

УДК 634+581.144.2+582.632.1+582.795

ГОДИЧНАЯ ДИНАМИКА РОСТА АКТИВНЫХ КОРНЕЙ У  
БЕРЕЗЫ ЛИТВИНОВА И ЛИПЫ КАВКАЗСКОЙ

П. А. ХУРШУДЯН, Е. А. АВЕТИСЯН

Изучение динамики роста активных корней березы Литвинова и липы кавказской в Ереванском ботаническом саду, культивируемых в условиях различной водообеспеченности почв, показало, что он протекает непрерывно и волнообразно. Число волн активного роста является видовой особенностью и имеет эндогенную природу. Периоды интенсивного роста, как правило, предшествуют или же совпадают с какой-либо фазой надземного роста.

*Ключевые слова:* береза Литвинова, липа кавказская, корни, динамика роста.

Ритмичность является одной из характерных особенностей процессов жизнедеятельности растений. Она возникла в течение эволюции как приспособительная реакция растений к сезонным и суточным изменениям факторов среды.

Сведения о суточной и сезонной динамике роста корневой системы по сравнению с надземной частью сравнительно малочисленны и противоречивы, что обусловлено техническими трудностями систематических наблюдений за корнями растений в естественных условиях. Ряд авторов [2, 4, 14 и др.] считают, что корни древесных растут в течение всего года. Другие указывают на четкую периодичность [1, 7, 15] или волнообразность роста [3, 5, 8—11, 13, 16—18 и др.] с двумя максимумами интенсивного роста—осенним и весенним. Однако данные преобладающей части указанных работ касаются линейного роста корней, что не всегда отражает истинную картину сезонного характера отмирания и обновления активных корней.

Настоящая работа посвящена годичной динамике роста активных корней *Betula litwinowii* A. Dol. и *Tilia caucasica* Rupr, культивируемых в Ереванском ботаническом саду в условиях нормальной (55—65% от общей водоемкости) и недостаточной (25—30%) водообеспеченности почвы.

*Материал и методика.* Для каждого варианта отбиралось по 3 модельных дерева каждой породы. Рост корней изучали методом малых монолитов при помощи специально изготовленного бура сечением 10 см. Пробы брали с четырех сторон дерева на расстоянии 1 м от ствола по слоям 0—10; 10—20; 20—30 см, где, по данным Рахтеенко [8], сосредоточено в среднем 80% тонких корней. Одновременно брались пробы для определения полевой влажности почвы. Корни осторожно освобождали от почвы, промачивая и промывая их в проточной воде, и сразу при помощи биноклярного мик-

роскопа вели учет числа ростовых и сосущих корней на корневых мочках. Полученное число делили на длину корней в монолитах и выводили количество активных корней, приходящихся на 1 см проводящих корней. Монолиты брали 1 раз в месяц, в основном приурочивая к сроку прохождения отдельных фенофаз развития растения. Это позволило вести сопряженные наблюдения за ростом подземных и надземных частей растения и выявить коррелятивную связь между ними.

**Результаты и обсуждение.** Наблюдения показали, что в годичном цикле развития березы Литвинова и липы кавказской активные корни растут непрерывно. При этом у березы отмечено два периода интенсивного роста—весенний и осенний (рис. 1), тогда как у липы три таких периода—весенний, летний и осенний (рис. 2).

Как правило, волны интенсивного роста предшествуют одной из основных фенофаз надземного роста [12, 13]. Сопоставление кривых хода роста с данными феноспектра (рис. 1 и 2) наглядно показывает, что у

