубе растений.

При осмотре отмытой от почвы корневой системы установлено, что у затопленных растений почти все мочковатые корни отмерли и частично разложились. Корни растений, находившихся в условиях полного капиллярного насыщения почвы, не имели повреждений; корневая система в этом случае была развита несколько слабее, чем у контрольных растений, диаметр корней меньше, ветвление их слабее (рис. 4).

Продолжение наблюдений над растениями этого варианта опыта позволило установить появление на 30-й день типичного искривления черешков листьев. Отмеченное состояние растений указывает, что при более длительном воздействии насыщенной почвы до полной ее капиллярной влагоемкости вызывает тот же характер страдания растений, как и при затоплении почвы.

Во втором опыте однолетние саженцы тунга фордии были высажены в хорошо парафинированные гончарные сосуды, вмещающие 6 кг сухой почвы. Субстратом служила такая же смесь почвы с песком и садовой землей, как и в первом опыте. Задержка свободного поступления воздуха в почву достигалась с помощью специального устройства сосудов, изображенного на рис. 5. Ограничение поступления воздуха в почву начато 15 июля. У 10 контрольных растений ежедневно проводилась аэрация почвы путем продувания воздуха с помощью аспиратора в течение 20 минут; у второй группы растений доступ воздуха в почву был затруднен настолько, насколько позволяло применяемое устройство сосудов.

Ослабление аэрации корневой системы прежде всего сказывалось на активности корневой системы, что проявилось в снижении транспирации, результаты определения которой представлены в таблице 8.

Таблица 8

Количество воды, испаряемой одним растением тунга при различной степени аэрации почвы

Время определения	Количество испаренной воды за сутки в г		
	контрольные растения	растения с ослабленной аэрацией почвы	в % к контрольным
16.VII	135	141	104
17.VII	122	109	89
19.VII	170	142	84
22.VII	161	167	66
26.VII	153	86	56
31.VII	93	50	54
1.VIII	81	20	25

На 5-й день, после затруднения поступления воздуха в почву, отмечено явление опускания листьев и искривления их черешков; аналогичное описанному в опыте с избыточным увлажнением почвы. На 15-й день оно было выражено очень резко. У значительной части растений началось опадание наиболее старых листьев.

Через 20 дней проведены определения содержания восстановленного глутатиона в лубе растений и осмотр состояния их корневой системы. Установлено, что затруднение аэрации почвы способствовало увеличению содержания восстановленного глутатиона в лубе стеблей. В то время как растения, находившиеся в условиях достаточной аэрации почвы, содержали в среднем 7,42 мг восстановленного глутатиона на 100 г свежего луба, у растений с изолированной почвой содержание его достигало 11,29 мг. Корневая система этих растений, как показал осмотр, имела сильное повреждение, выразившееся в отмирании и частичном разрушении почти всех мелких корней.

Из рассмотренного следует, что недостаточная аэрация корневой системы растений тунга, являющаяся следствием как чрезмерного переувлажнения почвы, так и непосредственного затруднения поступления воздуха в почву, вызывает резкое проявление страдания растений. При этом характер внешних признаков этого явления и изменений в содержании восстановленного глутатиона аналогичен отмеченному у деревьев тунга при их заболевании в естественных условиях.

Опыт по выяснению возможности лечения больных деревьев тунга применением цинка и других микроэлементов проводился на плантациях тунга фордии Сухомского филиала ВНИИЧСК'а. Деревья на этой плантации имели резкое проявление заболевания и у значительной части из них шел быстрый процесс отмирания. Проводимый перед закладкой опыта учет состояния насаждения показал, что в марте (1941 г.) из 113 учетных деревьев 77 имели различную степень заболевания без признаков усыхания, 7 — с усохшей до половины кроной, 9 — полностью усохшей кроной (живым сохранился только штамп) и 20 — мертвых деревьев. При повторном учете в мае месяце установлено, что без признаков усыхания крон сохранилось 71 дерево (из 77), с частично усохшей кроной — 5, с полным усыханием кроны — 2; погибших деревьев отмечено 35.

Для опыта были взяты деревья с резко выраженными признаками заболевания, но еще не обнаружившие усыхания кроны. В марте месяце (22.III) десяти растениям в почву было внесено по 400 г сульфата цинка. В мае (15.V) проведено было опрыскивание четырех других групп деревьев сернокислыми солями цинка, меди и марганца.

Опрыскивание проводилось раствором солей в концентрации 1 кг сернокислой соли на 100 литров воды с добавлением 750 г гашеной извести. Одна группа деревьев опрыскивалась сернокислым цинком, вторая — сернокислой медью, третья — смесью сернокислых солей цинка и меди и четвертая — смесью сернокислых солей, цинка, меди и марганца. 29 мая было проведено повторное опрыскивание. Наблюдения над состоянием деревьев в течение лета 1941 года не позволили обнаружить положительного влияния примененного воздействия. Недомогание деревьев и усыхание их продолжало нарастать по всем группам, вне зависимости от примененных воздействий. К осени число усохших деревьев увеличилось.

Полученные результаты опыта позволяют считать, что при сильной степени недомогания деревьев тунга внесение в почву сульфата цинка, а также опрыскивание их сернокислыми солями цинка, меди и марганца не вызывает заметного положительного влияния на их состояние.

В связи с прекращением в 1941 г. работ по исследованию заболевания тунговых деревьев, лечение их не было продолжено. Поэтому, учитывая сильную степень заболевания деревьев, не давшему результатов, лечение их в течение одного года не дает еще права утверждать, что сульфат цинка, а также и другие примененные микроэлементы не оказывают положительного действия на состояние больных деревьев.

Известно, что уровень процесса аэробного дыхания является фактором, определяющим скорость проникания и величину накопления веществ в клетке (Сабинин, 1940). Следовательно, установленная зависимость изучаемого заболевания тунговых деревьев от недостаточной аэрации корневой системы не исключает связи отмеченного физиологического расстройства с задержкой поступления в растение необходимых элементов минерального питания.

Поэтому изучение применения микроэлементов в целях предупреждения и лечения изучаемого физиологического заболевания тунга становится задачей дальнейших исследований, равно как и выяснение действия ионов цинка, марганца и других микроэлементов на больное растение даже в тех случаях, когда функциональное расстройство не является результатом их недостатка. Последний вопрос представляет интерес в связи с тем, что ионы цинка, марганца и других микроэлементов способствуют установлению нормального окислительно-восстанови-

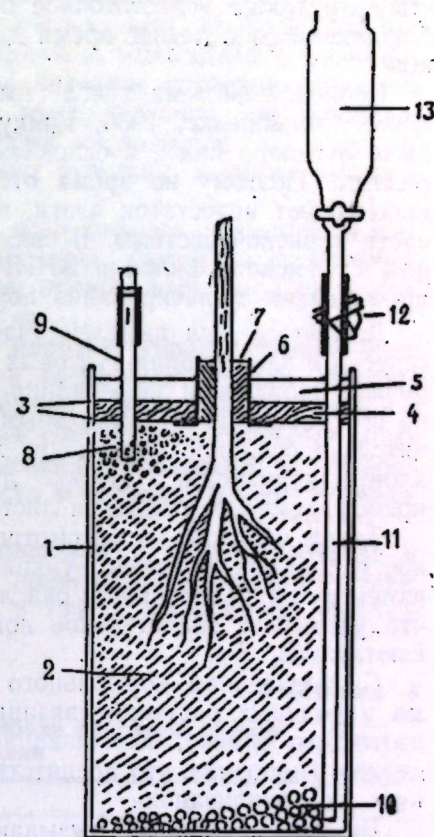


Рис. 5: Схема устройства вегетационных сосудов для регулирования аэрации почвы.

1 — Вегетационный сосуд, 2 — почва, 3 — бумажная прокладка, 4 — вата, 5 — парафин с воском, 6 — картонная гильза, 7 — садовый вар, 8 — крупнозернистый песок, 9 — трубка с клапаном Бунзена, 10 — дренаж, 11 — трубка для полива, 12 — винтовой зажим, 13 — воронка с краном (устанавливается при поливе растений).

тельного состояния растений, катализируя окислительные процессы таких окислительно-восстановительных систем, как цистеин, аскорбиновая кислота и глутатион.

Следует отметить, что проявлению заболевания тунга может способствовать также недостаточное обеспечение водою вследствие часто наблюдающихся в летнее время длительных периодов с отсутствием осадков.

Корневая система тунга имеет поверхностное распространение в почве (Ильяшенко, 1936; Гинкул, 1933). Мочковатые же корни, как было отмечено нами, в основной своей массе находятся в пахотном горизонте. Поэтому во время отсутствия дождей деревья периодически испытывают недостаток влаги, в особенности в случаях повреждения части корневой системы. В связи с этим в 1940 г. на тунговой плантации Сухумского филиала ВНИИЧНСК (с. Келесури) проведен опыт с применением мульчирования почвы растительной мульчей.

Для этого был выделен участок с сильным проявлением физиологического заболевания тунговых деревьев. У деревьев с мульчированной почвой проявление заболевания в летний период было заметно ослаблено по сравнению с контрольными деревьями; мульчирование почвы значительно ослабило проявление характерных симптомов заболевания — хлороз, курчавость и некроз листьев; особенно заметно уменьшило преждевременное опадание листьев.

Таким образом, из рассмотренных результатов следует, что отмеченное у больных деревьев функциональное расстройство выражается в изменении направленности окислительно-восстановительных процессов, на что указывает значительное повышение содержания восстановленного глутатиона.

С нарушением нормального окислительно-восстановительного режима у больных растений связаны изменения процессов углеводного и азотистого обмена, выражающиеся в усилении процессов синтеза и задержке гидролиза, что препятствует оттоку веществ из листьев и затрудняет их мобилизацию.

Ведущей причиной, вызывающей функциональное заболевание тунговых деревьев, является недостаточная аэрация корневой системы вследствие слабой структурности почвы и неблагоприятного режима ее влажности.

2. Непаразитарная корневая гниль герани

В самом начале введения в культуру розовой герани (*Pelargonium roseum*) в южной части Советского Союза отмечено значительное распространение заболеваний, ведущих к изреживанию плантаций и снижению их урожайности.

В Армении, в первые годы промышленного разведения герани, было отмечено заболевание, вызывающее явление усыхания растений. Исследованиями этого заболевания установлено, что основным возбудителем усыхания герани является грибок *Verticillium dahliae* Kleb., вызывающий вилт хлопчатника (Бабаян и Ованесян, 1944).

В Грузинской ССР, при культуре герани, постоянно наблюдается гибель отдельных растений от заболевания, получившего название черной или корневой гнили. В некоторые годы гибель растений вследствие этого заболевания принимает значительные размеры.

Причины, вызывающие эти заболевания, не были выяснены. В качестве мер борьбы с корневой гнилью рекомендуется проведение профи-

лактических мероприятий, сводящихся к удалению больных растений, уничтожению их и дезинфекции почвы после выкапывания кустов медным купоросом или хлорной известью (Агроправила, 1941).

При выяснении возбудителей заболевания установлено, что корневая гниль герани является непаразитарным заболеванием, вызываемым неблагоприятными внешними условиями. Причины, вызывающие физиологическое заболевание герани, получившие название корневой гнили, не были установлены. Высказывалось лишь предположение, что заболевание герани является следствием избыточной кислотности и высокой влажности почвы на низинных затопляемых участках, а также низкого качества саженцев.

В связи с этим нами было проведено исследование, имеющее целью выяснить характер физиологического заболевания, симптомы проявления и вызывающие его причины. Исследование проводилось на Сухумской опытной станции в период с 1944 по 1947 гг.

а. Симптомы заболевания. Заболевание и гибель растений герани проявляются, начиная с конца июня и до момента уборки. Массовая гибель растений обычно наблюдается в июле и августе. Резкому проявлению заболевания сопутствуют обильные дожди, сменяемые жаркой погодой. В дальнейшем заболевание и отмирание отдельных растений могут иметь место в течение всего периода вегетации герани.

В качестве примера проявления заболевания и гибели растений в течение периода вегетации в таблице 9 приведены результаты учета состояния растений герани, проведенного в 1947 г. на опытном участке Сухумской опытной станции.

Таблица 9

Ход проявления заболевания и гибели растений герани от корневой гнили

Название сорта	Дата учета	В %			
		здоровые	слабое заболевание	сильное заболевание	мертвые
Гибридная герань № 6	11.VII	69,4	15,3	15,3	0
	9.VIII	47,5	3,8	7,7	41,0
	15.IX	47,0	0	1,1	51,9
	2.XI	43,9	0	0	55,1
Гибридная герань № 38	11.VII	67,0	15,3	17,7	0
	9.VIII	44,7	5,9	3,5	49,5
	15.IX	45,9	0	0	54,1
	2.XI	40,0	0	0	60

Заболевание и гибель растений в первую очередь проявляется в местах пониженного рельефа плантации, где в период дождей имеет место застой воды. Но часто не менее резкое проявление заболевания наблюдается и на хорошо выровненных участках, а также и на склонах.

Непаразитарное заболевание растений герани, как показали проведенные наблюдения, имеет несколько типов проявления. В одних слу-

чаях у нормально развивающихся растений листья начинают изменять окраску, приобретая светлосерый оттенок; затем они становятся бледножелтыми, хлоротичными. Рост растений при этом заметно задерживается (рис. 6). На листовых пластинках таких растений начинается некроз тканей; в начале отмирают края листовых пластинок, затем отдельные листья. Некроз листьев проходит без заметных признаков увядания и начинается у более старых листьев нижних ярусов.

При сильной степени заболевания почти все развитые листья отмирают. Сохраняются живыми лишь еще не сформировавшиеся молодые листья побегов, но с явными признаками заболевания. Отмершие и



Рис. 6. Герань (гибридная). А—здоровое растение, Б—страдающее корневой гнилью.

засохшие листья длительное время не опадают (рис. 7). Луб веток приобретает светлозеленую окраску, при сильном заболевании переходящую в желтую и частично бурую.

Отмеченные признаки заболевания часто начинают проявляться на отдельных ветвях или части куста и лишь позднее распространяются на все растение (рис. 8).

Проявлению некроза на листьях, как правило, сопутствует повреждение корневой системы. Корни, начиная с их окончаний, чернеют, ткани флоэмы разрушаются и легко отделяются (рис. 9). В некоторых случаях поврежденными оказываются отдельные корни почти до корневой шейки растения, в то время как основная часть корневой системы не имеет признаков повреждения. При более резком проявлении заболевания отмирает значительная часть корневой системы. Вследствие этого исследуемое заболевание герани и получило название корневой или черной гнили.

В других случаях у хорошо развитых мощных растений наблюдается завядание листьев, наиболее резко проявляющееся на нижних ярусах. Завяданию листьев сопутствует побледнение окраски листовых

пластинок и луба веток, появление некротических пятен и усыхание листьев. Корневая система этих растений имеет то же характерное повреждение.

При указанных типах проявления заболевания растения, как правило, погибают; процесс их отмирания протекает довольно быстро. Обычно при раннем заболевании растений (июль, начало августа) от появления первых симптомов — изменения окраски листьев или слабых признаков завядания — до усыхания их проходит 6—15 дней.



Рис. 7. Растение герани, усыхающее от корневой гнили.

При проведении обследований производственных насаждений герани установлено, что, кроме отмеченного типичного проявления корневой гнили герани, имеет значительное распространение явление недомогания растений, которое не приводит к гибели, но вызывает резкое снижение их продуктивности. В случаях наиболее резко выраженного проявления недомогания растений герани наблюдается замедление их роста, ведущее к значительным морфологическим изменениям: уменьшение числа веток и их длины, укорочение междоузлий, уменьшение величины листовых пластинок и укорочение черешков листьев (таблица 10).



Рис. 8. Неравномерное усыхание куста герани от корневой гнили. А — здоровая часть, Б — усыхающая часть куста.

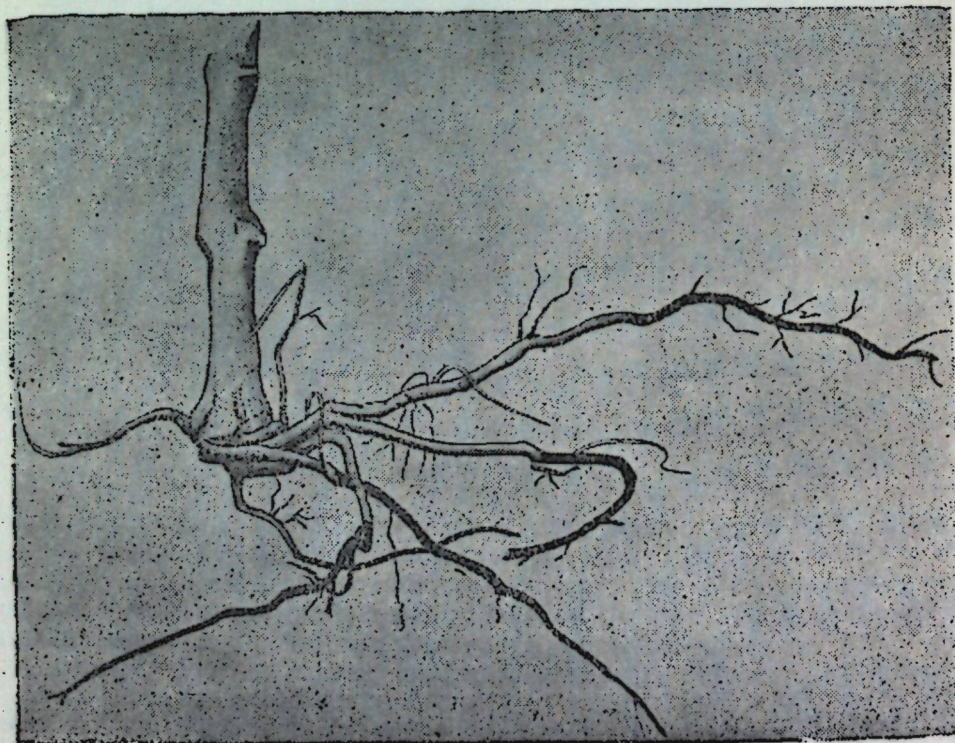


Рис. 9. Некроз корней герани.

Таблица 10

Характер морфологических изменений при слабом заболевании (недомогаии) растений герани

		Здоровые растения	Недомогающие растения
Ветки 1-го порядка	Число веток	6	8
	Соедн. длина ветки . . .	61,2	15,9
	Средняя длина междоузлий	4,3	3,0
	Средн. длина листовой пластинки	7,0	6,7
	Средн. длина черешка . . .	8,5	8,2
Ветки 2-го порядка	Число веток	43	29
	Средн. длина ветки . . .	26,9	3,7
	Средняя длина междоузлий	4,5	1,6

В результате сильно ослабленного ветвления и замедленного роста, урожай зеленой массы таких растений сильно снижался. Ко времени первой резки средний вес надземной части недомогающих кустов равнялся 301 г, в то время как средний вес надземной части здоровых растений, с той же плантации, достигал 1267 г.

Определение эфирного масла, проведенное микрометодом Гинзберга, показало, что содержание его у недомогающих растений сильно снижается. В листьях этих растений выход масла равнялся 0,1%, в то время как в листьях здоровых растений содержание масла достигало 0,3%.

При осмотре установлено, что корневая система этих растений слабо развита и распространена преимущественно в пахотном горизонте. Корни, проникающие в подпочву, имеют поврежденные (почерневшие) окончания. У некоторых растений при этом отмечено образование новых корней на корневой шейке на 2—3 сантиметра ниже поверхности почвы (рис. 10).

При более слабом проявлении недомогания растений герани наблюдается лишь изменение окраски листьев без заметного ослабления энергии роста.

При хорошем общем развитии растений на плантациях очень часто наблюдается у части растений более бледная окраска листьев. Такие растения на плантациях располагаются группами различной величины и формы. Число недомогающих растений достигает значительной величины. Нами отмечались случаи, когда более 1/3 растений имели указанный признак недомогания — бледнозеленую окраску листьев при хорошем общем развитии куста. При этом проявление типичной корневой гнили на этих плантациях имело место лишь у единичных растений. В этих случаях недомогание растений герани не оказывало заметного влияния на урожай зелени. Но проведенное определение содержания эфирного масла показало, что и при слабом проявлении недомогания растений герани выход эфирного масла значительно снижается (таблица 11).

На основании проведенных наблюдений над проявлением заболевания и гибели герани можно предполагать, что это явление связано со свойствами почвы и ее режимом влажности. Характер же проявления заболевания и гибели растений определяется сопутствующими внешними условиями, решающим из которых является температура. Отмеченные типы

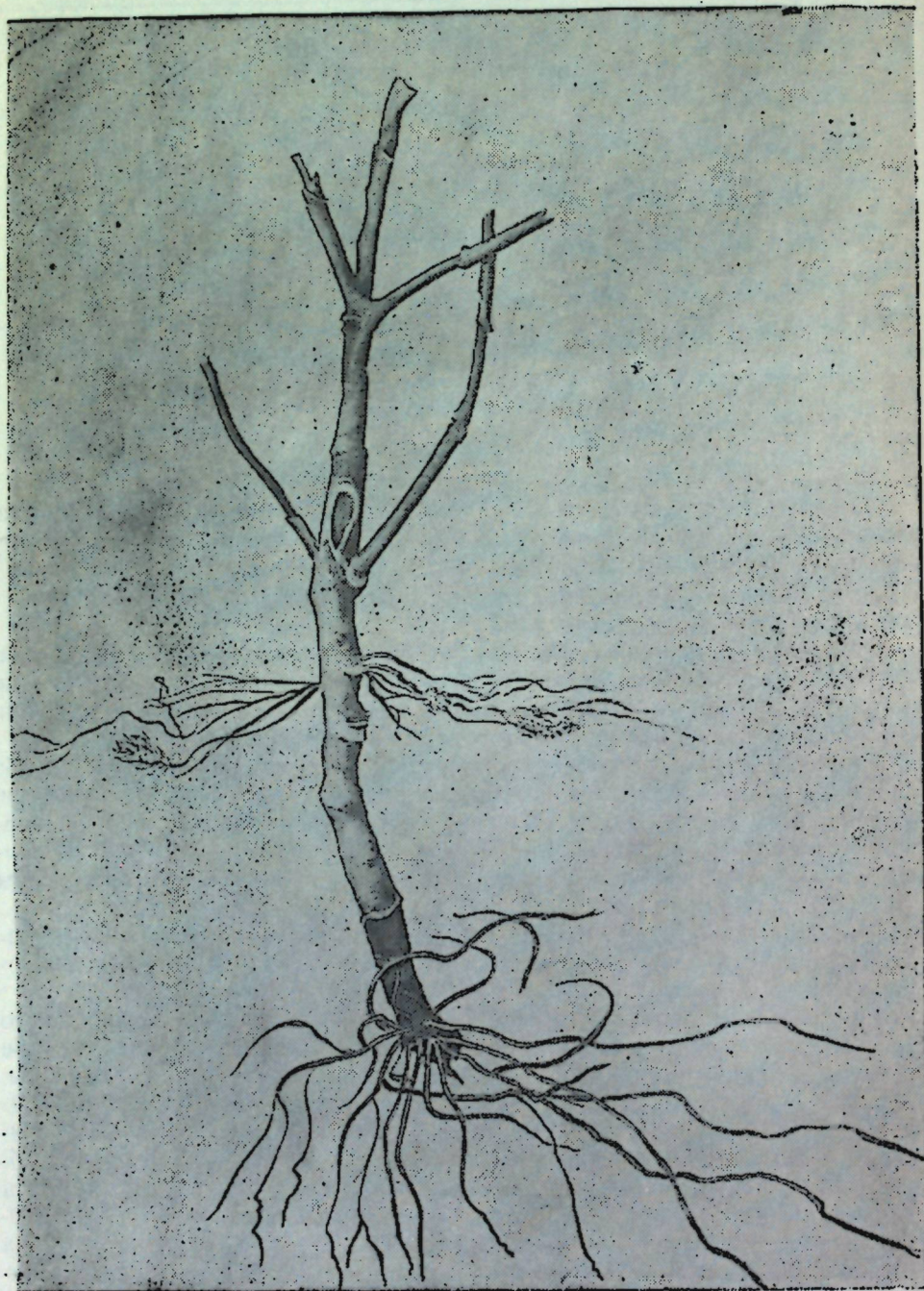


Рис. 10. Развитие поверхностных корней у герани на тяжелой почве.

проявления заболевания растений герани (корневая гниль и недомогание) очевидно вызываются одной и той же причиной, препятствующей их нормальной жизнедеятельности.

Таблица 11

Содержание масла у недомогающих
и здоровых растений герани

Состояние растений	Содержание масла в ‰	
	в листьях	в пересчете на зеленую массу
Здоровые	0,280 (100)	0,176 (100)
Недомогающие	0,173 (61,8)	0,110 (62,5)

Различные же формы проявления физиологического заболевания обуславливаются характером сочетания внешних условий существования растений. Слабое проявление неблагоприятного комплекса вызывает у растений герани расстройство физиологических функций, внешним выражением которого является та или иная степень хлоротичности и ослабления энергии роста. В случае же резкого проявления неблагоприятных условий у растений имеет место глубокое функциональное расстройство, ведущее к типичному проявлению корневой гнили и быстрому их отмиранию.

б. Характер
функционального
расстройства у
растений герани.

Изучение характера функционального расстройства у растений герани так же, как в случае исследования заболевания тунговых деревьев, было начато с установления изменений их окислительно-восстановительного режима. Различия в окислительно-восстановительном режиме изучаемых растений устанавливались путем определения общей редуцирующей активности тканей и содержания восстановленной формы аскорбиновой кислоты. Количество редуцирующих веществ определялось подометрическим титрованием солянокислой вытяжки $0,001 N KJO_3$ в присутствии небольшого количества KJ и нескольких капель раствора крахмала. Аскорбиновая кислота определялась методом Тильманса, модифицированным Букиным (1935).

Проведенными исследованиями установлено, что содержание редуцирующих веществ в листьях и в ветках, при заболевании растений корневой гнилью, значительно изменяется. В начале заболевания наблюдается увеличение количества редуцирующих веществ, а затем постепенное уменьшение, и, незадолго перед отмиранием тканей — снижение ниже уровня, свойственного здоровым растениям. В ветках больных растений повышается содержание редуцирующих веществ значительно больше, чем в листьях, снижение же количества их, при сильном проявлении заболевания, в листьях начинается значительно раньше, чем в ветках. На отмеченный характер изменения содержания редуцирующих веществ указывают результаты определения их, приведенные в таблицах 12 и 13.

Изменение содержания аскорбиновой кислоты в зависимости от состояния растений как в листьях, так и в ветках (в лубе веток) повторяет ход изменения общего количества редуцирующих веществ (таблица 14).

Отмеченное изменение содержания редуцирующих веществ, характерное для растений, больных корневой гнилью, имеет место также и при недомогании растений (таблица 15). Это указывает на наличие общей причины, вызывающей у растений герани как корневую гниль, так и явление недомогания.

Таблица 12
Изменение содержания редуцирующих веществ в растениях герани, в зависимости от степени заболевания.

Группы растений	Состояние растений	Листья		Луб	
		KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%
1.	Здоровое (контроль)	1,52	100	0,42	100
	Слабое заболевание	1,62	106,6	0,65	154,8
	Сильное заболевание	1,15	75,7	0,55	130,9
2.	Здоровое (контроль)	1,20	100	0,25	100
	Слабое заболевание	1,45	120,8	0,50	200
	Сильное заболевание	1,25	104,2	0,65	260

Таблица 13
Динамика изменения содержания редуцирующих веществ в лубе и листьях растений герани при различной степени заболевания их

Состояние растений	Содержание редуцирующих веществ (KJO ₃ в см ³)		
	7.VIII	13.VIII	18.VIII
Здоровое растение;			
листья	0,18	0,49	0,50
луб	0,11	0,12	0,12
Слабое заболевание;			
листья	0,25	0,20	0,13
луб	0,22	0,29	0,20
Сильное заболевание;			
листья	0,08	0,08	0,08
луб	0,28	0,15	0,11

Таблица 14
Содержание аскорбиновой кислоты и общего количества редуцирующих веществ у больных и здоровых растений розовой герани

Состояние растений	Л и с т ь я				Л у б			
	аскорбиновая кислота		редуцирующие вещества		аскорбиновая кислота		редуцирующие вещества	
	в мг на 100 г	%	KJO ₃ в см ³	%	в мг на 100 г	%	KJO ₃ в см ³	%
Здоровые	128,5	100	1,45	100	22,9	100,0	0,26	100
Слабое заболевание	121,4	94,5	1,38	95,2	52,8	222,8	0,59	226,9
Сильное заболевание	48,0	31,4	0,54	37,2	41,4	181,5	0,47	180,8

Таблица 15
Характер изменения содержания редуцирующих веществ у растений герани, недомогающих и больных корневой гнилью

Состояние растений	Листья		Л у б	
	KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%
Здоровые	0,72	100	0,20	100
Недомогающие	0,94	130,6	0,46	230,0
Больные корневой гнилью	0,95	131,9	0,50	250,0

Чтобы установить наличие изменений в процессах углеводного обмена, у растений герани при заболевании корневой гнилью было проведено определение различных форм углеводов в листьях и ветках больных и здоровых растений. Определение углеводов проводилось методом Бертрана.

Из полученных результатов, приведенных в таблице 16, следует, что отмеченные выше изменения окислительно-восстановительного режима растений герани при заболевании корневой гнилью ведут к глубокому нарушению углеводного обмена.

