

П. А. Хуршудян

О РИТМИКЕ ПОДЗЕМНОГО И НАДЗЕМНОГО РОСТА
ДРЕВЕСНЫХ ПО ФЕНОФАЗАМ ГОДОВОГО ЦИКЛА
РАЗВИТИЯ

Первые данные о периодичности роста корней в годовом цикле их развития мы находим в исследованиях Реза (1), который в период вегетации установил наличие двух максимумов роста корней: весеннего и осеннего. В дальнейшем Турнер (2) установил наличие волнообразного хода роста, продолжающегося иногда целый год. При этом обнаружено до 8 циклов роста (3).

Работами многих исследователей (4-9) показано, что подобная цикличная активация роста корней происходит в связи с изменением водоснабжения и иных почвенных условий.

Жизнедеятельность надземно расположенных активных систем растений, как известно, изменяется в ходе сезонного цикла развития. Поэтому следует полагать, что энергия роста активных корней коррелятивно изменяется в течение сезона. Однако в ходе вегетации растение претерпевает ряд последовательных фенологических изменений в связи с соответствующими эндогенными, физиолого-биохимическими изменениями, происходящими во всех органах и тканях. В связи с этим представляет определенный интерес изучение динамики роста корней параллельно с прохождением фенофаз. С этой целью нами в течение 1972 г. проводились эксперименты в Ереванском ботаническом саду АН Армянской ССР. Объек-

том исследования явились 20-25-летние деревья: *Populus deltoides* Marsh., *Quercus robur* L., *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Robinia viscosa* H., *Ulmus elliptica* C. Koch., *Salix alba* L.

Наблюдения за ходом роста корней проводились в течение всего года. К активной части корневой системы отнесли ростовые и всасывающие корешки первичного строения. Для учета последних специальным буром сечением 10 см брались почвенные монолиты по слоям 10 см. Монолиты брались до глубины 30 см, где, по данным Рахтеенко (10), сосредоточена основная масса (80%) тонких корней. На участке, где произрастали исследованные породы, почва маломощная и залегает на туфовых пластах, препятствующих проникновению корней на глубину более 30 см.

Полив культуры производился раз в месяц с начала мая до ноября. Пробы для исследования активных корней брались на третий день после полива. При этом влажность почвы в 0-30 см слое колебалась в пределах 15-19-21% в зависимости от сезона года, температура почвы в летний период достигала 18-20°C.

После тщательной отмывки монолитов все пряди корней подвергались учету. Активная часть корневой системы характеризовалась количеством и длиной корешков первичного строения, находящихся на 1 см проводящих корней. Повторность проб и деревьев трехкратная. В некоторых случаях изучалась также продолжительность жизни отдельных всасывающих корешков у 1-2-летних сеянцев, выращиваемых в вегетационных стеклянных контейнерах. Исследовалась также суточная и сезонная ритмика роста корней и надземных органов для иллюстрации зависимости роста последних от массы всасывающих корней.

Наблюдения за ростом активных корней в течение года показали, что рост протекает непрерывно и волнообразно в годичном цикле развития (рис. 1-3). Притом, максимальные волны приростов предшествуют определенным фенологическим фазам сезонного развития растения (11). Наиболее энергичный рост отмечен весной (апрель-май) и осенью (октябрь-ноябрь). Весенняя большая волна роста обычно предшествует фазе пробуждения почек и длится 1-3 месяца, охватывая фазы массового облиствения или цветения. У тополя канадско-

го (рис. 1А) весенняя волна роста активных корней начинается со второй декады апреля при средней температуре воздуха 9°C , а почвы на глубине 10 см – $5-6^{\circ}\text{C}$, т.е. с начала фазы набухания почек, охватывая весь период интенсивного роста побегов (до третьей декады мая). Рост корней достигает своего максимума к началу фазы созревания плодов, после чего темп обновления и рост активных корней постепенно уступают темпу их отмирания. С третьей декады июля до середины ноября наблюдается вторая летне-осенняя волна максимального роста активных корней. За период относитель-

