

## ОПИСАНИЕ ФАЙЛА

### **Проскуряков М.А., Коваленко Е.М. Корневая система ели тьянь-шанской**

Статья.- Сб. «Животный и растительный мир Алма-Атинского заповедника». Труды Алма-Атинского государственного заповедника. Том IX .- Алма-Ата: издательство «Кайнар». – 1970. – С. 8-45.

В статье впервые рассмотрены результаты изучения корневой системы ели тьянь-шанской, горные леса которой характеризуются закономерным преобладанием группового размещения деревьев с предельно высокой плотностью и теснотой взаимодействия корневых систем внутри групп. Проанализирована динамика изменения плотности корневой системы деревьев растущих группами и закономерности срастания корней между этими деревьями. Выявлен процесс перераспределения питательных веществ между сросшимися корнями соседствующих деревьев. Исследованы особенности заложения придаточных корней, а также скорость роста придаточных корней и ствола дерева при групповом размещении особей.

**Далее следуют материалы опубликованного файла статьи.**

М. А. ПРОСКУРЯКОВ, Е. М. КОВАЛЕНКО

**КОРНЕВАЯ СИСТЕМА ЕЛИ ТЯНЬ-ШАНСКОЙ**

УДК 634.0.181

Леса Тянь-Шаня имеют исключительное защитно-охранное, хозяйственное и эстетическое значение. Несмотря на это, площадь, занимаемая еловыми лесами, катастрофически уменьшается, а посадка лесных культур не дает положительных результатов.

Координационный совет лесоводов Казахстана, состоявшийся в апреле 1966 г., обратил на эти обстоятельства особое внимание. Так, секцией горного лесоводства, работавшей на этом совещании, был составлен генеральный план изучения горных ельников, согласно которому исследование некоторых вопросов биоэкологических особенностей ели тянь-шанской предложено Алма-Атинскому госзаповеднику и Казахскому сельскохозяйственному институту.

В настоящей работе освещены предварительные результаты изучения биологических особенностей корневой системы ели тянь-шанской.

**Характеристика района исследования.** Исследования проводились на территории Алма-Атинского заповедника в чистых еловых лесах, расположенных в районе бассейна р. Правый Талгар (центральная часть хребта Заилийского Алатау).

Характерной чертой этого района является исключительная изрезанность и многообразие рельефа, пестрота почв, объясняющиеся интенсивными эрозионными процессами. Развитию эрозионных процессов способствуют высокая крутизна склонов (в среднем 35—40°), большое количество осадков (до 880 мм в год), наличие тектонических разломов с характерной для них измельченностью материнской породы.

В этих условиях почвенный покров под еловыми насаждениями формируется на тяжело- и среднесуглинистых породах с большим количеством каменистых включений. В нижних горизонтах их содержание быстро возрастает и на незначительной глубине уже встречается грубо-обломочный делювий. Мощность слоя почвы невелика (преимущественно 40—50 см).

Лесных массивов значительных размеров почти не встречается. Преобладают леса паркового характера. Насаждения представлены главным образом деревьями IV класса возраста, со средней полнотой, близкой к четырем, высотой 22—24 м и бонитетом III—IV (по данным лесоустройства, 1965 г.).

По сравнению с еловыми насаждениями, произрастающими в более восточной и западной частях горной системы Тянь-Шаня, насаждения района бассейна р. Правый Талгар отличаются небольшой высотой, невысокой производительностью и средним возрастом. Это вызвано низким качеством почв, интенсивными эрозионными процессами, продолжающимися в настоящее время, неоднократными пожарами в прошлом.

Как было показано одним из соавторов настоящей работы (М. А. Проскуряков, 1969), несмотря на многообразие рельефа, экспозиций, микро- и макрогидрологических, а также почвенных условий местопроизрастания еловых насаждений, строение древостоев подчиняется определенным общим закономерностям. Наиболее важной из них является то, что деревья, составляющие насаждения, в основном произрастают группами, внутри которых они связаны биологическим взаимовлиянием. Преимущественно групповой характер распределения деревьев в насаждениях ели тьянь-шанской находит также отражение и у других исследователей (А. А. Битрих, 1936).

В каждой из таких групп сила взаимовлияния деревьев настолько велика, что ею может объясняться большая доля таких явлений, как самоизреживание деревьев, особенности их роста и развития. При этом процесс взаимовлияния не ограничивается простым соседством и теснотой роста наземных частей. В группах наблюдается большая плотность корневых систем, что говорит также о их взаимодействии и отражается на процессах роста и развития деревьев-компонентов.