Таблица 16
Содержание различных форм углеводов в листьях и ветках больных и здоровых растений герани

Состояние растений	Содержание редуцирующих веществ		В % на абсолютно сухой вес			
	KJO ₃ в см ³	%	моно-сахара	сахароза	сумма сахаров	крахмал
Листья. Здоровые растения . . .	1,21	100	0,95 (100)	0,27 (100)	1,24 (100)	2,41 (100)
Листья. Больные растения . . .	0,25	20,7	0,59 (62,1)	0,098 (36,3)	0,70 (56,5)	1,74 (72,2)
Стебли. Здоровые растения . . .	0,41	100	5,34 (100)	0,64 (100)	6,02 (100)	3,26 (100)
Стебли. Больные растения . . .	0,74	180,5	1,36 (25,5)	2,09 (326,6)	3,55 (59,0)	3,26 (100)

При описании симптомов заболевания герани корневой гнилью отмечалось, что в одних случаях наблюдается подвядание листьев, в других — типичные признаки заболевания проявляются без видимого завядания листьев. Но при этом имеет место своеобразная сжатость листовых пластинок, что особенно резко проявляется у молодых листьев. Кроме того отмечено, что у больных растений наблюдается явление эпинастии —

При выяснении характера геотропической реакции органов растений от состояния их окислительно-восстановительной системы Турковой (1940) установлено, что чем выше редуцирующая активность тканей листа (побега и т. д.), тем сильнее его отрицательный геотропизм, тем меньше его угол отклонения от оси побега; снижение редуцирующей активности листа вызывает эпинастию (опускание) листьев. Поэтому было допущено, что наблюдаемое нами явление эпинастии, при повышении редуцирующей активности тканей листьев, является следствием значительного водного дефицита в растениях, без проявления заметных признаков завядания листовых пластинок. Это предположение нашло подтверждение в том, что удалось подметить временное проявление местной потери тургора в тканях основания черешка, следствием чего и является необратимое опускание листьев.

Таблица 17

Часы дня	Состояние растений	% воды в листьях	Уменьшение % воды у больных растений
3	Здоровое	76,2	2,7
	Больное	73,5	
12	Здоровое	82,4	12,1
	Больное	70,3	
16	Здоровое	81,3	7,8
	Больное	73,5	

Следствием этих изменений, очевидно, является отмеченное ослабление процессов образования эфирного масла в растениях. Кроме того, с функциональным расстройством связано изменение свойств протоплазмы, обуславливающее снижение устойчивости растений к высоким и низким температурам. На это указывает отмеченное проявление некрозов на листьях, в первую очередь, наиболее подверженных прямому действию солнечного света, а также значительно более сильное повреждение растений осенними заморозками.

Таблица 18

№№ п. п.	Название хозяйств и №№ плантаций	рН почвы		Гибель растений от корневой гнили ко времени первой резки в %
		пахотный слой	подпочва	
1	Совхоз Тамыш, плантация № 1	7,6	6,7	20
2	" " " № 2	7,6	7,5	60
3	" " " № 3	7,5	7,2	10
4	Колхоз „Апсны-Капш“	7,5	7,2	30
5	Колхоз „Цхенис-Цхали“	5,3	5,2	0
6	Колхоз им. Берия, плантация 1-й бригады . . .	5,3	4,6	50
7	Колхоз им. Берия, плантация 2-й бригады . . .	5,3	6,3	0
8	Колхоз им. Калинина, плантация 2-й бригады .	5,1	6,1	0
9	Сухумская ЗОС участок 1	7,1	6,6	86
10	" " " 2	5,6	5,9	41
11	" " " 3	6,3	6,3	63
12	" " " 4	5,8	6,7	45

Газообмен в почве, особенно при слабой структурности ее, сильно затрудняется при насыщении ее водою в период дождей. Страдание растений от недостатка воздуха в почве усиливается высокими температурами, активирующими дыхание корней и микробиологические процессы почвы. Вследствие этого с наступлением жаркой погоды после периода длительных или обильных дождей отмечается массовое проявление корневой гнили.

С целью установления правильности высказанного объяснения были проведены вегетационные опыты, в которых корневая система растений временно ставилась в условия недостаточного обеспечения воздухом.

При исследовании усыхания тунговых растений было установлено, что временное затопление почвы и затруднение доступа воздуха в почву с применением специального устройства вегетационных сосудов вызывали одинаковый характер физиологического заболевания. Поэтому в опытах с геранью затруднение аэрации почвы достигалось путем временного ее затопления.

В первом из проведенных опытов растения герани, выращиваемые в гончарных вегетационных сосудах, были поставлены в условия затопления почвы в конце сентября месяца. В связи с умеренными температурами осеннего периода отмирание растений протекало медленно. В условиях затопления почвы растения имели сильно замедленный рост, наблюдалось отмирание наиболее старых листьев, но растения не погибали и не имели типичных явлений некроза листьев.

В течение января при осмотре корневой системы было отмечено, что в затопленной части почвы все корни погибли, у поверхности же почвы развились новые сильно разветвленные корни.

Определение содержания редуцирующих веществ показало, что в листьях растений с затопленной почвой количество их увеличилось по сравнению с контролем (таблица 19). Повторное определение редуцирующих веществ с учетом их содержания в различных частях растений позволило отметить ту же закономерность, что и у растений, имеющих типичные симптомы корневой гнили, наблюдающиеся в условиях плантации (таблица 20).

Таблица 19

Изменение количества редуцирующих веществ у растений герани в результате затопления почвы

Вариант	В листьях		В лубе	
	KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%
Контроль	1,20	100	0,55	100
Затопление почвы . .	1,85	154,2	1,10	200

Таблица 20

Изменение содержания редуцирующих веществ в различных частях растений в результате затопления почвы

	Контроль	Затопление почвы	
	KJO ₃ в см ³	KJO ₃ в см ³	в % к контролю
Листья	1,32	1,80	136,4
Луб верхней части веток	0,40	1,15	287,5
Луб нижней части веток	0,40	0,70	175,0
Древесина верхней части веток	0,25	0,90	360,0
Древесина нижней части веток	0,30	0,65	216,9

Во втором опыте, проведенном в 1945 г., растения герани выращивались в вегетационных сосудах на двух типах почвы — структурной и распыленной. С 8 августа часть растений была поставлена в анаэробные условия почвы путем временного затопления ее на 5 и 10 суток. Через 5 дней пребывания в анаэробных условиях почвы отмечено заметное отставание роста растений. Других внешних заметных признаков страдания растений не наблюдалось.

В варианте — затопление почвы через 5 суток — был удален избыток воды из почвы. На 4-й день после этого было отмечено появление внешних признаков, типичных при заболевании герани корневой гнилью: характерная серовато-зеленая окраска листьев, сжатость листовых пластинок и признаки некроза листьев. В это же время у растений, находившихся в условиях затопленной почвы (вариант опыта — затопление 10 суток), также имели место явные признаки заболевания, которые были выражены гораздо слабее, чем у первой группы растений. Это указывает на то, что вредное действие анаэробных условий почвы более резко проявляется при последующем недостаточном водоснабжении растений вследствие повреждения или инактивации деятельности корневой системы.

Анаэробные условия почвы, способствуя замедлению энергии роста, вызвали значительное уменьшение длины междоузлий и уменьшение размера листьев (таблица 21). Также наблюдалось значительное увеличение угла, образуемого черешком листьев и осью побега (таблица 22).

Это явление, очевидно, связано с более сильным проявлением водного дефицита вследствие инактивации корневой системы анаэробными условиями почвы (таблица 23).

В условиях структурной почвы временное ее затопление способствовало более сильному проявлению морфологических изменений растений по сравнению с растениями, выращиваемыми на слабо-структурной почве. В результате этого можно считать, что менее благоприятные условия аэрации почвы в период, предшествующий затоплению, способствовали некоторому повышению устойчивости растений к неблагоприятному влиянию анаэробных условий.

Неблагоприятные условия аэрации почвы, вызванные временным ее затоплением, способствовали также значительному изменению содержания редуцирующих веществ. Характер этих изменений (таблица 24) такой же, как наблюдался в начале проявления физиологического расстройства при заболевании герани корневой гнилью.

В листьях и особенно в ветках содержание редуцирующих веществ резко повышается. Но затем, с усилением заболевания, наблюдается уменьшение количества редуцирующих веществ, а незадолго перед отмиранием содержание уменьшается ниже уровня, свойственного здоровым растениям. Такой ход изменения содержания редуцирующих веществ в листьях выражен более резко, чем в ветках.

При осмотре, проведенном 31. VIII, установлено, что в результате пребывания растений в условиях затопленной почвы корневая система отмирает. У одних растений отмечено отмирание почти всей корневой системы, у других — сохранилась живая часть основных наиболее старых корней. При благоприятных условиях, после удаления избытка воды из почвы, на сохранившихся старых корнях отмечено появление новых.

Характер повреждения корней в условиях затопленной почвы и при появлении корневой гнили в полевых условиях очень схож. Необходимо заметить, что у контрольных растений, выращиваемых на слабо-структурной почве, наблюдалось значительно большее содержание редуци-

Таблица 21

Морфологические изменения растений герани, вызванные анаэробными условиями почвы

Варианты	Средняя длина междоузлий в см					Средняя длина листовых пластинок в см					Средняя длина черешка в см														
	Порядок от верхушки побега																								
	в %					в %					в %														
	1	2	3	4	5	ср.	1	2	3	4	5	ср.	1	2	3	4	5	ср.	в %						
Структурная почва																									
Контроль					1,5	2,7	4,3	3,0	4,0	3,1	100	4,6	5,2	5,5	6,5	6,0	5,6	100	7,7	8,6	8,4	7,0	8,3	5,0	100
Затопление 5 суток					0,9	1,3	1,3	1,0	1,1	1,1	35,5	3,6	3,4	4,3	3,5	3,0	3,6	64,3	4,3	4,3	3,4	2,3	1,0	3,1	62,0
Слабо-структурная почва																									
Контроль					1,7	2,4	3,0	2,6	2,0	2,3	100	4,8	4,6	5,3	5,6	5,6	5,2	100	5,0	7,1	7,0	6,0	5,4	6,1	100
Затопление 5 суток					1,6	2,2	1,6	1,7	1,9	1,8	78,3	3,9	4,5	4,9	5,0	4,7	4,6	88,5	4,1	5,3	5,5	5,0	4,1	4,8	78,7
Затопление 10 суток					1,2	1,7	1,6	1,2	1,7	1,5	65,2	4,5	4,0	4,2	4,1	3,7	4,1	78,8	3,8	5,4	4,3	3,0	2,6	3,8	62,3

Таблица 22
Влияние анаэробных условий почвы на изменение величины угла, образуемого черешком листа и осью побега у растений герани.

Вариант		Средняя величина угла, образуемого черешком листа и осью побега в градусах (порядок от верхушки побега)						
		1	2	3	4	5	средняя	%
Структурная почва	Контроль	36	49	67	68	74	59	100
	Затопление 5 суток .	30	62	72	87	90	68	115,3
Слабо-структурная почва	Контроль	35	44	59	73	80	58	100
	Затопление 5 суток .	41	53	61	65	93	63	108,6
	Затопление 10 суток	30	49	78	85	103	69	119,0

Таблица 23
Содержание воды в листьях растений герани при различных условиях аэрации почвы

Почва	Вариант	Средний % воды в листьях
Структурная	Контроль	77,4
	Затопление почвы 5 суток	77,4
	Затопление почвы 10 суток	77,8
Слабо-структурная	Контроль	75,6
	Затопление почвы 5 суток	75,0
	Затопление почвы 10 суток	74,0

Таблица 24
Характер изменения содержания редуцирующих веществ у растений герани, вызываемого анаэробными условиями почвы

Вариант	8.VIII				30.VIII			
	Листья		Луб		Листья		Луб	
	KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%
Структурная почва								
Контроль	0,94	100	0,36	100	0,95	100	0,46	100
Затопление 5 суток	0,86	91,5	0,44	122,2	1,26	132,6	0,69	150,0
Затопление 10 суток	0,83	88,3	0,50	138,9	1,15	121,0	0,79	171,5
Слабо-структурная почва								
Контроль	1,16	100	0,51	100	1,07	100	0,50	100
Затопление 5 суток	1,09	97,4	0,53	103,9	0,85	79,4	0,60	120,0
Затопление 10 суток	1,00	86,2	0,78	152,9	0,95	88,8	0,70	140,0

рующих веществ, чем у растений на структурной почве. Повидимому, это является результатом недостаточной аэрации почвы, вызывающей некоторую инактивацию корневой системы.

В проведенных вегетационных опытах по экспериментальному вызыванию корневой гнили герани (в 1947 году в июле месяце) в вегетационных сосудах были отмечены случаи заболевания отдельных растений с проявлением типичных симптомов корневой гнили. Условия выращивания этих растений в связи с примененным типом вегетационных сосудов совершенно исключали возможность избыточного увлажнения почвы. Несмотря на это начавшееся заболевание растений закончилось их гибелью от корневой гнили (рис. 11).



Рис. 11. Проявление непаразитарной корневой гнили герани в условиях вегетационного опыта. Справа — здоровое растение, слева — два больных растения.

В целях выявления причин, вызвавших это явление, были выделены растения с непредвиденным проявлением признаков заболевания корневой гнилью. Эти растения были подвергнуты исследованию: было проведено определение содержания редуцирующих веществ в стеблях веток, и определена мощность развития надземной части и корней растений. Как следует из полученных результатов, приведенных в таблице 25, у больных растений обнаружено значительное увеличение содержания редуцирующих веществ, характерное при заболевании корневой гнилью.

Определение мощности развития корней и надземной части растений показало, что у больных растений по сравнению со здоровыми надземная часть развита почти в 2 раза слабее, а корневая система — в 4 раза. Следствием этого явилось значительное различие у сравниваемых растений в величине отношения массы надземной части к массе корней.

Корневая система у больных растений по внешним признакам в основном была здоровой; отмечено лишь несколько более темная окраска части корней и небольшое количество отмерших корней.

При выяснении различий в условиях произрастания этих растений было установлено, что вследствие меньшего размера отдельных веге-

Таблица 25

Характер изменения растений герани при их заболевании корневой гнилью в условиях вегетационных опытов

Состояние растений	Содержание редуцирующих веществ в ветках		Вес в г				Отношение веса надземной части к весу корней
	KJО ₂ в см ³	%	листья	стебли	вся надземная часть	корни	
Здоровые	0,15	100	220	84	304	27	11,3
Больные	0,27	180,0	110	35	145	7,0	20,7

тационных (гончарных) сосудов, при одинаковом весе почвы, плотность набивки ее была неодинаковой. Поэтому в отдельных сосудах имели место неблагоприятные условия аэрации почвы, что подтверждено определением проницаемости почвы в сосудах с больными и здоровыми растениями.

С этой целью после обильного полива проведено определение скорости прохождения в почву определенного объема воды. Отмечено, что в почву сосудов со здоровыми растениями проникало в среднем за 8 минут 500 см³ воды; в почву же сосудов с больными растениями то же количество воды проникало, в среднем, в течение 30 минут.

Следовательно, результаты рассмотренных опытов позволили установить, что временные анаэробные условия почвы, создаваемые кратковременным затоплением ее (5—10 дней), а также недостаточная воздухопроницаемость почвы, вследствие слабой структурности ее, вызывают типичные внешние признаки заболевания и изменения окислительно-восстановительного режима надземных органов растений, характерные при заболевании герани корневой гнилью.

Анаэробные условия почвы способствуют резкому изменению направленности протекающих в ней биологических процессов, в результате этого могут накапливаться токсические вещества, отравляющие корни растений.

Но ослабление развития корневой системы, инактивация или повреждение ее, вследствие недостаточной аэрации почвы, ведут к задержке поступления элементов минерального питания. Нарушение в обеспечении растения необходимыми элементами минерального питания также может явиться причиной проявления функциональных заболеваний.

Чтобы выяснить зависимость функционального расстройства у герани, при заболевании корневой гнилью, от задержки поступления элементов минерального питания, были проведены вегетационные опыты.

В опыте, проведенном в 1945 г., растения розовой герани ставились в условия недостаточного обеспечения их основными элементами минерального питания. Растения выращивались в жестяных сосудах (типа сосудов Вагнера), емкостью в 3,2 кг воздушно-сухой почвы. В качестве субстрата взята почва пахотного горизонта сильно истощенного участка. Опыты заложены по следующей схеме:

1. Контроль (NPK)
2. Недостаточное обеспечение азотом (PK)
3. " " " фосфором (NK)
4. " " " калием (NP)

Удобрения вносились в почву при набивке сосудов в следующих количествах:

Суперфосфат (18%) — 0,5 г на 1 кг почвы
Калийная соль (40%) — 0,28 — „ — „ — „
Сернистый аммоний — 0,58 — „ — „ — „

Растения высажены 20 мая.

Полив проводился по весу до 60% от полной влагоемкости почвы. 18 июля в 6 сосудах каждого варианта проведено затопление почвы водой; контрольные растения (по 4 каждого варианта) продолжали оставаться в условиях оптимальной влажности почвы. К этому времени растения 1-го, 3-го и 4-го вариантов были хорошо развиты и не имели внешних заметных различий. Растения же 2-го варианта имели сильно ослабленный рост и резко выделялись по желто-зеленой окраске листьев.

После 5 дней затопления почвы был удален избыток воды. В это время растения не имели внешних признаков, указывающих на страдание вследствие затруднения газообмена в почве. Внешние заметные признаки заболевания не были отмечены и в дальнейшем, если не считать некоторого замедления энергии роста растений. При проведении определения содержания редуцирующих веществ в растениях, в день удаления избытка воды в почве (23. VII) и через 6 дней (29. VII), отмечено значительное расстройство, вызванное избыточным увлажнением почвы.

Таблица 26

Изменение содержания редуцирующих веществ в лубе растений герани под влиянием анаэробных условий почвы

Внесенные удобрения	23. VII			29. VII		
	KJО ₃ в см ³			KJО ₃ в см ³		
	контроль	затопл. 5 суток	затоплен. в % к контролю	контроль	затопл. 5 суток	затоплен. в % к контролю
NPK	0,36	0,90	250	0,46	0,41	89
PK	0,56	0,84	150	0,48	0,65	136
NK	0,42	—	—	0,35	0,44	126
NP	0,33	0,46	139	0,39	0,47	121

Как следует из приведенных данных в таблице 26, через 5 дней пребывания в условиях затопленной почвы у растений всех вариантов опыта в лубе веток отмечено характерное повышение содержания редуцирующих веществ. Причем, степень увеличения редуцирующей активности у растений, выращиваемых при различных условиях питания, неодинакова; наибольшее повышение ее отмечено у растений, получивших полное минеральное удобрение.

Через 6 дней после удаления избытка воды из почвы, в связи со слабым проявлением отрицательного влияния затопления, содержание редуцирующих веществ в них заметно приблизилось к содержанию у контрольных растений. Но условия питания отразились на степени восстановления уровня содержания редуцирующих веществ, свойственного растениям, не подвергавшимся воздействию анаэробных условий почвы.

При полном минеральном удобрении к 29. VII количество редуцирующих веществ достигло уровня контрольных растений, и даже несколько

снизилось. У растений же, выращиваемых в условиях недостатка отдельных элементов питания, уменьшение содержания редуцирующих веществ проходило значительно медленнее. Особенно выделились в этом отношении растения, выращиваемые при недостатке азота.

Очевидно скорость восстановления нормального окислительно-восстановительного режима растений связана со степенью проявления функционального расстройства. Поэтому можно считать, что недостаток отдельных элементов минерального питания, в особенности — азота, вызывает повышение чувствительности растений герани к вредному действию недостаточной аэрации почвы.

Неблагоприятные условия минерального питания, вследствие недостатка отдельных элементов, способствуют значительному изменению окислительно-восстановительного режима надземных органов растений. Как следует из приведенных в таблице 27 данных, характер изменения содержания редуцирующих веществ в листьях и лубе веток указывает на то, что наибольшее отклонение вызывается недостатком азота в почве, затем в значительной меньшей степени — недостатком фосфора и еще в меньшей степени — недостатком калия.

Таблица 27

Влияние недостатка отдельных элементов минерального питания на содержание редуцирующих веществ в листьях и лубе веток герани

Название варианта	Листья		Л у б	
	KJО ₃ в см ³	%	KJО ₃ в см ³	%
NPK . . .	0,92	100	0,36	100
PK	1,05	114,2	0,56	155,5
NK	1,11	120,6	0,42	116,7
NP	1,05	114,2	0,33	91,7

Недостаток отдельных элементов минерального питания вызывает повышение содержания редуцирующих веществ в надземных органах так же, как и при инактивации корневой системы растений анаэробными условиями почвы.

Это дает возможность предполагать, что неблагоприятные условия минерального питания, в особенности недостаток азота, ослабляют деятельность корневой системы, обеспечивающую регулирование окислительно-восстановительного режима надземных органов.

В опыте, повторенном по той же схеме в 1947 г., был подтвержден отмеченный характер повышения содержания редуцирующих веществ в надземных органах растений в зависимости от недостатка отдельных элементов минерального питания (таблица 28). Недостаточное азотистое питание способствовало повышению содержания редуцирующих веществ в лубе веток на 90% по сравнению с растениями, получившими полное минеральное удобрение; недостаток фосфора — на 15%. Недостаток калия не вызвал заметных изменений.

Определение массы надземной части растений и корней, как следует из приведенных в таблице 28 результатов, показало, что сравниваемые условия минерального питания оказали различное влияние на величину отношения веса надземной части растений к весу корневой системы.

Таблица 28

Изменение растений герани при недостатке отдельных элементов минерального питания.

Внесенные удобрения	Содержание редуцирующ. веществ в лубе веток		Средний вес в г				Отношение всей надземной части листьев к весу корней	Отношение веса листьев к корням
	KJО ₃ в см ³	%	листья	ветки	вся надземная часть	корни		
НРК	0,20	100	239,2	142,7	381,9	49,0	7,8	4,9
РК	0,38	190	132,2	74,2	206,4	56,0	3,7	2,4
NK	0,23	115	262,7	126,7	389,4	58,2	6,7	4,5
NP	0,20	100	251,2	146,2	397,4	46,0	8,6	5,5

Недостаток азота, вследствие ослабления развития надземной части растений и усиления развития корневой системы, способствовал уменьшению величины отношения надземной части к корням в два раза (по сравнению с растениями, получившими полное минеральное удобрение).

Недостаток фосфора вызвал небольшое уменьшение величины отношения надземной массы растений к корням (на 14%), а недостаток калия не вызвал заметных изменений. Тот же характер изменения отмечен и в случае величины отношения массы листьев к массе корневой системы.

Выше было указано, что окислительно-восстановительный режим надземной части растения определяется взаимодействием листьев и корневой системы.

Из сопоставления характера изменения содержания редуцирующих веществ в надземных органах герани, при различных условиях минерального питания, с величиной отношения массы надземной части растений (или массы листьев) к массе корней следует, что изменение окислительно-восстановительного режима растений определяется не ослаблением мощности развития корневой системы, а снижением ее активности. Иначе говоря, при недостаточном обеспечении растений одним из основных элементов минерального питания (в данном случае, особенно недостатком азота) имеет место тот же характер изменения направленности окислительно-восстановительных процессов в надземных органах, что и при недостаточной аэрации корневой системы.

Таким образом, проведенные исследования позволяют считать, что непаразитарное заболевание герани, известное под названием корневой или черной гнили, проявляется в виде типичного заболевания, ведущего к гибели растений, и слабого проявления заболевания, *недомогания*, вызывающего ослабление роста и резкое уменьшение содержания эфирного масла.

Снижение продуктивности растений и их отмирание с проявлением типичных признаков заболевания корневой гнилью является следствием нарушения нормального хода окислительно-восстановительных процессов и процессов обмена веществ. Характерными признаками функционального расстройства у больных растений являются: резкое повышение содержания редуцирующих веществ в листьях и других надземных органах, указывающие на резкое снижение напряжения окислительного потенциала; нарушение процессов углеводного обмена; более резкое

проявление водного дефицита; изменение ряда ростовых явлений и проявление некрозов.

Высказываемое предположение о зависимости проявления корневой гнили герани от повышенной кислотности почвы не нашло подтверждения. Основными условиями, способствующими проявлению заболевания герани непаразитарной корневой гнилью, является недостаточная аэрация почвы, инактивирующая деятельность корневой системы, что приводит к глубокому функциональному расстройству, обуславливающему недомогание и гибель растений.

Степень и форма проявления заболевания определяется характером сочетания неблагоприятных почвенных условий и температурного режима. Повышение температуры, активизируя процессы жизнедеятельности растений и энергию биологических процессов почвы, ускоряет проявление заболевания и процесс отмирания их.

Установление причин, вызывающих корневую гниль герани, а также характера функционального расстройства у растений при их заболевании, позволяет считать, что мерами предупреждения заболевания, а также повышение урожайности и выхода эфирного масла являются: систематическое проведение агромероприятий, направленных на коренное улучшение структуры почвы; обеспечение растений в период вегетации необходимыми элементами минерального питания; более строгий выбор земельных участков для закладки плантаций и устранение возможности застоя воды на плантациях, в период летних дождей, путем тщательной планировки участков при обработке почвы, и устройства водоотводных и дренажных канав.

3. Функциональные заболевания citrusовых растений

У citrusовых растений отмечены многообразные проявления заболеваний, которые являются следствием неблагоприятных условий произрастания.

На Черноморском побережье Кавказа известны, как наиболее распространенные заболевания, хлороз, отмирание веток и гоммоз (Ячевский, 1904; Нагорный и Эристави, 1928; Лобик, 1935).

Хлороз выражается в пожелтении участков ткани между боковыми жилками листа, а при более сильном проявлении — в пожелтении всей листовой пластинки. Кора веток при этом также желтеет, развиваются тонкие побеги. В более тяжелых и затяжных случаях заболевание проявляется в уменьшении листовых пластинок, ослаблении прироста и общем угнетении растения. На таких деревьях плодоношение понижается или даже прекращается.

Причины хлороза связываются с неблагоприятными условиями жизни корневой системы: с тяжелой почвой, застоем воды, плохой вентиляцией, избыточной кислотностью почвы или избытком извести в ней, с неправильным применением минерального и навозного удобрения.

Отмирание концов веток, как указывает название заболевания, выражается в том, что молодые веточки засыхают, листья на них осыпаются, приобретая в начале коричневую, а затем почти белую окраску. Проявление такого заболевания связывается с действием низких температур в зимний период на конечные веточки (Лобик, 1935 г.).

Гоммоз, или камедная болезнь коры, является наиболее распространенным заболеванием, приносящим ежегодно большие убытки citrusовым хозяйствам всего мира.

Гоммоз проявляется в образовании различной величины трещин,

отсыхания и отслаивания коры на нижней части ствола, у места сращения подвоя с привоем, или на других частях ствола и ветвей, а в некоторых случаях и на корнях. На пораженных участках наблюдается выделение камеди. Иногда камедь скапливается под корой, образуя так называемые гоммозные сумки. При накоплении камеди кора, в этих случаях, растрескивается. Трещины постепенно расширяются в раны, кора на таких участках отсыхает и, отпадая, обнажает древесину. Больные деревья имеют желтоватую листву. При развитии болезни деревья погибают.

Основными причинами гоммоза считают физиологическое расстройство, являющееся следствием применения чрезмерных доз минеральных и органических удобрений, недостатка элементов питания в почве и излишней воды; механические повреждения при обработке почвы, а также повреждения морозом. Кроме того, при некоторых типах гоммоза заболевание может вызываться паразитными грибами.

По мнению Татунашвили и Терентьева (1940) у нас в советских влажных субтропиках citrusовые насаждения сильно изреживаются; причиной недолговечности citrusовых деревьев является в основном гибель их от гоммозов, а не от вымерзания в холодные зимы, как это обычно объясняют.

Проявляющиеся в наших условиях функциональные заболевания наносят значительный ущерб citrusовым хозяйствам, вызывая повреждения и гибель деревьев. При слабом же проявлении они способствуют снижению урожаев и качества плодов.

При траншейной культуре citrusовых в условиях Молдавии в 1950 году также отмечено явление хлороза и единичные случаи гоммоза.

Функциональные заболевания citrusовых растений известны также и в зарубежных странах. Так, например, Ундервудом (Underwood, 1991) описано распространенное в Флориде заболевание citrusовых деревьев, проявляющееся в хроническом увядании и усыхании растений. Проведенными исследованиями этого заболевания установлен непаразитарный характер его и связь с неблагоприятными условиями роста (Rhoads, 1936).

В ряде районов США, а также и в других странах наблюдались различные проявления заболеваний citrusовых растений. Эти заболевания связываются, главным образом, с дефицитом микроэлементов в почве или токсичностью некоторых из них (Camp and Fudge, 1939).

С недостатком меди связывается заболевание, отмеченное на большинстве citrusовых насаждений всего мира. В Флориде заболевание известно под названием «die back», происходящее от отмирания верхней части веток, а также под названием «аммонияция», происходящее от связи проявления заболевания с применением высоких доз азотистых удобрений; в Калифорнии оно известно под названием «экзантема».

В начале заболевания деревьев на мощных жирующих побегах развиваются чрезмерно крупные листья с очень интенсивной темнозеленой окраской. Эти побеги растут не прямо, а наклоняются и изгибаются в виде буквы S. Затем наблюдается развитие мелких листьев желтовато-зеленого цвета, которые быстро опадают, и ветки обнажаются. У вполне развитых листьев поврежденных побегов может наблюдаться слабый красноватый блеск, вызываемый образующимся наростом гумми. На ветках между корой и древесиной около основания листьев образуются скопления камеди. Ветка покрывается красновато-коричневым налетом камеди, что является типичным признаком этого заболевания.

В случаях сильного проявления заболевания молодые ветки теряют листья и отмирают. Плоды у больных деревьев мелкие и покрытые ко-

ричевыми наростами затвердевшей камеди. Экзантема проявляется чаще всего на песчаных почвах, имеющих повышенную кислотность, в особенности при применении физиологических кислых удобрений и избытка азота. Внесение в почву сульфата меди или опрыскивания бордосской жидкостью излечивает деревья, страдающие этим заболеванием.

Широкое распространение имеет также заболевание citrusовых растений, известное в Флориде как «френчинг», в Калифорнии и ряде других стран — как пестролистность (mottle leaf), которое связывается с недостатком цинка.

