

В. О. КАЗАРЯН, П. А. ХУРШУДЯН

## О ФАКТОРАХ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ НАПРАВЛЕНИЕ РОСТА И СМЕНЫ КОРНЕЙ У ДРЕВЕСНЫХ

Характер размещения, энергия и направление роста корневой системы у древесных и кустарниковых пород в почве обычно связаны с целым рядом ее разнообразных факторов: мощностью, влажностью, физико-механическими свойствами, аэрацией, температурой, генетическим горизонтом почвы, наличием необходимых для растений минеральных элементов, конкуренцией, а также возрастом, биологическими особенностями данного растения и т. д. Указанными почвенными факторами обеспечивается нормальное развитие и функционирование корневой системы.

У древесных растений обычно формируются универсальные корни, то есть корни, развивающиеся вширь и вглубь, если, конечно, нет препятствующих их развитию в том или ином направлении факторов. В этом отношении весьма наглядны результаты исследований (В. П. Дадыкин [5]) корневой системы древесных растений, обитающих на широте полярного круга. Тщательными раскопками им установлено поверхностное расположение всех корней, вследствие близкого залегания зоны вечной мерзлоты. В данном случае лимитирующим фактором развития корней вглубь является температура. В другом случае аналогичное, т. е. поверхностное размещение корней связано с плохой аэрацией нижних слоев почвы. Так, например, по данным А. Я. Орлова [12] на заболоченной почве сосущие корни ели размещаются, главным образом, в зоне 10—12 см, а основная масса их сосредотачивается в подстилке, где имеются лучшие условия аэрации. Подобные же примеры можно привести из практики облесения освобожденных донных грунтов озера Севан.

Наши наблюдения показывают, что корневая система высаженных в избыточно влажном песчаном грунте черенков ив и тополей образуется не из нижних частей черенков, а из более верхних, ближе к дневной поверхности грунта. Оказывается, что нижние части черенков, расположенные в слое, насыщенном влажностью, и, следовательно, в мало аэрированной среде, быстро загнивают.

Постепенное опускание грунтовых вод, в связи с уменьшением зеркала озера, приводит к неодинаковым последствиям у разных видов растений. По энергии роста и характеру размещения корневой системы в песчаных грунтах породы могут быть разбиты на три группы:

1. Породы, не успевающие развивать корневую систему параллельно с ходом опускания грунтовых вод (карагач, акация белая, тополь пирамидальный, ива белая, ясень пенсильванский и др.).

2. Породы, формирующие более интенсивно растущие корни, углубляющиеся в грунт вслед за опускающимися грунтовыми водами (тополь китайский, сосна Коха, облепиха и др., рис. 1).

3. Породы, формирующие две группы корней: вертикально идущие и горизонтально растилающиеся в поверхностном слое почвы. У последней группы число сосущих разветвлений гораздо больше, в то время как вертикально опускающиеся ветвятся очень слабо (ива золотистая, ше-

