

Кобель Фриц

Научные основы плодводства

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
Ф89

Ф89 **Фриц К.**
Научные основы плодководства / Кобель Фриц – М.: Книга по Требованию, 2023. – 342 с.

ISBN 978-5-519-89452-4

ISBN 978-5-519-89452-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг — не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель — вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания — решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

I. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ

А. ПОГЛОЩЕНИЕ ВОДЫ ИЗ ПОЧВЫ

Значение воды. Поглощающие воду органы. Влажность почвы, водоудерживающая способность, избыток воды. Сосущая сила почвы. Сосущая сила корневых волосков. Количество всасывающих корней. Распространение корней в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Использование воды растением весьма многообразно. Главная роль поступающей в растение воды заключается в перенесении растворенных в ней минеральных веществ, поступающих вместе с нею в растение. Одновременно она является растворителем и переносчиком многочисленных органических веществ и, в первую очередь, различных сахаров, аминокислот и дубильных веществ. Назначением воды служит далее поддержание тканей растения в состоянии тургора, она же является необходимым условием для протекающих в растении многообразных химических превращений. Понятно поэтому, что достаточное водоснабжение является важнейшей предпосылкой для успешного произрастания наших плодовых деревьев. Избыток воды, как и ее недостаток, немедленно же оказывает вредное действие.

Вода воспринимается конечными разветвлениями корней. На небольшом расстоянии от кончика корня расположены волоскообразные выросты эпидермальных клеток, корневые волоски, тесно прилегающие к мельчайшим частицам почвы и, благодаря присущей им сосущей силе, извлекающие из нее воду (рис. 1). Таким образом, **п о г л о щ е н и е** **в о д ы** **р а с т е н и е м** зависит от количества находящейся в почве воды, от силы, с которой почва удерживает воду, от сосущей силы корней и от количества корневых волосков.

Количество содержащейся в почве воды является главнейшим решающим моментом при определении пригодности для плодового сада того или другого района. При заложении новых садов, равно как и при оздоровлении плохо произрастающих старых, — в первую очередь необходимо выяснить, подходящи ли существующие здесь почвенные условия и, главным образом, с точки зрения имеющейся в почве воды.

Если эти условия не подходящи, то дальнейшим шагом явится выяснение вопроса о том, будет ли экономически выгодным орошение, либо осушение почвы в саду.

Практически нет возможности указать, при каком годовом количестве осадков, при какой глубине почвы или при какой влагоемкости почвы и при какой глубине уровня грунтовых вод возможно пловодство. Упомянутые факторы, равно как и целый ряд других, как, например, распределение осадков по временам года, влажность воздуха, частота

туманов и облачных дней, настолько переплетаются между собой и дают столь сложную равнодействующую, что проблема водоснабжения не может иметь элементарного решения. Так, например, существуют неглубокие, но богатые почвы, на которых плодовые деревья очень хорошо идут или потому, что сравнительно обильные осадки равномерно распределяются в течение всего вегетационного периода, или потому, что имеются благоприятные усло-

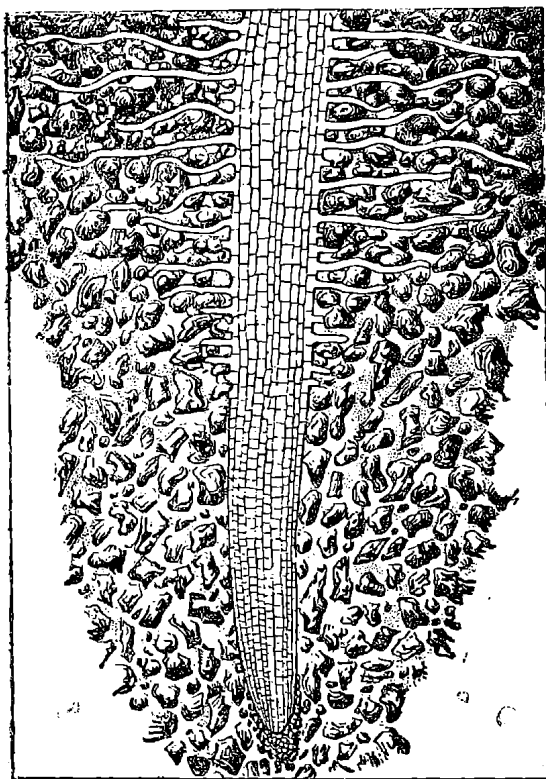


Рис. 1. Кончик корня с корневыми волосками. Внизу корневой чехлик, несколько выше выросты эпидермальных клеток, носящие название корневых волосков; последние проникают между частицами почвы, тесно к ним прилегают и отнимают от них воду. (Сфотографировано со стенной таблицы Мюллер-Тургау).