Начало заболевания проявляется в виде пожелтения тканей листьев между жилками. На фоне листа от светложелтого до почти белого цвета выделяются зеленые участки, прилегающие к жилкам. На менее острых стадиях заболевания листья имеют почти нормальную величину, при сильном же проявлении заболевания они резко уменьшены, заострены и имеют втянутую форму. По величине имеют до 1/10 площади нормального листа. Необычайно заостренные и узкие листья считаются одним из определенных симптомов недостатка цинка. В умеренных случаях симптомы заболевания появляются на отдельных ветках.

При более сильном заболевании листья повреждаются по всей периферийной части дерева; ветки развиваются очень тонкие, короткие и прямостоящие. Наиболее слаборазвитые ветки отмирают, вследствие чего у таких деревьев всегда имеется значительное количество мертвой древесины.

Необходимость применения постоянной обрезки отмирающих веток ведет к уменьшению кроны дерева. На скелетных сучьях и стволе наблюдается обильное развитие водянистых побегов. Листья этих побегов обычно не имеют характерного при заболевании узора; дерево имеет густой прирост в центре кроны и отмирание веток по периферии. При сильном заболевании деревья погибают. Внесение в почву сульфата цинка или опрыскивание деревьев раствором солей цинка излечивает это заболевание.

Проявление симптомов дефицита цинка в Флориде обычно связывается с фиксацией цинка вследствие чрезмерного известкования почвы или с выщелачиванием его. На песчаных почвах, при изменении pH в результате известкования выше 6, отмечено проявление симптомов дефицита цинка.

Заболевание citrusовых растений, связанное с дефицитом марганца, не имеет специального названия. Но термин «мергелевый френчинг» или мергелевый хлороз в Флориде применяют к симптомам заболевания, которое обычно связывается с недостатком одновременно двух элементов — цинка и марганца, так как оно излечивается, если для этого используются оба эти элемента.

Симптомы этого заболевания очень близки к наблюдаемым при дефиците цинка. На листьях наблюдается примерно тот же характерный узор, что и при недостатке цинка, но форма и величина листьев остаются нормальными. Считают, что это является отличительным признаком дефицита марганца. Проявление заболевания объясняется недостатком марганца на щелочных мергелевых почвах вследствие фиксации его, а на кислых песчаных почвах — вследствие выщелачивания его.

С дефицитом магния в Флориде связывается заболевание citrusовых, известное как «бронзовость» или «меднолистность». Для лечения заболевания применяются доломитовый известняк $[(Ca, Mg)(CO_3)_2]$ и сульфат магния. Первый применяется на кислых почвах, а второй — преимущественно на почвах, у которых pH выше 6.

Признаки дефицита магния обычно проявляются на развитых листьях в период, когда происходит быстрое увеличение плодов. На листьях, находящихся у развивающихся плодов, в особенности в период созревания их, наблюдается характерное пожелтение листовой пластинки, в то время как листья, удаленные от плодов, имеют нормальную окраску. Листья, теряющие большую часть зеленой окраски, опадают; обильно плодоносящие ветки часто остаются почти без листьев.

В Аризоне и Калифорнии и в меньшей степени в Флориде широко распространено проявление хлороза цитрусовых, вызываемого недостатком железа в почве.

В Родезии отмечено заболевание цитрусовых, известное под названием «твердоплодие» (*hart fruit*), которое является результатом недостатка бора. Заболевание связано со щелочными почвами и засушливыми условиями. Предполагают, что в этих условиях бор становится недоступным растениям. Имеются указания, что применение бургы способствует устранению этого заболевания.

В Калифорнии наблюдались случаи заболевания цитрусовых, вызываемые токсичностью бора, вследствие содержания его в ирригационных водах.

В связи с недостаточной изученностью вопроса о сущности проявляющихся у нас физиологических заболеваний цитрусовых насаждений, нами было проведено исследование по выяснению симптомов заболевания, характера функционального расстройства и условий проявления заболевания.

а. Симптомы функционального заболевания цитрусовых растений. Проведенными нами наблюдениями за состоянием цитрусовых насаждений в ряде хозяйств Сухумского и Гагрского районов, Абхазской АССР, установлено распространение функционального заболевания растений, проявляющегося в различных формах хлороза, пестролистности, мелколистности, усыхания веток. В отдельных случаях на плантациях лимона отмечено резкое проявление заболевания, ведущего к сильному усыханию кроны и гибели отдельных деревьев.

В 1944 году на цитрусовых плантациях Сухумской опытной станции ВНИИДВ также было отмечено заболевание деревьев бергамота (*C. bergamia*), лимона (*C. limon Burm.*), мэларазы (гибридной формы лимона), апельсина (*C. Sinensis Osb.*) и в меньшей степени у мандарин Уншиу (*C. Unshiu Marc.*).

У нормально развитых плодоносящих цитрусовых деревьев заболевание проявляется в ослаблении энергии роста, начинающемся обычно на части кроны или отдельных сучьях. Ослабление роста сопровождается проявлением хлороза, пестролистности (пожелтение участков листовых пластинок между жилками), пожелтением коры однолетних, а в некоторых случаях и более старых веток.

Ослабление роста растений выражается как в уменьшении длины побегов, так и в уменьшении числа периодов роста в период вегетации; в случаях значительного проявления заболевания развитие летних и особенно осенних побегов сильно подавлено.

В целях выяснения характера роста цитрусовых растений при функциональном заболевании их, в 1945 г. были выделены по 3 здоровых и по 3 больных дерева бергамота, лимона, апельсина и мандарина. В начале весеннего роста 1946 года на каждом дереве были выделены по 10 побегов с учетом экспозиции и порядка ветвления. В три срока — 15.V, 24.V и 3.VI — проведены измерения длины побегов и подсчет числа листьев.

Полученные результаты (таблица 29) показали, что поступательный

рост побегов как у больных, так и здоровых растений в основном закончился к концу мая. У больных растений во всех случаях рост побегов в длину был сильно ослаблен, междоузлия укорочены; ко времени окончания роста весенние побеги достигали от 31,7 до 55,9% длины побегов здоровых растений. Побеги больных растений имели значительно меньшее число листьев.

Таблица 29
Изменение длины побегов весеннего роста и числа листьев у больных и здоровых цитрусовых растений

Название культуры	Состояние растений	15.V		24.V		3.VI	
		ср. длина побега (см)	ср. число листьев	ср. длина побега (см)	ср. число листьев	ср. длина побега (см)	ср. число листьев
Бергамот	Здоровые	10,6	6,7	14,0	7,0	14,5	7,2
	Больные	4,5	4,2	8,1	5,4	8,1	5,1
	В % к здоровым . .	42,4	62,7	57,8	77,1	55,9	70,8
Апельсин	Здоровые	6,5	5,8	10,0	6,3	10,1	6,1
	Больные	2,3	4,4	3,2	4,7	3,2	4,5
	В % к здоровым . .	35,4	75,8	32,0	74,6	31,7	73,8
Лимон	Здоровые	8,2	5,3	10,9	5,2	11,4	5,5
	Больные	2,5	3,7	4,2	3,5	4,2	3,2
	В % к здоровым . .	30,5	69,8	38,5	67,3	36,8	58,2
Мандарин	Здоровые	2,2	4,3	4,2	4,5	5,2	4,5
	Больные	1,0	4,1	2,0	4,1	2,2	4,3
	В % к здоровым . .	45,4	95,3	47,6	91,1	42,3	94,4

При хорошем развитии побегов летнего (второго) прироста у здоровых растений больные растения почти не имели побегов второго периода роста.

С ослаблением роста у больных деревьев часто наблюдается проявление мелколистности. Степень уменьшения величины листьев видна из приведенных данных в таблице 30.

Таблица 30
Средняя длина и ширина листовых пластинок у больных и здоровых растений бергамота, лимона и апельсина

Название культуры	Здоровые растения		Больные растения		В % к здоровым	
	длина (в см)	ширина	длина (в см)	ширина	длина	ширина
Бергамот	13,9	6,6	10,5	4,7	75,5	71,2
Апельсин	9,5	5,1	6,0	3,5	63,2	68,6
Лимон	12,5	6,1	8,6	4,4	68,8	71,2

При заболевании деревьев мелколистность, так же как и ослабление энергии роста, проявляются обычно постепенно, начиная с отдельных сучьев. Это можно подтвердить приведенными в таблице 31 результатами измерения длины годового прироста и размера листьев на сучьях дерева меларозы, имеющих различную степень проявления заболевания.

Таблица 31

Изменение средней длины веток годового прироста и величины листьев на различных сучьях дерева меларозы в зависимости от степени заболевания

	Слабые признаки заболевания	Явные признаки заболевания	%
Средняя длина веток годового прироста	13,7	6,8	49,6
Длина листовых пластинок	12,8	8,3	64,8
Ширина	6,5	4,3	66,1

Окраска листьев больных деревьев имеет многообразные отклонения от цвета листьев здоровых деревьев. В начале заболевания, до проявления вышеуказанных морфологических изменений, обычно наблюдается побледнение листьев — появление светлозеленой окраски, при резком заболевании наблюдается пожелтение их. Пожелтению листьев часто предшествует пестролистность — побледнение участков пластинки, удаленных от жилок листа, при нормальной окраске листа прилегающих к ним участков.

Наиболее резкое проявление хлороза наблюдается ранней весной, до начала роста, после чего имеет место, в той или иной степени, восстановление окраски листьев.

Кроме отмеченных хлороза и пестролистности на листьях больных деревьев часто проявляется некроз в виде различных по форме пятен отмершего эпидермиса, побурения эпидермиса нижней стороны частей листовой пластинки, подвергавшихся прямому действию солнечного света, отмирания кончиков листьев и других проявлений некроза. Хлорозу листьев и мелколистности обычно сопутствует побледнение коры зеленых веток, часто приобретающих желтую (цвета воска) окраску.

Пожелтение коры, прежде всего, наблюдается на молодых ветках годового прироста. В случаях же сильного проявления заболевания пожелтение коры имеет место и на более старых ветках 2-летнего и даже 3-летнего возраста. Начинается пожелтение коры и наиболее резко проявляется со стороны веток, подверженных действию прямого солнечного света.

При сильной степени заболевания деревьев на отдельных ветках годового прироста наблюдается отмирание коры в виде солнечного ожога, ведущее в дальнейшем к усыханию ветки.

Листья у больных деревьев опадают преждевременно. В таблице 32 приведены результаты учета опадания листьев, проведенного в начале мая месяца у здоровых и больных деревьев бергамота, апельсина, лимона и мандарина. Раньше всего опадают наиболее старые листья. Но в случае сильного заболевания опадает также часть листьев даже с веток, не достигших возраста одного года. При сильном заболевании к концу лета опадают почти все листья (рис. 12).

Таблица 32

Средний процент опадания листьев у больных и здоровых цитрусовых растений

Название культуры	Здоровые деревья	Больные деревья
Бергамот	3,3	70,0
Апельсин	8,3	71,7
Лимон	5,0	46,7
Мандарин	6,7	61,7



Рис. 12. Ветка бергамота с опавшими листьями.

На скелетных сучьях и штамбе деревьев, при сильной степени их заболевания, наблюдается обильное развитие порослевых побегов из покоящихся почек.

Резкое проявление подавления поступательного роста периферийной части кроны и возобновление роста на скелетных сучьях указывают на наличие нарушения функциональных соотношений между корневой системой и листьями.

В целях выяснения состояния корневой системы цитрусовых растений, при функциональном заболевании их, проводились раскопки корней.

Для осмотра корней у апельсина и лимона были выбраны деревья с резко выраженными признаками заболевания: с сильно замедленным ростом, хлоротичными листьями и усыханием некоторой части однолетних веток. Обследуемый сад расположен на склоне с подзолистой почвой: гумусный слой 15—20 см, подпочва — тяжелый суглинок с подстиляющим

оршфейновым горизонтом на глубине 40—50 см. Почвенный разрез проводился на расстоянии 1,5 м от штамба. Установлено, что часть скелетных корней у таких растений погибла. Наибольшее число мертвых корней найдено на глубине от 20 до 40 см; диаметр мертвых корней от 0,5

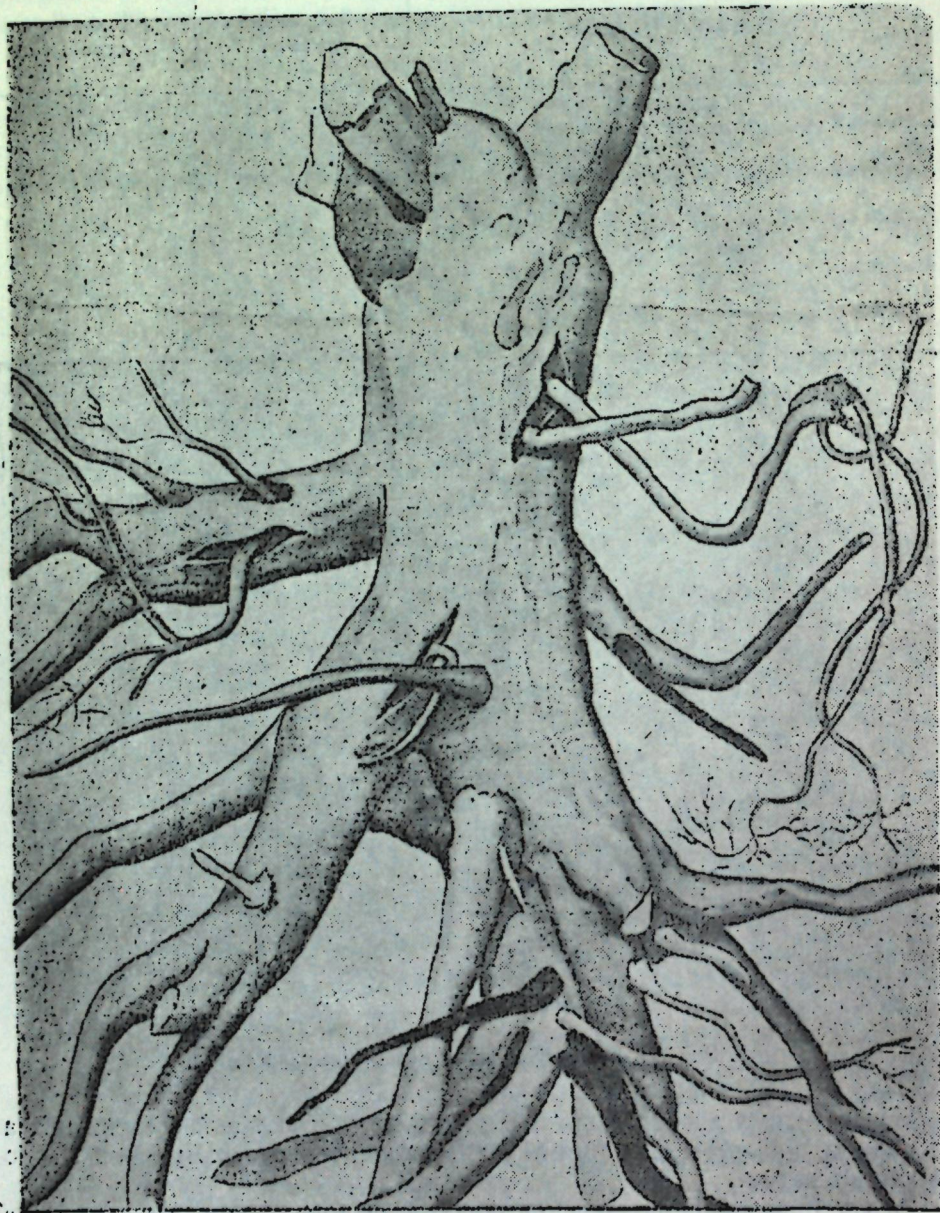


Рис. 13. Корни относительно здорового дерева бергамота (черные — мертвые корни).

до 2 см. Обнажение и обследование поврежденных корней показало, что отмирание их начинается, главным образом, в наиболее глубоких слоях тяжелой подпочвы. Однако отдельные мертвые скелетные корни обнаружены и в верхнем гумусном горизонте. Осмотр корней показал, что некроз их начинается на концах и постепенно распространяется в направлении к корневой шейке дерева, в некоторых случаях достигая ее.

Обследование корней бергамота и меларозы проводилось в саду, расположенном на аллювиальной почве. У деревьев с очень слабыми признаками заболевания отмечено отмирание отдельных корней в периферийной и глубоко расположенной части корневой системы (рис. 13). При

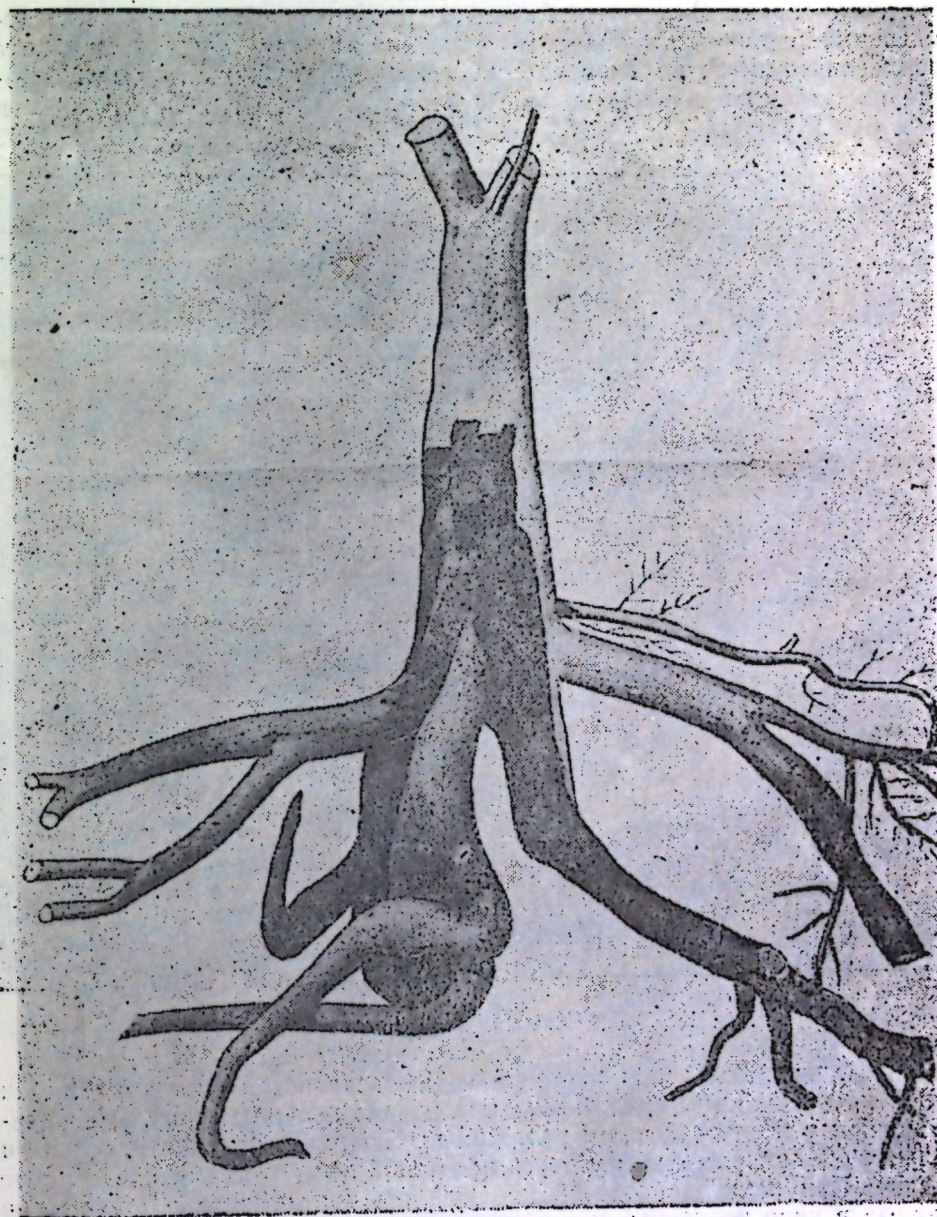


Рис. 14. Корни усыхающего дерева бергамота (мертвая часть темная).

сильном проявлении заболевания отмечено отмирание части скелетных корней, находящихся даже в зоне пахотного слоя. При осмотре корней усыхающих деревьев бергамота отмечено, что основная часть корневой системы была мертвая, остались живыми лишь несколько небольших корней. Некроз распространялся в ряде случаев и на корневую шейку (рис. 14). Отмирание отдельных скелетных корней, начинающееся в глу-

бокой, слабо аэрированной зоне и постепенно доходящее до корневой шейки, позволяет допускать связь непаразитарного гоммоза цитрусовых с изучаемым заболеванием.

Проявление физиологических заболеваний наблюдается также и в новых районах культуры цитрусовых, при выращивании в траншеях и грунтовых сараях. В условиях Молдавии проявление физиологических заболеваний растений лимона нами отмечено в 1950 году в Бендерском госплодопитомнике, на Тираспольской опытной станции, а также в Институте плодоводства и виноградарства Молдавского филиала Академии наук СССР.

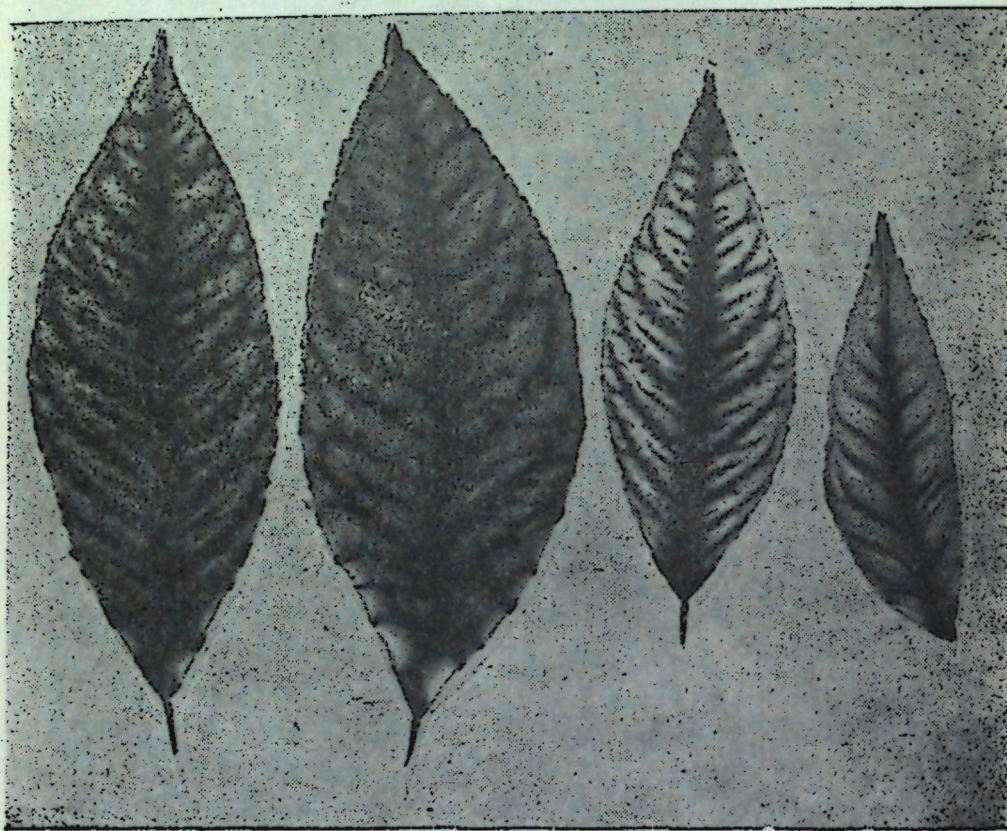


Рис. 15. Проявление хлороза у растений лимона.

Признаки заболевания растений на Тираспольской опытной станции и в Бендерском питомнике отмечены в начале ноября месяца. В середине ноября у некоторой части растений наблюдались явления хлороза и сильное опадание листьев; у других растений это имело место в декабре месяце. При осмотре растений наблюдалось многообразное проявление хлороза в виде различных типов пестролистности и характерного равномерного пожелтения всего листа.

Основные типы пестролистности отмечены следующие:

- 1) побледнение или пожелтение тканей листа небольшими полосками между жилками второго порядка;
- 2) побледнение всей листовой пластинки за исключением жилок и небольших участков прилегающих к ним тканей. Листья в этих случаях имеют характерный рисунок — зеленая сетка на бледнозеленом или желтом фоне;

3) побледнение листовой пластинки за исключением полосы вдоль главной жилки (рис. 15). Все указанные типы проявления хлороза часто наблюдались на одних и тех же растениях.

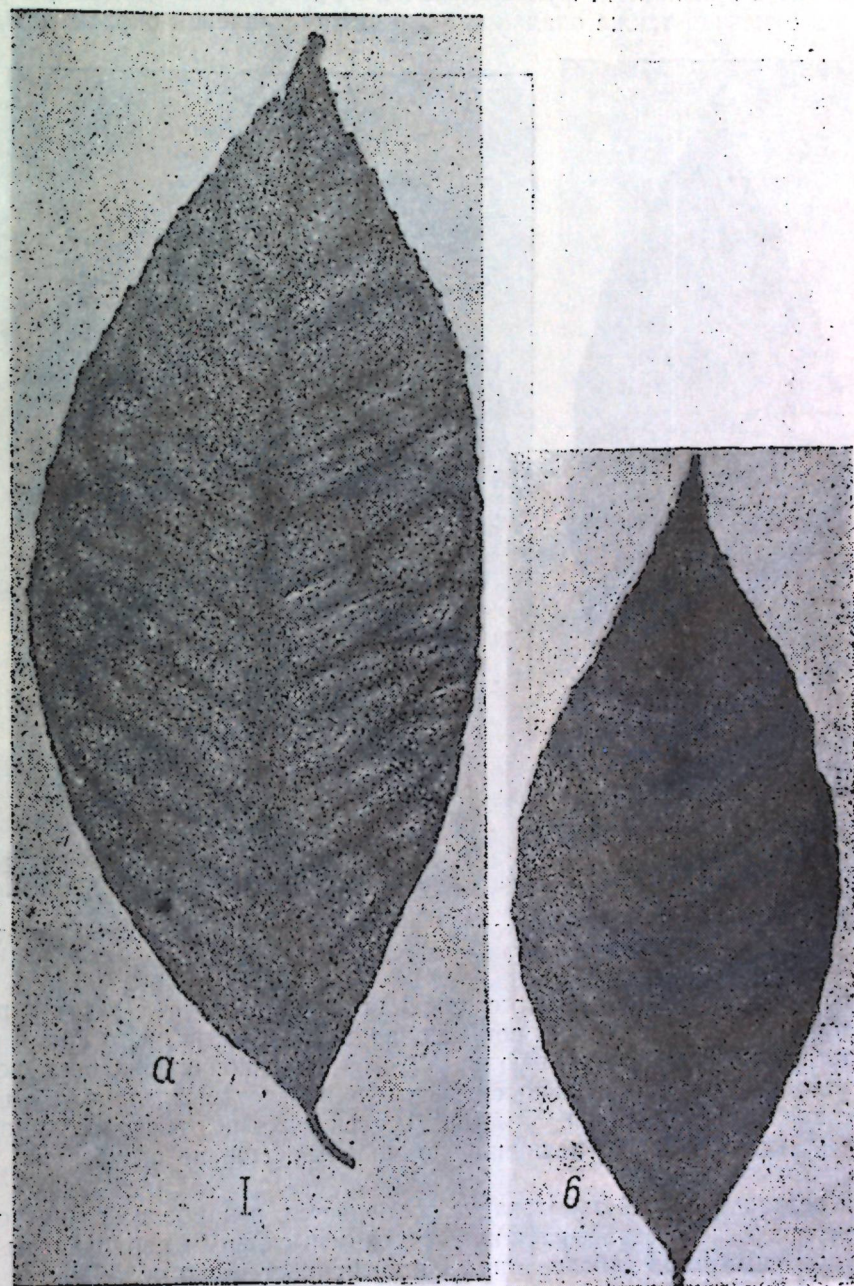


Рис. 16. Проявление мелкolistности у лимона. Величина среднего листа: I — первая ветка, а — весенний прирост; б — летний прирост.

У отдельных больных растений отмечено наличие части веток с мелкими сильно суженными листьями (рис. 16, 16-а). В большинстве случаев на таких листьях наблюдаются различные типы пестролистности, а также и равномерное пожелтение их. Отмечена также деформация отдельных листьев (рис. 17). Кроме того, в Бендерском питомнике у растений ли-

мона было обнаружено явление побурения и отмирания кончиков листьев (рис. 18). Это наблюдалось как у листьев хлоротичных, так и с нормальной окраской.

Листья с признаками функционального расстройства опадают, в ряде случаев отмечено также опадание листьев с нормальной окраской. Рань-

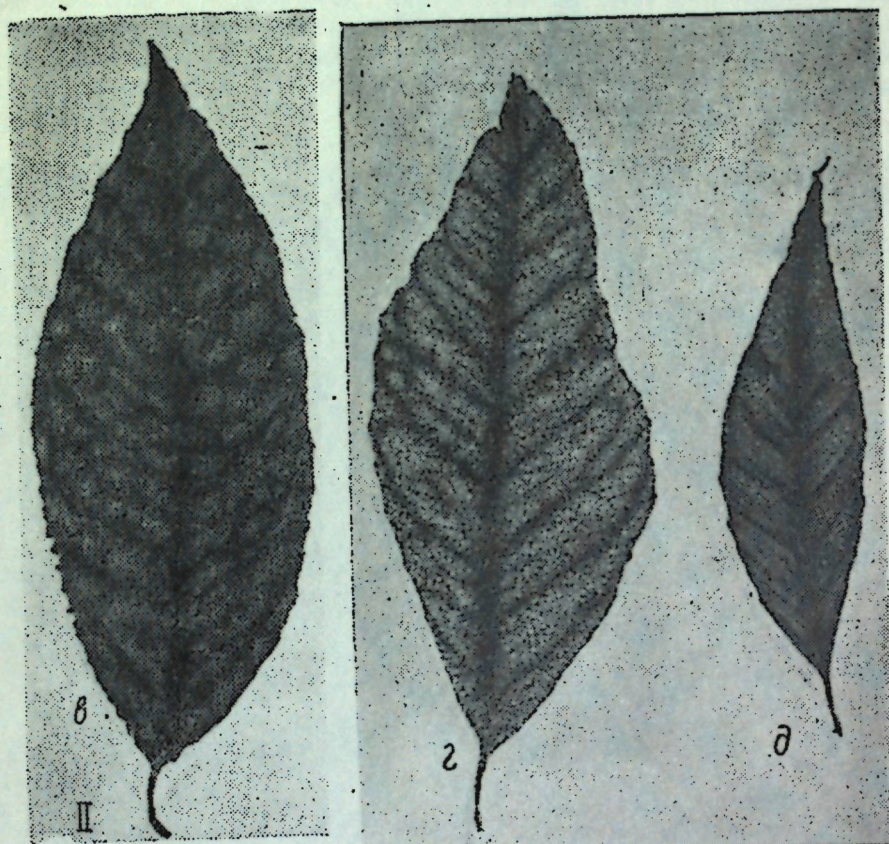


Рис. 16-а. II — вторая ветка, в — весенний прирост, г — летний прирост (1-я ветка), д — летний прирост (2-я ветка).