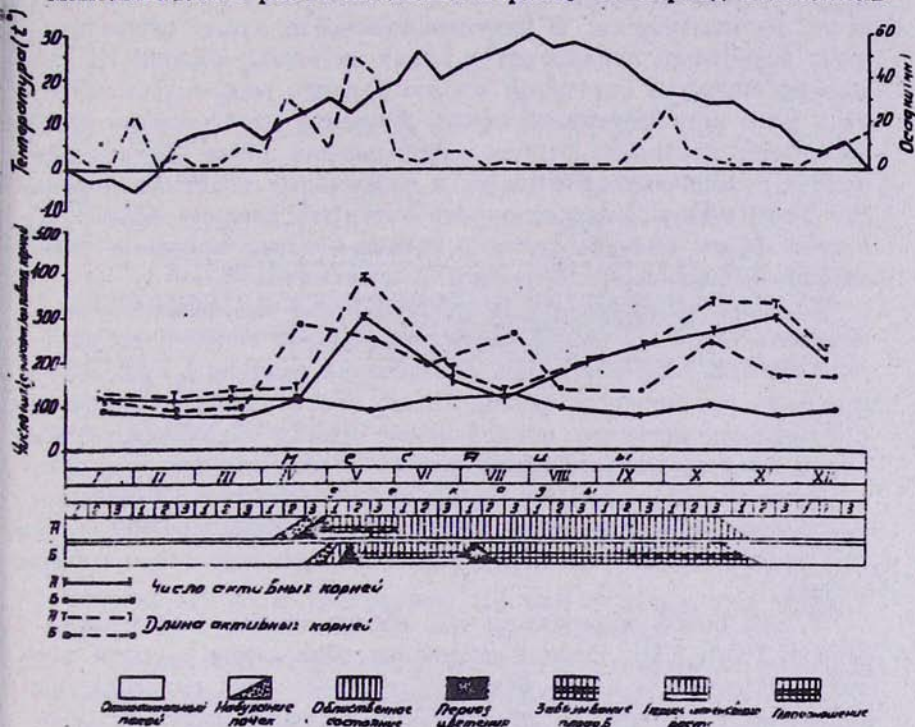


Рис. 1. Годовой ход развития активных корней тополя канадского (А) и робинии клейкой (Б) по фенофазам растений.

ного покоя процесс обновления этих корней постепенно подавляется, достигая своего максимума (в среднем 80-100 корешков на 10 см корневой мочки) к концу зимы, вновь

интенсифицируется следующей весной перед началом вегетации. Активные корни, образовавшиеся весной, значительно длинее летне-осенних корешков.

Несколько иной ход развития наблюдается у робинии клейкой (рис. 1Б). Несмотря на то, что набухание почек у этой породы происходит на 15–20 дней позже, чем у тополя канадского, активация роста корней начинается на 20 дней раньше и протекает довольно равномерно в течение всего вегетационного периода. При этом число всасывающих корешков на единицу проводящих корневых мочек в различных фазах вегетации почти не изменяется. В противоположность этому существенному изменению подвергается длина активных корней. Их суммарная величина достигает своего первого максимума за десять дней до распускания почек, сохраняя этот уровень до начала фазы цветения. Вторая максимальная длина приурочивается к первой половине июля, к вторичному цветению деревьев. Третий период формирования активных длинных корешков предшествует фазе созревания плодов (вторая половина сентября) и продолжается до начала листопада.

У ясеня зеленого (рис. 2А) обновление активных корней интенсифицируется перед фазой распускания почек и достигает своего максимума при завершении цветения, предшествуя фазе интенсивного роста. После этого процесс обновления и отмирания активных корней почти уравнивается, затем перед началом листопада обновление вновь превалирует. Длина активных корней здесь более четко реагирует на прохождение фенофаз растениями: их суммарная длина достигает своего максимума перед фазой завязывания и созревания плодов.