вия для искусственного орошения. Годовое количество осадков, при котором возможно вести плодовую культуру без искусственного орошения, колеблется в широких пределах. Так, по данным Гарднера, Брэдфорда и Гукера (Gardner, Bradford and Hooker 1922) — в Даллесе, в штате Орегон, абрикосы, сливы и черешни дают еще вполне хорошие урожаи при среднем годовом количестве осадков всего в 16 — 17 дм (приблизительно 400 — 430 мм). В Швейцарии можно встретить вполне здоровые плодовые деревья еще в области с количеством осадков, превышающим 1500 мм. Следует отметить, однако, что наши семечковые и косточковые деревья принадлежат к древесным породам, легче мирящимся с недостатком водоснабжения, чем с его избытком, вызывающим застой воды.

Количество почвенной влаги может быть весьма значительно изменено целым рядом агротехнических приемов. Так, в

засушливых районах неоднократно наблюдался факт, что влажность почвы в плодовых насаждениях держится на значительно более высоком уровне при черном паре, при неоднократном рыхлении почвы в продолжение года, по сравнению с насаждениями, где почва находится под травяным покровом.

В этом случае играют роль как структура (орешковатое строение) верхних слоев почвы, понижающая испарение воды, с одной стороны, так и потеря воды в процессе транспирации травяного покрова, с другой.

В случае ограниченного запаса влаги в почве черный пар улучшит водный режим сада при условии держания черного пара в

надлежащем состоянии, с удалением иссушающих почву сорняков. В Америке нередко для сохранения почвенной влаги в саду прибегают к покрыванию почвы соломой и другими подобными материалами.

Столь же опасным для сада является и и з б ы т о к в л а г и. Правда, вредной в этом случае является не вода, как таковая, а связанное с ее избытком обеднение почвы кислородом с одновременным обогащением ее углекислотой. Г а р р и с у (Harris 1926) удалось показать, что плодовые деревья вполне возможно выращивать даже в условиях водных культур, при условии смены воды через каждые три дня. Вредность избытка воды сказывается особенно сильно в тяжелых почвах, а также на участках с высоким стоянием грунтовых вод, равно как и при колебаниях уровня грунтовой воды. Тяжелые почвы, долго удерживающие влагу осадков, не могут снабжаться кислородом в достаточном для растения количестве, накапливая в то же время углекислоту, выделяемую в процессе дыхания корней и деятельности бактерий. Тут уместно указать на вредность сильного утрамбовывания почвы при посадке молодых деревьев, так как это ведет к застою воды и затрудненной аэрации почвы.

Корни наших плодовых деревьев в отличие от корней ив, тополей и других дикорастущих древесных пород совершенно не могут развиваться в слоях почвы, занятых грунтовыми водами. Весьма нередки случаи, когда наблюдается страдание плодовых деревьев, обусловленное поднятием уровня грунтовых вод. В этих случаях глубже лежащие части корневых систем отмирают совсем, либо несут следы тяжелого повреждения. Этим и объясняется часто наблюдаемый, с первого взгляда парадоксальный, факт, что листья деревьев при повышении уровня грунтовых вод обнаруживают признаки страдания, характерные для недостаточного водоснабжения. На это обстоятельство следует обращать особое внимание, после того как Г а р р и с (Harris 1926) показал, что корни плодовых деревьев в областях с особенно благоприятными климатическими условиями продолжают свой рост даже зимой. Принимая во внимание, что начало роста корневых систем и в условиях наших широт происходит весной весьма рано, следует считать, что во многих местностях поднятие уровня грунтовых вод в период весеннего таяния снега должно, несомненно, сопровождаться повреждениями корневой системы. Для того чтобы составить себе ясное представление о водном балансе плодового дерева, необходимо уяснить себе, каким образом вода удерживается почвой. Принимают, что мелкие скважины почвы удерживают воду действием капиллярных сил; в то же время часть воды удерживается в адсорбированном виде мелкими частицами почвы в виде тонких пленочек. Различные почвы обладают весьма неодинаковой водоудерживающей способностью. В общем вода удерживается тем сильнее, чем мельче структурные частицы почвы. Так, для гумусовых и мелкозернистых глинистых почв влагоемкость может превысить 50 объемных процентов, падая до 10% в почвах песчаных и хрящеватых.