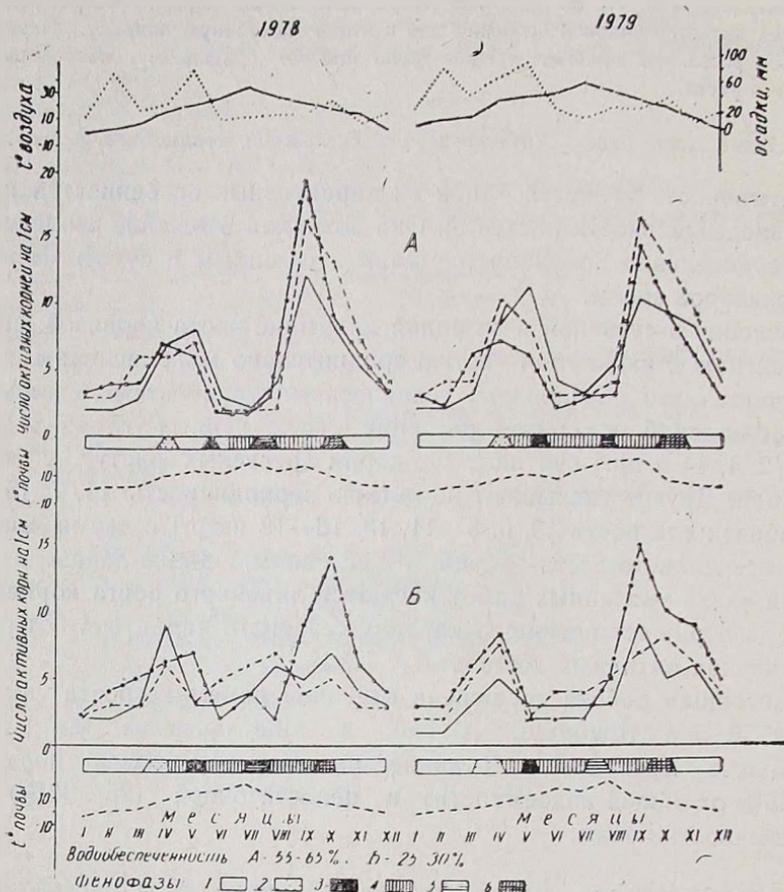


Рис. 1. Динамика роста активных корней березы Литвинова. Условные обозначения: фенофазы—1. состояние покоя, 2. набухание почек, 3. цветение, 4. облиственное состояние, 5. созревание плодов, 6. листопад. Температура воздуха — — —; температура почвы — — —; осадки . . . ; глубина залегания корней 0—10 см — — —, 10—20 см х—х—х, 20—30 см 0—0—0.

березы Литвинова первая волна интенсивного роста корней начинается до набухания почек и охватывает промежуток между интенсивным облиствением и цветением. Начало второй, осенней волны, совпадает с фазой полного созревания семян и охватывает период пожелтения листьев (начало листопада).

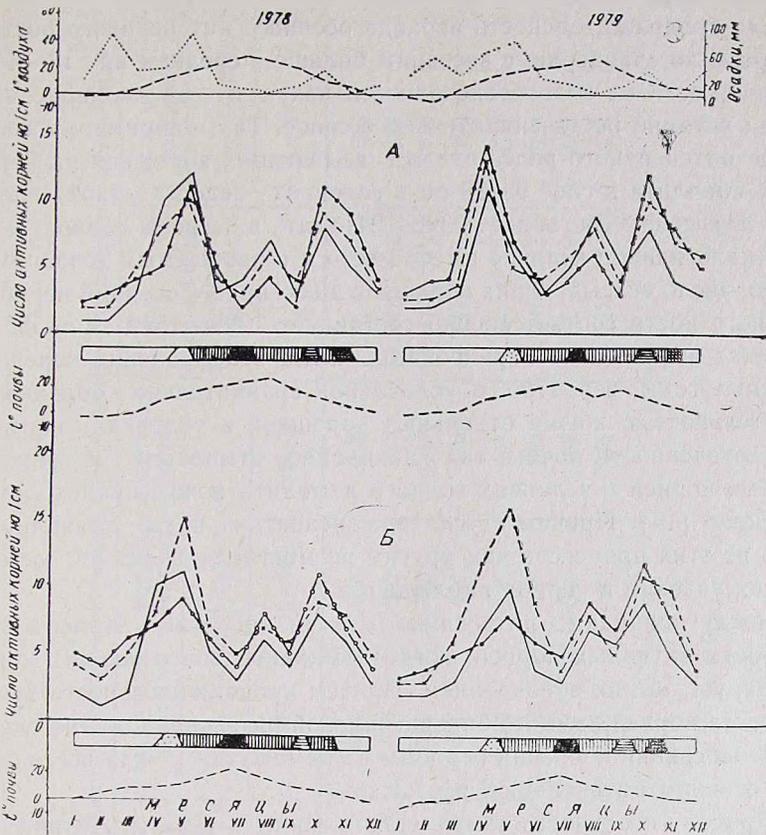


Рис. 2. Динамика роста активных корней липы кавказской (обозначения те же, что и на рис. 1).