У ивы белой обнаружены три максимальные волны роста корней (рис. 2Б). Весной активация обновления и роста корней начинается в конце февраля, за 20–25 дней до набухания почек, достигая своего максимума в фазе интенсивного роста побегов и созревания семян. Наибольшая волна роста наблюдается в июле, перед фазой второго роста побегов. Третья, наименьшая волна роста, начинается в начале ноября, перед листопадом, продолжается 20–30 дней, достигает максимума при завершении этой фазы. Активные корешки ивы белой по сравнению с предыдущими исследованными породами несколько длинее. Наиболее длинные (в среднем 1,9 мм) корешки ве-

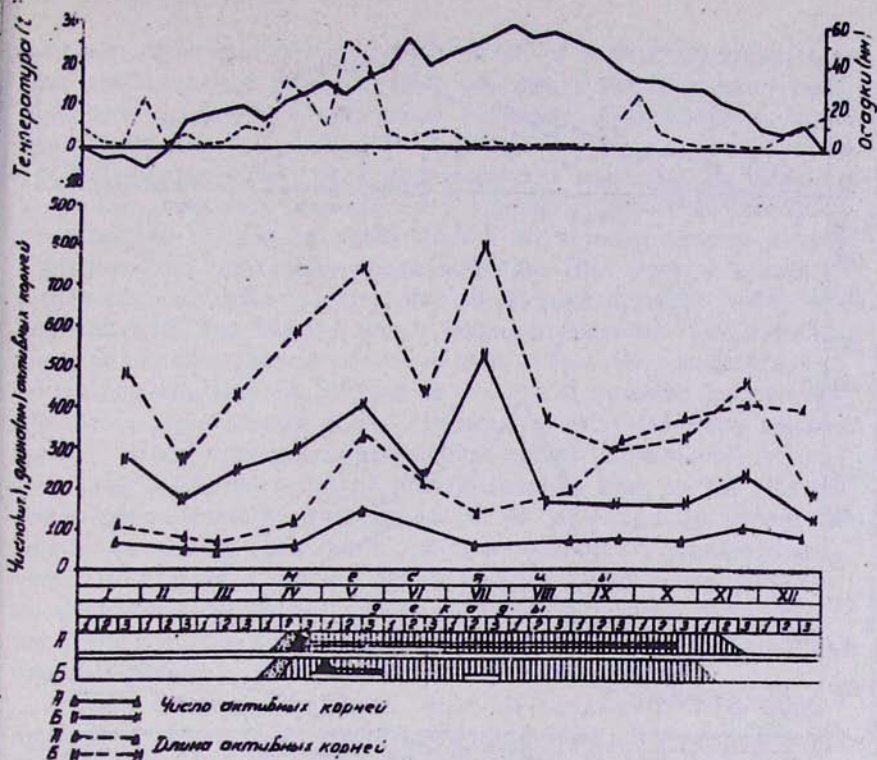


Рис. 2. Годовой ход развития активных корней ясеня зеленого (А) и ивы белой (Б) по фено-фазам растений (обозначения те же, что на рис.1).

сеннего, короткие (в среднем 1,2 мм) – летнего образования.

У вяза эллиптического (рис. 3А) в отличие от остальных исследованных пород обнаруживается всего один пик максимального роста активных корней. Рост начинается в начале марта, за 20–30 дней до пробуждения почек, достигает максимума к концу цветения, перед фазами интенсивного роста побегов и созревания плодов. После этого процесс отмирания активных корешков превалирует над обновлением до следующей весны. Подобный же ход наблюдается в отношении длины активных корней, наибольший показатель которой проявляется у весенних образований.