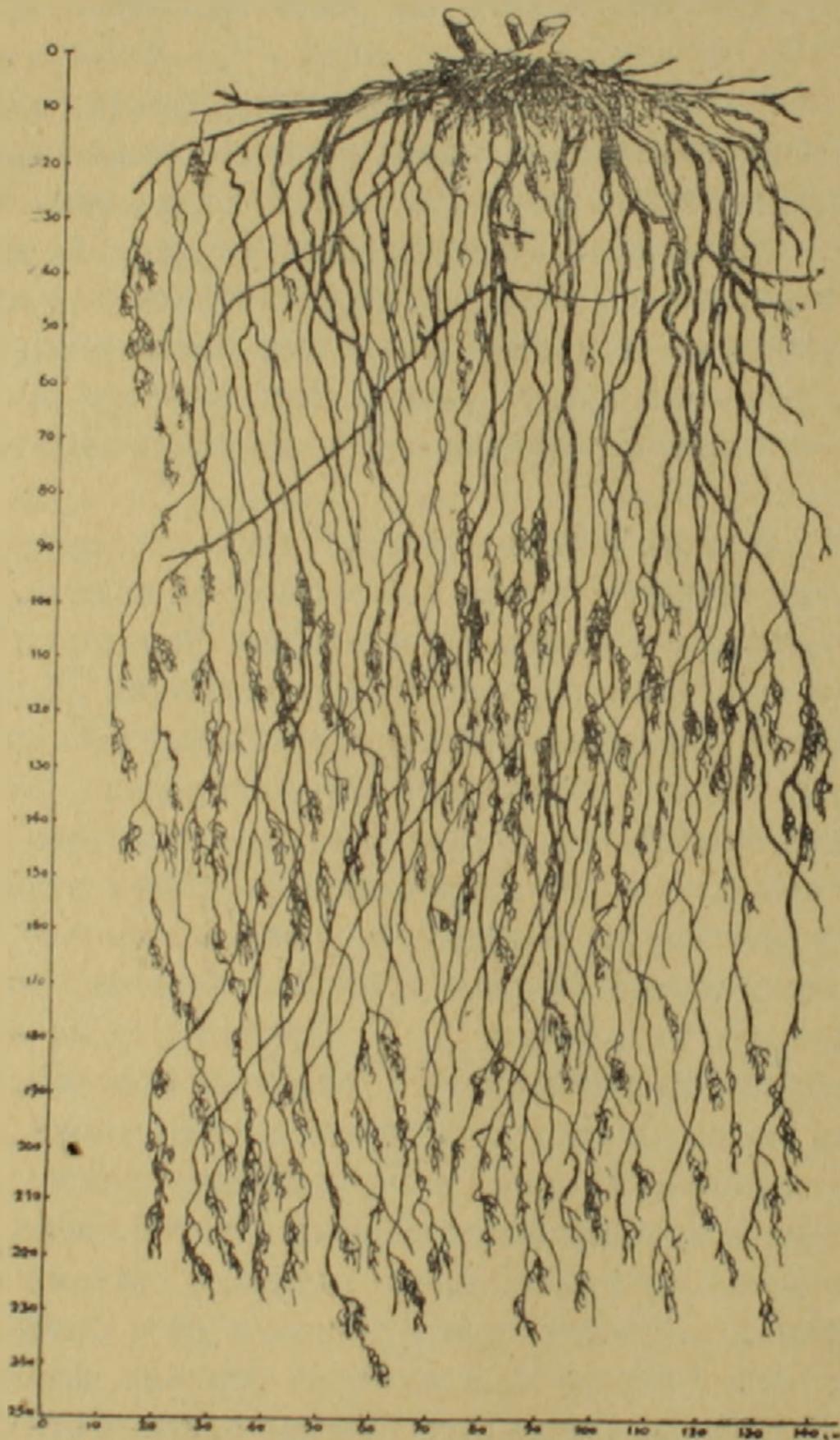


Рис. 1. Корневая система тополя китайского. Характеризуется энергичным ростом. В результате он образует вертикально идущие корни, достигающие до зоны поднятия капиллярной влажности.

люга, тополь изящный и др., рис. 2). Указанные породы в условиях насыщенно увлажненной почвы образуют лишь поверхностно идущую корневую систему, с более слабым разветвлением.

Все эти примеры иллюстрируют лишь зависимость энергии и направления роста корней древесных растений от характера распределе-

ния влаги в почве. Однако нередко случаи, когда изменение эдафических условий приводит к смене универсальных корней придаточными. Подобные примеры наблюдаются большей частью при посадке молодых саженцев в глубокие ямы, в результате чего корни оказываются в условиях весьма слабой аэрации. В этом случае первичные корни подавляются в росте и постепенно отмирают, взамен их появляются новые придаточные, простирающиеся в более поверхностных почвенных слоях. Наглядный случай смены первичных корней придаточными стеблевого происхождения обнаружен нами у свидины (*Thelycrania australis*), в условиях Ереванского ботанического сада.

Нижний участок дендропарка сада в течение 5 лет вследствие двукратного паводка реки Гедар был покрыт значительным слоем ила. При первом паводке, имевшем место в 1946 г., поверхность почвы под-