Сила, с которой вода удерживается почвой, колеблется не только в зависимости от рода почвы, но также и от количества воды, имеющейся в почве. Чем суше становится почва, тем сильнее она удерживает воду. Нам важно каждый раз знать, до какого предела может падать содержание воды той или другой почвы без вреда для деревьев. Так как страдание деревьев проявляется в этом случае прежде всего в завядании листьев, то Бриггс и Шантц (Briggs and Shantz

1912) предложили пользоваться в этом случае коэффициентом завядания как показателем. Этим термином названные авторы обозначают содержание воды в почве, выраженное в процентах от сухого веса, при котором растения начинают завядать и без дачи воды остаются в завядшем состоянии. Разность между имеющимся в почве запасом воды и коэффициентом завядания даст, таким образом, количество доступной растению воды. Практическое применение этого способа натолкнулось, однако, на значительные трудности, так как применяемые при этом способе вычисления формулы оказались не вполне отвечающими действительным соотношениям. Более подробно эти вопросы трактуются в специальной литературе по почвоведению. Для поглощения растением воды из почвы корневые волоски должны преодолеть ту силу, с которой вода удерживается почвой. Растению необходимо в каждый данный момент поглотить из почвы как раз такое количество воды, какое нужно ему в данный момент его жизни. Поэтому сосущая сила эпидермальных клеток кончика корня является как показали У р ш п р у н г и его сотрудники (Ursprung 1925, 1926), мерилем той силы, с которой вода удерживается почвой. Если эта сила превосходит сосущую силу корневых волосков, то растение обречено на завядание; если же она меньше сосущей силы волосков, то последняя должна регулярно меняться до момента выравнивания обеих. Вследствие этого сосущая сила воспринимающих воду клеток растения не может быть величиной постоянной. Она должна изменяться в соответствии с тем состоянием водного баланса почвы, которое имеется в каждый данный момент. В каких пределах может колебаться сосущая сила корневых волосков наших плодовых деревьев, — остается невыясненным.

О количестве тончайших разветвлений корней дерева мы можем составить себе лишь приблизительное представление; во всяком случае оно чрезвычайно велико. При выкапывании дерева мы наблюдаем очень небольшую часть тонких разветвлений корневой системы, так как они расположены часто на весьма значительном расстоянии от основания ствола. Видимая нами обычно корневая система представляет собою одревесневшие главные и боковые корни, неспособные к поглощению воды и выполняющие задачу проведения воды и механического укрепления дерева в почве.

По вычислениям американских исследователей, корневая система в целом составляет 25—30% общего веса дерева. Часто можно встретить утверждения, что воспринимающая часть корневой системы в большей своей части расположена непосредственно под шатром кроны. К подобным утверждениям, долженствующим служить определяющим моментом в вопросах полива и удобрения, следует, однако, относиться с некоторой осторожностью.

В богатых и сырых почвах многочисленные к о р н е в ы е о к о н ч а н и я н а х о д я т с я под всем шатром кроны, а в сухих и бедных почвах корни пронизывают области почвы, лежащие далеко за пределами кроны. Американский исследователь Б е й л и (Bailey) нашел у сорта груши Howell, имевшей крону всего в 2 м в диаметре, корни на расстоянии более 6 м от ствола. Подобные же соотношения наблюдаются и в отношении проникания корневой системы в глубину. На почвах неглубоких, также как и при высоком стоянии грунтовых вод, корневые окончания располагаются в верхних слоях почвы. В более же рыхлых, глубоких почвах они способны проникать на весьма значительную глубину. В этих

случаях использование деревом почвы на глубину до 3 м, судя по данным ряда исследователей, не составляет редкости. Крайние цифры относительно предельной глубины проникания корневой системы плодовых деревьев мы находим для засушливых районов Калифорнии. В этих условиях, по данным Чэн д л е р а (Chandler 1925), корни вишни проникают на глубину до 6 м, а корни сливы даже до глубины в 7 м.