Корневая система деревьев, помимо снабжения их водой и элементами питания, влияет на накопление и распределение органических веществ в почве, динамику влаги в ней, миграцию солей, создание структуры, сохранение почвы от смывов, размывов, ветровой эрозии и т. д.

Знание особенностей подземных частей ели тьянь-шанской, их морфологии и взаимоотношений между собой позволит наиболее полно использовать защитные и охранные свойства этой ценной породы.

Изучение вопросов взаимовлияния и характерных особенностей формирования корневых систем деревьев, растущих группами, представляет определенный практический и научный интерес.

**Методика работы.** Учитывая невозможность на данном этапе изучения охватить весь комплекс разнообразия условий местопроизрастания еловых насаждений Тянь-Шаня, в качестве объекта исследований авторами были подобраны типичные для среднего пояса еловых лесов (1700—2000 м над ур. м.) участки насаждений. При этом мы исходили из того, что закономерности и особенности формирования корневых систем должны быть в основных чертах общими для всех условий местопроизрастания, допуская лишь незначительные изменения под влиянием корректирующих конкретных климатических и эдафических факторов.

Группы деревьев в природе назначались с таким расчетом, чтобы они отражали основные возрастные периоды формирования насаждений и при этом произрастали в относительно одинаковых условиях. На каждую из исследуемых групп деревьев составлялась карта крупного масштаба и делалось ее таксационное описание. В районе группы закладывали почвенный разрез.

В настоящее время имеется значительное число исследований по изучению корневых систем древесных растений в естественных условиях. К ним относятся методические работы, освещающие технику изучения подземных органов (Т. К. Кварацхелия, 1927, 1947; В. А. Колесников, 1947, 1952; П. К. Красильников, 1957; Е. В. Колесников, 1957 и др.).

Как отмечают И. Н. Бейдеман (1938) и П. К. Красильников (1951), из многочисленных методов изучения корневых систем в естественных условиях можно выделить три основные группы: 1) метод полной раскопки или размывки, 2) траншейный метод Уивера (1921) и 3) метод почвенных монолитов Н. А. Качинского (1925).

Для исследования корневой системы ели тьянь-шанской мы применяли метод полной отмывки ризосферы групп.

При изучении срастаний учитывалось расстояние от места срастания до корневой шейки материнского дерева, диаметр сросшихся корней, угол, направление и возраст срастания. Анализировалось перераспределение питания между деревьями в результате срастания их корневых систем путем исследования величины активной подачи влаги корнями по общепринятой физиологической методике (М. В. Марков, 1964).

Для изучения динамики плотности корневой системы в разновозрастных группах по всей их площади закладывались учетные площадки размером  $50 \times 50$  см с расстояниями между центрами площадок 1,5 м. На площадках вели учет всех корней ели с дифференцированием их по фракциям диаметров и дальнейшим определением общей длины корней и веса каждой фракции.

Таким образом, динамика формирования корневой системы ели тьянь-шанской изучалась нами на примере трех детально описанных групп разного возраста. Для выяснения вопросов срастания корневых систем и придаточного корнеобразования использованы дополнительные материалы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Характеристика исследуемых групп деревьев

**30—40-летняя группа (№ 15).** Отобранная для изучения группа располагается в 11 выделе 22 квартала Алма-Атинского заповедника на абсолютной высоте 1820 м над ур. м. Тип леса — ельник мохово-травяной. Расстояние до ближайших групп по экспозициям: север — 3 м, юг — 15 м, восток — 20 м, запад — 30 м.

Склон северо-восточной экспозиции крутизной 40—45°.

Почвы лесные темноцветные:

0—17 см — темно-коричневого цвета, рыхлый, торфянистый, сухой суглинок, переход к следующему горизонту резкий;

17—35 см — темно-коричневого цвета, зернисто-пылеватой структуры суглинок, переход резкий;

35—70 см — коричневого цвета, слегка уплотненный, сухой, непрочной-комковатой структуры суглинок, внизу слегка дресвянистый, переход постепенный;

70—130 см — светло-коричневого цвета суглинок с большим количеством дресвы и крупного обломочного материала.

Древесный ярус характеризуется ясно выраженной разновозрастностью, высокой и равномерной сомкнутостью крон внутри группы. Всходы и подрост под пологом деревьев отсутствуют. Таксационная характеристика древостоя приводится в таблице 1.