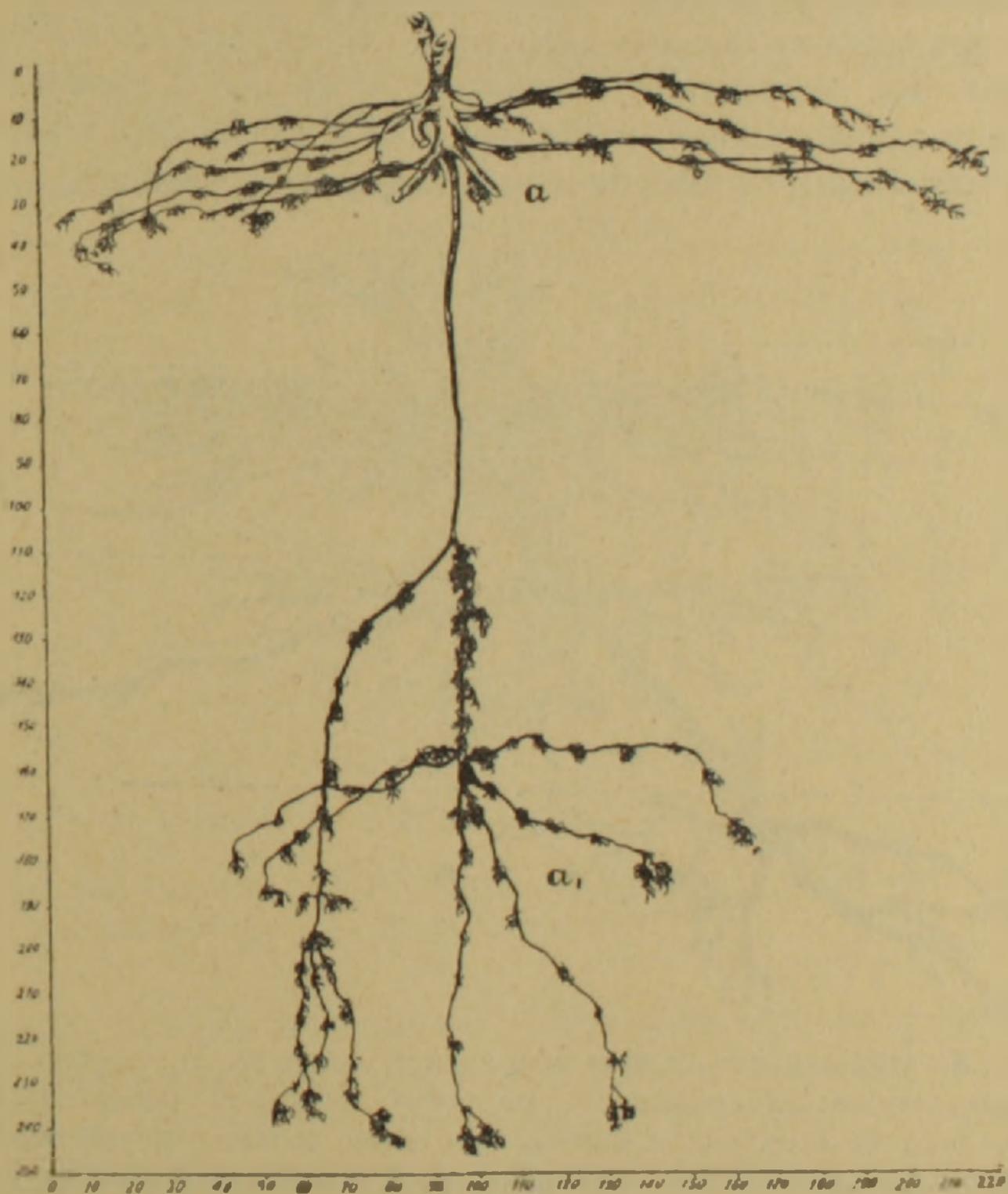


Рис. 2. Корневая система тополя изящного. Образовано два типа корней: а — горизонтально располагающиеся; а<sub>1</sub> — вертикально углубляющиеся.

нялась на 31 см, а при втором (в 1950 г.) — на 22 см. Молодые деревья и кустарники, произраставшие на этом участке, в результате первого наводнения погибли, выжили лишь более взрослые.

Используя это обстоятельство, мы детально исследовали изменения,

происшедшие с корневой системой некоторых кустов свидины, уцелевших после первого и последующего наводнений. При этом мы попытались выяснить, в первую очередь, общее состояние первичных корней и возможность образования придаточных после поднятия поверхности почвы. Подобрав несколько возрастно различные экземпляры свидины, мы произвели раскопку их корней, применяя способ выделения всей корневой системы методом скелета, разработанным В. А. Колесниковым [7].

Помимо учета числа и размера корней различных порядков и их количественного распределения по почвенным горизонтам в ходе раскопки производились также зарисовки вертикально и горизонтально развивающихся корней свидины, посаженной на указанном участке в 1944 г. в двухлетнем возрасте. Как видно из рис. 3, вследствие первого наводнения у данного куста образовался новый корневой ярус. При этом у первичных корней почти не сохранились сосущие разветвления, живым остался лишь один из главных скелетных корней, полностью оголенный от разветвлений. Отмершими оказались также все надземные оси, за исключением одной главной, от которой впоследствии образовались придаточные корни ( $a_1$ ), размещенные в верхнем почвенном горизонте.