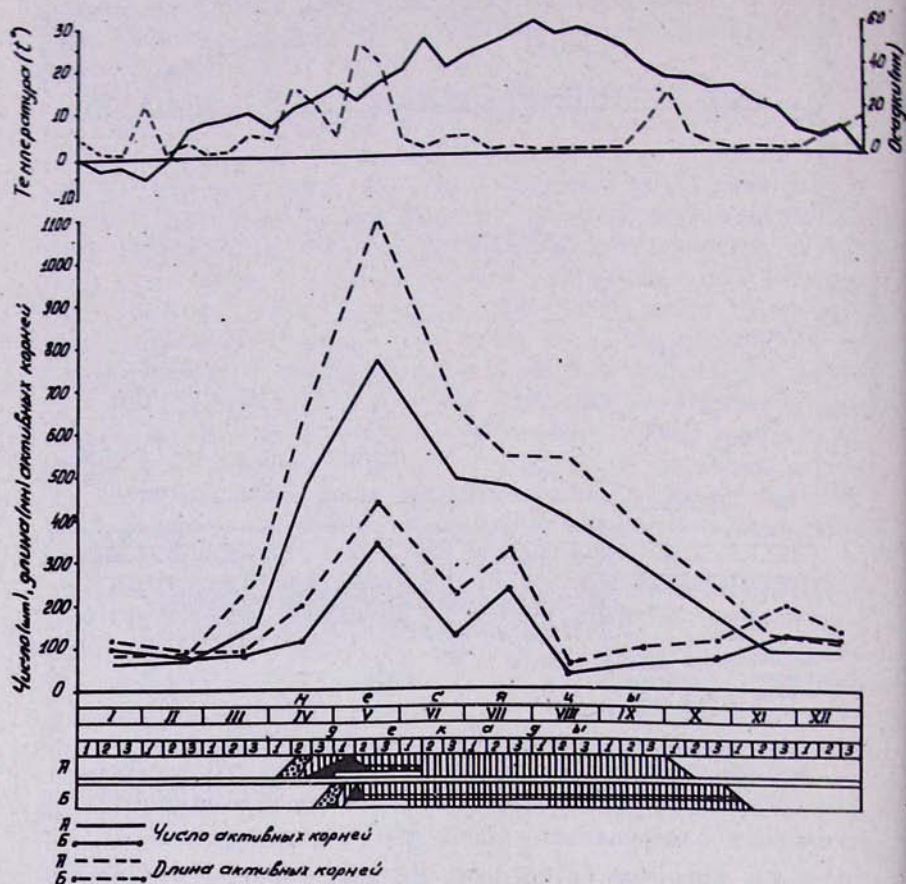


Рис. 3. Годовой ход развития активных корней вяза эллиптического (А) и дуба летнего (Б) по фенофазам растений (обозначения те же, что на рис. 1).

У дуба летнего (рис. 3Б) наблюдаются три максимальные волны роста активных корней, интенсивность которых от весны к осени спадает. Весенняя волна роста корней начинается за десять дней до набухания почек и продолжается 30–40 дней, достигая максимума к концу цветения. Вторая волна предшествует летнему приросту побегов, отличается мень-

шей продолжительностью (15–20 дней) и интенсивностью. Самая слабая волна роста корней (осенняя) предшествует созреванию желудей и листопаду деревьев. Всасывающие корешки, как правило, короткие (в среднем 1–1,2 мм).

Анализ годичного хода подземного и надземного роста показывает, что интенсивный рост корней у древесных начинается за 1–3 недели до пробуждения надземных частей и продолжается до окончания роста побегов. При этом у некоторых пород, которым присущ второй летний прирост побегов (дуб летний, ива белая) или вторичное цветение (робиния клейкая), наблюдается также летняя волна интенсификации роста корней. В этом случае опять-таки, подобно весеннему приросту, надземному росту предшествует увеличение массы корней. Рост последних достигает своего максимума до начала или середины периода фазы цветения или роста. Летняя волна роста корней, хотя зачастую не уступает по интенсивности весенней (ива белая, робиния клейкая), длится значительно короче. Осенняя волна роста корней приурочивается к периоду листопада деревьев и продолжается около одного месяца; т.е. до наступления морозов. У дуба летнего она начинается в фазе полного созревания желудей.

Таким образом, корневая система, начиная рост раньше надземной части, подготавливает пробуждение деревьев и прохождение весенних фаз растений. Затем наблюдается определенная тенденция к уменьшению числа всасывающих корешков. Перед новой фазой обновления и рост корней вновь интенсифицируются. Приймак (12), наблюдавший непрерывный рост корней у яблони, груши и сливы, это обстоятельство объясняет различными почвенными условиями у отдельных пород. Исследованные же нами деревья произрастали в одинаковых условиях при наличии идентичной агротехники. Следовательно, причина, вызывающая непрерывный рост корней, видимо, кроется не только в условиях произрастания, но и в биологических особенностях данной породы.