Из прочих древесно-кустарниковых пород представлены три дерева ивы (*Salix livida* Wahlb) с диаметром на высоте груди 5—6 см и высотой 5—6 м, встречаются отдельные экземпляры шиповника (*Rosa Beggeriana* Schrenk) и жимолости (*Lonicera Altmannii* Rgl. et Sehm) высотой не более 1 м.

Травянистый ярус внутри группы отсутствует, снаружи — густой, состоит из сныти (*Aegopodium alpestre* Ldb.), герани (*Geranium rectum* Trautv.), чины (*Lathyrus pratensis* L.), кодонопсиса (*Codonopsis clematidea* Schrenk. Kom.), злаков (*Agropyron tianschanicum* Drob. *Poa nemoralis* Z.). Степень проективного покрытия — 1,0. Средняя высота — 0,5 м.

Таблица 1

## Таксационная характеристика деревьев группы № 15

№ дерева	Возраст в годах	Диаметр основания ствола, см	Д <sub>1,3</sub> , см	Высота, м	Средний радиус кроны, м (r)	Средняя высота до живых сучьев, м	Объем кроны, м <sup>3</sup>
466	35	9,6	8,0	5,25	1,06	1,50	13,1880
467	37	3,7	3,0	3,94	0,50	0,80	2,4649
468	37	5,2	3,0	3,45	0,75	0,60	5,0114
469	39	6,1	5,0	4,50	0,75	1,0	6,1544
470	35	3,5	2,2	2,52	0,42	1,17	0,7630
471	34	4,5	3,0	3,38	0,50	1,52	1,4601
472	36	7,6	6,2	4,28	1,15	1,10	13,2219
473	34	7,7	6,0	7,40	0,62	1,28	7,3024
474	36	6,2	5,5	6,35	0,65	0,81	7,2534
475	35	7,1	5,0	4,24	0,80	1,70	5,1044
476	37	9,4	7,5	8,25	1,12	0,65	29,8300
477	32	2,4	1,0	1,57	0,42	1,22	0,1978
478	24	2,2	1,3	1,38	0,42	1,14	0,1356
479	31	7,5	6,0	1,13	1,10	0,60	2,0136
480	35	7,1	5,2	5,33	1,07	1,70	12,9939
481	40	5,0	4,1	3,71	0,55	1,60	2,1201
482	38	3,0	2,7	2,94	0,53	1,55	1,2221
483	34	4,0	2,8	3,55	0,60	1,55	2,2608
484	37	6,7	5,5	4,85	0,45	1,23	2,2733
485	31	2,1	1,7	2,26	0,60	1,34	1,0400
486	35	4,3	3,5	4,72	0,71	2,05	4,1919
487	35	12,7	9,8	6,95	1,27	1,92	25,4287
488	35	3,2	2,8	3,60	0,73	1,75	3,0787
489	30	3,2	1,5	1,73	0,69	1,22	0,7687
490	36	6,1	4,3	4,26	0,81	1,40	5,9271
491	37	7,5	6,4	1,90	1,0	1,00	2,8260
492	37	5,1	4,5	8,50	0,67	1,25	10,2442
493	25	2,1	0,5	1,31	0,12	1,01	0,0994
494	31	2,1	—	1,10	0,20	0,98	0,0151
495	30	2,5	1,2	2,31	0,66	1,34	1,3401
496	35	16,5	11,8	12,25	0,95	1,52	30,3230
497	35	2,2	2,4	2,54	0,75	0,80	3,0596
498	37	3,8	2,2	2,63	0,86	0,95	3,9036
499	36	5,08	6,1	6,50	0,76	0,85	10,2898
500	31	5,4	2,5	4,59	0,90	0,30	10,9112
501	30	2,95	1,2	2,50	0,37	1,45	0,9012

Размывка ризосферы группы показала, что ель тянь-шанская имеет типичную поверхностную корневую систему. Корни деревьев сравнительно равномерно насыщают почву и настолько густо переплетаются, что являются серьезным механическим препятствием для развития эрозии почвы (рис. 1). От основания стволов деревьев отходят от двух до шести крупных ветвящихся корней и значительное число корешков небольшого диаметра. Это указывает на сохранение важной способности к образованию придаточных корней у ели тянь-шанской 30—35-летнего возраста.

Местообразование основных скелетных корней приурочено к части ствола, направленной вверх по склону, более мелкие корешки равномерно и радиально располагаются вокруг ствола.

Радиус корневой системы тесно коррелирует с величиной надземной части растения. У хорошо развитых деревьев проекция кроны по диаметру в 2—2,5 раза меньше радиуса корневой системы. У угнетенных и отставших в росте деревьев эта пропорция менее контрастна.



Рис. 1. Ризосфера деревьев группы № 15.