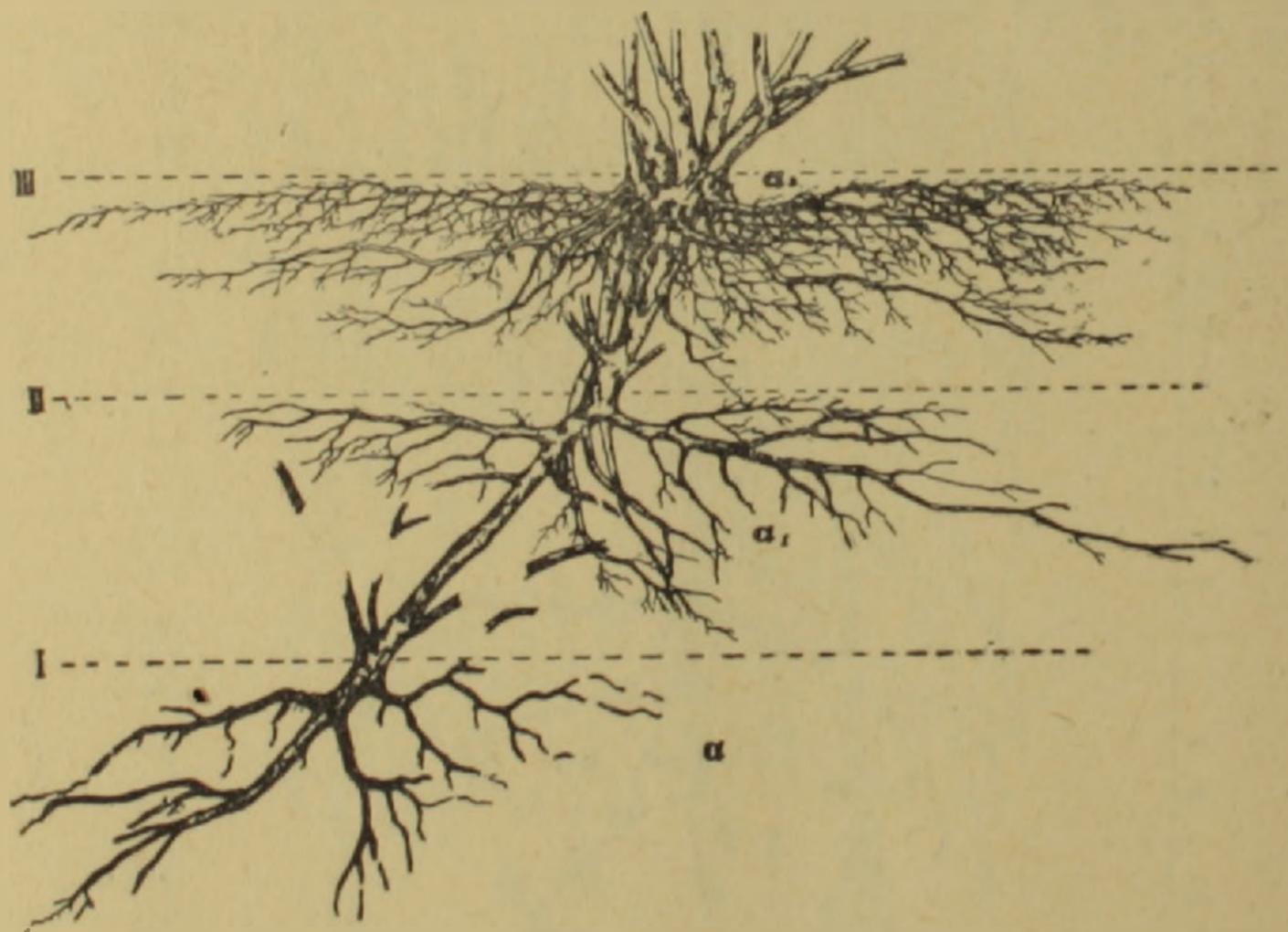


Рис. 3. Образование 3 ярусов корней у свидины, в результате двухкратного наводнения и поднятия почвенной поверхности. а — остатки материнских корней;  $a_1$  — корни среднего яруса, образовавшиеся после первого наводнения;  $a_2$  — корни верхнего яруса, образовавшиеся после второго наводнения.

Последние в дальнейшем оказались более развитыми и деятельными, выполняющими, в сущности, основную функцию снабжения надземной системы минеральными элементами и водой.

Отмирание первичных корней было связано, очевидно, с крайним ухудшением условий аэрации почвы, приводящим к подавлению их поглотительной способности.

Как уже указывалось, в 1950 г. повторился паводок р. Гедар, приводя к дальнейшему повышению поверхности почвы. В результате создавшихся неблагоприятных условий, главная ось куста образовала новую корневую систему ( $a_2$ ), т. е. третий корневой ярус с многочисленными сосущими разветвлениями.

Подобно первичной глубоко залегающей корневой системе придаточные корни, составляющие второй корневой ярус ( $a_2$ ), подавлялись в росте, а затем отмирали полностью. Наиболее активными и жизнедеятельными из них оказались мелкие корни, отходящие непосредственно от главной оси куста.

Третий корневой ярус, в отличие от двух нижележащих, характеризовался наличием большого числа разветвлений, густо залегающих в поверхностном слое почвы, где было обнаружено множество переплетающихся сосущих корней, напоминающих густой войлок.

Изменение числа корней различных порядков наглядно видно из данных приведенной таблицы.

Сравнительные данные, характеризующие мощность корней различных ярусов у свидины

Ярусность корней	Корни I порядка				Корни II порядка *					Число корней III порядка
	число	общая длина в см	сумма диаметров у основания в см	сумма диаметров у средней зоны корней в см	число	отходящие от основания корней I порядка	отходящие от среднего яруса корней I порядка	отходящие от верхнего яруса корней I порядка	общая длина в см	
Верхний ярус	18	835	214,4	71,8	—	159	139	193	3649	5106
Средний ярус	7	262	36,2	20,2	—	58	42	24	497	208
Нижний ярус	4	108	31,4	22,6	18	—	—	—	—	—

\* Подсчеты числа корней II порядка производились не по всей длине корней I порядка, а в каждом ярусе на 10 см длины.

Данные таблицы показывают, что корни верхней почвенной зоны резко отличаются общим развитием. Наименее мощными являются первичные корни, которые находятся в состоянии полного отмирания. В результате основная функция снабжения надземных органов минеральными элементами и водой переходит к корням верхнего яруса. Последние отличались также тем, что большинство из них усиленно разветвляется верхушкой, умножая тем самым число сосущих корней, как это впервые было описано А. П. Тольским [14, 15].

Замена материнских корней придаточными, по данным А. В. Верениникова [1], происходит и у сосны при временном избыточном увлажнении почвы. В результате этого материнские корни массово погибают, а взамен их энергично развиваются придаточные, расположенные в более

поверхностном слое почвы. За один вегетационный период придаточные корни, по данным этого автора, достигают 50—60 см.

Все эти данные свидетельствуют об активной приспособительной реакции растений к изменяющимся почвенным условиям, в частности, к повышению поверхности почвы или избыточному увлажнению грунта. В этом случае образуется новый корневой ярус стеблевого происхождения при наличии нормально развитых материнских корней, попавших в условия плохой аэрации.