ше всего опадают листья второго прироста текущего года, а затем и первого прироста. На отдельных ветках опадают все листья, в то время как на других ветках они сохраняются. У веток, не закончивших рост, верхние молодые листочки сильно скручены, а в некоторых случаях имеют явные признаки завядания. Заметная потеря тургора отмечалась иногда также у нормальных по величине, но молодых, еще не огрубевших листьев.

На ветках растений заболевание проявляется, в наиболее резких случаях, в задержке роста. У растений с ранним и сильным проявлением отмеченных симптомов заболевания летний прирост резко ослаблен.

При осмотре корней отмечено, что в случаях резкого проявления хлороза на мочковатых корнях наблюдается некроз в виде почернения кончиков корней и частичного отмирания коры корешков в виде небольших пятен. Отмечены случаи сплошного отмирания коры корешков на участках, находящихся в глинистых гранулах почвы (рис. 19).

Опадание листьев и проявление хлороза, правда, в значительно меньшей степени отмечено также и у растений мандарина, выращиваемых в траншеях.



Рис. 17. Деформированные листья лимона.

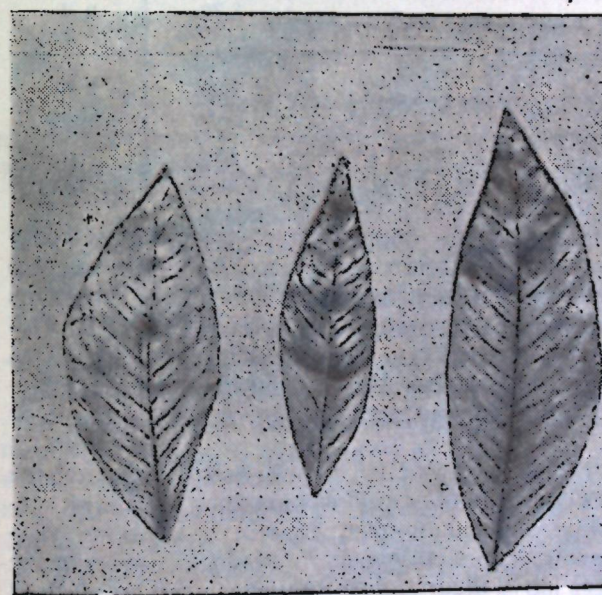


Рис. 18. Некроз верхушек листьев лимона.

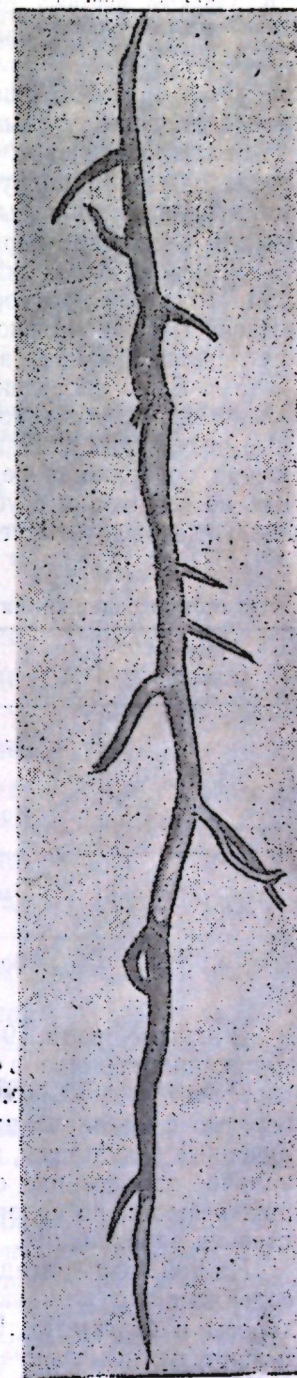


Рис. 19. Повреждение части корня лимона, находящейся в глинистом включении почвы.

6. Характер функционального расстройства у цитрусовых растений с различными признаками проявления заболевания, так же как и в случае заболевания герани, проводилось определение содержания редуцирующих веществ и аскорбиновой кислоты, указывающих на изменение направленности окислительно-восстановительных процессов.

В одном из цитрусовых хозяйств Абхазской АССР в 1942 году на плантации лимона было отмечено явление усыхания кроны деревьев и гибель отдельных деревьев, вызванная неустановленными неблагоприятными условиями произрастания. При проведенном нами в ноябре месяце 1944 года осмотре состояния цитрусовых насаждений совхоза было отмечено функциональное заболевание с его характерными симптомами. Характерные признаки заболевания отмечены также и у апельсиновых деревьев. Было проведено определение содержания редуцирующих веществ в листьях и лубе веток здоровых и больных деревьев лимона. Полученные результаты (таблица 33) позволили отметить наличие резкого повышения содержания редуцирующих веществ у больных растений лимона как на плантации с усыхающими деревьями (№ 7), так и на плантации № 3, где было отмечено проявление заболевания у отдельных деревьев.

Таблица 33

Изменение содержания редуцирующих веществ у больных растений лимона

№№ участков	Состояние растений	КJО ₃	в см ³
		листья	луб
3	Здоровое	2,00 (100)	0,35 (100)
	Больное	3,70 (185)	0,75 (214,3)
7	Здоровое	1,80 (100)	0,40 (100)
	Больное	3,70 (205,5)	1,10 (275,0)

В начале июля 1944 года проведено определение содержания редуцирующих веществ в листьях и лубе веток весеннего прироста одного здорового и двух, имеющих различную степень заболевания, деревьев бергамота на плантации Сухумской опытной станции ВНИИСНДВ. Полученные результаты, приведенные в таблице 34, показали, что функциональное заболевание способствует повышению содержания редуцирующих веществ, по сравнению со здоровыми растениями, в зависимости от степени заболевания.

На той же плантации в начале января 1945 г. проведено определение содержания редуцирующих веществ у больных и здоровых растений меларозы и бергамота. Полученные результаты (таблица 35) также указывают на повышение содержания редуцирующих веществ вследствие функционального заболевания. Но в этом случае отмечен несколько иной характер связи степени изменения содержания редуцирующих веществ в листьях и лубе веток больных растений. При увеличении содержания редуцирующих веществ в лубе веток больных растений, по сравнению со здоровыми, достигающем 122,7—290,9%, в отдельных случаях в листьях не обнаружено изменения (мелароза 1-я пара), или даже отмечено некоторое уменьшение (3-я пара растений меларозы).

Таблица 34

Содержание редуцирующих веществ в листьях и лубе растений бергамота при различной степени функционального заболевания

Состояние растений	Л и с т ь я		Л у б		Примечание
	КJО ₃ в см ³	%	КJО ₃ в см ³	%	
Здоровое	1,83	100	0,71	100	
Слабое заболевание	1,95	106,6	1,05	147,9	5.VII-1944 г.
Сильное заболевание	2,03	110,9	1,44	202,8	

Таблица 35

Изменение содержания редуцирующих веществ в лубе и листьях растений меларозы и бергамота при функциональном заболевании их

Название культуры	Состояние растений	Л и с т ь я		Л у б	
		КJО ₃ в см ³	%	КJО ₃ в см ³	%
Мелароза	Здоровое	2,35	100	0,50	100
	Слабое заболевание	2,35	100	0,65	130
	Здоровое	2,50	100	0,55	100
	Больное	3,20	128	1,60	290,9
	Здоровое	2,40	100	0,45	100
	Больное, усыхание части кроны	1,80	75,0	0,85	188,9
Бергамот	Здоровое	2,45	100	1,10	100
	Больное	2,70	110,2	1,35	122,7
	Здоровое	2,50	100	1,05	100
	Больное	2,55	102,0	1,50	142,9

Сопоставление характера изменения содержания редуцирующих веществ в листьях и лубе веток со степенью проявления заболевания позволяет считать, что с усилением заболевания содержание редуцирующих веществ увеличивается до какого-то предела, после чего постепенно снижается, и незадолго перед отмиранием веток может опускаться ниже уровня, свойственного здоровым растениям. Такой характер изменения содержания редуцирующих веществ в листьях выражен более резко, и момент начала снижения наступает значительно раньше, чем в лубе.

В конце сентября 1945 г. были выделены деревья лимона, апельсина и мандарина, имеющие различную степень проявления функционального заболевания. При проведении определения содержания редуцирующих веществ в листьях и лубе веток летнего прироста отмечено то же явление (таблица 36).

Таблица 36

Содержание редуцирующих веществ в листьях и лубе веток цитрусовых растений при функциональном заболевании

Название культуры	Состояние деревьев	Л и с т ь я		Л у б		Примечание
		KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%	
Лимон	Здоровое дерево . . .	2,00	100	1,45	100	29.IX-1945 г.
	Слабое заболевание . .	2,55	127,5	1,60	110,3	
	Сильное . . .	3,40	170,0	1,90	131,0	
Апельсин	Здоровое дерево . . .	2,40	100	1,75	100	28.IX-1945 г.
	Слабое заболевание . .	2,75	114,6	1,90	108,5	
	Сильное . . .	3,35	139,6	2,40	137,1	
Мандарин	Здоровое дерево . . .	1,75	100	0,85	100	
	Слабое заболевание . .	1,80	102,9	1,20	141,2	
	Сильное . . .	1,75	100,0	1,35	158,8	

Для того, чтобы выяснить изменения количества аскорбиновой кислоты при функциональном заболевании цитрусовых растений, были выделены деревья лимона и апельсина без явных симптомов и с резко выраженными признаками заболевания. В листьях и лубе веток летнего прироста в ноябре месяце проведено определение аскорбиновой кислоты.

Таблица 37

Содержание аскорбиновой кислоты в листьях и лубе больных и здоровых цитрусовых растений (16-17.XI-1945 г.)

Название культуры	Состояние растений	№№ деревьев	Л и с т ь я		Л у б	
			аскорбин. к-та в мг./%	среди.	аскорбин. к-та в мг./%	среди.
Лимон	Здоровые	31	176		120	
		32	206	193	110	112
		33	198	(100)	106	(100)
	Больные	10	251		138	
		3	264	255	167	146
		38	251	(132)	132	(130)
Апельсин	Здоровые	28	141		70	
		29	136	147	84	75
		30	163	(100)	70	(100)
	Больные	16	198		185	
		36	194	191	172	160
		37	180	(130)	123	(213)

Из полученных результатов, представленных в таблице 37, видно, что заболевание растений, вызываемое неблагоприятными условиями произрастания, способствует также повышению содержания аскорбиновой кислоты в листьях и лубе цитрусовых растений. У больных деревьев лимона отмечено увеличение аскорбиновой кислоты в листьях в среднем на 32% и в лубе веток — на 30%. Больные растения апельсина имели увеличение содержания аскорбиновой кислоты в листьях на 30%, а в лубе — на 113% по сравнению с здоровыми растениями.

Выше было указано, что заболевание часто проявляется на отдельных сучьях растений или части кроны. Определение содержания редуцирующих веществ в листьях и лубе годичных веток позволило отметить также характер изменения их окислительно-восстановительного режима вследствие заболевания. Как следует из приведенных в таблице 38 результатов, в ветках части кроны, имеющей явные симптомы функционального заболевания, наблюдается значительно повышенное содержание редуцирующих веществ по сравнению с ветками относительно здоровой части кроны.

Таблица 38

Содержание редуцирующих веществ в листьях и лубе веток частей кроны цитрусовых растений, имеющих различную степень проявления заболевания

Название культуры	Состояние частей кроны	Л и с т ь я		Л у б	
		KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%
Лимон	Здоровая	2,00	100	1,35	100
	Больная	3,55	177,5	1,75	129,6
Апельсин	Здоровая	2,15	100	0,75	100
	Больная	2,35	109,3	1,75	233,3

У отдельных деревьев функциональное заболевание, вызываемое неблагоприятными условиями произрастания, имеет многообразные симптомы. Нередки также случаи, когда на некоторых сучьях одного дерева можно наблюдать явление пестролистности при нормальной величине листьев, на других же — пестролистность с резко выраженной мелколистностью и на третьих — сильное проявление хлороза.

В августе 1946 г. у выделенных деревьев меларозы, имеющих такой характер проявления заболевания, было определено содержание редуцирующих веществ в одинаковых по возрасту листьях, взятых из частей кроны, имеющих различные симптомы заболевания. Полученные результаты показали (таблица 39), что содержание редуцирующих веществ в листьях с проявлением пестролистности, при нормальной величине их, по сравнению с относительно здоровыми листьями повышается на 30,9%, в случае пестролистности в сочетании с мелколистностью — на 80,4%, а при резко выраженном хлорозе — на 201%. Это подтверждает отмеченное явление повышения содержания редуцирующих веществ при функциональном заболевании цитрусовых растений и указывает на последовательность проявления отмеченных симптомов заболевания в процессе его развития.

Для установления наличия изменений в прохождении процессов

углеводного обмена, к началу весеннего роста, у больных и здоровых растений бергамота, мандарина, апельсина и лимона было проведено наблюдение за количеством крахмала в листьях и ветках. С этой целью срезы листьев и веток обрабатывались раствором иода и рассматривались под микроскопом.

Таблица 39
Содержание редуцирующих веществ в листьях меларозы, взятых с веток, имеющих различные симптомы проявления заболевания

Состояние веток	KJО ₃ в см ³	%
Относительно здоровые	0,97	100
Пестролистность, листья нормальной величины	1,27	130,9
Пестролистность, листья мелкие	1,75	180,4
Резко выраженный хлороз листьев	2,92	301,0

Отмечено, что все исследованные больные растения по сравнению со здоровыми растениями к началу весеннего роста как в листьях, так и в ветках содержат резко сниженное количество крахмала. При этом уменьшение количества крахмала у больных растений выражено заметно больше в ветках, чем в листьях. Это указывает на наличие глубокого расстройства углеводного обмена при функциональном заболевании цитрусовых растений, напоминающего по своему характеру нарушение углеводного обмена при заболевании тунговых деревьев.

У больных цитрусовых растений отмечено так же, как и в случае проявления непаразитарной корневой гнили у растений герани, значительное расстройство ростовых процессов. При повышенном содержании редуцирующих веществ в надземных органах (в листьях и лубе веток), характерном для состояния активного роста, у больных деревьев наблюдается сильное ослабление роста побегов.

Таблица 40
Содержание редуцирующих веществ в листьях растений, страдающих хлорозом, в условиях траншейной культуры (Бендерский госплодопитомник)

Возраст веток	Состояние растений	Листья
		KJО ₃ в см ³
Ветки прироста 1949 г.	Здоровые растения	0,07
	Слабое проявление хлороза	0,10
Ветки первого прироста 1950 г.	Здоровые растения	0,08
	Пестролистность	0,60
	Пестролистность	0,77
	Хлороз, сильное проявление	1,04
	Хлороз, сильное проявление	1,58

Выше указывалось, что в условиях траншейной культуры у растений лимона отмечено также проявление хлороза, сопровождаемого гильным опаданием листьев. Проведенное определение содержания редуцирующих веществ в листьях показало, что и в этих случаях имеет место тот же характер их изменения. В таблице 40 приведены результаты определения редуцирующих веществ в листьях растений, имеющих различные симптомы заболевания, выявленные нами в Бендерском госплодопитомнике (пробы для исследования были зафиксированы 2% HCL, определение редуцирующих веществ проводилось на следующий день.)

Из приведенных (таблица 40) результатов следует, что при заболевании растений лимона, в условиях Молдавии, в их листьях также наблюдается резкое увеличение содержания редуцирующих веществ. При этом имеет место отмеченный выше характер увеличения содержания редуцирующих веществ в зависимости от симптомов заболевания. При частичном хлорозе листьев (при пестролистности) содержание редуцирующих веществ повышается значительно меньше, чем при полном хлорозе листьев.

Из рассматриваемых данных следует, что при физиологическом заболевании цитрусовых растений, так же как и при аналогичных заболеваниях растений тунга и герани, наблюдается резкое увеличение содержания редуцирующих веществ, указывающее на изменение окислительно-восстановительного режима надземных органов растения и, как следствие, на нарушение нормального протекания процессов обмена веществ и процессов роста.

Отмеченные симптомы заболевания цитрусовых растений, а также характер функционального расстройства позволили предположить, что в этом явлении, так же как и в случае рассматриваемых заболеваний тунга и герани, основным условием, вызывающим функциональное расстройство, является подавление энергии жизнедеятельности корневой системы растений.

Обследование условий проявления заболевания показало, что оно связано с сильно распыленными слабо-структурными почвами и с тяжелой глинистой подпочвой. В засушливый период на таких почвах корни проникают в подпочву, а в период избыточного или обильного увлажнения в ней создаются крайне неблагоприятные для жизнедеятельности корневой системы анаэробные условия, вызывающие инактивацию или отмирание отдельных ее частей.

При раскопке корней у страдающих физиологическим заболеванием цитрусовых деревьев, как правило, отмечалось отмирание корней, распространенных в тяжелой почве. Нередко наблюдались также случаи отмирания отдельных участков корней, находящихся в глинистых включениях или глыбах тяжелой подпочвы, попавших в гумусный горизонт почвы. Так, например, в 1946 г. при раскопке корневой системы относительно здорового дерева меларозы в саду, расположенном на аллювиальной почве в долине р. Келасури (хозяйство Сухумской опытной станции ВНИИСНДВ), найдено глинистое включение размером 14×9×8 см, пронизанное корнем, имеющим диаметр 2,5—3,0 мм. При освобождении корня, находящегося в этом включении, обнаружен сплошной некроз тканей луба (рис. 20), который распространился и за пределы глинистой гранулы в обе ее стороны.

Эти, и многочисленные подобные результаты других наблюдений, позволили допустить, что у цитрусовых растений, так же как и у тунга и герани, функциональное расстройство связано с недостаточной

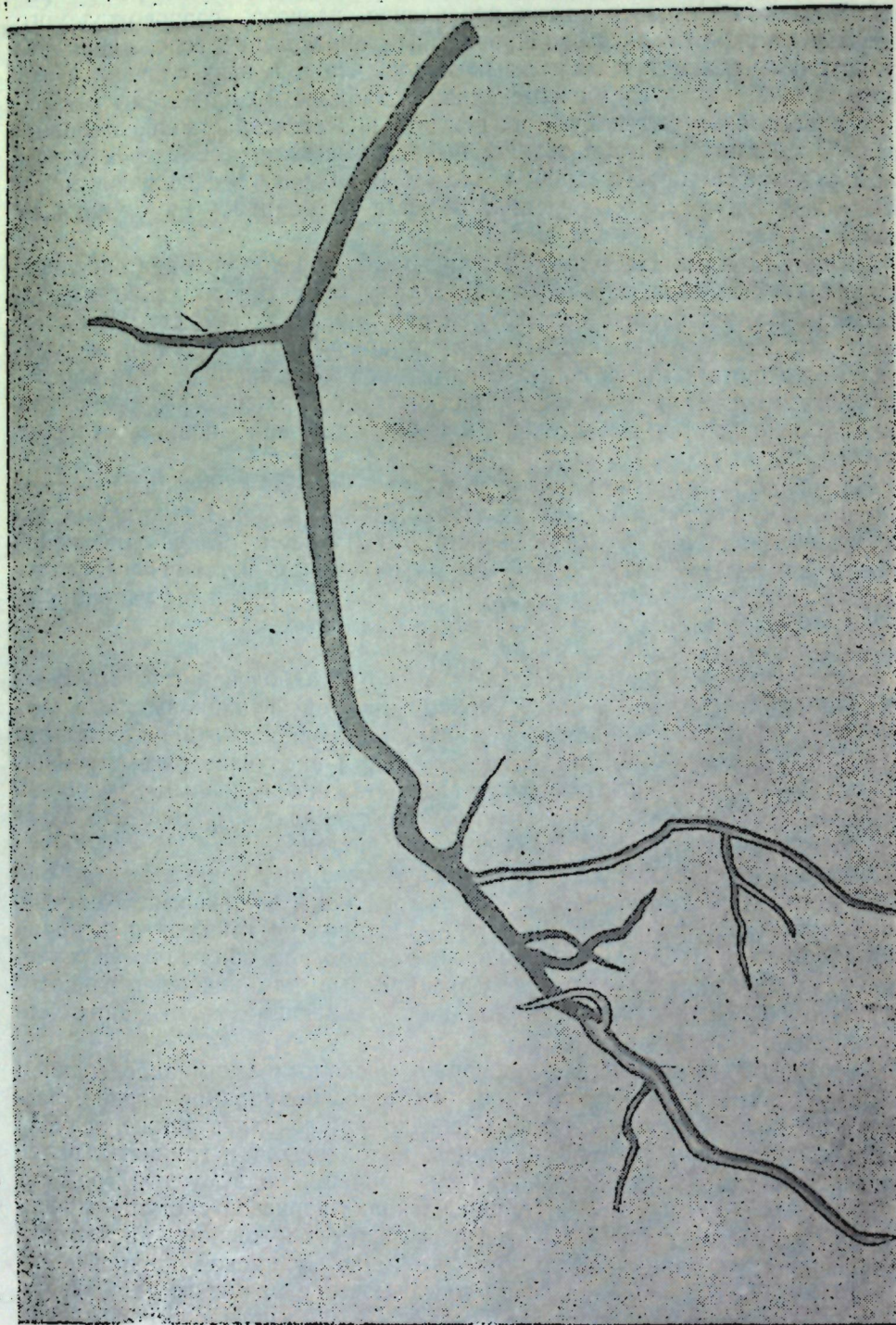


Рис. 20. Повреждение части корня меларозы, находящейся в глинистом включении.

аэрацией корневой системы, инактивирующей ее жизнедеятельность и, вследствие этого, ведущей к недостаточному обеспечению растений элементами минерального питания.

В целях проверки этого предположения в 1946—47 гг. проведены вегетационные опыты с одноклоновыми растениями лимона.

Задачей первого из этих опытов ставилось выяснение симптомов и характера функционального расстройства, вызываемых анаэробными условиями почвы.

С этой целью часть выращиваемых в металлических вегетационных сосудах растений в июле месяце была поставлена в анаэробные условия почвы путем временного ее затопления. Одна группа растений в анаэробных условиях почвы находилась в течение 5 суток, вторая группа — в течение 12 суток. В период затопления почвы растения не обнаружили заметных признаков страдания. Проведенное же определение содержания редуцирующих веществ в листьях и лубе веток позволило отметить значительные изменения.

Полученные результаты, представленные в таблице 41, показали, что анаэробные условия почвы, создаваемые временным ее затоплением, способствовали повышению содержания редуцирующих веществ. Это указывает на то, что инактивация корневой системы кратковременными анаэробными условиями в почве вызывает тот же характер функционального расстройства, который наблюдается при проявлении физиологических заболеваний у цитрусовых растений в условиях плантации. Это подтвердили также характерные внешние признаки страдания растений лимона, проявившиеся позднее в результате временного затопления почвы (хлоротичность, ослабление роста и другие).

Таблица 41

Изменение содержания редуцирующих веществ у растений лимона, вызванное анаэробными условиями почвы

Вариант	Л и с т ь я		Л у б	
	К JO_3 в см ³	%	К JO_3 в см ³	%
Контроль	8,00	100	4,85	100
Затопление почвы 5 суток . . .	8,05	100,6	5,57	114,8
Затопление почвы 12 суток . . .	9,45	118,1	6,63	129,9

Задачей второго опыта ставилось выяснить характер изменения окислительно-восстановительного режима надземных органов при недостаточном азотистом питании. В этом опыте одноклоновые корнесобственные растения лимона весной 1946 г. были высажены в вегетационные сосуды. При набивке сосудов в почву внесены минеральные удобрения. Для одной группы растений внесено полное минеральное удобрение, а для другой — только фосфорнокислосое и калийное.

Летом следующего года недостаточное азотистое питание начало проявляться в виде некоторого ослабления роста и более бледной окраски листьев и луба веток. Средняя длина веток весеннего прироста у растений, получивших полное минеральное удобрение, достигла 15,7 см, а у растений, выращиваемых при недостатке азота — 10,0 см.

Проведенное в конце июля определение редуцирующих веществ показало, что содержание их, вследствие недостатка азота в почве, значительно увеличилось (таблица 42).

Таблица 42

Изменение содержания редуцирующих веществ у растений лимона при недостаточном азотистом питании

Вариант	Л и с т ь я		Л у б	
	KJО ₃ в см ³	%	KJО ₃ в см ³	%
Полное минеральное питание . .	1,65	100	1,07	100
Недостаток азота	2,27	137,5	1,35	126,2

Следовательно, недостаточное азотистое питание у растений лимона вызывало тот же характер изменения окислительно-восстановительного режима надземных органов, как и при инактивации корневой системы растений анаэробными условиями почвы. Это указывает на то, что у растений лимона, как и у герани, неблагоприятные условия питания, в особенности недостаточное азотистое питание, нарушают нормальный окислительно-восстановительный режим надземных органов.

Выше было отмечено, что в Молдавской ССР, при траншейной культуре цитрусовых, также имеет место заболевание растений с характерными симптомами функционального расстройства, вызываемого неблагоприятными условиями почвы.

При выяснении этих условий прежде всего была предпринята попытка установить связь заболевания с высоким содержанием извести в почве. Основанием к этому явились: преобладание карбонатных почв в Молдавии и сравнительно высокая чувствительность цитрусовых растений (в особенности, привитых на трифолиате) к повышенной карбонатности почвы. Кроме того, было проведено определение влажности почвы и особое внимание было обращено на степень уплотнения почвы.

Карбонатность почвы определялась методом Запромзтова.

Полученные результаты, приведенные в таблице 43, показали, что отмеченное заболевание цитрусовых растений в обследованных хозяйствах не является следствием только повышенной карбонатности почвы. Это следует из того, что проявление хлороза и других симптомов функционального заболевания цитрусовых растений было отмечено в траншеях с относительно слабой карбонатностью почвы (траншея № 1 Бендерского госпллодопитомника). В то же время в траншеях с относительно высокой степенью карбонатности почвы растения не обнаруживали признаков заболевания (траншея № 3 Института плодоводства, виноградарства и виноделия Молдавского филиала АН СССР; траншея № 1 Тираспольской опытной станции).

Проявление отмеченного функционального заболевания цитрусовых в условиях траншейной культуры также явилось следствием инактивации корневой системы, вызываемой, главным образом, недостаточной аэрацией почвы.

При обследовании состояния цитрусовых и условий их роста отмечено, что проявлению хлороза сопутствует большая степень плотности почвы, а также (таблица 43) большая влажность ее. Уплотнение почвы в траншеях вызвано прекращением обработки ее со второй половины лета, практикуемым, по существующему мнению, в целях обеспечения большей морозостойкости растений.

Недостаточная структурность почвы, уплотнение ее, вследствие прекращения рыхления, и повышенное увлажнение создали условия недо-

Таблица 43

Карбонатность и влажность почвы в траншеях со здоровыми и страдающими хлорозом цитрусовыми растениями

№№ п/п	Название хозяйства	Состояние растений	Глубина взятия образца почвы	СО ₂ в %	Влаж- ность почвы %
1	Тираспольская опытная станция, Траншея № 2	Больные	0 - 10 20 - 30	3,30 3,51	26,25 21,93
2	Траншея № 1	Здоровые	0 - 10 20 - 30	3,22 2,89	26,10 20,32
3	Бендерский госпллодопитомник, Траншея № 1	Больные	0 - 10 20 - 30	0,42 —	25,81 24,46
4	Траншея № 3	Здоровые	0 - 10 20 - 30	1,25 —	19,73 22,91
5	Институт плодоводства, виноградар- ства и виноделия Молд. филиала АН СССР, Участок № 1	Больные	0 - 10 20 - 30	0,50 0,50	28,93 30,22
6	Участок № 3	Здоровые	0 - 10 20 - 30	2,78 5,92	19,58 19,63

статочной аэрации корневой системы, что и вызвало отмеченное проявление функционального расстройства у растений.

Обострению заболевания, проявляющегося в сильном хлорозе и массовом сбрасывании листьев, очевидно, способствовало неблагоприятное сочетание температурного режима почвы и воздуха в траншеях в осенний и весенний период, а также режим проветривания траншей без учета ослабленной, вследствие указанных причин, активности корневой системы.

Таким образом, проявление функциональных заболеваний у цитрусовых растений также связано с инактивацией корневой системы, обусловленной недостаточной аэрацией почвы, что вызывает нарушение нормального снабжения растений элементами минерального питания и отправление других ее функций. Не исключена также возможность того, что аналогичная реакция растений может иметь место и при угнетении роста корневой системы или ослаблении активности жизнедеятельности ее вследствие других неблагоприятных почвенных условий, как, например, длительное недостаточное водоснабжение в отдельные периоды роста, наличие токсичных веществ в почве, пониженная температура почвы.