Распространение корней в почве определяется, однако, не исключительно одними почвенными условиями. Оно определяется также и количеством органических веществ, которое может быть израсходовано растением на питание корней. В тех случаях, когда синтез углеводов нарушен вследствие повреждения листовой системы, либо синтезируемые сахара потребляются на образование плодов при обильном плодоношении, на корневой системе влияние этих факторов не может не отразиться. С этой точки зрения становятся вполне понятными данные Чэн д л е р а (Chandler 1923), подтвержденные Хэттоном, Грёббом и Амосом (Hatton, Grubb and Amos 1923), согласно которым сильная обрезка кроны вредно отзывается на росте корней.

Б. ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ВОДЫ И ТРАНСПИРАЦИЯ

Проводящие воду пути и передвижение воды. Испарение воды и зависимость его от подачи воды и влажности воздуха. Распределение воды вне сосудов. Сосущая сила листьев и других тканей.

Из корневых волосков вода поступает прежде всего в проводящую систему корней. Со времени исследований Уршпрунга стало известно, что это передвижение воды в поперечном направлении осуществляется благодаря возрастающей от периферии к центру сосущей силе клеток. Передвижение воды вверх идет по сосудам древесины (рис. 2 и 3). Поэтому на стволе и сучьях дерева можно совершенно свободно, сделав до самой древесины два круговых надреза один над другим, удалить полоску коры, не нарушив подобным кольцеванием водоснабжения вышележащих частей. Что в проведении воды вверх по стволу участвуют не паренхимные клетки древесины либо стенки сосудов, явствует, с одной стороны, из той быстроты, с которой происходит проведение воды, с другой же — в этом можно убедиться и непосредственно, срезав ветви, опустив их срезанными концами в раствор краски и наблюдая передвижение окрашенного раствора по сосудам. Лучше всего проводят воду самые наружные годичные кольца заболони, тогда как древесина ядра не может уже вполне справиться с этой задачей.

Относительно сил, участвующих в процессе передвижения воды, наука до сих пор не могла прийти к окончательному решению. Здесь приходится принимать во внимание капиллярные силы, действующие в сосудах, существование непрерывных водных нитей вследствие транспирации (сосущего действия кроны) и, наконец, корневое давление. Равным образом не установлено точно, играют ли вообще какую-либо роль, и если играют, то какую, живые клетки, окружающие сосуды. Более подробно все эти вопросы рассматриваются в учебниках физиологии растений и в специальной литературе по этим вопросам.

Большую часть поглощенной воды растение снова теряет в процессе транспирации. Незначительная часть поступающей

воды потребляется при построении новых тканей, часть же остается в клетках, являясь необходимым субстратом для протекающих там жизненных процессов. Приходится считать, что большая часть воды испаряется листьями, поскольку общая листовая поверхность плодового дерева достигает очень значительной величины. Однако, кожица листьев покрыта по всей своей поверхности весьма мало проницаемой для воды пленкой, носящей название *кутикулы*, благодаря которой кожица в значительной степени защищена от потери воды. Поэтому листья обладают специальными органами, регулирующими отдачу воды или, как принято говорить, транспирацию. Этими органами являются устьица, снабженные особым механизмом открывания и закрывания. Как правило, устьица закрываются в темноте, открываясь при доступе к ним света. Эта дневная периодичность подвержена, однако, влиянию водного режима. При



Рис. 2. Разрез однолетней ветви черешни. В видах экономии места часть древесины на рисунке не показана. М — сердцевина, MS — сердцевинные лучи, G — сосуды (проводящие воду пути), H — древесинные волокна (опорная ткань), C — камбий, LB — проводящая часть луба, BP — лубяная паренхима, BF — лубяные волокна, RP — коровая паренхима, Ph — феллоген («пробковый камбий»), K — пробка, E — эпидермис с кутикулой. Увеличение около 80. (По рисунку П. Штейнхегера).