Энергичное образование придаточных корней одновременно привело к подавлению роста надземных органов. После наводнения основная масса синтезирующихся у растений ассимилятов расходовалась на формирование новых корней. Это видно из того, что в годы энергичного образования и роста придаточных корней соответствующие годовые кольца стебля в прикорневой зоне оказались более широкими, что свидетельствует об обильном поступлении ассимилятов из листьев к корневой системе. Зависимость ширины годичных слоев древесины от количества передвижных форм ассимилятов по флоеме экспериментально доказана В. А. Паланджян, П. А. Хуршудяном и Б. М. Абрамян на примере ясеня, подвергавшегося регулярной дефолиации [13].

Формирование новых корневых ярусов у исследуемых кустов имело для растений и другое важное значение. Согласно данным одного из авторов настоящего сообщения [6], одним из главных внутренних факторов старения растений является обострение противоречия роста и обмена веществ между полярно расположенными активными системами—корнями и листьями. Это противоречие в наиболее обостренной форме проявляется у древесных растений, длительно растущих и достигающих в результате этого громадных размеров, что приводит к чрезмерному увеличению расстояния между листьями и корнями. Вследствие этого ухудшаются, с одной стороны, снабжение листьев водой и минеральными элементами, с другой—поступление в корневую систему ассимилятов, а впоследствии и ослабление жизнедеятельности листьев и корней. Появление суховершинности, высыхание старых скелетных ветвей верхних ярусов, а также формирование многочисленных отрастающих побегов вокруг ствола и скелетных ветвей, начиная с основания до верхушки, связано главным образом с этим обстоятельством. В результате вновь формирующиеся молодые метамерные образования располагаются ближе к корневой системе, что приводит к восстановлению прежнего интенсивного обмена веществ между ними.

Однако сокращение расстояния между листьями и корнями осуществляется не односторонне, лишь опусканием зоны ветвления по стволу. Оно происходит и путем образования новых придаточных корней, расположенных ближе к листьям при наличии оптимальных условий для осуществления этого процесса.

Одним из распространенных способов естественного воспроизведения древесных, кустарниковых и многолетних травянистых растений, как известно, является отводковое размножение. Оно обычно осущест-

вляется укоренением разновозрастных ветвей, при тесном их соприкосновении с влажной почвой. После появления корней, нормально обеспечивающих минеральными элементами и водой листья данной ветки, обмен веществ между последней и материнским организмом постепенно прерывается. Таким способом размножаются древесные и кустарниковые породы, обычно не дающие корней при черенковом размножении. Окоренение в этом случае связано с тем, что ветка после отведения продолжает нормально пользоваться минеральными веществами и водой, поступающими от материнских корней, в то время как при черенковом размножении это исключается. Этим объясняется и то обстоятельство, что даже такие обычно неукореняющиеся черенками породы, как дуб черешчатый и пушистый, успешно размножаются отводками (Г. Высоцкий [3, 4]). И. В. Мичурин, используя это биологически полезное свойство растений, применял воздушные отводки, производя на ветках кольцевые надрезы с целью укоренения веток ценных плодовых пород, не размножающихся вегетативно [11].

Во всех указанных выше случаях придаточные корни у побегов или ветвей образуются при наличии развитой и нормально функционирующей корневой системы материнского растения. При этом нередко вновь образующиеся у побегов придаточные корни располагаются очень близко к первичным, что наблюдается у многих кустарников, формирующих растилающиеся по земле укореняющиеся ветви. Во многих случаях образование придаточных корней связано с крайним ухудшением условий формирования и функционирования материнских корней. Так, например, по наблюдениям Н. К. Вехова [2] у деревьев в поймах рек при длительном затоплении берегов происходит энергичное корнеобразование на стволах в период половодья, вследствие ухудшения условий аэрации. Подобное явление имеет место и при заилении пойм. После размыва наносов обнаруживается масса развитых придаточных корней.

Образование придаточных корней при наличии развитых и материнских можно объяснить тем, что последние в новых условиях существования не в состоянии полностью обеспечить потребность надземных органов растений во влаге и минеральных веществах, что приводит к ослаблению обмена веществ между корнями и листьями. Подтверждением этого может являться тот факт, что ветка после укоренения усиливает рост, обгоняя все одновозрастные и одноярусные метамерные образования.

Равным образом можно также предполагать, что корнеобразование обусловлено и ухудшением снабжения материнских корней ассимилянтами, так как последние у мощных деревьев и кустарников находятся на достаточно большом расстоянии от листьев. Однако далемский способ отводкового размножения показывает, что окоренение побегов имеет место у энергично растущей пневой поросли, которая обильно снабжается водой и минеральными веществами, благодаря развитой корневой системе.