У липы кавказской весенняя волна интенсивного роста корней начинается до набухания почек, охватывая период интенсивного облиствения. Летняя волна предшествует фазе цветения и продолжается до фазы завязывания плодов, а третья—осенняя—предшествует фазе созревания плодов и изменения окраски листьев.

Независимо от водообеспеченности почвы продолжительность и интенсивность осеннего роста корней у березы превышает таковые весеннего роста. Так, например, в 1978 году продолжительность весеннего роста составляла на поливном участке 53 дня, а при недостаточной влажности почвы 42 дня, в 1979 году—соответственно 58 и 42 дня, тогда как продолжительность осеннего периода интенсивного роста составляла соответственно 99 и 86; 72 и 60 дней. Короткий весенний и продолжи-

тельный осенний периоды интенсивного роста корней у березы, по всей вероятности, обусловлены комплексом климатических условий короткой весны полупустынной зоны (где находится ботанический сад), не привычной для этой породы. Ускоренное завершение периода весеннего интенсивного роста активных корней отмечено также у субтропической породы метасеквойи глиптостробовидной в условиях Никитского ботанического сада [16].

Если продолжительность периода осеннего интенсивного роста корней березы по сравнению с весенним больше в среднем на 18—44 дня (в зависимости от водообеспеченности почвы и года наблюдений), то разница в темпе роста значительно больше. Так, например, в весеннем периоде интенсивного роста число всасывающих корешков на корневых мочках монолита в слое 0—30 см в условиях недостаточной водообеспеченности почвы составляет 2392—2414 шт., в осеннем периоде—5356—6894. Аналогичное различие имеет место и в орошаемых условиях, при которых число всасывающих корешков в весенний и осенний периоды интенсивного роста соответственно составляет 1999—1589 и 4355—4591 шт. Менее выраженное варьирование числа всасывающих корешков в различные годы, вероятно, обусловлено сравнительно большей продолжительностью жизни отдельных корешков в условиях нормальной водообеспеченности почвы, так как процесс отмирания и обновления активных корней в условиях водного дефицита почвы происходит более интенсивно [14]. Причем в условиях нехватки воды превалирование одного из этих процессов над другим во многом зависит от метеорологических условий в период наблюдений.

Между периодами интенсивного роста пролегают этапы замедленного роста активных корней, когда отмирание всасывающих корешков превалирует над их обновлением. Причем продолжительность замедленного роста корней намного больше таковой интенсивного. Она охватывает позднеосенний и зимний периоды и промежутки между весенним, летним и осенним интенсивным ростом.

Продолжительность замедленного роста у березы Литвинова составляет в среднем 268 дней при недостаточной влажности почвы и 234 дня в орошаемых условиях. Общее число всасывающих корешков в период замедленного роста в сухих условиях местообитания составляет 2483—3667 шт., из коих в осенне-зимний период—в среднем 1326 шт., а в промежутках между весенним и осенним периодами интенсивного роста (составляющего максимум 149 дней) их число не превышает 2341. В условиях нормального увлажнения почвы период замедленного роста осенью и зимой в среднем составляет 136 дней, а летний интервал между периодами интенсивного роста—до 104 дней. Число активных корней в монолитах в слое 0—30 см в эти периоды роста в среднем составляет 1703—2880, из коих на промежуток между этапами весеннего и осеннего интенсивного роста приходится не больше 1293—1910 корешков.