недостатке воды устьица могут закрываться и днем. Относительно количества воды, теряемой нашими плодовыми деревьями в процессе транспирации, в литературе не имеется данных непосредственных наблюдений. Из вычислений Гёнеля (Höhnelt), произведенных им для березы и бука, мы можем принять для взрослого плодового дерева ежегодное количество воды, пропускаемой через себя растением в процессе транспирации, равным 500—1 000 л.

Интересные данные по транспирации плодовых деревьев имеются в работах Гендриксона (Hendrickson 1926). По его наблюдениям, устьица у персика, сливы и абрикоса открыты сильнее всего в первую половину дня между 9 и 12 час., а затем начинают закрываться. Наименьшая открытость устьичной щели наблюдалась между 20 и 22 час. При этом обнаружилось, что деревья, имеющие в своем распоряжении большой запас воды, гораздо сильнее открывают устьица, чем деревья со скудным водоснабжением. Затененные персиковые деревья достигали максимального открывания устьиц на несколько часов

позднее незатененных. Содержание воды в листьях находится, по данным Гендриксона, в непосредственной зависимости от закрывания и открывания устьиц. Вскоре после 6 час. утра содержание воды начало уже падать. И уже к 9 час. утра во всех частях дерева наблюдался пониженный запас воды. Между 15 и 18 час. часть этого дефицита вновь покрывалась.

Следующим фактором, влияющим на транспирацию, является влажность воздуха. Чем она ниже, тем сильнее идет отдача воды. А так как теплый воздух может воспринять больше водяных паров, чем холодный, то транспирация косвенно зависит и от температуры. При движущемся воздухе листья теряют больше воды, чем в спокойной атмосфере.

Опыты с горшечными культурами показали, что на транспирацию оказывают влияние и находящиеся в распоряжении растения минераль-

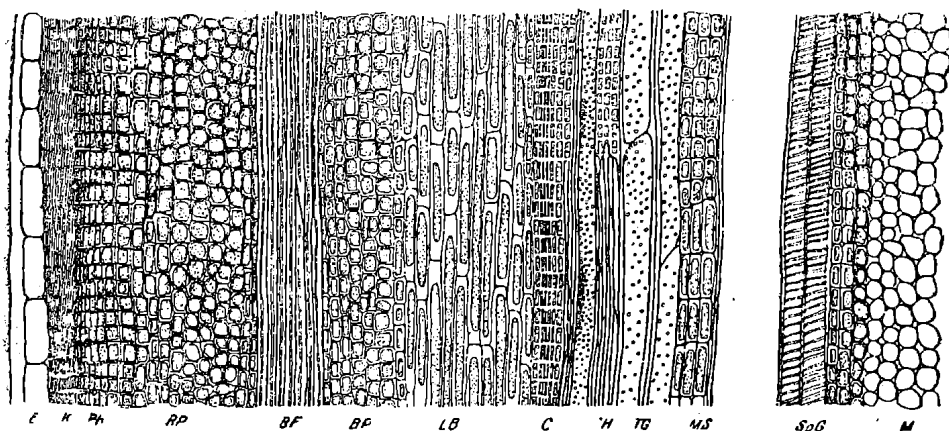


Рис. 3. Продольный разрез через однолетнюю ветвь черешни. Древесинная часть изображена неполностью. Обозначения те же, что и на рис. 2. SpG — спиральный сосуд, TG — пористый сосуд. Радиально идущие сердцевинные лучи, лежащие сзади сосудов, на рисунке не изображены. Увеличение около 80. (По рисунку П. Штейнеггера).

ные вещества. Так, например, деревья, терпевшие недостаток в калийных солях и слабо испарявшие на рассеянном свете, на прямом солнечном теряли воду значительно быстрее, чем контрольные, получившие полное минеральное удобрение.

Распределение воды вне проводящей системы зависит от сосущей силы клеток. К сожалению, в литературе нет данных относительно сосущей силы в отдельных тканях плодовых деревьев. Сосущая сила (в понимании Уршпрунга), в свою очередь, зависит от осмотического давления в клетке. Клетки с более высоким осмотическим давлением должны отнимать воду от клеток с более низким, как только они приходят во взаимное прикосновение. О высоте осмотического давления мы можем судить по понижению точки замерзания, которая падает с возрастанием первого. Чэндлер (Chandler 1914) произвел ряд подобных определений понижения точки замерзания сока в различных тканях яблони и персика; некоторые из его данных приведены ниже. Числа обозначают сотые доли градуса.