Корневая система ели в 30—35-летнем возрасте уже многоярусна. Стержневой корень в подавляющем большинстве случаев не выражен, и только единично наблюдается его сохранение. При этом он ветвится и, отходя от корневой шейки, уходит на глубину не более чем 30—35 см.

Корневая система располагается в основном в 0—10(15)-сантиметровом слое почвы. Причем корни, залегающие вверх по склону, уходят на несколько большую глубину.

Плотность корней внутри группы неоднородная. Наибольшая протяженность и количество корней отмечены в местах с наивысшей плотностью стояния деревьев (рис. 2, 3). Отклонения наблюдаются лишь в тех

0 1 2 3 М

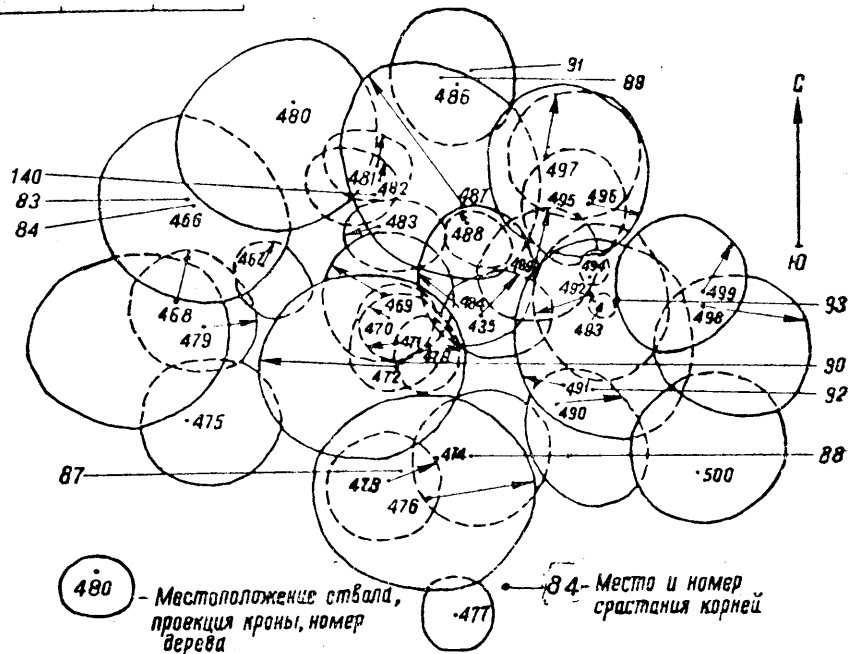


Рис. 2. План группы № 15.

случаях, когда имеются механические препятствия для распространения корней (большие камни и т. п.). Наибольшее количество и наивысшая общая длина корней наблюдаются на площадках, расположенных в центре группы. К периферии плотность корней несколько падает. Разницы между интенсивностью падения для верхней и нижней сторон группы не наблюдается, то есть в целом для группы распространение корней вверх и вниз по склону сравнительно одинаково.



Рис. 3. План размещения учетных площадок в группе № 15.

**80-летняя группа (№ 16).** Группа расположена в 22 квартале, 17 выделе. Тип леса — ельник мохово-травяной. Высота над уровнем моря — 1870 м. Расстояние до ближайших групп по экспозициям: с юга — 10 м, с востока — 10 м, с запада — 10 м, с севера близко расположенных деревьев нет. Крутизна склона 35°, экспозиция ССВ.

Почвы темноцветные лесные:

- 0—2 см — лесная подстилка, состоящая из опавшей хвои и мелких веточек;
- 2—19 см — темно-коричневого цвета, торфянистый, рыхлый, сухой суглинок, переход к следующему горизонту постепенный;
- 19—40 см — темно-коричневого цвета, сухой суглинок, структура зернисто-пылеватая, переход ясный;
- 40—63 см — коричневого цвета, слегка уплотненный, комковатой структуры суглинок, к низу сильно дресвянистый.
- 63—100 см — светло-коричневого цвета суглинок с большим количеством дресвы и крупного обломочного материала.

Древесный ярус характеризуется выраженной одновозрастностью и высокой сомкнутостью полога (табл. 2, рис. 4, 5).

Кустарниковый ярус представлен шиповником и жимолостью в виде единичных сильно угнетенных экземпляров.

Травянистый покров внутри группы отсутствует, снаружи представлен злаками и проч. Степень проективного покрытия — 0,7, средняя высота — 0,4 м.

Моховой покров внутри группы слабо развит (сомкнутость — 0,1—0,2).