Как известно, число и длина всасывающих корней у отдельных пород, произрастающих в одинаковых условиях, различны, что является их особенностью. Так, например, у ивы белой (рис. 2Б) число активных корней вдвое больше и длиннее по сравнению с остальными исследованными породами.

Изучение интенсивности разветвления корневых мочек также привело к установлению существенных различий у отдельных пород. Расположив исследованные породы по степени убывания их влаголюбивости, — ива белая, тополь канадский, вяз эллиптический, дуб летний, ясень зеленый, робиния клейкая, мы обнаружили прямую зависимость между густотой разветвления мочек, длиной всасывающих корешков и влаголюбивостью пород. У последних эти показатели более развиты.

Наблюдения, проведенные в стеклянных контейнерах, показали, что продолжительность жизни всасывающих корешков зависит от влажности и температуры почвы. Во влажных почвенных условиях они живут 25–30 дней и больше, тогда как в сухих условиях и особенно при высокой температуре почвы (25°С и более) продолжительность их жизни резко сокращается. Так, например, всасывающие корешки дуба летнего, березы бородавчатой (*Betula verrucosa Ehrh*) при влажности почвы 18–19% и температуре 21°С сохранились 25–28 дней, в то время как при той же температуре, но в условиях 6–7% влажности почвы жизнедеятельность их продолжалась лишь 6–24 часа. При этом способность обновления всасывающих корешков у последних гораздо выше, чем во влажных условиях.

Периодичность роста корней и стеблей не всегда связана с изменением внешней среды. Во многих случаях она имеет эндогенную природу. Последняя, видимо, характерна для корней, так как факторы среды, в которых они развиваются, изменяются более плавно в годовом аспекте. Кроме этого, корни непосредственно не подвергаются влиянию смены дня и ночи. Исходя из этого, мы склонны допустить, что периодичность роста корней и стеблей асинхронна как в пределах чередующихся сезонов года, так и смены дня и ночи.

Как показали наши ранние исследования (13) по изучению динамики роста главных и боковых корней и стебля дуба летнего (рис. 4), активная жизнедеятельность молодого индивида начинается с образования главного корня. После 19-дневного роста формируются боковые корни, и лишь спустя 6 дней начинается рост стебля. Установлено, что существует определенная периодичность в росте исследуемых органов в течение вегетационного сезона. Длительное прекращение роста имело место у главного корня (с 29/У по 15/УП), боко-

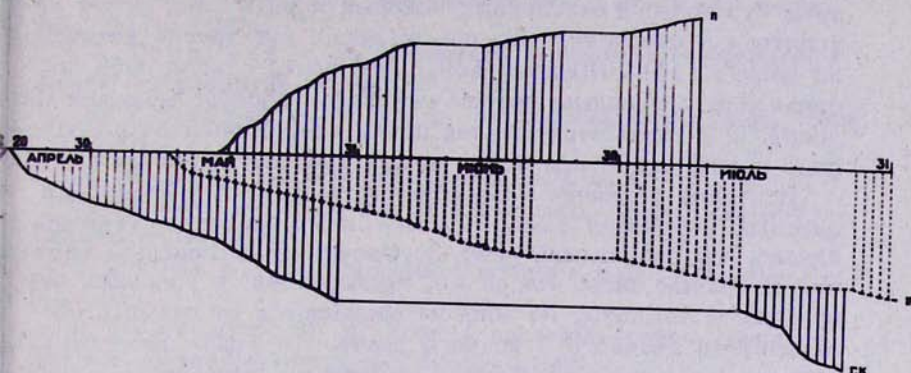


Рис. 4. Сезонная ритмика роста стебля (п), главного (г.к.), боковых (б.к.) и корней однолетних сеянцев дуба летнего.