Таблица 1

Понижение точки замерзания сока в различных тканях яблоки и персика
(по Чэндлеру)

Название сорта	Дата определения	Сок из коры корня	Сок из коры ствола	Сок из коры главных сучьев	Сок из коры боков. сучьев	Сок из коры ветвей	Сок из листьев
Bloemfieldapfel	10 июня 1911	1,215	1,370	1,470	1,580	1,930	2,230
Ganoapfel	15 июня 1909	0,927	1,092	1,112	1,132	1,420	2,134
Lili of Kentapfel	17 ноября 1912	1,105	1,415	1,292	1,361	1,488	1,955
Fosterpfirsich	10 августа 1911	1,285	—	1,825	2,545	2,395	3,015

Мы видим из приведенных цифр, что осмотическое давление в тканях коры постепенно возрастает в направлении от корней к листьям. Чэндлер выводит отсюда заключение, что наряду с передвижением воды по сосудам возможно и медленное ее передвижение вверх по коре. Однако, по сравнению с передвижением воды по сосудам передвижение ее по коре составляет ничтожную величину. Особенно значительный скачок в величине осмотического давления наблюдается между корой ветвей и листьями. Отсюда можно сделать предположение, что листья способны отнимать воду из коры ветвей. По Чэндлеру (Chandler 1925), в этом легко убедиться следующим опытом. Кору двух только что срезанных ветвей покрывают парафином и у одной из них удаляют листья. Обе ветви помещают в замкнутое пространство, в котором влажность поддерживается на такой высоте, при которой завядание ветвей идет не слишком быстро. Через некоторое время можно заметить, что кора облиственной ветви под парафином начинает сморщиваться, тогда как у другой она остается в нормальном состоянии. Мисс Фернальд установила, что в начале периода роста осмотическое давление непосредственно под конечной почкой ветви выше, чем у основания ветви; на основании этого наблюдения она видит причину более сильного роста конечных почек в лучшем водоснабжении, обусловленном таким распределением осмотического давления.

Аналогичным образом листья наших плодовых деревьев могут отнимать воду и от плодов. Если срезать ветви с незрелыми плодами и оставить их в замкнутом пространстве с соответствующей степенью влажности, то плоды начинают сморщиваться прежде, чем начнут завядать листья. Однако это явление нельзя объяснить большей величиной транспирации плодов, так как последние сморщиваются и в том случае, если их покрыть предварительно парафином. Такое сморщивание станет нам совершенно понятным, если мы примем во внимание величину осмотического давления соответственно в плодах и листьях, найденную Чэндлером (Chandler 1914) на основании определений понижения точек замерзания сока. Ниже я привожу данные американского автора (как и в табл. 1, цифры обозначают сотые доли градуса).

На основании этих наблюдений нам становится понятным часто наблюдаемое в засушливые годы явление более раннего обнаружения при-

Таблица 2

Понижение точки замерзания сока плодов и листьев яблони
и вишни (по Чэндлеру)

Название сорта	Дата определения	Сок из листьев	Сок из плодов
Gapoapfel	2 июля 1911	1,880	1,465
Ben Davis Apfel	27 июля 1911	1,917	1,230
Английская морель незрелая	5 июня 1911	2,708	1,425
» » полузрелая	5 » 1911	2,708	2,243
» » зрелая	5 » 1911	2,708	2,375

знаков страдания от недостатка воды у плодов по сравнению с листьями. Плоды опадают в этом случае после образования отделительного слоя в месте прикрепления плодоножки к плодушке. Это опадение плодов может наступить прежде, чем листья обнаружат самые легкие признаки завядания.

В. ПОГЛОЩЕНИЕ И УСВОЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Элементы, необходимые для жизненных процессов. Поглощение минеральных веществ. Передвижение минеральных солей по сосудам и вне их. Выделение избытка минеральных веществ. Значение отдельных элементов. Количество потребляемых минеральных веществ.