4. Преждевременное старение и усыхание плодовых деревьев

У листопадных плодовых деревьев также широко распространены функциональные заболевания, ведущие к преждевременному старению и усыханию. Эти заболевания проявляются в виде резкого ослабления роста, мелколистности, хлороза и различных некротических явлений. Причем причины, вызывающие физиологические заболевания, обычно связываются с неблагоприятными условиями произрастания. Чаще всего проявление этих заболеваний объясняют недостатком или недоступностью отдельных микроэлементов в почве.

Так, например, Денн и Кульвин (*Dunne and Culvin, 1946*) наблюдали в Западной Австралии заболевание яблонь, проявляющееся в виде хлороза, главным образом, в садах на каменистых суглинках, подстилаемых глинами. Эта болезнь устранялась внесением в почву солей марганца, что и позволило авторам считать проявление ее, связанным с дефицитом этого элемента.

Чендлер, Хогланд и Хиббард (*Chandler, Hoagland and Hibbard, 1932*) установили, что внесение солей цинка в почву или опрыскивание листьев солями цинка ведет к выздоравливанию плодовых деревьев, страдающих мелколистностью или розеточной болезнью, проявившейся у ряда плодовых пород в условиях Калифорнии. Характерным признаком этой болезни является появление весной очень мелких листьев. Листья имеют проявление пятнистого хлороза. При сильной степени заболевания деревьев наблюдается отмирание веток. Этой болезнью из листопадных деревьев страдают персик, груша, яблоня, слива, абрикос, миндаль, пекан, грецкий орех.

Суховершинность или летнее усыхание яблонь, как установил Денн (*Dunne, 1938*), является функциональным расстройством, вызываемым недостатком меди в почве. Сильно поврежденные деревья характеризуются замедленным кустистым ростом. На листьях больных деревьев вначале появляются коричневые пятна, затем наблюдается некроз отдельных участков листьев и опадание их. За этим следует увядание и отмирание верхней части побегов.

Это заболевание можно вылечить внесением сульфата в почву или опрыскиванием растений бордосской смесью.

Функциональные заболевания листопадных плодовых деревьев, обуславливающие преждевременное старение и усыхание, имеют место и в наших условиях.

В Молдавской ССР, при большом многообразии почвенно-климатических условий, наблюдаются многочисленные случаи проявления физиологических заболеваний плодовых деревьев — яблонь, груш, айвы, абрикосов, сливы, грецкого ореха и др.

В результате проведенных исследований почв Молдавской ССР, с целью размещения плодовых пород, И. И. Канивец (1951) пришел к заключению, что преждевременное старение, хлороз и усыхание плодовых деревьев являются следствием проявления физиологической сухости почвы и физиологической токсичности.

Физиологическая токсичность имеет место при высоком содержании в почве карбонатов кальция и особенно магния, легко растворимых солей аммиака и закисных форм железа. Физиологическая сухость проявляется на почвах легкого механического состава и неблагоприятного водного режима.

В связи с проводимым комплексным изучением причин усыхания плодовых деревьев нами, совместно с Л. А. Васильевой, в 1950—1951 гг. предпринято выяснение характера функционального расстройства и сим-

птомов физиологических заболеваний, ведущих к преждевременному старению и усыханию плодовых деревьев.

Проведенные наблюдения позволяют отметить, что физиологическое заболевание деревьев (яблонь, груш, слив и др.) проявляется в преждевременном ослаблении роста и урожайности, в хлорозе, а также некрозе листьев и веток. Хлороз обычно начинает проявляться в виде общего пожелтения листьев, или же в виде пятнистости — побледнение и пожелтение участков листовых пластинок между жилками второго порядка. При сильном проявлении хлороза желтеет вся листовая пластинка за исключением жилок (рис. 21). Хлороз листьев чаще проявляется весной,

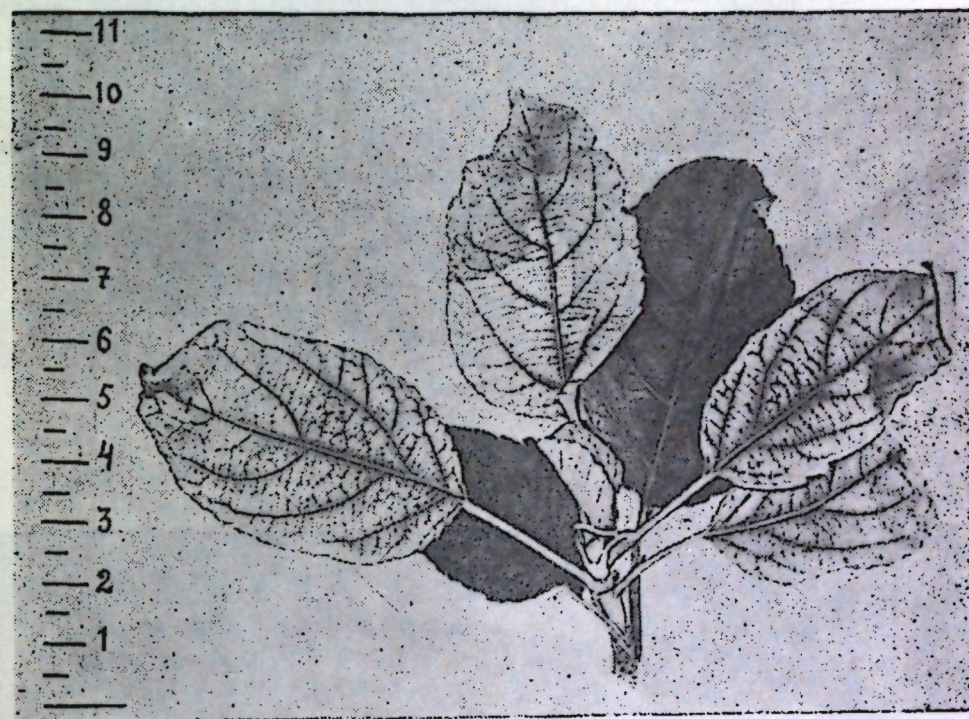


Рис. 21. Хлороз листьев яблонь.

в мае месяце, но иногда также летом и в начале осени. Проявившийся хлороз постепенно усиливается; в некоторых же случаях проявление его уменьшается. Жаркая солнечная погода способствует более резкому проявлению хлороза, но иногда он усиливается после длительных дождей.

Хлороз часто сопровождается резко выраженной мелколистностью (рис. 22) и некрозом листьев и веток. При некрозе листьев отмирание тканей обычно начинается проявляться с краев листовых пластинок и на участках между жилками второго порядка (рис. 23).

Указанный характер проявления некроза листьев отмечен также при отсутствии хлороза у деревьев яблонь, грецкого ореха (рис. 24) груши.

У груши наблюдается явление побурения листовых пластинок, начинающееся с отдельных участков их (рис. 25). Побурение листовых пластинок является результатом отмирания эпидермальных клеток, а затем и паренхимных тканей листа. Некротические явления листьев чаще всего наблюдаются на ветках и частях листовой пластинки, подверженных

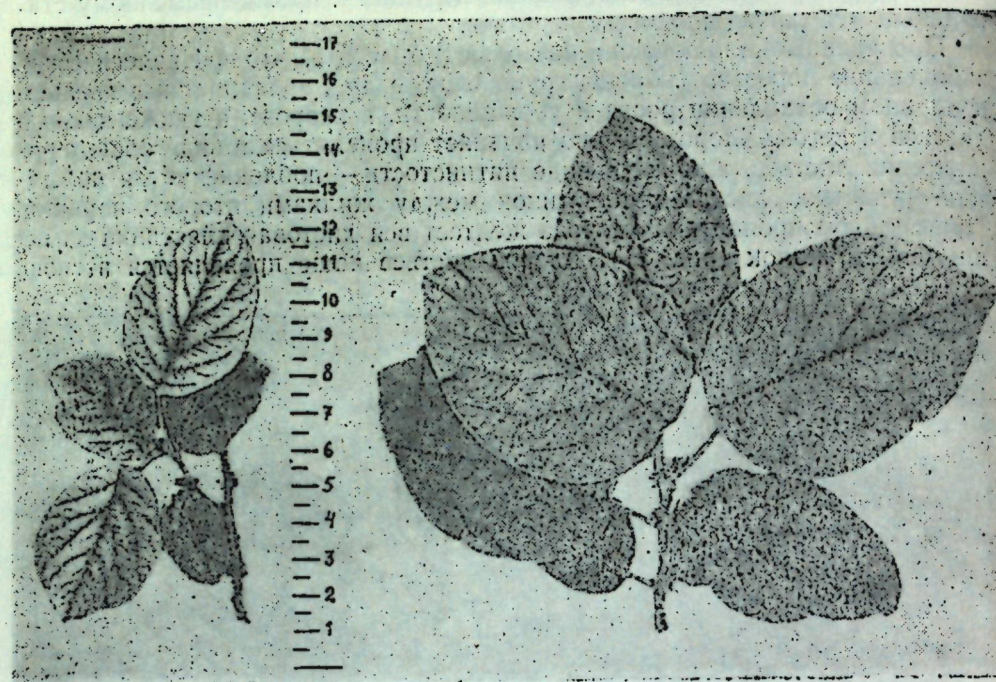


Рис. 22. Хлороз и мелколистность айвы.

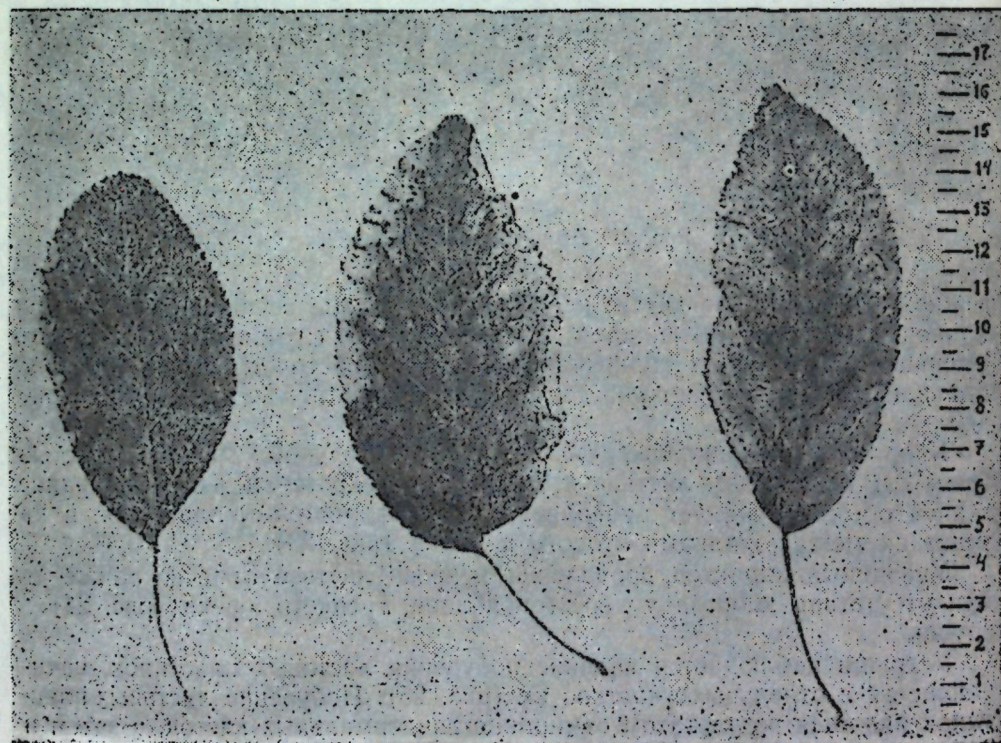


Рис. 23. Некроз листьев яблони.

наиболее сильному прямому солнечному освещению в жаркие часы дня.

При усилении заболевания наблюдается некроз веток периферийной части кроны и усыхание верхушек основных скелетных сучьев. Последнее обуславливает явление суховершинности (рис. 26). Отмирание веток происходит в различное время: в одних случаях они усыхают, не начав весеннего роста, в других случаях усыхают в различное время после начала вегетации.

У больных деревьев, в особенности при проявлении хлороза, наблюдается побледнение окраски коры веток и скелетных сучьев, что особенно резко выражено с южной и юго-восточной стороны в частях, подверженных наиболее сильному действию прямых солнечных лучей.

При сильном проявлении заболевания наблюдается некроз коры штамба и скелетных сучьев, обычно называемый ожогом коры или морозобоинами.

В результате этих повреждений наблюдается усыхание отдельных сучьев кроны дерева в период его вегетации. Так, например, в середине июня месяца 1951 г. в совхозе „Паулешты“ нами было отмечено одностороннее отмирание коры нижней части скелетной ветви яблони. Повреждение коры внешне было едва заметно, ветви не обнаруживали видимых признаков страдания. При повторном же осмотре сада в августе месяца было отмечено усыхание этой ветви.

Как правило, некротические явления осевых органов плодовых деревьев, в особенности яблони и груш, сопровождаются заболеванием черным раком, который в этих условиях представляет собой вторичное явление, усиливающее процесс отмирания деревьев.

Проявление заболевания обычно начинается на отдельных сучьях или части кроны и лишь позднее охватывает все дерево.

При сильном проявлении усыхания периферийной части кроны на скелетных сучьях наблюдается пробуждение покоящихся почек и развитие многочисленных жировых побегов. Эти побеги часто имеют признаки функционального заболевания (хлороз, некроз листьев, мелколистность). В результате этих заболеваний резко снижается продуктивность деревьев и, вследствие прогрессирующего усыхания, наступает преждевременная их гибель.

Для определения характера функционального расстройства прежде всего было проведено выяснение изменения окислительно-восстановительного режима листьев. С этой целью проводилось определение редуцирующей активности их тканей, а также содержания восстановленной формы аскорбиновой кислоты в листьях деревьев, страдающих функциональным заболеванием и произрастающих в различных почвенных условиях.



Рис. 24. Некроз листьев грецкого ореха.

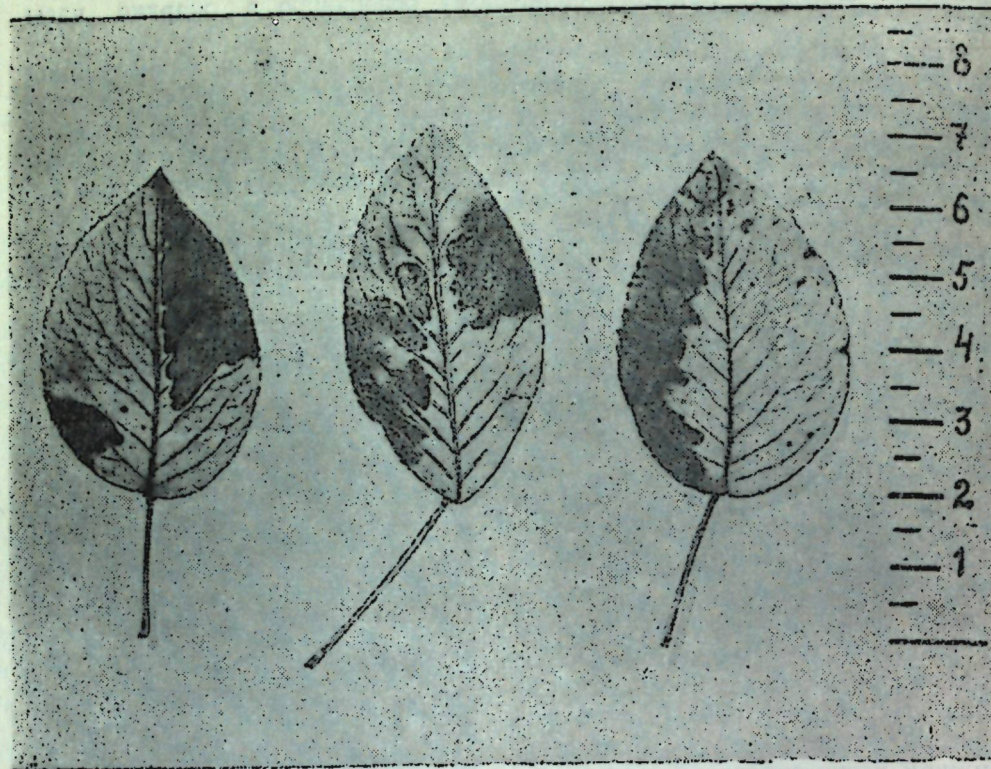


Рис. 25. Некроз листьев груши.



Рис. 26. Суховершинность и усыхание деревьев яблони (совхоз «Паулешты», МССР).

Плодовый сад Института плодоводства и виноградарства Молдавского филиала АН СССР расположен на полого-поклатом склоне на почве, характеризующейся низким содержанием гумуса, малым содержанием подвижной фосфорной кислоты и высоким содержанием карбонатов. В этих условиях яблони сортов «Пепин лондонский» и «Ренет шампанский», привитые на карликовом подвое—дусене, имеют типичные признаки преждевременного старения и усыхания. Осенью 1950 года выделены деревья, имеющие проявление физиологического заболевания на отдельных участках кроны, и проведено определение содержания редуцирующих веществ в листьях больной и относительно здоровой части кроны. Полученные результаты (табл. 44) показали, что у больной части кроны в листьях содержится значительно больше редуцирующих веществ, чем в относительно здоровой части ее.

Таблица 44

Изменение содержания редуцирующих веществ при заболевании деревьев яблони

Сорт и состояние кроны деревьев	Л и с т ь я	
	К ₂ O ₅ в см ³	%
1-е дерево «Пепин лондонский». Здоровая часть кроны	1,85	100
Больная часть кроны (слабое заболевание)	2,18	118
2-е дерево «Ренет шампанский». Здоровая часть кроны .	1,00	100
Больная часть кроны (сильное заболевание)	2,17	207

В 1951 году было проведено изучение характера функционального расстройства у деревьев груши и яблони, имеющих сильное проявление хлороза и усыхания кроны. Сад расположен на пологом склоне у подножья холма. Почва — делювиальная, черноземовидная на погребенных лугово-черноземных почвах. На этих почвах неблагоприятными условиями для произрастания плодовых деревьев является недостаточная аэрация почвы и повышенное содержание аммиака (по данным И. И. Канивца).

Для выяснения изменений физиологических и биохимических процессов у больных деревьев были выделены относительно здоровые деревья и деревья, имеющие различную степень проявления физиологического заболевания. В листьях этих деревьев проведено определение содержания редуцирующих веществ и восстановленной формы аскорбиновой кислоты.

Полученные результаты показали, что у груш сорта «Арданпон» с увеличением степени проявления заболевания содержание редуцирующих веществ повышается более чем в 7 раз по сравнению с относительно здоровыми деревьями, а содержание аскорбиновой кислоты возрастает более чем в 4 раза (таблица 45).

Тот же характер изменения содержания редуцирующих веществ и аскорбиновой кислоты отмечен и у деревьев яблони, имеющих явные признаки физиологического заболевания вследствие указанных неблагоприятных почвенных условий (таблица 46).

В другом саду Института плодоводства, виноградарства и виноделия Молдавского филиала АН СССР, расположенном у основания склона балки также имеются (по данным И. И. Канивца), неблагоприятные

Таблица 45

Содержание редуцирующих веществ и аскорбиновой кислоты в листьях деревьев яблони и груши при различной степени проявления физиологического заболевания

Дата определения	Название сорта	Состояние деревьев	Содержание редуцирующих веществ		Содержание аскорбиновой кислоты	
			KJO ₃ в см ³	%	в мг на 100 г	%
2.VII-1951 г.	Груша „Арданпон“ (привитая на айве)	Здоровые	0,48	100	35,7	100
		Слабое заболевание	1,21	252,1	66,3	185,7
		Ясно выраженный хлороз	1,92	400,0	89,0	249,3
		Усыхающие	3,56	741,7	148,2	415,1
7.VII-1951 г.	Груша „Арданпон“ (на айве)	Здоровые	0,58	100	32,6	100
		Слабое заболевание	1,24	213,8	60,7	186,2
		Ясно выраженный хлороз	2,02	348,3	96,7	296,1
		Усыхающие	3,82	658,7	122,9	377,0

Таблица 46

Содержание редуцирующих веществ и аскорбиновой кислоты в листьях яблони

Дата определения	Название сорта	Состояние деревьев	Содержание редуцирующих веществ		Содержание аскорбиновой кислоты	
			KJO ₃ в см ³	%	мг/100	%
7.VII-1951	„Пармен зимний золотой“	Здоровые	2,90	100	84,5	100
		Больные	6,99	241,0	178,2	210,9

условия, способствующие проявлению усыхания плодовых деревьев. Почвы в этом саду темноцветные, глинистые на мергелистых глинах. Неблагоприятными условиями для произрастания плодовых деревьев на этих почвах являются недостаточная воздухопроницаемость почвы и проявление физиологической токсичности вследствие высокого содержания извести. Деревья страдают ослаблением роста, различной степенью проявления хлороза, мелколистности и некротических явлений. Проведенное определение содержания редуцирующих веществ позволило отметить значительное увеличение содержания их с усилением проявления заболевания. Так, например, у яблони «Пепин лондонский» при усилении заболевания содержание редуцирующих веществ увеличилось до 239% по сравнению со здоровым растением (таблица 47).

Таблица 47

Содержание редуцирующих веществ в листьях яблони при различной степени проявления физиологического заболевания

Название сорта	Состояние деревьев	Л и с т ь я	
		KJO ₃ в см ³	%
Яблоня „Пепин лондонский“	Здоровое	1,86	100
	Слабое заболевание	2,10	112,9
	Резко выраженный хлороз и мелколистность	4,45	39,2

Содержание аскорбиновой кислоты в листьях этих растений также сильно возрастало с усилением проявления заболевания. В то время как в листьях относительно здорового дерева содержалось 85,8 мг/100, в листьях дерева с признаками слабого заболевания содержание ее увеличилось до 130 мг/100. В случае же более сильного проявления заболевания (резко выраженный хлороз) обнаружено 273 мг/100 аскорбиновой кислоты; содержание ее возросло более чем в три раза по сравнению со здоровым растением.

Аналогичный характер изменения окислительно-восстановительного состояния деревьев яблони при их заболевании, вызванном неблагоприятными почвенными условиями, отмечен в совхозах «Паулешты» и «Садово», Каларашского района. Как следует из приведенных в таблице 48

Таблица 48

Содержание редуцирующих веществ в листьях яблони при проявлении физиологического заболевания

Дата определения	Название хозяйства	Название сорта	Состояние деревьев	Редуцирующие вещества		Аскорбиновая кислота	
				KJO ₃ в см ³	%	мг/100	%
8.VIII-1951 г.	Совхоз „Паулешты“, Каларашского района	Яблоня „Кальвиль снежный“	Здоровое	2,85	100	65,7	100
		„Кальвиль снежный“	Больное	3,70	129,3	92,0	140,0
	Совхоз „Садово“	Яблоня „Нестрец“	Здоровое	1,70	100	32,7	100
		„Нестрец“	Больное	7,30	429,4	271,7	830,9

результатов исследования у дерева сорта «Кальвиль снежный», страдающего хлорозом, содержание в листьях редуцирующих веществ и аскорбиновой кислоты, по сравнению со здоровым деревом, значительно увеличилось. Заболевание дерева в этом случае связано с недостаточной аэрацией корневой системы.

У яблони сорта «Нестрец» (совхоз «Садово»), вследствие резко развивающегося заболевания на сильно мергелистой почве, содержание редуцирующих веществ в листьях увеличилось более чем в 4 раза, а содержание аскорбиновой кислоты увеличилось более чем в 8 раз по сравнению со здоровым деревом.

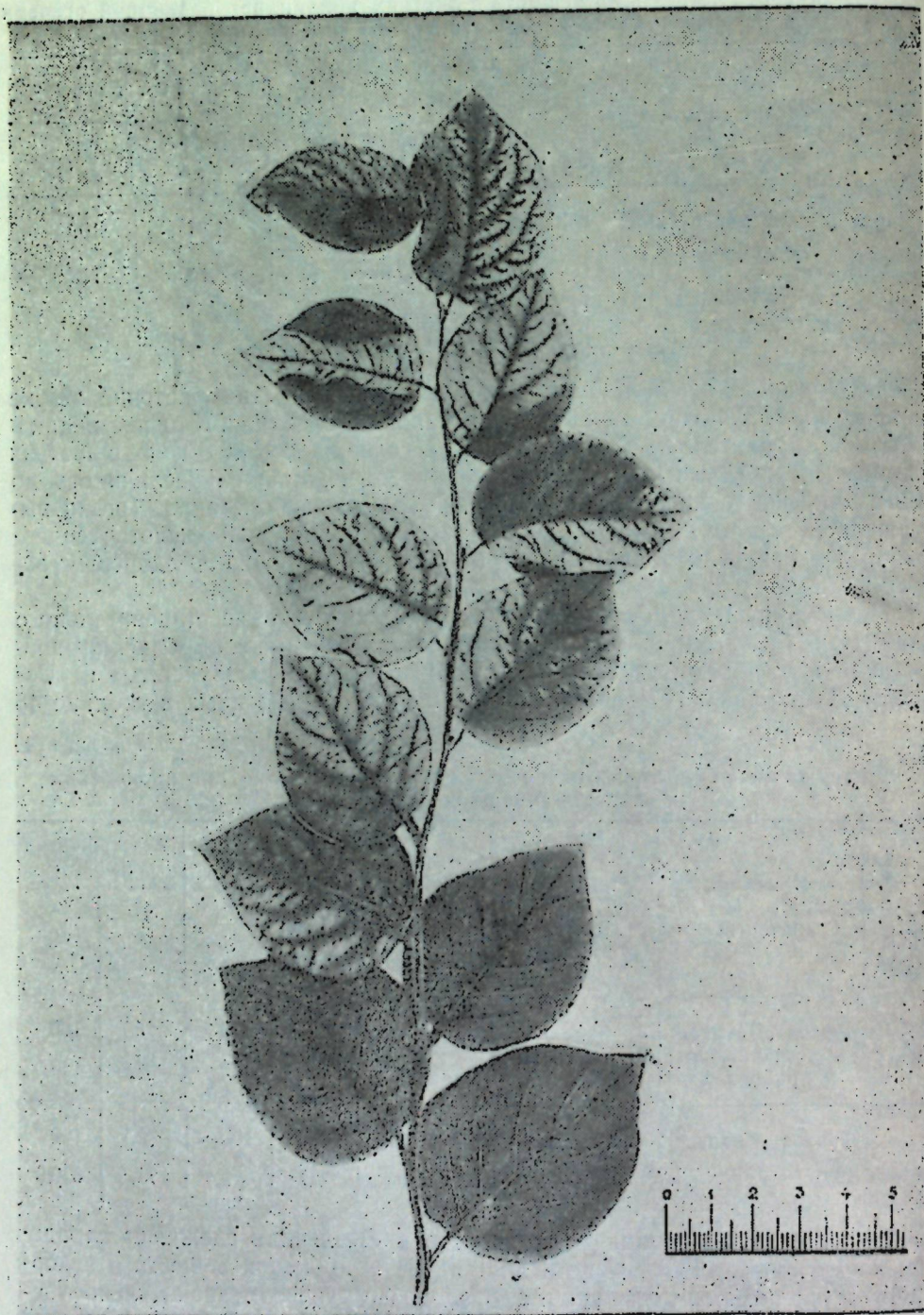


Рис. 27. Хлороз порослевого побега айвы (подвой груши).



Рис. 28. Хлороз порослевого побега алычи (подвой сливы).



Рис. 29. Хлороз порослевого побега парадизки (подвой яблони).

Таким образом, приведенные данные показали, что у листопадных плодовых деревьев при проявлении физиологических заболеваний, вызываемых неблагоприятными почвенными условиями, также наблюдается повышение содержания редуцирующих веществ в листьях, и в частности, повышение восстановленной формы аскорбиновой кислоты (витамин С). Чем резче проявляется степень заболевания, тем сильнее повышается содержание редуцирующих веществ в листьях. Это указывает на то, что и в этом случае физиологическое заболевание проявляется в изменении окислительно-восстановительного режима листьев, что неизбежно ведет к изменению направленности процессов обмена веществ и расстройству ряда физиологических функций.

Следует указать, что отмеченный характер изменения окислительно-восстановительного режима листьев у плодовых деревьев, при их функциональном заболевании, наблюдается независимо от особенностей комплекса неблагоприятных почвенных условий, вызвавших проявление заболевания.

Это позволяет считать, что проявление функциональных заболеваний у листопадных плодовых также связано с инактивацией деятельности корневой системы. В данном случае инактивация корневой системы может быть обусловлена недостаточной аэрацией почвы, содержанием или накоплением в ней токсичных веществ и физиологической сухостью ее, а также недостатком тех или иных элементов минерального питания.

Во всех этих случаях может иметь место усиление проявления функциональных заболеваний вследствие несоответствия подвоя привою или повышенной чувствительности подвоя к неблагоприятным почвенным условиям. Примером последнего могут служить отмеченные нами случаи сильного проявления хлороза у порослевых побегов айвы, алычи и парадизки (рис. 27, 28, 29).

5. Причины проявления функционального расстройства у растений

В рассмотренных случаях физиологических заболеваний, независимо от многообразия их проявления, наблюдается один и тот же характер функционального расстройства. Понижается напряженность кислородного потенциала в надземных органах, изменяется направленность процессов обмена веществ, нарушается ассимиляционная деятельность листьев, возникают нарушения ростовых процессов и появляются различные некрозы листьев, веток и корневой системы.

Отмеченная общность характера функционального расстройства при различных проявлениях непаразитарных заболеваний, связанных с неблагоприятными почвенными условиями, указывает на зависимость этих заболеваний от нарушения нормального взаимодействия корней и листьев в процессе жизнедеятельности растений.

К. А. Тимирязев указывал, что растения можно себе представить в виде такой простой схемы: «Две сильно развитые поверхности, приспособленные для питания в двух разнородных средах, — поверхность корневая и листовая, — и соединяющий их промежуточный орган — стебель. Между этими двумя поверхностями, получающими вещества, одинаково необходимые для жизни каждого элемента, каждой клеточки, должен установиться обмен» (Тимирязев, 1878).