Как показывают приведенные данные (табл. 1); число активных корней в том или ином промежутке времени у березы, произрастающей

Таблица 1

Продолжительность воли роста и количество активных корней березы Литвинова по слоям почвы

Годы наблюдений	Водообеспеченность почвы	Продолжительность периода замедленного роста	Число активных корней в монолитах за период замедленного роста			Продолжительность периода интенсивного роста	Число активных корней в монолитах за период интенсивного роста		
			глубина почвы, см				глубина почвы, см		
			0—10	10—20	20—30		0—10	10—20	20—30
1978	недостаточная	1/1—6/II	121	175	258	7/III—17/IV	566	712	1117
		18/IV—2/VIII	533	615	781	4/VIII—1/X	1592	1599	2165
	нормальная	1/1—28/II	132	173	105	1/II—22/IV	756	697	546
1979	недостаточная	22/IV—4/VIII	497	426	370	5/VIII—15/X	1299	1955	1101
		2/X—27/II	293	426	607	28/II—10/IV	884	1140	790
		11/IV—7/VIII	654	898	789	8/VIII—1/XI	2039	2247	2608
	нормальная	16/X—28/II	302	365	303	1/II—27/IV	566	547	476
		28/IV—3/VIII	774	590	546	4/VIII—10/XI	1658	1556	1377

в сухих условиях, значительно больше, чем у особей, постоянно находящихся в условиях нормального увлажнения почвы. При этом, хотя летний интервал между периодами интенсивного роста корней короче по сравнению с осенне-зимним, тем не менее при пересчете на единицу дней число активных корней в летнем периоде замедленного роста намного больше, чем в более продолжительном осенне-зимнем. В процентном выражении число активных корней за летний короткий период по отношению к их числу за общий период замедленного роста, в зависимости от влажности почвы и года наблюдений, составляет 64—77%. Причем основная масса всасывающих корней в летнем периоде замедленного роста в условиях недостаточной водообеспеченности почвы сосредоточена в слое 10—20 см (38,3% от общего числа корешков на данном этапе), тогда как на орошаемом участке она сконцентрирована в верхнем (0—10 см) слое (40,5%), с глубиной число всасывающих корней постепенно уменьшается.

Приведенные данные наглядно свидетельствуют о том, что у березы в сухих условиях число активных корней в период летнего замедленного роста почти в полтора раза больше, чем в орошаемых условиях, что и обеспечивает нормальную жизнедеятельность этой мезофильной породы при недостаточной водообеспеченности почвы.

Наблюдения показали, что независимо от водообеспеченности почвы весенний интенсивный рост у березы Литвинова начинается преимущественно с глубоких (20—30 см) слоев почвы, а затем постепенно переносится в верхние слои. Причем на поливных участках по сравнению с богарными перемещение процесса активизации роста корней в верхние слои происходит значительно медленнее. Осенняя активизация корней начинается с глубины 10—20 см, а затем перемещается в нижние и верхние слои, наиболее интенсивно проявляясь в богарных условиях в слое 20—30 см, а в поливных—слое 0—10 см.

У сравнительно теплолюбивой породы липы кавказской общая продолжительность трех волн интенсивного роста (весенней, летней и осенней) составляет в среднем 169—176 дней в сухих и 147—153 дня в условиях нормальной водообеспеченности почвы (табл. 2). Самый продолжительный весенний рост составляет в среднем соответственно 75—92 и 73—76 дней. Наиболее короткий летний период интенсивного роста активных корней длится соответственно 31—45 и 26—36 дней, предшествуя и сопровождая фазу цветения деревьев.

У деревьев, произрастающих в условиях неудовлетворительной водообеспеченности почв, сумма активных корней в периоды интенсивного роста по сравнению с таковой при нормальной увлажненности почв больше на 24—29%. В промежутках между волнами интенсивного роста это различие заметно возрастает, достигая 52%.

Анализ данных числа активных корней по периодам роста показывает (табл. 2), что при недостаточной водообеспеченности почвы наибольшее их число (1980—2290 корешков в монолитах в 30 см слое) формируется в весеннем цикле интенсивного роста, наименьшее (1035

Таблица 2

Продолжительность воли роста и число активных корней липы кавказской по слоям почвы