Подобно остальным цветковым растениям и плодовые деревья нуждаются для произрастания в ряде безусловно необходимых для жизни химических элементов. Кроме входящих в состав воды кислорода (О) и водорода (Н), и углерода (С), поглощаемого листьями из атмосферы в форме углекислого газа, сюда относятся металлоиды: азот (N), фосфор (P), сера (S) и металлы: калий (K), кальций (Ca), магний (Mg) и железо (Fe). Кроме того в органах наших плодовых деревьев находятся значительные количества натрия (Na) и хлора (Cl), равно как и следы многих других элементов. На основании новейших исследований, произведенных с другими растениями, мы должны считать, что некоторые из них, как, например, алюминий и бор, также принадлежат к необходимым для жизни элементам.

За исключением углекислоты все остальные элементы поступают в растение из почвы в растворенном состоянии. В этой главе нам предстоит рассмотреть вопрос, как происходит это поступление веществ в растение, как они передвигаются по растению, на что их употребляет дерево и в каком количестве они ему необходимы.

Поглощение элементов, присутствующих в почве в форме солей, может происходить лишь осмотическим путем. Однако, при этом корневой системе представляется возможность известного выбора. Это явствует из того, что если мы внесем в питательный раствор равные количества одной и той же соли натрия и калия, то увидим, что корни ра-

стения поглощают значительно большее количество соли калия, являющегося необходимым для жизни элементом.

Поглощение отдельных элементов зависит не только от их абсолютного количества в почве, но и от их количественного соотношения. Последнее особенно ясно можно видеть на примере четырех наиболее важных для жизни металлов. Так, количество поглощенного кальция находится в тесной связи с имеющимся в почве запасом магния. Поглощение железа, находящегося обычно в наших почвах в достаточном количестве, может быть значительно затруднено в случае избытка кальция или магния.

На поглощение и избирательную способность по отношению к отдельным элементам оказывает большое влияние и то обстоятельство, имеет ли почва щелочную, нейтральную или кислую реакцию. Большую роль играет также влажность почвы и стоящая в прямой от нее зависимости аэрация. Так, известны случаи, когда хлороз (Gelbsucht) яблонь и груш, вызванный недостаточным поглощением железа, исчезал на сырых почвах, как только в саду в качестве промежуточной культуры начинали культивировать травы. Очевидно, благоприятное действие культуры трав объясняется тем, что, испаряя значительное количество воды, они уменьшают влажность почвы, улучшая тем самым условия роста корней плодовых деревьев. Все эти соотношения весьма сложны и к тому же меняются в зависимости от рода культуры.

Поглощенные корневыми волосками минеральные вещества путем осмоса попадают в проводящую воду систему корня. Отсюда, в растворенном состоянии, они передвигаются к различным органам. Обмен веществ между сосудами может осуществляться опять лишь осмотическим путем. Выделение избытка минеральных веществ может осуществляться путем сбрасывания листьев и отделения корки. Кроме того, минеральные вещества осмотическим путем попадают и снова в почву. Происходит ли этим путем лишь выделение растением нежелательных веществ или же при этом происходит и значительная потеря ценных для растения элементов, пока не выяснено.

Очтер (Auchter 1923) показал, что поглощенные на одной стороне дерева минеральные вещества поступают почти исключительно в ветви, находящиеся в непосредственной связи с корнями этой стороны, и что сколько-нибудь значительная поперечная передача (Kreuztransport) веществ в ветви, находящиеся в непосредственном сообщении с другими частями корневой системы, не имеет места. Метод «удобрения половинок» дерева (Halbbaumdüngung), примененный уже ранее Нальтоном (Knowlton 1921) для определения потребностей дерева в удобрениях, приобретал тем самым значительное обоснование. Упомянутый исследователь удобрял половину дерева чилийской селитрой, проделав эту операцию у 25 яблоневых деревьев. Через 5 и 8 дней после начала опыта химическим путем еще нельзя было установить какой-либо разницы в содержании азота в почках и листьях той и другой половины дерева.

На 19 и 21-й дни обнаружилось ясное различие обеих половин дерева, проявившееся в усиленном росте верхушек побегов на удобренных половинках деревьев.

Поставить точные опыты, применяя этот метод, нет возможности, так как точности его сильно препятствуют передвижение ионов в почве, свилеватость древесины, ствола и сучьев, весьма распространенная