С целью детального исследования этого явления и объяснения

причины образования придаточных корней на растении, нами в 1958 г. были поставлены специальные опыты с молодыми растениями фикуса (*Ficus elastica*). Опыт заключался в следующем: глиняный вазон примерно такого же размера, как тот, в котором развиваются корни материнских растений, был распилен вдоль пополам. Затем, расширив донное отверстие (соответственно диаметру стволика подопытного растения), половинки каждого вазона надевались на ствол на 30—40 см выше корневой шейки и закреплялись вместе. Для предотвращения стока поливной воды щели между двумя половинками, а также нижнее отверстие вазона были замазаны пластилином. После этого вазон заполнялся садовой почвой и регулярно поливался одновременно с нижним вазоном. В дальнейшем велись наблюдения за ходом роста подопытных растений и появлением придаточных корней в верхнем вазоне. Повторность опыта была трехкратная.

Спустя 2—3 мес. было видно некоторое улучшение общего состояния подопытных растений, по сравнению с контрольными. Прежде всего наблюдалось усиление верхушечного роста растений и увеличение в размерах вновь появляющихся листьев. Одновременно началось массовое пробуждение спящих почек, которые удалялись по мере их раскрытия. Сначала предполагалось, что указанные изменения являются результатом образования и функционирования придаточных корней в сфере верхнего вазона. Однако тщательные раскопки почвы показали, что на стволиках, проходящих через верхние вазоны, формировались лишь мелкие бугорки (каллюсные наплывы). Следовательно, улучшение общего состояния растений и усиление их роста было связано с активным участием коры стволиков растений в поглощении воды и минеральных веществ из почвы верхних вазонов. Своеобразным было дальнейшее поведение подопытных растений. Прежде всего в ходе опыта было замечено, что при одинаковом поливе почва верхних вазонов всегда высыхала гораздо быстрее, чем почва нижних вазонов. Со временем разница в интенсивности поглощения влаги растением из почвы обоих вазонов стала еще больше. Это привело нас к убеждению, что в поглощении воды из верхних вазонов принимают участие главным образом вновь образовавшиеся придаточные корни, наличие которых, в действительности, подтвердилось при раскопке.

Через полтора—два года наблюдалась заметная разница в толщине стволиков на участках, выходящих непосредственно из почвы верхних и нижних вазонов. Если перед опытом самым толстым участком стволиков были корневые шейки, то теперь уже более толстым оказались участки, выходящие из почвы верхних вазонов. Указанный факт свидетельствовал о том, что основная роль снабжения водой и минеральными элементами надземных органов растений в целом перешли к придаточным корням. В результате нижний участок стволиков и материнских корней у подопытных растений постепенно выключался из общего обмена веществ. Сняв половинки верхних вазонов, мы убедились в наличии сильно развитых придаточных корней.

Благодаря высокому плодородию почвы, наполнивших верхние вазоны, регулярному поливу и образованию развитых придаточных корней, расположенных ближе к листьям, растения переходили полностью на питание указанных корней. Нижележащие материнские органы в силу этого постепенно подавлялись в росте и в выполнении свойственным им функциям, так как основная доля органических веществ, поступающих из листьев, расходовалась на рост и жизнедеятельность придаточных корней.

В ходе образования и роста верхнего яруса обмен веществ между листьями и корнями начал осуществляться двумя различными по величине кругами 1) первичный, большой: листья—материнские корни; 2) вторичный, малый: листья—придаточные корни (рис. 4). По первому кругу значительно затрудняется как поднятие воды к надземным органам, так и поступление ассимилятов из листьев к корням. Кроме того, в ходе передвижения ассимилятов по такому длинному пути значительно увеличивается и затрата их в процессе дыхания клеток флоемы. В противоположность этому обмен веществ между корнями и листьями по малому кругу существенно ускорится, к тому же уменьшаются расходы ассимилятов по пути их передвижения на дыхание клеток флоемы, происходящие, как известно, весьма интенсивно (А. Л. Курсанов [8, 9]; А. Л. Курсанов и М. В. Туркина [10]). В результате этого параллельно с увеличением массы придаточных корней, постепенно подавлялись в росте и функционировании материнские.

Этот опыт наглядно показывает, что биологическая сущность отводкового размножения заключается именно в возникновении локального обмена веществ между листьями и корнями укорененных побегов. Благодаря этому последние перестают находиться на иждивении материнских корней в отношении снабжения водой и минеральных веществ. Взамен этого придаточные корни переходят на питание листьев собственной ветки, что приводит к значительному улучшению обмена веществ между корнями и листьями.

Подтверждающим это положение фактом является далемский способ отводкового размножения. Указанный способ, как известно, заключается в подрезке ствола дерева (подлежащего размножению) на уров-