Годы наблюдений	Водообеспеченность почв	Продолжительность замедленного роста	Число активных корней в монолитах за период замедленного роста			Продолжительность интенсивного роста	Число активных корней в монолитах за период интенсивного роста		
			глубина почвы, см				глубина почвы, см		
			0-10	10-20	20-30		0-10	10-20	20-30
1978	недостаточная	1/I-9/III	90	224	283	10/III-23/V	637	751	592
		24/V-6/VII	177	255	216	7/VII-21/VIII	376	462	398
		22/VIII-14/IX	96	144	120	15/IX-11/XI	368	414	660
	нормальная	1/I-9/III	125	124	139	10/III-21/V	608	567	296
		22/V-15/VII	72	96	120	16/VII-21/VIII	252	286	144
		22/VIII-20/IX	76	100	120	21/IX-2/XI	312	449	341
1979	недостаточная	2/XI-1/III	89	164	179	2/III-1/VI	643	1056	591
		2/VI-15/VII	172	194	151	16/VII-15/VIII	270	360	405
		16/VIII-9/IX	130	136	198	10/IX-1/XI	477	583	636
	нормальная	3/XI-1/III	95	136	125	2/III-15/V	709	632	555
		16/V-11/VIII	135	180	135	12/VII-6/VIII	224	288	256
		7/VIII-9/IX	120	96	72	10/IX-3/XI	388	532	460

—1236 корешков)—летнем. Аналогичное различие, но менее выраженное, наблюдается и в условиях нормальной водообеспеченности. Сравнительно малое количество всасывающих корней при летней волне интенсивного роста, по-видимому, связано с активным процессом обновления и отмирания корешков в данный период вегетации. В промежутках между волнами интенсивного роста указанное соотношение показателей активных корней несколько меняется. Здесь наибольшее их число (450—650 корешков) отмечается в промежутке между весенним и летним периодами интенсивного роста. В этом отношении некоторое исключение представляют данные наблюдений 1978 года, полученные в условиях нормальной влажности почвы.

Изучение количества активных корней липы по слоям почв в различные периоды роста показывает также (табл. 2), что в условиях недостаточной влажности почвы наибольшее их число формируется при весеннем максимальном росте в слое 10—20 см, а при нормальной водообеспеченности в верхнем 10-сантиметровом слое почвы. В последующие периоды интенсивного роста основная масса активных корней перемещается в более глубокие слои почвы. Причем эта тенденция особенно проявляется в условиях недостаточной водообеспеченности почвы. В период замедленного роста корней эта закономерность несколько нарушается, что, по-видимому, является следствием различной интенсивности процесса обновления и отмирания активных корешков, связанной с условиями внешней среды в данный период вегетации.

Обобщая данные, можно констатировать, что рост активных корней в течение всего года происходит непрерывно и волнообразно. Число циклов интенсивного роста корней как видовая особенность имеет эндогенную природу, тогда как рост во многом обусловлен комплексом внешней среды. Количество активных корней, особенно в периоды замедленного роста, во многом определяется условиями почвенной среды, в частности водообеспеченностью. При недостаточной влажности почв продолжительность периодов интенсивного роста у исследуемых пород по сравнению с таковой в орошаемых условиях сокращается, а интенсивность их формирования усиливается.

В одинаковых условиях произрастания весенняя волна роста корней у березы Литвинова начинается на 3—5 дней раньше, чем у липы кавказской. Завершение осенней волны у этой породы во влажных условиях происходит на 10—15 дней позже, чем при недостаточной водообеспеченности почв. У липы кавказской подобные различия почти не наблюдаются.

Установлено, что волны интенсивного роста корней, как правило, предшествуют какой-либо фазе надземного роста (облиственности, цветению, листопаду и др.).

У исследуемых пород интенсивный рост активных корней начинается с глубоких слоев (20—30 см), а затем перемещается в верхние слои. Летняя волна роста начинается на глубине 10—20 см с последу-

ющим охватом в сухих условиях нижних, а затем и верхних слоев, а во влажных—верхних и, частично, нижних слоев почвы. Осенняя волна интенсивного роста активных корней в условиях недостаточной водообеспеченности почвы начинается в нижнем горизонте с постепенным охватом корней, размещенных в верхних слоях; в условиях нормальной водообеспеченности почвы она начинается в слое 10—20 см с дальнейшим охватом корней верхнего и нижнего слоев. Послойная активизация роста корней обусловлена весной последовательностью нагревания почвы, а осенью также влажностью и аэрацией почвы.

Заметное варьирование числа активных корней в периоды между волнами интенсивного роста, по всей вероятности, вызвано различиями в интенсивности обновления и отмирания корней под воздействием факторов внешней среды. По темпам прохождения одного из указанных противоположных процессов можно судить о степени приспособительной реакции той или иной породы к конкретным условиям произрастания.