Более глубокое познание явления взаимодействия этих полярно-противоположных органов растения — корня и листа — позволит в большей степени овладеть путями управления растением как в части предупреждения

дения заболеваний, связанных с неблагоприятными условиями роста, так и повышения продуктивности растений. Поэтому нами и предпринято выяснение внутренних причин проявления функционального расстройства, вызываемого инактивацией корневой системы вследствие неблагоприятных условий ее жизнедеятельности. Полученные при этом результаты проведенных исследований дают возможность прийти к заключению о существовании еще не выясненных функций корневой системы, в частности, функции, связанной с регулированием процессов биосинтеза в листьях и осуществлением обмена веществ между корнями и листьями растений.

По существовавшим до недавнего времени представлениям, корень является органом, служащим для укрепления растений в почве и для всасывания из нее воды и элементов минерального питания.

И. В. Мичурин, вскрыв закономерности взаимного влияния подвоя на привой, придавал большое значение влиянию корня подвоя на привой. На основе этих закономерностей И. В. Мичуриным предложен метод ментора, являющийся мощным средством направленного воспитания гибридных сеянцев.

В статье, написанной в 1916 г. «Применение менторов при воспитании сеянцев гибридов», И. В. Мичурин отмечает, что, оказывая сравнительно малое влияние на изменение природы привитого старого установившегося культурного сорта, корни дичка через ствол и ветви старого культурного сорта могут очень резко повлиять на молодой гибридный сеянец, привитый в крону этого культурного сорта.

Исследования последних лет, проведенные рядом других советских ученых, указывают на то, что роль корневой системы в жизни растения многообразна и функции ее еще недостаточно выяснены.

Так, например, Шмук, Смирнов и Ильин (1941) установили, что корни одного вида растений не могут выполнять всех функций другого, хотя и близкого к нему, вида без нарушения свойственных ему биохимических процессов. Проведенным исследованием они показали, что образование никотина связано с наличием собственной корневой системы табака или махорки. Табак, привитый на томате, развивается нормально, не обнаруживая каких-либо внешних изменений.

Корневая система томата вполне обеспечивает потребность табака в воде и питательных веществах для завершения полного цикла его развития, но он не содержит типичного алкалоида табака — никотина. Это указывает на то, что корни одного вида растений не могут выполнять всех функций другого без нарушения свойственных ему биохимических процессов. Следовательно, корень растений, помимо выполнения общих функций, в некоторых случаях может проявлять специфические свойства, сложившиеся и закрепленные в нем в процессе эволюции растений.

Подобные же результаты получены Тушняковой (1945), проводившей изучение образования и поведения алкалоидов при прививках алкалоидных растений — белладонны, дурмана и махорки, — на несодержащие алкалоиды растения — картофель, томат и паслен.

При исследовании прививок, в которых в одних случаях алкалоидные растения служили подвоем, в других — они были привоем, установлено, что если подвой был алкалоидным растением, а привой — безалкалоидным (в естественных условиях), последний содержал алкалоиды подвоя в том же (или почти в том же) количестве, что и подвой. В том же случае, если подвой был безалкалоидным растением, то привой алкалоидных растений к концу вегетации не содержали свойственных им алкалоидов. Так, например, томат или картофель, привитые на дурмане или махорке, в первом случае содержали атропин, во втором — никотин; бел-

ладонна, дурман и махорка, привитые на картофель, томат или черной паслен, не содержали свойственных им алкалоидов. Этим же исследованием установлен аналогичный характер поведения органических кислот — яблочной, аскорбиновой. В случае подвоя с высоким содержанием аскорбиновой кислоты отмечено значительное повышение содержания ее в привое.

Ильин (1948) установил, что привой с измененным синтетическим процессом образования алкалоидов в результате влияния корня другого растения, при укоренении возобновляет биохимические процессы, свойственные данному растению. Образование корней привоем, даже без отделения от подвоя, резко изменяет направление синтетических процессов в образовании алкалоидов. Из этого следует, что собственная корневая система привитого на чужом корне растения резко меняет направление биохимических процессов в сторону, присущую растениям данного вида.

Данилов (1948) выяснял вопрос о том, каким образом и под влиянием каких решающих факторов осуществляется известное явление омоложения нового индивидуума, развивающегося из черенка. На основании проведенных опытов с бальзамическим тополем он пришел к заключению, что при искусственном вегетативном размножении, в связи с образованием новой омоложенной корневой системы, устанавливается иное соотношение между надземными и подземными органами вновь возникающего индивидуума, что и приводит к значительному омоложению последнего по сравнению с побегом, находящимся на материнском растении.

Есаян (1949) установил, что прививка черенков биологически одряхлевших растений винограда на молодые подвой семенных растений приводит к значительному обновлению биологического состояния одряхлевшего привоя под влиянием молодого подвоя. Прививка же черенков биологически одряхлевших растений на такие же биологически одряхлевшие подвой приводит к незначительному изменению биологического состояния прививочных компонентов.

Сабинин (1949), на основании своих исследований и обобщений имеющихся литературных данных, указывает, что корневая система является не только органом, снабжающим растения водой и необходимыми элементами минерального питания, но также и органом, образующим фитогормоны, необходимые для роста прочих частей растения.

Ростовые вещества, образуемые корневыми системами, не принадлежат к группе известных фитогормонов, представителем которых является гетероауксин, а, по видимому, относятся к группе производных нуклеиновых кислот.

Приведенное с достаточной убедительностью указывает на то, что значение корневой системы в жизнедеятельности растений не ограничивается выполнением указанных общих функций, но она также является органом специфического синтеза веществ, обладающих высокой физиологической активностью.

Из этого следует, что вопрос о взаимодействии корневой системы и надземных органов растений имеет большую значимость, в частности, в изучаемом нами явлении, и нуждается в дальнейшей разработке.

Проведенными нами исследованиями физиологических заболеваний у тутового дерева, у герани и цитрусовых растений установлено явление связи окислительно-восстановительных процессов, протекающих в надземных органах, с деятельностью корневой системы.

Это позволяет допускать, что корневая система растений при выполнении своих функций осуществляет регулирование окислительно-восстановительных процессов, протекающих в листьях, а, следовательно, регулирование деятельности ферментов, направленности и энергии процессов биосинтеза в листьях и процессов обмена веществ.

В целях подтверждения высказанного предположения о зависимости окислительно-восстановительного режима надземных органов растения от деятельности корневой системы, проведено выяснение характера изменения содержания редуцирующих веществ в надземных органах в зависимости от условий взаимодействия с корневой системой.

Таблица 49

Градиент содержания редуцирующих веществ у 2-летнего порослевого побега бергамота

Анализируемые части растения	Листья		Луб	
	KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%
Верхушки. Зона поступательного роста . .	8,10	100	5,67	100
Нижележащий участок. Зона вторичного роста	7,65	87	4,32	76
Средняя часть побега	2,60	32	1,07	19
Основание побега	—	—	0,85	15
Корень	—	—	0,10	1,8

В таблице 49 представлены результаты определения содержания редуцирующих веществ в различных частях двухлетнего порослевого побега бергамота (*C. bergamia*).

Из таблицы следует, что наибольшее количество редуцирующих веществ содержится в листьях верхушки побега и наименьшее — в лубе корней. Как в листьях, так и в лубе побега с приближением к основанию его, содержание редуцирующих веществ резко уменьшается.

Таблица 50

Содержание редуцирующих веществ в различных частях растения герани

Название частей растения	KJO ₃ в см ³	%
Листовые пластинки . .	1,34	100
Черешки листьев . . .	0,45	33,7
Луб верхней части веток	0,50	37,3
Древесина верхней части веток	0,25	18,7
Луб нижней части веток	0,22	16,4
Древесина нижней части веток	0,20	14,9

У растений герани, как следует из таблицы 50, отмечен тот же характер изменения содержания редуцирующих веществ — уменьшение от верхушки веток к их основанию.

Приведенные данные указывают на полярность распределения редуцирующих веществ в растениях; наибольшее содержание их имеет место

в листьях и наименьшее — в корнях. В осевых органах надземной части растения с приближением к корню количество редуцирующих веществ постепенно уменьшается.

Образование редуцирующих веществ в растении происходит в листьях, а также других, содержащих хлорофилл, органах, и связано, очевидно, с процессами фотосинтеза. На это указывает наличие значительных изменений содержания редуцирующих веществ от условий освещения. Так, например, проведенный опыт с экранированием половинок листьев (экранами из папиросной бумаги) у растений бергамота показал, что ослабление освещения с 3.VIII по 18.VIII вызвало снижение содержания редуцирующих веществ на 30%. Ранее нами указывалось также на значительное уменьшение количества восстановленного глутатиона в листьях и лубе веток цитрусовых растений в результате ослабления интенсивности освещения и изменения длины фотопериода (Иванов 1939, 1940).

Отмеченный градиент изменения содержания редуцирующих веществ в растении может быть обусловлен не только спецификой взаимодействия надземных органов растения с корневой системой, но, как отмечено ранее (Иванов 1939), и возрастными различиями исследуемых частей растения. Поэтому, чтобы исключить влияние последнего, было проведено определение редуцирующих веществ в одновозрастных частях растения, находящихся в различных условиях взаимодействия с корневой системой.

Таблица 51

Содержание редуцирующих веществ в порослевых ветках и ветках верхней части кроны меларозы.

Название веток	Листья		Луб	
	KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%
1. Ветки верхней части кроны	2,60	100	0,70	100
2. Порослевые ветки	2,35	90,4	0,52	74,3

В таблице 51 представлены результаты определения редуцирующих веществ, проведенного 19 июля в одновозрастных ветках весеннего прироста растений меларозы. В одном случае ветки взяты с высших порядков ветвления 9-летнего дерева меларозы, в другом — порослевые побеги дерева, растущего в тех же условиях, но спиленного в апреле месяце того же года в целях прореживания насаждения. В обоих случаях были взяты ветки с одинаковым числом листьев и одновременно заканчивавшие рост.

Отмечено, что порослевые ветки содержат заметно сниженное количество редуцирующих веществ по сравнению с ветками высокого порядка ветвления.

С той же целью в конце июня месяца (1946 года) проведено определение содержания редуцирующих веществ в ветках мандарина Уншну. Для исследования были взяты одновозрастные ветки весеннего прироста, имеющие различный порядок ветвления: 3, 6, 9 и 11.

Полученные результаты (таблица 52) показали, что с увеличением порядка ветвления, а следовательно, с ослаблением степени взаимосвязи с корневой системой, количество редуцирующих веществ в одновозрастных ветках значительно возрастает.

Таблица 52

Содержание редуцирующих веществ в ветках весеннего прироста различных порядков ветвления (мандарин Уншиу)

Порядок ветвления	Листья		Луб	
	КЮ ₃ в см ³	%	КЮ ₃ в см ³	%
Ветки 11-го порядка ветвления	1,52	233,8	0,70	140
9-го	0,95	126,7	0,66	132
6-го	0,75	115,4	0,55	110
3-го	0,65	100,0	0,50	100

Еще более убедительные данные, указывающие на зависимость окислительно-восстановительного режима надземных органов растений от деятельности корневой системы, получены при определении градиента редуцирующих веществ у здоровых растений и растений, страдающих функциональным заболеванием вследствие неблагоприятных почвенных условий. Определение содержания редуцирующих веществ в лубе веток различных порядков ветвления растений бергамота показало, что у больных растений, с увеличением порядка ветвления, содержание редуцирующих веществ в лубе возрастает в значительно большей степени, чем у здоровых растений. Так, например, при одинаковом содержании редуцирующих веществ в лубе корней и веток первого порядка ветвления количество их по сравнению со здоровым деревом возросло в ветках 3-го порядка ветвления на 50%; в ветках 5-го порядка ветвления — на 100%, 7-го порядка — на 260%, а ветках 9-го порядка ветвления — на 292,5%, то есть почти в три раза (таблица 53).

Таблица 53

Содержание редуцирующих веществ в лубе корней и веток различных порядков ветвления у здорового и больного деревьев бергамота

Название исследуемых частей растения	КЮ ₃ в см ³		
	здоровое дерево	больное дерево	больное в % к здоровому
Луб веток 9-го порядка ветвления	0,40	1,57	392,5
7	0,25	0,90	360,0
5	0,10	0,20	200,0
3	0,10	0,15	150,0
1	0,10	0,10	100,0
Луб корней	0,10	0,10	100,0

В целях установления градиента редуцирующих веществ в лубе и древесинной части осевых органов здоровых и больных непаразитарной корневой гнилью растений герани проведено определение редуцирующей активности тканей, взятых с верхней части веток, средней части скелетных веток куста, нижней части стебля и корней.

Таблица 54

Градиент содержания редуцирующих веществ в осевых органах здорового и больного растений герани

Название исследуемых частей растения	КЮ ₃ в см ³					
	здоровые растения		больные растения		в % к здоровому	
	луб	древесина	луб	древесина	луб	древесина
Верхушка	0,25	0,15	0,70	0,85	280,0	566,7
Средняя часть	0,15	0,10	0,25	0,17	166,7	170,0
Нижняя часть	0,12	0,10	0,15	0,15	120,0	150,0
Корень	0,05	0,05	0,05	0,05	0	0

Полученные результаты, представленные в таблице 54, показали, что у больных растений содержание редуцирующих веществ, как в лубе, так и в древесине, по мере удаления от корня, возрастает значительно больше, чем у здоровых растений. При равном незначительном содержании или полном отсутствии редуцирующих веществ в корнях, количество их в надземных органах, с удалением от корня к верхушке, у больных растений возрастает значительно больше, чем у здоровых. Причем, в древесине наблюдается более резкое повышение содержания редуцирующих веществ, чем в лубе.

Из приведенных результатов следует, что листья растений резко отличаются от корней по напряженности окислительно-восстановительного потенциала. Листья, как указывает высокое содержание в них редуцирующих веществ, имеют низкое напряжение кислородного потенциала, корни же, наоборот, отличаются очень высоким напряжением его.

Окислительно-восстановительный потенциал листьев связан с происходящим в процессе фотосинтеза образованием и накоплением в них восстановленных форм ряда окислительно-восстановительных систем, присущих растениям. С усилением активности деятельности листа напряженность кислородного потенциала уменьшается. На это указывает уменьшение содержания редуцирующих веществ в листьях вследствие ослабления интенсивности прямого солнечного освещения.

Проведенное в августе месяце притенение листьев бергамота (методом половинок листа) экранами из тонкой бумаги, в течение 15 дней, способствовало значительному уменьшению содержания редуцирующих веществ. При этом отмечено, что у здоровых растений снижение содержания редуцирующих веществ в результате притенения листьев выражено значительно резче, чем у больных деревьев: у здоровых деревьев — на 30,8%, а у больных — только на 18,9% (таблица 55).

Таблица 55

Изменение содержания редуцирующих веществ в листьях больных и здоровых растений при ослаблении прямого солнечного освещения

Состояние растений	КЮ ₃ в см ³		В % к контролю
	контрольные половинки листьев	затененные половинки листьев	
Здоровые растения	1,30	0,90	69,2
Больные растения	2,12	1,72	81,1

Это указывает на то, что напряженность кислородного потенциала листьев уменьшается с усилением интенсивности прямого солнечного освещения. При этом наиболее сильное снижение напряжения кислородного потенциала наблюдается у больных растений с ослабленной деятельностью корневой системы.

Продолжительность дневного освещения также оказывает влияние на окислительно-восстановительный режим листьев. С увеличением длины дня напряженность кислородного потенциала листьев уменьшается. Это подтверждается результатами определения содержания редуцирующих веществ в листьях сеянцев бергамота, выращиваемых в условиях различной длины дня в период от 2.VII до 10.X (таблица 56).

Таблица 56

Влияние длины дня на содержание редуцирующих веществ у растений бергамота

Продолжительность дня	Л и с т ь я		Л у б	
	KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%
Контроль	3,60	100	1,20	100
10 часов	3,52	97,8	0,92	76,7
8 часов	2,80	77,8	0,85	70,8
6 часов	2,45	68,1	0,72	60,0

С деятельностью листьев связано также изменение окислительно-восстановительного режима осевых органов растений, на что указывает уменьшение содержания редуцирующих веществ в лубе веток при удалении с них части листьев (таблица 57).

Таблица 57

Влияние удаления части листьев на изменение содержания редуцирующих веществ в ветках мандарина (удалены листья 29.V; редуцирующие вещества определены 21.VII).

В а р и а н т		KJO ₃ в см ³	
		луб веток	листья
Контроль	Верхняя половина веток	0,90	2,32
	Нижняя половина веток	0,80	1,80
Удалены листья верхней половины ветки	Верхняя половина веток	0,40	—
	Нижняя половина веток	0,50	1,55
Удалены листья нижней половины веток	Верхняя половина	0,65	1,80
	Нижняя половина	0,62	—

Изменение окислительно-восстановительного состояния осевых органов растения в зависимости от длины дня и интенсивности освещения

подтверждается также результатами вегетационного опыта, проведенного с растениями герани, представленными в таблице 58.

Очевидно, процессы жизнедеятельности листа нормально могут протекать в пределах какого-то оптимального интервала напряжения окислительно-восстановительного потенциала. Но условия и характер процессов жизнедеятельности листа способствуют снижению напряженности

Таблица 58

Влияние длины дня на содержание редуцирующих веществ у растений герани

Условия освещения	В лубе веток	
	KJO ₃ в см ³	%
Естественное освещение	0,22	100
Ослабленное освещение	0,15	68
Короткий 9-часовой день	0,10	45

кислородного потенциала. Удержание же его на уровне, свойственном нормальной жизнедеятельности растения, обеспечивается в результате взаимодействия листа и корня, посредством обмена продуктами жизнедеятельности этих ассимилирующих, полярно-противоположных по своим функциям органов растения.

Поступающие из корня вещества, ассимилируемые из почвы или же продуцируемые в процессе обмена веществ в корне, повидимому, способствуют повышению напряжения кислородного потенциала листьев и удержанию его на уровне, обеспечивающем их нормальную жизнедеятельность. В результате постоянного взаимодействия листьев и корней, в процессе их функциональной деятельности, очевидно, и имеет место отмеченный градиент редуцирующих веществ в растении, указывающий на повышение кислородного потенциала в надземных органах в направлении от листа к корню.

Инактивация деятельности корневой системы вызывает уменьшение напряжения кислородного потенциала в листьях, и, соответственно, в осевых органах растения. Следствием этого является нарушение нормального хода процесса обмена веществ и проявление функционального расстройства, ведущего к угнетению растений и преждевременной их гибели.

Затруднение передвижения веществ из корня в листья при нормальных условиях жизнедеятельности корневой системы вызывает тот же характер изменения окислительно-восстановительного режима надземных органов, что наблюдается при инактивации деятельности корневой системы. На это указывает ряд проведенных опытов по выяснению характера изменения содержания редуцирующих веществ при искусственном нарушении связи между листьями и корнями путем надрезания луба.

Так, например, весной, перед началом пробуждения почек у растения апельсина, было проведено кольцевание части веток годичного прироста прошлого года. К каждой кольцеванной ветке была выделена однородная ветвь в качестве контроля. Пробуждение почек и рост весенних побегов проходили одинаково у кольцеванных и контрольных веток. После окончания роста весенних побегов, в середине июня месяца, в них было проведено определение содержания редуцирующих веществ. В побегах ре-

сенного прироста, развившихся на кольцованных ветках, при этом было отмечено, по сравнению с контрольными ветками, значительно большее содержание редуцирующих веществ (таблица 59).

Таблица 59

Влияние кольцевания веток апельсина на изменение содержания редуцирующих веществ

Вариант	Л и с т ь я		Л у б	
	KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%
Контрольные ветки	1,65	100	1,43	100
Кольцованные ветки	3,02	183,0	2,44	170,6

Еще более резко выраженная картина изменения содержания редуцирующей активности тканей растения, в результате искусственного затруднения обмена между листьями и корнями, отмечена в опытах с кольцеванием штамба сеянцев бергамота. Например, у двухлетних растений бергамота 27 сентября был сделан кольцевой надрез коры в средней части штамбиков.

В целях предотвращения быстрого срастания кольцевание проводилось с удалением коры шириною около 5 мм. В качестве контроля были выделены одинаковые по развитию растения. Через месяц после кольцевания растений было проведено определение содержания редуцирующих веществ в листьях, в лубе веток и в лубе штамба выше и ниже кольцевого надреза, а у контрольных растений — в верхней и нижней половине штамба.

В таблице 60 приведены результаты определения редуцирующих веществ у двух пар растений.

Таблица 60

Изменение содержания редуцирующих веществ в растениях бергамота при кольцевании штамба

Название исследуемых частей растения	Первая пара растений				Вторая пара растений			
	контроль		кольцевание		контроль		кольцевание	
	KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%
Листья	3,47	187,5	5,12	326,1	3,12	189,2	3,85	291,7
Луб веток	2,20	118,9	3,02	192,4	2,12	128,5	2,40	181,8
Луб штамба выше кольца	2,10	113,5	2,37	151,0	1,72	104,2	2,02	153,0
Луб штамба ниже кольца	1,85	100	1,57	100	1,65	100	1,32	100

Из приведенных данных следует, что в результате кольцевания штамба содержание редуцирующих веществ в лубе нижней части заметно уменьшается по сравнению с контрольными растениями, в лубе же верхней части штамба, в лубе веток и особенно в листьях содержание редуцирующих веществ, в результате кольцевания, резко увеличивается.

Такой же характер изменения содержания редуцирующих веществ в лубе отмечен и при полукольцевом надрезе на штамбе растений бергамота.

Таблица 61

Изменение содержания редуцирующих веществ в участках луба, прилегающих к полукольцевому надрезу на штамбе бергамота

Место взятия проб	KJO ₃ в см ³	
	%	
Ниже надреза—противоположн. надрезу	1,65	100
под надрезом	1,45	87,0
Выше надреза—противоположн. надрезу	1,70	103,0
над надрезом	1,85	112,1

В приведенной таблице 61 представлены результаты определения редуцирующих веществ в десятисантиметровых полосах луба, взятых ниже и выше надреза, и соответствующих им участков луба с противоположной надрезу стороны штамба. Кроме подтверждения отмеченной выше закономерности приведенные данные указывают на передвижение веществ, способствующих изменению напряженности кислородного потенциала листьев преимущественно в направлении параллельно оси скелетных надземных органов.

Затруднение обмена веществ между листьями и корнем вследствие отдаленности ветки от корня, как уже было отмечено, способствует уменьшению напряженности кислородного потенциала листьев, на что указывает увеличение в нем содержания редуцирующих веществ.

Такой же эффект вызывает затруднение обмена веществ между листьями и корнями вследствие морфологических особенностей осевых органов надземной части растения. В местах ветвления по лубу внутренней части развилки передвижение веществ имеет большее сопротивление, чем по лубу внешней части веток в месте развилин. Определение редуцирующих веществ в полосках луба (длиной от 5 до 7 см), взятых с внутренней и внешней стороны веток в развилинах, позволило отметить предположенные различия (таблица 62).

Таблица 62

Содержание редуцирующих веществ в лубе развилин деревьев бергамота

Возраст веток	Место взятия луба в развилке	KJO ₃ в см ³	
		%	
Однолетние ветки	Внутренняя сторона	0,52	140,5
	Внешняя сторона	0,37	100
Двухлетние ветки	Внутренняя сторона	0,28	140,0
	Внешняя сторона	0,20	100

В листьях, в различных участках листовой пластинки в зависимости от степени обеспеченности поступающими из корней веществами, содержание редуцирующих веществ заметно различается. Проведенное определение редуцирующих веществ в листьях апельсина показало, что содержание их заметно выше в участках листовой пластинки, наиболее удаленных от жилок второго порядка, по сравнению с участками, прилегающими непосредственно к жилкам. Кроме того, установлено, что степень различия содержания редуцирующих веществ в тканях листовой пластинки и тканях, прилегающих к ним, находится в зависимости от деятельности корневой системы.

Таблица 63
Содержание редуцирующих веществ в различных частях листовой пластинки у больных и здоровых растений апельсина

Состояние деревьев	Участки листа, прилегающие к жилкам 2-го порядка		Участки листа между жилками 2-го порядка	
	KJO ₃ в см ³	%	KJO ₃ в см ³	%
Здоровые	1,05	100	1,12	106,7
Проявление пестролистности . .	1,95	100	2,25	115,4
Резко выраженный хлороз . . .	1,80	100	1,80	100

В таблице 63 приведены результаты определения редуцирующих веществ в тканях листовой пластинки, в различной степени отдаленных от жилок 2-го порядка. Для этих определений были взяты однородные листья со здорового апельсинового дерева: с дерева, имеющего характерное проявление пестролистности, и с дерева с резко выраженным проявлением хлороза.

Приведенные результаты показывают, что у здорового растения в тканях листовой пластинки, наиболее удаленных от жилок 2-го порядка, редуцирующих веществ содержится на 6,7% больше, чем в тканях, прилегающих к жилкам. У дерева, страдающего пестролистностью, при сильно повышенном содержании в листьях редуцирующих веществ (на 85,7—101%), в отдаленных от жилок участках количество их повышается на 15,4% по сравнению с прилегающими к жилкам участками листовой пластинки.

В случае резко выраженного хлороза вследствие сильной инактивации деятельности корневой системы и ослабления взаимодействия ее с листьями различия в содержании редуцирующих веществ, в зависимости от степени отдаленности от жилок, не отмечены. Общая же редуцирующая активность листьев по сравнению со здоровыми очень высокая, но несколько ниже, чем в случае проявления пестролистности. Это еще раз подтверждает то, что пестролистность является ранней стадией хлороза в процессе развития физиологического заболевания, вызываемого неблагоприятными условиями жизнедеятельности корневой системы.

Опыты по искусственному затруднению связи отдельных участков листа с корневой системой подтверждают отмеченную роль последней в регулировании окислительно-восстановительного режима листьев.

Затруднение связи с корневой системой отдельных частей листовых пластинок достигалось надрезанием центральной жилки листа в средней части листовой пластинки. Определение редуцирующих веществ проводилось в нижней и верхней частях листовой пластинки, разделяемых вдоль жилок 2-го порядка от места надреза жилки. Контролем служили первые соседние листья.

Таблица 64
Влияние надрезания жилки листа на изменение содержания редуцирующих веществ у больных и здоровых растений бергамота

Состояние деревьев	Вариант	Нижняя часть	Верхняя часть	
		KJO ₃ в см ³	KJO ₃ в см ³	В % к нижней
Здоровое	Летний прирост; надрезание жилок	2,20	4,50	205,0
	Контроль	3,60	4,10	114,0
	Весенний прирост; надрезание жилок	0,75	0,95	126,7
	Контроль	0,95	1,02	107,3
Больное	Весенний прирост; надрезание жилок	2,50	2,60	104,0
	Контроль	2,45	2,50	102,0

Из приведенных в таблице 64 результатов опыта, проведенного с деревьями бергамота, следует, что в верхней половине листа больше редуцирующих веществ, чем в нижней половине. Причем различия в содержании редуцирующих веществ тем больше, чем активнее идут процессы роста и чем больше их содержание в листьях. В закончивших рост листьях весеннего прироста количество редуцирующих веществ содержится почти в четыре раза меньше, чем в продолжающих рост листьях летнего прироста. Соответственно этому в листьях весеннего прироста в верхних половинках листовых пластинок содержание редуцирующих веществ выше на 7,3%, чем в нижних половинках листовых пластинок; в листьях же летнего прироста — на 14%. Надрезание жилки у этих групп листьев, через 5 дней после проведения этой операции, вызвало резкое увеличение количества редуцирующих веществ в верхних половинках листьев. В весенних, закончивших рост, листьях количество редуцирующих веществ увеличилось на 26,7%, а в летних листьях, продолжающих рост и содержащих большое количество редуцирующих веществ — на 105%.

У больных деревьев в листьях весеннего прироста содержание редуцирующих веществ, по сравнению с одновозрастными листьями здоровых деревьев, сильно возросло (на 152,6%). Различия же в содержании их в верхней и нижней половинах незначительно; превышение первой над второй только на 2%, в то время как у здорового растения оно достигло 7,3%. Надрезание жилок листьев больных деревьев способствовало незначительному увеличению содержания редуцирующих веществ в верхних половинках листьев — только на 2%. В то же время у здоровых деревьев содержание редуцирующих веществ в верхних половинках листьев, в результате надрезания жилок, возросло на 19,4%.

Увеличение превышения содержания редуцирующих веществ в верхней половине листа над нижней, в результате надрезания центральной жилки листа, обусловлено, с одной стороны, уменьшением их содержания ниже надреза жилки и увеличением — выше надреза.

Определением степени изменения содержания редуцирующих веществ при надрезании центральной жилки листьев у больных и здоровых рас-

тений лимона, апельсина и мандарина Уншу позволило отметить то же явление (таблица 65).

Таблица 65

Изменение содержания редуцирующих веществ при надрезании центральной жилки листа у больных и здоровых деревьев лимона, апельсина и мандарина

Название культуры	Состояние деревьев	Состояние листьев	KJО ₃ в см ³			Примечание
			нижняя часть листа	верхн. часть листа	в %	
Лимон	Здоровое	Надрезана жилка	1,45	1,85	127,6	Надрезана жилка 1.VIII
		Контроль	1,62	1,70	104,9	
	Больное	Надрезана жилка	2,42	2,52	104,1	Определение редуцирующих веществ 20.VIII
		Контроль	2,42	2,50	103,3	
Апельсин	Здоровое	Надрезана жилка	1,02	1,82	178,4	
		Контроль	1,65	1,75	106,1	
	Больное	Надрезана жилка	2,67	2,80	104,9	
		Контроль	2,62	2,70	103,1	
Мандарин Уншу	Здоровое	Надрезана жилка	0,72	0,90	125,0	
		Контроль	0,75	0,80	106,7	
	Больное	Надрезана жилка	2,50	2,52	108,8	
		Контроль	2,12	2,25	106,1	

В таблице 66 приведены результаты определения изменения содержания редуцирующих веществ в результате надрезания центральной жилки листьев у растений меларозы, имеющих различные проявления физиологического заболевания — пестролистность и хлороз. Приведенные результаты показали, что с усилением проявления физиологического заболевания, вызываемого неблагоприятными условиями жизнедеятельности корневой системы, при увеличении общего содержания редуцирующих веществ, надрезание центральной жилки листьев способствует уменьшению превышения редуцирующей активности тканей верхней половины листа над редуцирующей активностью нижней половины листа. Кроме того, приведенные результаты подтвердили высказанное выше заключение, что проявление пестролистности является одной из ранних стадий хлороза.