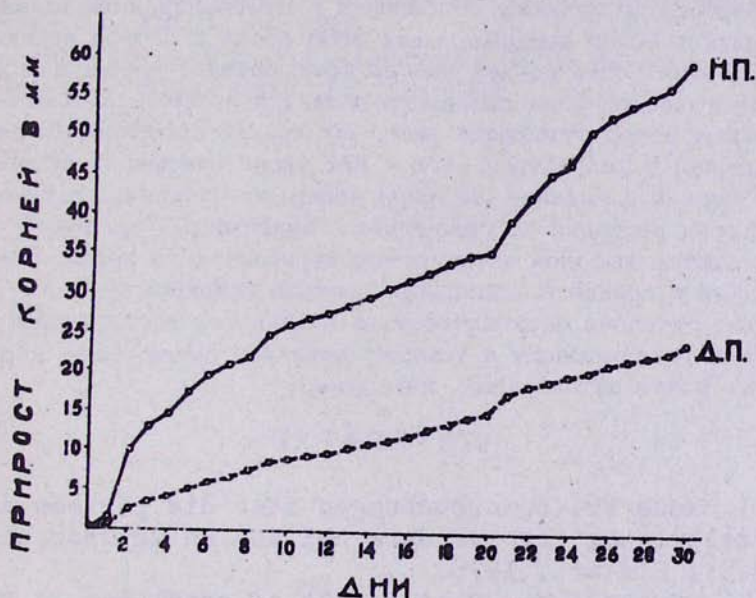


Рис. 5. Месячный ход ночного (Н.П.) и дневного (Д.П.) роста корней однолетних сеянцев дуба летнего.

вые же отличались почти непрерывным ростом. Это вызвано тем, что из многочисленных боковых корней одни могут находиться в относительном покое, тогда как другие интенсивно растут (14). Продолжительность роста стебля дуба по сравнению с главным корнем оказалась гораздо меньшей (38 дней). С 9 июля верхушечная почка стебля впадала в состояние покоя, тогда как корни продолжали активный рост.

Изучение различия в энергии роста корней и надземной системы в течение темного и светового периодов суток показало, что надземный рост осуществляется главным образом в ночные часы. Корни же, произрастая в условиях непрерывной темноты, во многом отличаются от стеблей по активности дневного и ночного роста. По нашим данным (12), прирост всех корней дуба во все дневные часы июня составлял 200 мм (рис. 5), в то время как в ночные часы оказался примерно в три раза больше (560 мм).

Резюмируя вышеизложенное, можно констатировать следующее. Корни древесно-кустарниковых растений непрерывно подвергаются процессу обновления и отмирания, показывая до двух и более максимальных волн роста в период вегетации. Волна роста корней всегда предшествует определенной фенологической фазе сезонного развития растений. У влаголюбивых пород отмирание активных корней протекает более медленно, в результате чего у них число отношения активных корней к единице листовой поверхности всегда больше.

Корни растений по сравнению с надземными органами отличаются высокой активностью периодичности роста. Последняя у корней и надземных органов асинхронна. Существует суточная периодичность в активности роста корней в пределах светового и темного периодов суток. Рост корней ночью более интенсивный, чем днем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Resa Fr. Untersuchungen über die periode der Wurzelbildung insbesondere bei den Holzglwächsen. Forstl. Blätter., 1878.

2. Turner L.M., Root growth of seedlings of Pinus echinata and Pinus taeda. J. Agric. Res. 53, N.2, 1936.

3. Woodroof L.G. and Woodroof N.C. J.Ak. Bas. 40, 5II, 1934.

4. Тольский А. П. К вопросу о влиянии температуры почвы на развитие корней. М., 1902.

5. Тольский А. П. Труды по лесопытному делу., вып. 47, 1907.

6. Бюсген В. Лесной журнал, вып. 6, СПб, 1902.

7. Колесников В. А. Плодоводство, Крым, Крымиздат, Симферополь, 1951.

8. Рубин С. С. Содержание почвы в саду. Сельхозгиз. М., 1954.

9. Рахтеенко И. Н. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений. Минск, 1963.

10. Хуршудян П. А. П Международнй симпозиум по экологии и физиологии корневого роста. Берлин, 1974.

11. Приймак А. К. Итоги научно-исслед. работы Северо-Кавказ. НИИ. Садоводство и виноградарство. Краснодар, 1959.

12. Казарян В. О., Хуршудян П. А. "Физиология растений", т. XIII, 4, М., 1966.

13. Казарян В. О., Хуршудян П. А. Известия АН Арм. ССР, биол. науки, 15, №9, 1962.