Институт ботаники АН Армянской ССР

Поступило 18.XII 1980 г.

## ԼԻՏՎԻՆՈՎԻ ԿԵԶՈՒ ԵՎ ԿՈՎԿԱՍՅԱՆ ԼՈՐԵՆՈՒ ԱԿՏԻՎ ԱՐՄԱՏՆԵՐԻ ՏԱՐԵԿԱՆ ԱՃՄԱՆ ԴԻՆԱՄԻԿԱՆ

Պ. Ա. ԽՈՒՐՇՈՒԴՅԱՆ, Ե. Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ

Լիտվինովի կեչու և կովկասյան լորենու ակտիվ արմատների տարեկան աճի դինամիկ ուսումնասիրությունների շնորհիվ բացահայտված է, որ այն ընթանում է անընդմեջ, ցուցաբերելով աճման ալիքաձև տեմպ: Պարզաբանված է, որ ուսումնասիրված տեսակներից կեչին ունի արմատների ինտենսիվ աճման երկու ժամանակաշրջան՝ զարնանային և աշնանային, իսկ լորենին երեք՝ զարնանային, ամառային և աշնանային: Ընդ որում, արմատների ինտենսիվ աճը, որպես կանոն, նախորդում կամ համընկնում է բույսի վերերկրյա աճի որևէ փուլին (տերևակալում, ծաղկում, տերևաթափ և այլն):

Ստացված տվյալները, ինչպես նաև այս բնագավառում նախկինում կատարված ուսումնասիրությունները, առիթ են տալիս ենթադրելու, որ արմատների աճման տարեկան ռիթմը ժառանգորեն ամրացած տեսակային առանձնահատկություն է և կրում է էնդոգեն բնույթ, իսկ նրանց աճման տեմպը, պայմանավորված լինելով էկոլոգիական գործոններով, փոփոխական է: Այդ իսկ պատճառով հողի անբավարար խոնավությունը հանգեցնում է արմատների ինտենսիվ աճի տևողության կրճատման, միավոր ժամանակամիջոցում աճման տեմպի ակտիվացման: Ինչ վերաբերում է աճման տարեկան ռիթմին, ապա հողի խոնավության տարբեր պայմաններում այն մնում է անփոփոխ:

# ANNUAL DYNAMICS OF GROWTH OF ACTIVE ROOTS OF LITVINOV BRICH AND CAUCASIAN LIME.

P. A. KHURSHUDYAN, E. A. AVETISYAN

Study of growth dynamics of Litvinov brich and Caucasian lime active roots under the conditions of different water-provision has shown that it proceeds in continuous and wave manner. Wave number of active growth is a specific peculiarity and has an endogenous nature. The periods of intensive growth precede or coincide with some phenophase of above ground growth.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Баталов В. В., Жучков Н. Г. Сады на валах. Л., 1960.
2. Бюссген В. Лесной журнал, 6, 1902.
3. Бюссген М. Строеие и жизнь лесных деревьесв. СПб., 1906.
4. Колесников В. А. Природа, 1, 1954.
5. Колесников В. А. Садоводство, 9, 1964.
6. Кочеткова В. А. Тр. Крымского с./х. ин-та им. Калинина, 3, 1952.
7. Рахтеенко И. Н. Автореф. докт. дисс., Минск, 1961.
8. Рахтеенко И. Н. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений. Минск, 1963.
9. Рубин С. С. Содержание почвы в саду. М., 1954.
10. Тольский А. П. Журн. опыти. агрономии, 2, 1901.
11. Тольский А. П. Тр. по лесному опытному делу. Вып. 3, 1907.
12. Хуршудян П. А. II Междунар. симп. по экологии и физиологии коренного роста. Берлин, 1974.
13. Хуршудян П. А. Тр. Ин-та ботаники АН Армянской ССР, 20, 1977.
14. Хуршудян П. А. Сб. научн. тр. Флора, растительность и растительные ресурсы Армянской ССР, вып. 5, Ереван, 1970.
15. Ярославцев Г. Д. Бюлл. Глав. бот. сада, вып. 22, 1955.
16. Ярославцев Г. Д. Бюлл. Глав. бот. сада, вып. 65, 1967.