Рассмотренные результаты исследования, таким образом, позволили установить, что корневой системе растений, во взаимодействии ее с листьями, свойственна функция регулирования окислительно-восстановительного режима последних. Ослабление этой функций вследствие инактивации жизнедеятельности корневой системы ведет к резкому снижению напряженности кислородного потенциала в листьях и других наземных органах растения.

Эта функция корневой системы, повидимому, осуществляется путем

поступления из корня в листья ассимилируемых из почвы, или же, что вероятнее всего, продуцируемых в процессе жизнедеятельности веществ, которые способствуют изменению окислительно-восстановительного режима листьев и направленности их деятельности. Механизм этой функции корня еще не выяснен и требует дальнейших исследований.

Таблица 66

Изменение содержания редуцирующих веществ при надрезании центральной жилки листьев у растений меларозы, имеющих различные симптомы заболевания

Состояние деревьев	Состояние листьев	KJО ₃ в см ³				Примечание
		нижняя половина листа	верхняя половина листа	%	превышение в %	
Здоровое	Надрез . .	0,80	1,52	196,2	88,0	Надрез жилки 9. VIII Определ. ред. веш. 19.VIII
	Контроль . .	0,97	1,05	108,2		
Проявление пестролистности. Зеленые листья	Надрез . .	1,25	2,07	165,6	54,9	
	Контроль . .	1,40	1,55	110,7		
То же дерево	Надрез . .	1,47	2,25	153,1	47,3	
	Контроль . .	1,75	1,85	105,7		
Хлороз	Надрез . .	2,85	3,35	117,5	13,4	
	Контроль . .	2,92	3,05	104,4		

Наблюдаемое резкое повышение содержания аскорбиновой кислоты и восстановленного глутатиона в листьях, вследствие подавления активности корневой системы, указывает на то, что при этом в растении происходят глубокие нарушения процессов жизнедеятельности, ведущие к значительным изменениям деятельности ферментов, к снижению энергии фотосинтеза, к усилению энергии дыхания, к нарушению нормального хода обмена веществ и резкому ослаблению ростовых процессов.

Следствием расстройства физиологических функций является также снижение сопротивляемости растений к вредным внешним воздействиям, что усиливает некротические явления и ведет к преждевременной гибели растений.

Ранее проведенным исследованием установлено, что основной причиной, определяющей морозоустойчивость цитрусовых растений, является способность протоплазмы противостоять коагулирующему действию низкой температуры. Устойчивость же протоплазмы находится в обратной зависимости от энергии роста и от активности связанных с ним процессов жизнедеятельности клеток в период вынужденного покоя растений (Иванов, 1939).

На основании установленной связи морозоустойчивости цитрусовых растений с содержанием в них характеризующего активность ростовых процессов восстановленного глутатиона (Иванов 1939), и связи с содержанием растворимых углеводов (Максимов, 1908, 1913; Müller-Thur-

gau, 1882; Lidforss, 1907) было высказано предположение, что в результате отмеченного функционального расстройства у тунговых и цитрусовых растений имеют место глубокие физиологические изменения, обуславливающие снижение устойчивости коллоидов протоплазмы к коагулирующему действию высоких и низких температур.

Чтобы экспериментально подтвердить высказанное предположение и установить степень снижения морозо- и жароустойчивости растений тунга, в зависимости от их функционального заболевания, было проведено специальное исследование (Иванов и Иванова, 1950).

В связи с отмеченными явлениями некроза листьев и усыхания кроны тунговых деревьев была поставлена задача — определить наличие изменений устойчивости листьев к высоким температурам и устойчивости растений в зимний период к низким температурам в зависимости от степени проявления функционального заболевания.

Для определения устойчивости листьев к высоким температурам были выделены (на опытных плантациях Сухумского филиала ВНИИЧСК) 5 типичных деревьев китайского тунга; два из них — без видимых признаков заболевания, три — с явными признаками функционального расстройства.

В целях установления степени заболевания сравниваемых деревьев проведено определение содержания в листьях восстановленного глутатиона; для определения устойчивости к высоким температурам с каждого дерева были взяты листья побегов, имеющие одинаковый возраст, и подвергнуты нагреванию в водяном термостате в течение 1 часа при 44, 46, 51, 54°C. Для каждого определения брали по 10 листьев с каждого дерева.

После нагревания листья, погруженные черешками в воду, помещались во влажную камеру для выявления повреждения. Степень повреждения устанавливалась по площади отмирания участков листовых пластинок. Результаты учета повреждения листьев, проведенного через 5 дней, показали, что листья здоровых растений перенесли нагревание при 44 и 46°C без видимых повреждений, в то время как листья больных деревьев имели значительные повреждения (таблица 67).

Таблица 67

Снижение устойчивости листьев тунга к высоким температурам вследствие функционального заболевания деревьев

№№ деревьев	Состояние деревьев	Содержание восстановленного глутатиона в листьях (в мг на 100 г)	Средний процент отмирания листовой пластинки			
			44°C	46°C	51°C	54°C
1	Относительно здоровое	62,20	0	0	25	20
2	—	61,33	0	0	34	78
3	Резко выраженное заболевание	86,75	14	28	55	86
4	—	86,33	20	25	98	100
5	—	91,19	65	65	100	100

Для выяснения характера изменения морозоустойчивости тунговых деревьев вследствие их физиологического заболевания были выделены

14 деревьев китайского тунга, имеющих значительную степень заболевания. В январе 1941 года было проведено определение содержания восстановленного глутатиона в лубе однолетних веток выделенных деревьев в целях установления степени их заболевания.

Морозоустойчивость сравниваемых деревьев устанавливалась прямым испытанием — путем замораживания срезанных веток в охлаждаемых камерах. Замораживание веток проводилось при — 9, — 11 и — 13°C; продолжительность замораживания — 20 часов при постепенном понижении и повышении температуры в начале и в конце опыта. После оттаивания ветки переносились в оранжерею, высаживались во влажный песок и в таком виде выдерживались до резкого проявления повреждения.

Таблица 68

Снижение устойчивости тунговых деревьев к низкой температуре в зависимости от степени их физиологического заболевания

№№ деревьев	Состояние деревьев	Содержание восстановленного глутатиона в лубе в мг на 100 г	% повреждения веток замораживанием при:		
			— 9°C	— 11°C	— 13°C
1	Относительно здоровое	11,29	6	10	14
2	—	10,49	7	5	10
3	—	13,71	8	13	14
4	—	—	0	6	12
5	Слабое заболевание	16,14	10	13	46
6	—	18,15	7	12	40
7	Сильное заболевание	22,99	31	96	100
8	—	23,80	34	70	100
9	—	33,80	42	38	100
10	—	25,42	52	89	100
11	—	25,82	71	100	100
12	—	26,22	95	100	100
13	—	27,35	71	100	100
14	—	28,24	98	100	100

Приведенные в таблице 68 результаты учета повреждения веток показали, что функциональное заболевание тунговых деревьев, вызываемое неблагоприятными условиями роста, ведет к резкому снижению их морозоустойчивости. Замораживание при — 9°C у относительно здоровых деревьев вызвало обмерзание веток не больше 8%; у деревьев с наиболее резко выраженным заболеванием, в тех же условиях, повреждение веток достигло 98%. Замораживание при — 13°C у здоровых деревьев вызвало повреждение веток не более 15%, в то время как ветки больных деревьев погибли полностью.

Из той же таблицы следует, что сравниваемые деревья, расположенные по порядку возрастания содержания восстановленного глутатиона в лубе веток, сохраняют тот же порядок по степени снижения морозоустойчивости.

Таким образом, вследствие имеющего место функционального расстройства у больных деревьев, отмечено резкое снижение устойчивости к неблагоприятным температурным воздействиям, чем и обуславливается появление ожогов на листьях, повреждение почек, вызывающее уродливость листьев и обмерзание кроны при морозах, не вызывающих повреждения здоровых деревьев.

Резкое снижение морозоустойчивости в результате функциональных заболеваний, вызываемых неблагоприятными почвенными условиями для нормальной жизнедеятельности корней, отмечено также и у citrusовых растений.

В зиму 1944—1945 гг. в районах культуры citrusовых в Абхазской АССР минимальные температуры не достигали предела повреждения даже наименее устойчивых видов citrusовых растений—лимона. Но имевший место 25 февраля 1945 года заморозок, достигший 5,5°, вызвал значительное повреждение отдельных деревьев не только лимона, но и более морозостойких видов — бергамота, апельсина и даже мандарина. Проведенное в марте месяце обследование поврежденных насаждений, имевших наиболее резко выраженное проявление заболевания вследствие неблагоприятных почвенных условий, позволило отметить наличие обмерзания значительной части деревьев лимона, меларозы, бергамота, апельсина и мандарина. Так, например, на плантации лимона Сухумского ботанического сада из 36 взятых под наблюдение деревьев 9 совершенно не имели повреждений, у трех деревьев отмечено повреждение листьев от 5 до 10%, у остальных же наблюдалось обмерзание листьев от 20% до полной потери их (таблица 69).

Из 13 учетных деревьев лимона на плантации Сухумской опытной станции ВНИИСНДВ, одно дерево не имело повреждений, у четырех деревьев отмечено повреждение листьев от 5 до 10% преимущественно на жировых побегах, а у 8 деревьев листья повреждены от 20 до 90%.

При отсутствии повреждений у здоровых растений лимона находящиеся на той же плантации деревья апельсина в отдельных случаях имели обмерзание всех листьев. Как следует из той же таблицы, из 42 учетных деревьев 9 не имели повреждений, у 28 деревьев отмечено обмерзание листьев от 5 до 50%, а у 5 деревьев — от 60 до 100%.

Позднее, в апреле месяце, у значительной части деревьев лимона, бергамота, апельсина и даже мандарина, потерявших в результате обмерзания все листья, было отмечено отмирание части веток годичного прироста.

Следует отметить, что степень обмерзания citrusовых деревьев находилась в соответствии с проявлением симптомов функционального заболевания их. Весьма характерна часто наблюдавшаяся неравномерность повреждения кроны деревьев: обмерзание отдельных сучьев и частей кроны, у которых имело место наиболее резкое проявление функционального расстройства.

Наиболее ясно выявилась зависимость обмерзания растений от проявления заболевания при учете повреждения деревьев, выделенных для выяснения симптомов заболевания и характера функционального расстройства.

В таблице 70 представлены результаты определения содержания редуцирующих веществ, проведенного в начале января месяца у растений бергамота и меларозы, имеющих различную степень заболевания,

Таблица 69

Степень повреждения морозом citrusовых деревьев в зиму 1944—1945 г.

Название культуры	Название хозяйства	Состояние деревьев	Степень повреждения листьев в %	Число деревьев
Лимон	Сухумская опытная станция ВНИИСНДВ	Здоровые	0	1
		Слабые признаки заболевания	5—10	4
		Явные признаки заболевания	20—40	6
		Резко выраженное заболевание	60—90	2
Лимон	Сухумский ботанический сад	Здоровые	0	9
		Слабые признаки заболевания	5—10	3
		Явные признаки заболевания	20—50	12
		Резко выраженные признаки заболевания	60—100	12
Апельсин	Сухумская опытная станция ВНИИСНДВ	Здоровые	0	9
		Слабые признаки заболевания	5—10	10
		Явные признаки заболевания	20—50	18
		Резко выраженные признаки заболевания	60—100	5

а также даны результаты учета повреждения этих растений февральскими заморозками.

Из данных таблицы 70 следует, что обмерзание имело место только у больных растений, причем наибольшая степень повреждения морозом наблюдалась в случаях более резкого проявления заболевания растений и соответственно более резко выраженного повышения содержания редуцирующих веществ в надземных органах.

Тот же характер связи степени повреждения растений морозом с их состоянием и степенью увеличения содержания редуцирующих веществ отмечен у растений лимона, апельсина и мандарина (табл. 71).

У citrusовых растений, так же как у тунга и герани, вследствие отмеченного функционального расстройства, наблюдалось снижение устойчивости к повышенным температурам. В результате этого, как уже отмечалось выше, имели место отмирание луба молодых веток и некроз листьев под воздействием прямого солнечного освещения.

Таблица 70

Содержание редуцирующих веществ у растений меларозы и бергамота, имеющих различную степень заболевания.

Название культуры	Состояние растений	4.1-1945 г.		Повреждены февральскими заморозками. Учет 8.III-1945 г
		KJO ₃ в см ³		
		листья	луб	
Мелароза . .	Здоровое	2,25	0,50	0
	"	2,30	0,55	Единичные листья.
	"	2,20	0,45	—, —
	Слабое заболевание	2,40	0,65	20% листьев
	Болезное	2,80	0,85	40% листьев
	"	3,20	1,60	100% листьев; годичный прирост
Бергамот . .	Здоровое	2,35	1,10	0
	"	2,25	1,05	0
	Болезное	2,55	1,30	40% листьев
	"	2,60	1,50	50% листьев
	"	2,70	1,45	90% листьев
	"			

Таблица 71

Содержание редуцирующих веществ у растений лимона, апельсина и мандарина, имеющих различную степень заболевания

Название культуры	Состояние растений	5.I-1945 г.		Повреждены февральскими заморозками. Учет 8.III-1945 г.
		KJO ₃ в см ³		
		листья	луб	
Лимон	Здоровое	2,05	1,30	50% листьев на отдельных ветках
	Болезное	3,00	1,75	50% листьев из оставшихся Часть опала до заморозка
	.	3,55	1,75	100% листьев.
Апельсин	Здоровое	1,95	0,80	0
	Болезное	2,35	1,75	30% листьев
	.	3,25	2,50	50%; на отдельных сучьях 100% листьев.
	.	3,10	2.15	75%; на отдельных сучьях 100% листьев
Мандарин	Здоровое	1,70	0,60	0
	Болезное	2,20	1,10	20% листьев
	.	2,50	1,30	50% сохранившихся листьев; частично ветки годичного прироста

Таким образом, из рассмотренных результатов следует, что основной причиной физиологических заболеваний, ведущих к усыханию растений, является нарушение нормального соотношения функциональной деятельности корней и листьев вследствие инактивации корневой системы неблагоприятными почвенными условиями — недостаточной аэрацией, физиологической сухостью или токсичностью, необеспеченностью отдельными элементами минерального питания.

Корневой системе растений свойственно в процессе ее жизнедеятельности регулирование окислительно-восстановительного режима листьев. Ослабление этой функции корневой системы, вызванное инактивацией ее теми или иными неблагоприятными почвенными условиями, ведет к резкому снижению напряженности кислородного потенциала в листьях и других надземных органах растения. Следствием этого является нарушение нормального хода процесса обмена веществ, что, в свою очередь, ведет к глубоким изменениям в физиологических процессах, обуславливающих ряд проявлений в состоянии дерева, которые могут быть характеризованы как преждевременное старение.

Основные из этих проявлений выражаются в замедлении или приостановке роста, в снижении продуктивности, в резком уменьшении устойчивости к неблагоприятным температурным воздействиям, в более легкой подверженности паразитарным заболеваниям и поражению вредителями, в различных проявлениях хлороза, некрозов, усыхании кроны, и, в конечном итоге, в преждевременной гибели.

Рассмотренные результаты, кроме того, позволяют установить характер зависимости морозоустойчивости растений от состояния их корневой системы и от условий ее жизнедеятельности. Это дает возможность в большей степени познать причины различного отношения растений к неблагоприятным зимним условиям и наметить некоторые новые пути повышения морозоустойчивости растений.

6. Пути предотвращения функциональных заболеваний, ведущих к преждевременному усыханию деревьев

Функциональные заболевания, наблюдающиеся у тунгового дерева, у цитрусовых, а также у листопадных плодовых, обычно рассматриваются как проявление дефицита того или иного микроэлемента. Основанием для этого представления, как указывалось выше, являются факты устранения заболевания при введении в растения недостающих микроэлементов.

На основании вышеизложенных результатов исследований, проведенных с тунговым деревом, с геранью, цитрусовыми и листопадными плодовыми, мы пришли к заключению, что ведущей внешней причиной, вызывающей проявление функциональных заболеваний, следует считать не дефицит того или иного микроэлемента, как считают указанные выше зарубежные исследователи, а неблагоприятные условия жизнедеятельности корневой системы растений, вызывающие ее инактивацию и, как следствие, проявление функционального расстройства.

Инактивация корневой системы, вызываемая теми или иными неблагоприятными почвенными условиями, может привести к проявлению дефицита того или иного микроэлемента в растении. Но при этом не менее резко проявляется также дефицит и основных элементов минерального питания. Повидимому, дефицит того или иного микроэлемента, как причина проявления наблюдающихся в производственных условиях функциональных заболеваний, может быть только частным случаем.

Выше указывалось, что при проведении исследования функциональных заболеваний цитрусовых как в условиях Черноморского побережья Кавказа, так и в Молдавии при траншейной культуре их, нами отмечалось одновременно проявление симптомов дефицита нескольких микроэлементов; в то время как причиной заболевания была недостаточная аэрация корневой системы, вызвавшая резкое уменьшение напряженности кислородного потенциала в листьях и, как следствие, нарушение нормального хода процессов обмена веществ.

Следует указать, что при отмеченном нами характере функционального расстройства, введение в растения микроэлементов может корректировать его. Известно, что марганцу, цинку, меди, наряду с железом, приписывается участие в окислительно-восстановительных процессах, протекающих в организмах. По мнению Тэтчера (*Thatcher, 1934*) марганец и железо являются парой взаимно координированных катализаторов окислительно-восстановительных процессов, если последние сопровождаются поглощением и отнятием кислорода. Цинк и медь составляют другую пару, оказывающую каталитическое действие на окислительно-восстановительные процессы, но связанные с присоединением и отдачей водорода (Стайлс, 1949).

Это указывает на то, что благодаря благоприятному действию отдельных микроэлементов на больное растение, их недостатку может быть приписана причина проявления заболевания.

Очевидно не случайны высказываемые некоторыми исследователями сомнения в причастности дефицита микроэлементов к проявлению отдельных физиологических заболеваний.

Так, например, по мнению Джонстона (*Johnston, 1933*) пестролистность у цитрусовых может быть следствием различных заболеваний, вызываемых различными причинами, но она не обусловлена недостатком в почве того или иного из элементов минерального питания. Излечение заболевания цинком Джонстон объясняет его антитоксическим действием. Моури и Кэмп (*Mowry and Camp, 1934*) установили, что бронзовая болезнь у тунга излечивается сульфатом цинка. Однако они не считают доказанным, что причиной бронзовой болезни тунга служит недостаток цинка.

Рид и Дуфреноу (*Reed and Dufrenoy, 1935*) при исследовании влияния солей цинка и железа на растения апельсина, страдающие пестролистностью, пришли к заключению, что действие ионов цинка связано с регулированием окислительно-восстановительных процессов в клетках.

Выявленный нами характер функционального расстройства позволил установить, что причиной физиологического заболевания является нарушение нормального взаимодействия в деятельности корневой системы и листьев, следствием которого и является указанное расстройство физиологических функций.

Нарушение нормального обмена между корнями и листьями продуктами их жизнедеятельности вызывается неблагоприятными условиями, способствующими инактивации корневой системы (недостаточная аэрация почвы, недостаточное или одностороннее обеспечение элементами минерального питания, содержание токсических веществ в почве и др.).

Кроме того, недостаточная активность корневой системы может быть результатом несоответствия подвоя привою или же повышенной чувствительности его к неблагоприятным почвенным условиям, как например: повышенная чувствительность к карбонатам у трифолиаты — подвоя цитрусовых; проявление физиологического заболевания у парадизки, айвы и алычи — подвоев яблони, груши и сливы.

На основании нашего представления о характере и причинах функциональных заболеваний, вызывающих преждевременное старение и

усыхание многолетних растений, можно наметить некоторые пути предотвращения этих явлений.

Уменьшение ущерба, причиняемого проявлением функциональных заболеваний, может быть достигнуто, с одной стороны, осуществлением ряда профилактических мероприятий и с другой — применением приемов воздействия на растения, при проявлении заболевания, с целью его устранения.

Для предупреждения физиологических заболеваний, вызываемых неблагоприятными условиями для жизнедеятельности корневой системы, представляется возможным рекомендовать следующие мероприятия:

1. *Тщательный выбор земельных участков для посадки растений, страдающих функциональными заболеваниями при неблагоприятных почвенных условиях.*

Почвы выделяемых участков для таких растений должны отвечать требованиям, обеспечивающим мощное развитие корневой системы и благоприятные условия для ее жизнедеятельности.

Этим требованиям, как показали проведенные нами исследования, не отвечают тяжелые, слабоструктурные и мелкие почвы с подстилающей плохопроницаемой подпочвой. На таких почвах, вследствие недостаточной воздухопроницаемости ее, создаются неблагоприятные условия для развития корневой системы; в отдельные же периоды вегетации растений, как например, в период избыточной влажности почвы, резко проявляется повышение анаэробных условий, снижающих активность жизнедеятельности корневой системы.

Развитие анаэробных процессов в таких почвах, кроме ухудшения условий аэрации корневой системы, ведет к накоплению в них вредных для растения продуктов неполного окисления. Вызываемая при этом инактивация корневой системы на таких почвах и является причиной описанного функционального расстройства, ведущего к преждевременному старению и усыханию деревьев.

Кроме того, как установлено исследованиями И. И. Канивца (1951 г.), усыхание плодовых деревьев обуславливается также свойствами почв с характерными проявлениями физиологической сухости и токсичности. Это может иметь место на почвах легкого механического состава при неблагоприятном водном режиме, при высоком содержании карбонатов кальция и особенно магния, легко растворимых солей аммиака и закислых форм железа в почвах.

Полученные нами данные показывают, что угнетение плодовых деревьев и при этих условиях вызывает тот же характер функционального расстройства, как и при недостаточной аэрации почвы.

2. *Подготовка почвы перед закладкой сада, обеспечивающая условия для развития мощной корневой системы и высокой активности ее жизнедеятельности.*

Это достигается системой мероприятий по предварительному окультуриванию почвы и глубокой предпосадочной ее обработке.

3. *Выбор подвоев для плодовых пород и сортов, обеспечивающих нормальное взаимодействие корневой системы и листьев и меньшую степень нарушения их функций вследствие ухудшения почвенных условий.*

На почвах с неблагоприятными условиями, способствующими функциональному заболеванию деревьев, целесообразно использовать сильно-рослые подвои. При соответствии привою, сильно-рослые подвои, развивая мощную корневую систему, будут способствовать нормальному обмену веществ между последней и листьями, что повлечет за собой хороший рост деревьев. При появлении же тех или иных неблагоприятных почвенных условий корневая система сильно-рослого подвоя будет подвержена инактивации в меньшей степени, чем корневая система слабо-рослого

подвой. Поэтому функциональное расстройство в надземных органах проявится значительно слабее, а физиологические процессы, обуславливающие старение деревьев, будут протекать медленнее.

4. Формирование корневой системы в целях усиления мощности развития и активности ее.

С увеличением мощности корневой системы, и в особенности активной части ее, условия жизнедеятельности дерева улучшаются. Проявление тех или иных неблагоприятных почвенных условий в этом случае вызывает меньшую степень инактивации корневой системы, и, как следствие этого, — меньшее проявление функционального расстройства, обуславливающего преждевременное старение и усыхание дерева.

При существующей агротехнике плодовых культур активно проводится одностороннее формирование дерева — формирование кроны. Формированию же корневой системы, если не считать пикировку дичков, почти не уделяется внимания. Нарушение взаимодействия функций листа и корня, в рассматриваемых случаях физиологических заболеваний, связано, в первую очередь, с подавлением активности последнего.

Поэтому применение систематического формирования дерева в целом — кроны и корневой системы — позволит значительно замедлить естественные процессы старения деревьев, повысить их продуктивность и устойчивость к неблагоприятным климатическим и почвенным условиям. В результате этого в значительной мере уменьшится проявление функционального расстройства, вызванного инактивацией корневой системы, вследствие неблагоприятных почвенных условий, ведущего к преждевременному старению и усыханию деревьев. Формирование корневой системы необходимо проводить не только при выращивании подвоев и саженцев, но и систематически при уходе за плодовыми деревьями в молодых садах.

Приемы формирования корневой системы и кроны плодовых деревьев являются предметом дальнейших исследований. Основы этих приемов будут нами изложены в отдельном сообщении.

5. Улучшение структуры и повышение плодородия почвы.

Выполнение корневой системой функций регулирования окислительно-восстановительных процессов и процессов обмена веществ в листьях связано не только с мощностью корневой системы, но и с условиями ее жизнедеятельности. Поэтому одним из основных условий предотвращения физиологических заболеваний, ведущих к усыханию плодовых деревьев, является систематическое применение приемов содержания почвы в садах, направленных на улучшение структуры почвы, режима питания и обеспечения растений водой.

Применение указанных мероприятий будет способствовать созданию устойчивых условий, благоприятствующих высокой активности корневой системы и обеспечению ею функции регулирования нормальной деятельности листьев. Это позволит в значительной мере предотвратить проявление преждевременного старения и усыхания деревьев.

В случае проявления физиологических заболеваний процессы преждевременного старения и отмирания деревьев могут быть в значительной мере задержаны и продуктивность их восстановлена. Чтобы достигнуть этого, необходимо с одной стороны уменьшить действие условий, вызвавших заболевание, и с другой, — устранить причины проявления функционального расстройства у растений.

Основной причиной наблюдающегося функционального расстройства является нарушение нормального взаимодействия листьев и корневой системы вследствие инактивации последней неблагоприятными почвенными условиями. Поэтому восстановлению нормального состо-

яния деревьев будет способствовать осуществление следующих мероприятий.

1. Улучшение условий жизнедеятельности корневой системы путем глубокой обработки, внесения органических и минеральных удобрений, мульчирования почвы и путем применения других приемов, способствующих лучшему развитию активной части корневой системы и повышению энергии жизнедеятельности ее.

2. Омолаживание деревьев.

Этот прием, рекомендуемый при уходе за старыми усыхающими садами, будет очень эффективным при устранении резкого проявления функциональных заболеваний, ведущих к усыханию деревьев.

В практике ухода за старыми садами часто ограничиваются проведением омолаживания только кроны деревьев. Как следует из характера и причин наблюдаемого функционального расстройства, применение этого приема должно быть направлено, в первую очередь, на омолаживание корневой системы путем обрезки старых корней, на возобновление и увеличение активной части корневой системы и улучшение условий ее жизнедеятельности, и затем на омолаживание кроны.

Омолаживание же только надземной части, без возобновления соответствующей активности корневой системы, не дает должного эффекта. Омолаживание дерева в целом будет способствовать восстановлению нормального состояния взаимодействия корней и листьев, а также устранил или значительно ослабит расстройство физиологических функций.

3. Летняя побелка листьев больных деревьев и снабжение их микроэлементами (Zn, Cu, Mn, Fe) путем опрыскивания.

Степень проявления функционального расстройства зависит не только от неблагоприятных почвенных условий, инактивирующих деятельность корней, но также от условий деятельности листьев и от особенностей растения. Сильная инсоляция и увеличение длины дня способствуют понижению напряженности кислородного потенциала в листьях, и тем сильнее, чем меньше растение приспособлено к данным условиям.

Вполне вероятно, что у тропических и субтропических растений, происходящих из районов с относительно коротким днем, при продвижении в новые, более северные районы, особенно резко проявляется функциональное расстройство, вызванное инактивацией корней, обусловленной тем или иными неблагоприятными почвенными условиями.

В летний период, в условиях длинного дня и сильной инсоляции, проявляется наиболее резкое отклонение в окислительно-восстановительном режиме листьев при ослаблении активности корневой системы вследствие неблагоприятных почвенных условий. Это ведет к усилению функционального расстройства и к более резкому проявлению заболеваний растений.

Поэтому в летний период целесообразно применять побелку листьев деревьев (опрыскиванием), страдающих функциональным заболеванием. Побелка листьев ослабляет действие прямых солнечных лучей и, тем самым, способствует задержке смещения напряженности кислородного потенциала листьев. Последнее может быть достигнуто еще в большей степени и введением в листья микроэлементом (Zn, Cu, Mn, Fe) одновременно с побелкой путем добавления сернокислых солей этих элементов в известковый раствор, применяемый для опрыскивания деревьев при побелке листьев.

Указанные микроэлементы будут способствовать восстановлению нормального окислительно-восстановительного режима листьев благо-

даря их каталитическому действию на окислительно-восстановительные процессы, протекающие в растениях. Кроме того, их действие может сводиться к устранению функционального расстройства, вызываемого их дефицитом, который может проявляться вследствие инактивации корневой системы или же вследствие недостатка или недоступного растениям состояния их в почве.

В результате применения побелки листьев с одновременным снабжением их необходимыми микроэлементами будет достигнуто повышение напряженности кислородного потенциала в листьях, сниженного вследствие инактивации корней; и улучшения направленности процессов обмена веществ.

4. Осенне-зимняя побелка штамбов и кроны деревьев в целях предотвращения повреждения морозами.

Ранее проведенными исследованиями (Иванов, 1939) установлено, что процесс закаливания citrusовых растений к морозу обуславливается не только окружающими температурными условиями, но зависит также в значительной степени от интенсивности света. Прямые солнечные лучи в результате термического действия способствуют активации процессов жизнедеятельности клеток и, как следствие, снижают их морозостойкость. Это позволило доказать, что наблюдающееся явление обмерзания южной и юго-восточной частей кроны citrusовых и плодовых деревьев происходит в результате различного хода закаливания и потери закалки, вызываемого неодинаковой интенсивностью освещения в период, предшествующий морозу.