Известия XV, № 9—2

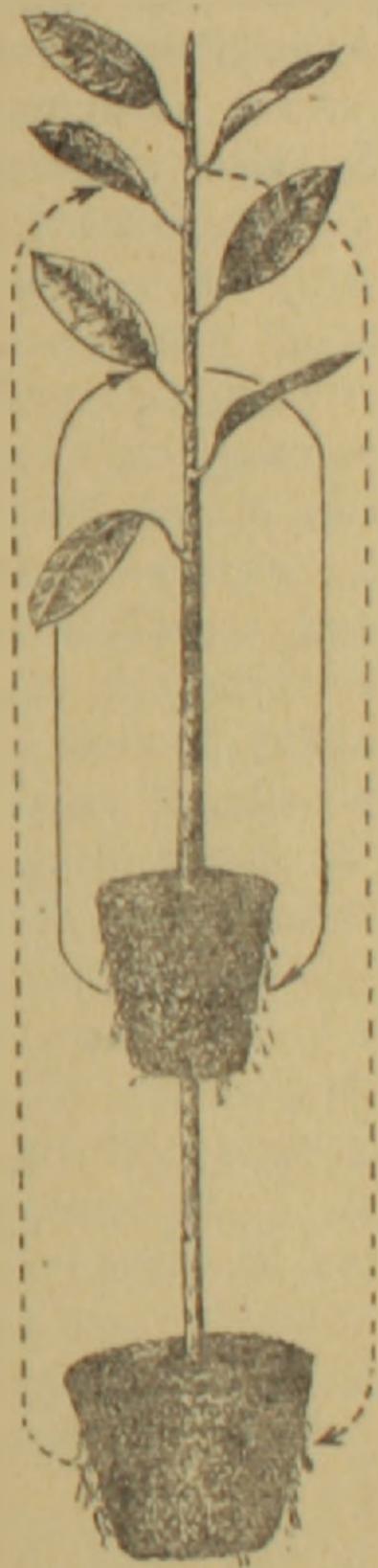


Рис. 4. Смена материнских корней придаточными у фикуса в результате применения воздушного андалиса.

не почвы с целью получения пневой поросли. После того как число поросли значительно увеличится, проводится окучивание пня рыхлой и влажной почвой с таким расчетом, чтобы нижняя часть всех порослевых побегов была покрыта слоем почвы, толщиной примерно 30—35 см. При таких условиях, хотя они и находятся вблизи от материнских корней, энергично укореняются. В данном случае для развития порослевых побегов более выгодно образовывать собственные корни и в результате этого осуществлять локальный обмен между последними и листьями.

Аналогичное по своей природе поведение проявляют и многие корневищные травянистые формы, у которых образование корней от узла отхождения надземных побегов обеспечивает как усиленный рост, так и энергичное размножение. В этом случае осуществляется локальный обмен веществ между надземными ассимилирующими системами и непосредственно отходящими от их основания корнями. Формирование корней у множества побегов, связанных через материнское корневище, приводит к тому, что многие сорные травы за короткий срок достигают значительных размеров. По подсчетам Крауса [16], на одном экземпляре пырея обнаружено более 33 корневищ, с общей длиной более чем 2168 см. Можно было бы представить энергию роста этих растений, если бы их побеги не оказались способными образовывать собственные корни.

Биологическая сущность применяемых в садоводстве и лесоводстве фитотехнических приемов, проводимых с целью омоложения или размножения растений (обрезка кроны и удаление возрастно старых скелетных ветвей, порослевое восстановление леса, отводковое размножение, прививка почек на срубленном пне дичка и т. д.), заключается в усилении обмена веществ между листьями и корнями, достигаемым искусственным сокращением расстояния между указанными полярно активными органами.

Эти факты, число которых можно намного увеличить, приводят к следующим основным выводам:

1. Образование придаточных корней при поднятии почвенной поверхности связано с ухудшением как условий аэрации в сфере материнских корней, так и обмена веществ между листьями и корнями. Придаточные корни, формируясь в верхней аэрированной зоне почвы, и, находясь вблизи от листьев, обеспечивают усиление обмена веществ между ними и листьями.

2. Укоренение отводковых побегов связано со свойством самоомоложения растений. Каждая укорененная ветка, переходя к локальному обмену в сфере собственных листьев и корней, выключается тем самым из общего обмена веществ. Это приводит к частичному омоложению материнских растений, с одной стороны, и глубокому омоложению укорененной ветки, с другой.

Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Պ. Ա. ԽՈՒՐՇՈՒԴՅԱՆ

ԾԱՌԱՐՈՒՅՍԵՐԻ ԱՐՄԱՏՆԵՐԻ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՈՒՂՂՈՒԹՅԱՆ  
ԵՎ ՀԵՐԹԱՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Բույսերի արմատային սիստեմի հզորությունը և աճման էներգիան, ինչպես հայտնի է, պայմանավորված են, գլխավորապես, հողի հզորությամբ, խոնավությամբ, ֆիզիկո-մեխանիկական հատկություններով, ջերմությամբ, անբացիայով, բույսի հասակով ու բիոլոգիական առանձնահատկություններով, ինչպես նաև մի շարք այլ գործոններով:

Խոնավության և անբացիայի փոփոխման հետևանքով արմատների տարբեր խորաթափանցելիությունը պարզորեն դրսևորվում է Սևանա լճի ջրերից ազատված հողագրունտների անտառապատման պրակտիկայում: Այստեղ գրունտային ջրերի մակարդակի անընդհատ իջեցման պատճառով ծառերը իրենց արմատները կենտրոնացնում են հողի տարբեր հորիզոններում:

Կան նաև բազմաթիվ դեպքեր, երբ հողային գործոնների փոփոխությունը տանում է դեպի մայրական արմատների մահացումը և նրանց փոխարեն բնից ու բնաշվերից հավելյալ արմատների առաջացումը: Նման դեպքեր դիտվել են Երևանի Բուսաբանական այգում աճող ճապկիի մոտ, հեղեղումները հետևանքով հողի մակարդակը երկու անգամ բարձրանալու շնորհիվ:

Ճապկիի արմատների մորֆոլոգիական ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ առաջին հեղեղման ժամանակ հողի մակարդակի բարձրացման հետևանքով առաջացել է արմատների նոր յարուս, իսկ մայրական արմատները մահացել են: Հաջորդ հեղեղումը առաջացրել է հողի մակարդակի կրկնակի բարձրացում, որի պատճառով ոչնչացել են 2-րդ յարուսի արմատները, նրանց փոխարեն առաջանալով նոր հավելյալ արմատներ:

Արմատային սիստեմի յարուսային նման փոփոխությունը, ըստ երևույթին, արդյունք է բույսի բեռնային օրգանների միջև նյութափոխանակության թուլացման: Այս հանգամանքը առանձնապես սուր է դրսևորվում ծառատեսակների մոտ, որոնք տարիների ընթացքում հասնելով խոշոր չափերի, մեծացնում են արմատների ու տերևների միջև ընկած տարածությունը: Դրա հետևանքով դժվարանում է ինչպես տերևների ջրամատակարարումը այնպես էլ արմատների սնուցումը պլաստիկ նյութերով: Ստեղծված հակասությունից դուրս գալու համար բույսը շորացող գաղաթի փոխարեն առաջացնում է բնային շիվեր և հավելյալ արմատներ, որով և վերջիններս մոտենում են սաղարթին:

Ծառերի ու թփերի բազմացման տարածված եղանակներից մեկը, ինչպես հայտնի է, ճյուղերով բազմացումն է, երբ վերջիններս անմիջապես հպվում են խոնավ հողին: Հաճախ նոր առաջացած արմատները գտնվում են մայրական արմատներին բավական մոտ: Այս հանգամանքը հիմք է տալիս ենթադրելու, որ այդպիսի բույսերի մոտ տերևների ու արմատների միջև նյութափոխանակությունն զգալիորեն թուլացած է: Հավելյալ արմատների առաջացումը նպաստում է ստորերկրյա և վերերկրյա սիստեմների կապի ուժեղացմանը:

Այս ենթադրության ստուգման նպատակով փորձեր են դրվել ֆիկուսի էրիտասարդ բույսերի վրա: Ստացված արդյունքները ցույց են տվել, որ հա-

վելյալ արմատների առաջացմամբ հին արմատները աստիճանաբար մահանում են:

Նշված փորձի արդյունքների և այլ դիտողությունների հիման վրա հեղինակները եկել են հետևյալ եզրակացություններին՝

1. Հողի մակարդակի բարձրացման դեպքում հավելյալ արմատների առաջացումը կապված է ինչպես մայր բույսի արմատների աերացիայի սպայմանների, այնպես էլ արմատների ու տերևների միջև նյութափոխանակության վատթարացման հետ: Հավելյալ արմատներն առաջանալով հողի վերին շերտում մոտիկ գտնվելով տերևներին, բարելավում են նյութափոխանակությունը նրանց միջև:

2. Մայրական բույսերի ճյուղերի արմատակալումը կապված է բույսերի ինքնահիտասարդացման հատկության հետ: Յուրաքանչյուր արմատակալած ճյուղը, անցնելով լուկալ նյութափոխանակության սեփական տերևների ու արմատների միջև, դրանով իսկ անջատվում է ընդհանուր նյութափոխանակությունից: Այդ բերում է մայրական բույսի մասնակի երիտասարդացման՝ մկողմից, և արմատակալված ճյուղի խոր երիտասարդացման՝ մյուս կողմից:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Веретенников А. В. Бот. жур. 2, 1959.
2. Вехов Н. К. Отводковое размножение древесных и кустарниковых пород, 1954.
3. Высоцкий Г. Н. Лесной журнал, 4, 1907.
4. Высоцкий Г. Н. Лесной журнал, 8, 1907а.
5. Дадьяки В. П. Особенности поведения растений на холодных почвах. Изд. АН СССР, М., 1952.
6. Казарян В. О. Физиологические основы онтогенеза растений Изд. АН АрмССР, 1959.
7. Колесников В. А. Тр. Крым, СХИ, т. III, 1952.
8. Курсанов А. Л. Бот. журн. т. 37, 5, 1952.
9. Курсанов А. Л. Применение изотопов в технике, биологии и сельском хозяйстве. Изд. АН СССР, 1955.
10. Курсанов А. Л. и Туркина М. В. Докл. АН СССР, т. 85, 3, 1952.
11. Мичурин И. В. Избранные сочинения. Сельхозгиз. 1948.
12. Орлов А. Я. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы. Отд. биол. н. т. 14, 1959.
13. Паланджанян В. А., Хуршудян П. А., Абрамян Б. М. Изв. АН АрмССР (биол. н.), т. XIII, I, 1960.
14. Тольский А. П. Тр. опыт. лесн., ст. вып. 3. 1905.
15. Тольский А. П. Тр. по лесн. опыт. делу в России. вып. 3, 1907.
16. Rraus C. Die gliederung Gersten und Hauterhalmes und Deren Berichungru den Fruchtständels Bell. rur. Naturw., 1905.