На основании этого была испытана, в целях повышения морозостойкости деревьев лимона, защита их от прямых солнечных лучей экранами из светонепроницаемых материалов (опыты 1939—1940 гг.) и применена побелка листьев (опыты 1946 г.).

Как первый, так и второй прием способствовали значительному повышению морозостойкости растений лимона.

И. М. Васильевым (1950) разработан и предложен прием осенне-зимней побелки плодовых деревьев как метод защиты их от повреждения морозом. При широком производственном испытании в условиях Приморья этот прием дал очень хорошие результаты и рекомендуется для испытания и внедрения в других районах.

В связи с тем, что страдающие функциональным заболеванием деревья имеют сильно ослабленную морозостойкость, применение осенне-зимней побелки в этих случаях будет особенно эффективным. Поэтому в садах с проявлением функциональных заболеваний проведение осенне-зимней побелки деревьев следует считать обязательным мероприятием.

Таким образом, проведенное исследование характера функциональных заболеваний и вызывающих их причин позволило указать физиологические основы и наметить пути для борьбы с этими явлениями. Разработка и уточнение комплекса мероприятий по предупреждению явления преждевременного старения и усыхания садов, а также комплекса мероприятий лечения больных деревьев применительно к конкретным условиям является предметом дальнейших исследований.

Эта задача успешно может быть разрешена при комплексной разработке поставленных вопросов.

КУПРИНСУЛ ПЕ СКУРТ

ал лукрэрий кандидатулуй ын штиинць биоложиче С. М. Иванов
«Деспре ымболнэвириле функционале але плантелор, причинунте де ынвоелиле неприелниче де крештере»

Ын практика агрикултурый сочиалисте се ынтылнесь казурь де рэспындире ларгэ а ымболнэвирилор непаразитаре орь функционале (физиоложиче), причинунте плантелор де културэ де солул неприелник ши алте ынвоель неприелниче де крештере. Ын литература ноастрэ штиинцификэ ынтребэриле естя ыс ынкэ пущын оглиндите, яр кыт привеште литература де песте границэ, апой еа дэ о лэмурире унилатералэ причинилор де ымболнэвире функционалэ а плантелор, привиндуле, май алес, ка о манифестаре а дефичитулуй де микроэлементе.

Лукраре де фацэ ый о женерализаре а черчетэрилор ауторулуй пентру студиеря унор феномене атыт де рэспындите, ка ускаря копачилор де тунг, путрегаюл непаразитар ал рэдэчинилор мушкатей индустриале, клороза ши ускаря плантелор де читрус, кыт ши феноменеле де ымбэтрынире ыннанте де време ши ускаре а помилор фруктиферы.

Ын лукраре сынт экспусе резултате темейниче але черчетэрилор ауторулуй пентру студиеря симптомелор ымболнэвирилор арэтате май сус, карактерулуй тулбурэрилор функциилор физиоложиче але плантелор ла ымболнэвиря лор ши пентру студиеря причинилор, каре дук ла ымболнэвире.

Ла студиеря симптомелор ымболнэвирилор функционале черчетате с'а стабилит: карактерул скимбэрилор морфоложиче, сурвените ла планте; клороза ши фелурите феномене де некрозэ а фрунзелор ши крэнжилор. С'а стабилит, кэ причина феноменелор май сус арэтате констэ ын кондицииле неприелниче дин сол, кыт привеште карактерул манифестэрий симптомелор де ымболнэвире, ел ый детерминат ынтр'о мэсурэ ынсэмнатэ де кондицииле де температурэ дин жур ши кондицииле, ын каре плантеле примеск лумина соларэ.

Ла студиеря карактерулуй тулбурэрилор функционале але плантелор с'а стабилит, кэ ымболнэвиря се манифестэ май ынтый де тоате прин кэлкаря режимулуй нормал де оксигенаре - рестабилире а фрунзелор. Ла ымболнэвиря плантелор ын фрунзе креште брус кантитатя субстанцелор редуэкэтоаре де иод ши ын спечиял кантитатя де глутатен рестабилит ши де ачид аскорбиник. Де скимбаря режимулуй де оксигенаре-рестабилире а фрунзелор ый легатэ ынкэлкаря прочесулуй скимбулуй де субстанце ши енергия прочеселор де биосинтезэ. Аша, де пилдэ, ла ымболнэвиря копачилор де тунг, каре дуче ла ускаря лор, се обсервэ о тулбураре ынсэмнатэ а прочеселор де скимб ал карбонулуй ши азотулуй, каре констэ ын интенсификаря прочеселор де синтезэ ши ынчетиниря прочеселор де гидролизэ. О урмаре а фапту-

луй иста ый рецынеря курентулуй дин фрунзе а субстанцелор ши ын-греларя мобилизацияей лор, чейче дуче ла асигуаря неындестулэтоаре а органелор аксиале але плантей ку хидрокарбурь ши субстанции азотате, кыт ши ку элементе минерале хрэнитоаре.

Студияеря кондициилор, ын каре се манифестэ ымболнэвириле функционале май сус арэтате, а дат путинца де а стабили, кэ ускаря копа-чилор де тунг, пейря мушкатей ын урма путрегаюлуй непаразитар ал рэдэчиней, кыт ши апарияция клорозей ши феноменеле де некрозе ла план-теле де читрус ыс легате де кондицииле, каре причинуеск аерация не-ындестулэтоаре а системей де рэдэчинь, ка о урмаре а фапулуй, кэ солул ну ласэ сэ пэтрундэ аерул ын кантитате ындестулэтоаре ши аре о умидитате ынналтэ ын периоада вежетацей активе. С'а обсерват, кэ ла мушката ши плантеле де читрус тулбураря функционалэ аре ачелаш карактер ши дакэ плантеле ыс неындестулэтор асигурате ку элементе минерале хрэнитоаре ши май алес ку азот. Ын время студийерий ским-бэрилор ын режимул де оксигенаре-рестабилитэ а фрунзелор де помь-фруктиферь, кум ар фи ымбэтрыниря тимпурие, клороза ши ускаря лор, с'а обсерват, кэ тулбурэриле функционале ын диферите кондиций неприелниче дин сол ау ачелаш карактер. Ачелаш карактер де тулбу-раре а режимулуй де оксигенаре-рестабилитэ а фрунзелор, каре дуче ла скимбаря декуржерий нормале а прочеселор скимбулуй де суб-станции ын плантэ, с'а обсерват ла помий фруктиферь суферинзэ де ым-болнэвирь функционале атунч, кынд се афлэ ын кондиций де аерации неындестулэтоаре а солулуй, атунч кынд солул концыне ун маре нумэр де карбонаць, кыт ши дакэ суферэ де ускэчуне физиоложикэ орь концыне ун маре нумэр де субстанции токсиче.

Студияеря причинилор апарияцей тулбурэрилор функционале ла планте, ка о урмаре а кондициилор неприелниче дин сол, а дус ла констатаря, кэ причина де темей а ымболнэвирилор функционале, каре дук ла ускаря ыннаинте де време ши пейря плантелор, ый тулбу-раря корелацией нормале динтре активитатя функционалэ а рэдэчинилор ши фрунзелор, ка о урмаре а инактивизэрий системей де рэдэчинь, инактивизаре причинуитэ де кондицииле неприелниче дин сол — аерация неындестулэтоаре, ускэчуя физиоложикэ орь токсичитатя, липса унор элементе минерале хрэнитоаре.

Системей де рэдэчинь а плантелор ый ревине сарчина де а регула-режимул де оксигенаре-рестабилитэ а фрунзелор. Слэбиря функцией естя а системей де рэдэчинь, причинуитэ де диферите кондиций неприелниче дин сол, дуче ла о брукэ скэдере а интенситэций потенциалулуй де оксиген ын фрунзе ши алте органе дела супрафацэ. О урмаре а фапулуй иста ый тулбураря мэрсулуй нормал ал прочесулуй де скимб де субстанции, чейче ла рындул сэу дуче ла скимбэрь адынч ын проче-селе физиоложиче, де каре депинд ун шир де феномене ын вяца план-тей. Ын темей, феноменеле естя се манифестэ прин ынчетинирия орь деплина оприре а крештерий, прин скэдере продуктивитэций, микшора-ря резистенций, фацэ де кондицииле неприелниче де температурэ, прин-тр'о май маре предиспозиция ла ымболнэвириле паразитаре ын фелури-теле форме де клорозэ, некрозэ, ускаря короаней ши, ла урма урмей, пе-ирия ыннаинте де време.

Пе база черчетэрилор пентру студияеря карактерулуй ымболнэви-рилор функционале ши а причинилор, каре дук ла тулбураря функци-лор физиоложиче але плантелор, ын капиталул де ынкеере а лукрэрий се аратэ кэиле пентру преынтымпиныря ымболнэвирилор физиоложиче (мэсуриле профилактике) ши кэиле де ынлэтураре а ымболнэвирилор функционале атунч, кынд еле апар.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Агроправила по культуре герани, Госиздат Грузинской ССР, Тбилиси, 1941.
2. Букин В. И., Химические методы определения витаминов, 1935, ВАСХНИЛ.
3. Бабаян А. А., Ованесян О. П., Усыхание герани, вызываемое *Verticillium Dahliae* kleb, в Армении, Армянская н. и. хлопковая станция, Арм. ГИЗ, Ереван, 1914.
4. Вердеревский Д. Д., Болезни винограда в Молдавской ССР, Госиздат Молдавии, Кишинев, 1947.
5. Васильев И. М., Прием сплошной осенне-зимней побелки плодовых деревьев и суб-тропических культур, изд: АН СССР, Москва, 1951.
6. Голетиани Г. И., Кислотность почвы, как основная причина усыхания тунга форди в Западной Грузии, бюлл. ВНИИЧНСК № 1, 1948 г.
7. Голетиани Г. И., О влиянии известкования кислых почв на рост и плодоноше-ние тунга форди, бюлл. ВНИИЧНСК № 3, 1950.
8. Гинкул С. Г., Труды I Всесоюзной конференции по тунгу, М.—Л., 1933.
9. Джинчарадзе, Агроэкологическая характеристика культуры тунга в Грузинской ССР, бюлл. ВНИИЧНСК № 1, 1950.
10. Данилов М. Д., О роли корней в омоложении древесины растений при размноже-нии черенками, ДАН СССР, т. LX, № 1, 1948.
11. Есаян Г. С., О влиянии молодого подвоя на биологически старый привой, Изв. А. Н. Армянская ССР, II, № 2, 1949.
12. Иванов С. М., О причинах морозоустойчивости растений. Советские субтропики № 1, 1939.
13. Иванов С. М., Активность ростовых процессов — основная причина морозоустой-чивости цитрусовых растений, ДАН СССР, т. XXII, № 5, 1939.
14. Иванов С. М., Влияние интенсивности света на процесс закаливания цитрусовых растений к морозу, докл. АН СССР, т. XXV, № 5, 1939.
15. Иванов С. М. и Иванова Б. И., О причине гибели отдельных деревьев тунга фор-ди, Советские субтропики, № 10, 1940.
16. Иванов С. М., Влияние фотопериода на морозоустойчивость цитрусовых растений, ДАН СССР, т. XXVIII, № 8, 1940.
17. Ильин Г. С., Алкалоиды амфидиплоида *Nicotiana rustica*, *Nicotiana glauca*, ДАН СССР, т. LIX, № 2, 1948.
18. Ильин Г. С., Синтез алкалоидов в изолированных привоях табака, ДАН СССР, т. LIX, № 7, 1948.
19. Ильяшенко, О корневой системе тунга, Советские субтропики, № 2, 1936.
20. Кварацхелия Т. К., Сельскохозяйственные районы Абхазии, Сухуми, 1930.
21. Кварацхелия Н. Т., Влияние почвенных условий на развитие корневой системы тунга (Al. Fordii), доклады ВАСХНИЛ, в: 2, 1950.
22. Лобик А. И., Санитарные мероприятия в борьбе с болезнями субтропических куль-тур. Болезни цитрусовых, изд. ВНИИВС, Сухуми, 1935.
23. Максимов Н. А., К вопросу о вымерзании, труды СПБ о-ва естеств., отд. бот., т. 37, 1908.
24. Максимов Н. А., О вымерзании и холодоустойчивости растений, Известия лесно-го института, 25, 1913.
25. Мичурин И. В., Применение менторов при воспитании семян гибридов, и приме-ры резкого изменения сортов плодовых деревьев под влиянием различных пос-торонних факторов, 1916, (Сочинения т. I. Огиз. 1948).
26. Нагорный и Эристави, Краткий образ болезней в Абхазии в 1928 г., г. Суху-ми, 1928.
27. Стайлс, Микроэлементы в жизни растений и животных. Издательство иностранной литературы, Москва, 1949.

28. Семашко, Болезни цитрусовых в Абхазии и Батумской области, листок Сухумской оп. станции, № 12, 1920 г.
29. Строганов Б. П., Роль окислительных процессов в физиологическом иммунитете растений. Сборник научных работ комсомольцев-биологов Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР, 1940.
30. Сабинин Д. А., Минеральное питание растений, издательство АН СССР, 1940.
31. Силорайс Ф. Э., Причины гибели тунга в Моквинском чайном совхозе, бюлл. ВНИИЧНСК № 1, 1946.
32. Сабинин Д. А., О значении корневой системы в жизнедеятельности растений, Тимирязевские чтения IX, изд. АН СССР, 1949.
33. Татунашвили Т., Терентьев В., Гоммоз цитрусовых, его предупреждение и лечение, изд. Абхазской инспекции по карант. растений, Сухуми, 1940.
34. Туркова Н. С., Изучение окислительно-восстановительной системы тканей растений на разных фазах развития в связи с измерениями биохимизма и формообразования, Вестник агротехники, № 2, 1940.
35. Тимирязев К. А., Жизнь растений (цитир: сочинения К. А. Тимирязева, т. IV, Сельхозгиз, 1938), 1878.
36. Тушнякова М., О прививках алкалоидных растений, Рефераты н. и. работ АН СССР за 1944 г., 1945.
37. Ячевский А., Камедная болезнь апельсиновых и лимонных деревьев на Черноморском Кавказском побережье. Листок для борьбы с болезнями растений, № 1, 1904.
38. Шмук А. А., Смирнов и Ильин, Образование никотина в растениях, привитых на табаке, ДАН СССР, т. 32, № 5, 1941.
39. Chandler W. H., Hoagland D. R and Hibbard P. I. Little — leaf or rosette of fruit trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 29. 1932.
40. Camp A. F. and Fudge B. R. Some symptoms of citrus malnutritions in Florida.
41. Dunnie T. C., «Wither — top» or «summer dieback». I, Agric. w. Aust., 15. 1938.
42. Johnston I. C., Zinc sulfate promising new treatment for mottle leaf. Calif. Citra-graph 18. 107. 1933.
43. Lidforss B., Die Wintergrüne Flora, Eine biologische untersüchunge Land. Universitäts Asskrift N. F. 2 Arb. 2 № 13. 1907.
44. Mowry H., Propagation, planting and fertilizing tests with tung — oil trees. Univ of Fla Agr. Exp. sta. Ann. Rept 91—95. 1933.
45. Mowry H. and Camp A., A preliminary report in zinc sulfate as a corrective for bronzing of tung trees. Univ. of Fla Agric. Exp. sta., Bull. 273, 1934.
46. Müller — Thurgau H., Über Zukeranhäufung in Pflanzenteilen infolge niederer Temperatur. Landv. Jahrb. 11. 1882.
47. Reuther W. and Dickey R. A preliminary report on frenching of tung trees. Bull. Fla Agric. Exp. Sta., no 318 pp 1—21. 1937.
48. Rhoads A. S., Blight — a non — parasitic disease of citrus trees. Univ. of Fla Agric. Exp. Sta. Bull. 296. 1936.
49. Reed H. S. and Dufrenoy J. The effects of zinc and iron salts on the cell structure of mottled orange leaves. Hilgardia v. 9 № 2. 1933.
50. Thatcher R. W., A proposed classification of the chemical elements with respect to their function in plant nutrition. Science 79. 463—466. 1934.
51. Underwood, Diseases of the orange in Florida. Jour. Myc. 7(1). 27—36. 1891. Univ. of Fla Exp. Sta. Bull. 335, 1939.

С. С. ГРОЙСМАН

О ГЛУБИНЕ ПОСАДКИ КАРТОФЕЛЯ В МОЛДАВСКОЙ ССР И ЕГО ЗАТЕНЕНИИ

Причины низких урожаев и вырождаемости картофеля на юге давно указаны академиком Т. Д. Лысенко.

Они сводятся к тому, что происходит вырождение картофеля от воздействия высоких температур на образующиеся под кустом клубни. В ростках таких клубней происходят глубокие изменения, приводящие к преждевременному старению. Поэтому академиком Т. Д. Лысенко было предложено применять летние посадки картофеля.

Всем известно, что любое свойство или признак живого организма является результатом развития данного организма в конкретных условиях существования. Но, к сожалению, это бесспорное положение мичуринской науки часто только признают, но не всегда используют, как руководящую идею, в практической деятельности. Между тем, это имеет прямое отношение к вырождению картофеля.

Известно, что вырождение есть потеря растением картофеля ценных хозяйственных качеств и биологических свойств под влиянием несоответствия условий внешней среды природе растения. Регулирование условий внешней среды достигается агротехникой, которая изменяет условия температуры, питания, влажности, аэрации и т. д.

Следовательно, для получения высокого урожая картофеля можно путем своевременного применения тех или иных агротехнических приемов направить его рост и развитие в нужную нам сторону. Во всех агроуказаниях рекомендуется посадку картофеля проводить на глубину 8—10 см. Высаживать же картофель в Молдавии на эту глубину, где температура почвы в зоне залегания клубней достигает 30° и выше, будет означать создание заведомо неблагоприятных условий для роста и развития картофельного растения.

В совхозе «Русены» Бульбокского района, картофель выращивался на значительных площадях. Несмотря на хороший уход за весенними и летними посадками картофеля урожай по этой культуре был низкий (не более 80 ц/га). В 1946 году мелкопосаженный картофель почти полностью погиб. Сохранились лишь отдельные ряды в плохо засыпанных окопах, где после того, как эти окопы были выравнены, клубни оказались заделанными на глубину 30—40 см. Урожай здесь оказался не ниже, чем в предыдущие годы. Эти наблюдения толкнули на мысль об изменении метода посадки картофеля.

Начиная с 1947 года нами велись исследования по влиянию разных глубин посадки картофеля на урожайность и вырождаемость.

Техника глубокой посадки картофеля была такова: на поле, вспаханном на зябь, весной после боронования перед посадкой проводились окучником борозды глубиной 20—22 см. Посадка клубней проводилась на глубину 10 и 20 см в склон борозды, и на глубину 30—35 см в ямки, выкопанные на дне борозды.

Таблица 1

Урожайность картофеля в ц/га при разной глубине посадки на орошаемом участке при весенней посадке

Глубина посадки в см	1947 год				1949 год				1950 год				Средний урожай за 3 года	Тоже в %
	время посадки	время сбора	урожай с 1 га в ц	тоже в %	время посадки	время сбора	урожай с 1 га в ц	тоже в %	время посадки	время сбора	урожай с 1 га в ц	тоже в %		
10—12	28.III	25.IV	85	100	25.III	30.VI	87	100	27.III	29.VI	80	100	84	100
20	.	.	125	147	.	.	155	178	.	.	123	153	134	159
30	.	.	145	170	.	.	177	203	.	.	130	162	151	178
35	.	.	176	207	.	.	195	224	.	.	153	191	175	210

На богарном участке, сейчас же после посадки, борозды закрывались и поле выравнивалось. На поливном участке борозды оставались открытыми до появления всходов картофеля. После этого на гребнях между бороздами делались новые борозды для полива, затем появившиеся всходы засыпались землей. После вторичного появления всходов их снова засыпали путем углубления борозды между рядами и делали второй полив и рыхление. Дальнейшие обработки не производились, так как после второго полива и рыхления картофель быстро развивался и смыкал ряды.

Таблица 2

Урожайность картофеля в ц/га при разной глубине посадки картофеля на орошаемом участке при летней посадке за три года

Глубина посадки в см	1947 год				1949 год				1950 год				Средний урожай за 3 года	Тоже за 3 года
	время посадки	время сбора	урожай с 1 га в ц	тоже в %	время посадки	время сбора	урожай с 1 га в ц	тоже в %	время посадки	время сбора	урожай с 1 га в ц	тоже в %		
10	20.VII	25.X	109	100	26.VII	3.XI	122	100	24.VII	5.XI	97	100	109	100
20	.	.	140	128	.	.	180	148	.	.	175	180	165	152
30	.	.	180	165	.	.	240	196	.	.	215	221	202	194
35	.	.	207	189	.	.	260	211	.	.	227	234	228	212

Из таблицы 1 и 2 видно, что при углублении посадки урожай картофеля как при весенней, так и при летней посадке повышался в два раза. Различие заключается лишь в том, что абсолютная урожайность при летних посадках ежегодно была выше, чем при весенних.

Интересны результаты опытов и на богарном участке. Здесь, кроме глубины заделки клубней, изучалось значение защиты картофеля от

сухоее стеблями кукурузы. При этом три ряда кукурузы высевались через каждые 12 рядов картофеля. Это мероприятие также повышало урожай и снижало процент вырождаемости картофеля, хотя и слабее, чем углубление посадки. Результаты опытов за три года видны из таблицы 3.

Для проверки эффективности глубокой посадки в 1951 г. в колхозе имени Сталина, Бульбокского района, среди общего массива картофеля был заложен на площади 0,15 га опытный участок картофеля с заделкой клубней на глубину 10—12 см, 28—30 см, и 35—40 см. Результаты опытов приведены в таблицах 4, 5 и 6.

Данные опытов позволяют сделать ряд выводов. При любых сроках посадки глубокая заделка клубней дает в условиях Молдавии более высокий урожай, причем при весенней посадке на глубину 30 см вырощенных клубней не обнаружено. Мы считаем, что заделка клубней на глубину 35 см далеко не предел.

Температурным режимом не исчерпывается все значение глубокой посадки картофеля; режим влажности почвы играет также положительную роль. О необходимости глубокой посадки картофеля на юге говорит сама биология картофельного растения.

Как известно, клубень — это утолщенный стебель, который образовывается из молодых столонов. Чем больше молодых столонов, тем больше клубней. А поэтому агротехника возделывания картофеля должна быть направлена на создание благоприятных условий для образования большого числа столонов.

Таблица 3

Урожайность картофеля в ц/га при разной глубине посадки и применении защиты кукурузой на богарном участке при летней посадке

Глубина посадки в см	1947 год				1949 год				1951 год				Средний урожай за 3 года	Тоже в % за 3 года
	время посадки	время сбора	урожай с 1 га в ц	тоже в %	время посадки	время сбора	урожай с 1 га в ц	тоже в %	время посадки	время сбора	урожай с 1 га в ц	тоже в %		
10—12 — без защиты	20.VII	28.X	50	100	26.VII	3.XI	65	100	24.VII	5.XI	72	100	62	100
10—12 — с защитой	.	.	54	108	.	.	68	105	.	.	76	106	66	106
20 — без защиты	.	.	65	130	.	.	76	117	.	.	79	110	73	—
20 — с защитой	.	.	70	140	.	.	81	124	.	.	86	119	79	128
25 — без защиты	.	.	103	206	.	.	125	192	.	.	135	187	121	—
25 — с защитой	.	.	109	218	.	.	131	204	.	.	144	200	128	207

В центральных северных районах это создается путем многократных окучиваний до цветения. В южных районах окучивание картофеля является вредным агроприемом по понятным причинам.

При глубокой посадке создаются благоприятные условия для образования большого числа молодых столонов, так как значительная часть стебля находится в земле и дает столоны и клубни. Исследования показали, что при глубокой посадке картофель образует мощный подземный основной стебель с тремя ярусами столонов и с тремя слоями клубней. При этом все клубни лежат значительно глубже, чем при обычной посадке. Наиболее крупные клубни образуются на столонах нижнего яруса. Число клубней колебалось от 18 до 40 шт. на куст, а урожай на куст колебался от 0,8 до 2,0 кг.

Таблица 4

Таблица фенологических наблюдений и урожайности картофеля

Варианты	Время посадки	Всходы	Цветение	Урожай в ц/га
Посадка на 10—12 см	10.IV	28.IV	15—28.VI	87
—, — 28—30	10.IV	3.V	21.VI—1.VII	348
—, — 35—40	10.IV	5.V	21.VI—6.VII	391

При уборке с каждой делянки была снята проба урожая клубней с 10 типичных кустов.

Анализ проб дал следующие результаты:

Таблица 5

Варианты	Число клубней на 10 кустах	И з н и х			
		крупных	средних	мелких	выродившихся
Посадка на 10—12 см	67	15	24	28	43
—, — 28—30	84	49	20	15	0
—, — 35—40	86	63	15	8	0

Таблица 6

Температура почвы в сфере залегания клубней картофеля по вариантам опыта в 1951 году

Варианты опыта (контроль)	Температура											
	1. VI	10. VI	20. VI	30. VI	10. VII	20. VII	30. VII	5. VIII	10. VIII	15. VIII	20. VIII	
Посадка на 10—12 см	28	26	28	29	30	24	26	38	42	26	29	
—, — 28—30	21	20	20	22	23	18	20	24	26	19	18	
—, — 35—40	18	17	17	19	18	15	18	21	20	17	16	

ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований мы рекомендуем:

1. Посадку картофеля на орошаемых участках производить в глубокие борозды на 35—40 см, с двухкратной засыпкой всходов.

2. Посадку картофеля на неорошаемых участках делать под тракторный плуг на глубину 25—30 см, а в виде опыта, на легких почвах, — под плантажный плуг на 40—50 см.

Если учесть, что Крымским филиалом Академии наук СССР разработан метод двукроной культуры картофеля, основанный на сокращении периода покоя у свежесобранных клубней, то можно полагать, что Молдавия, а также южные районы Советского Союза могут полностью обеспечить себя собственным картофелем.

КУПРИНСУЛ ПЕ СКУРТ

ал лукрэрий луй С. С. Гройсман «Деспре адынчимя сэдирий картофулуй ши умбриря луй ын РСС Молдовеняскэ».

Прин лукрэриле академичанулуй Лысенко с'а стабилит демулт, кэ причина чей май де самэ а деженерэрий ши а родничней скэзуте а картофулуй ын режуниле де мязэ-зы ый температура ынналтэ а солулуй ын время дизволтэрий туберкулелор ши май алес акциуня ей ла ын-колциря окюрилор депе туберкуле.

Практика крештерий картофулуй ын ынвоель де продучере ын-тр'унул дин совхозуриле дин районул Булбоака, РСС Молдовеняскэ, а арэат, кэ, некэтынд ла агротехника мулцэмитоаре, сэдириле де примэ-варэ ши де варэ атыт пе сектоареле неирригате, кыт ши пе челе пригате дау о родире жоасэ.

Ын анул сэчетос 1946 обсервэриле ау арэат, кэ сэдирия адынкэ а картофулуй дэ о мэрире ынсэмнатэ а родничней, пынэ ла 200 процен-те ын компарацие ку сэдирия ла адынчимя микэ.

Черчетэриле структурий роадей, добындите ын урма сэдирий адынч, ау арэат, кэ дакэ и се апликэ агротехника, деспре каре с'а ворбит май сус, картофул дэ о тулпинэ таре путериикэ суб пэмынт ку доуэ-трий етаже де столоане ши ку доуэ-трий стратурь де туберкуле; яр тоате туберкулеле естя ыс ашезате ын страт де 25—35 чм, адикэ ку мулт май адынк, декыт ла сэдирия обишлуитэ, унде еле се ашазэ ын-тр'ун оризонт де 10—15 чм.

Греутатя туберкулелор ла сэдирия адынкэ вария дела 0,8 пынэ ла 2 кг.

Пе база черчетэрилор фэкуте ной рекомандэм:

1. А сэди картофул пе сектоареле иригате ын бразде адынч ла 35—40 чм, ку ынгропаря де доуэ орь а плантелор рэсэрите.

2. А сэди картофул пе сектоареле неирригате ын бразде трасе ку плугул де трактор ла 25—36 чм, яр аколо, унде-с солурь ушоаре, а експеримента сэдирия ла о адынчиме де 45—55 чм ын бразде трасе ку плугул де плантаж.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. *Иванов С. М.* — О функциональных заболеваниях растений, вызываемых неблагоприятными условиями произрастания
2. *Гройсман С. С.* — О глубине посадки картофеля в Молдавской ССР и его затенении

Стр.

103

СПИСОК

опечаток к сборнику «Известия молдавского филиала АН СССР»
Том 3 (6)

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
16	16 снизу	Сухомского...	Сухомского...
41	16 сверху	вытянутую форму...	вытянутую форму...
56	таблица 40 заголовков	растений...	растений лимона...
83	9 снизу	увеличение в нем...	увеличение в них...
84	9 сверху	пластинки и тканях...	пластинки наиболее удаленных от жилок и тканях...
101	4 снизу	образ...	обзор...
102	4 сверху	Сборных...	Сборник...
102	14 сверху	измерениями...	изменениями...
102	22 снизу	Symptom...	Symptoms...
102	20 снизу	Citragraph	Citrograph...

Ответственный за выпуск *Е. Щетинина*
Технический редактор *М. Мандельбаум*
Корректор *И. Шварцман*

Сдано в набор 6/VIII-1952 г. Подписано к печати 30/IX-1952 г. АБ26016.
Формат бум. 70×108¹/₁₆= бум. лист. 3,38 печ. лист. 9,25 уч. изд. 7,34.
Тираж 1.000 Цена 5 руб. Заказ № 857.

Полиграфкомбинат, Кишинев, Могилевская, 35