Таблица 2

## Таксационная характеристика деревьев группы № 16

№ дерева	Возраст в годах	Д <sub>0</sub> , см	Д <sub>1,3</sub> , см	Высота, м	Радиус кроны, м	Высота до живых сучьев, м	Объем кроны, м <sup>3</sup>
502	80	45,7	38,5	27,7	4,45	2,47	1568,55
503	80	30,3	28,0	28,9	2,69	7,84	478,69
504	85	28,0	23,3	28,0	2,67	6,47	482,06
505	82	35,6	25,3	27,2	3,43	2,95	895,55
506	85	46,2	32,8	27,8	2,27	7,0	336,34
507	89	36,9	28,7	28,0	2,65	6,70	469,45
508	80	33,5	25,0	25,7	2,30	6,32	321,90
509	85	37,5	28,2	26,0	2,87	9,80	419,09
510	—	12,05	6,8	9,2	1,10	5,40	14,44
511	81	35,3	27,3	27,5	1,71	7,20	186,15

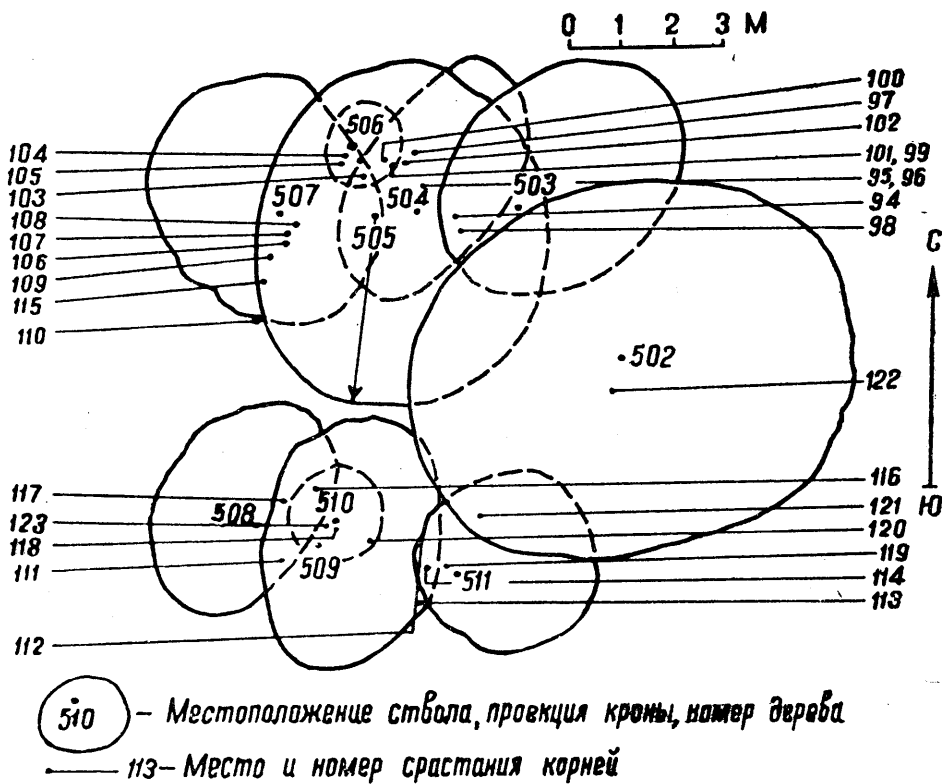


Рис. 4. План группы № 16.

Тип корневой системы ели тянь-шанской с возрастом не меняется. Однако с увеличением возраста соотношение между радиусом ризосферы и кроны изменяется. Как правило, для дерева радиус кроны в 80-летнем возрасте в 6—8 раз меньше радиуса ризосферы.



Корни распределяются несколько неравномерно. Наиболее крупные корни (лапы) сбежисты и часто выходят на поверхность, что объясняется высокой крутизной склона и связанной с ней эрозией почв.

Основная масса корней расположена в слое почвы 0—15 см. Корни, растущие вниз по склону, залегают в более поверхностных горизонтах по сравнению с корнями, растущими вверх по склону. Наибольшее количество корней наблюдается в центре группы. Характерно резкое увеличение фракции корней с диаметром от 20 до 50 мм.

#### 90—100-летняя группа

(№ 13). Группа расположена в 22 квартале, 8 выделе. Тип леса — ельник мохово-травяной. Абсолютная высота — 1780 м над уровнем моря. Расстояние до ближайших групп по экспозициям: с севера, запада и юга близко расположенных групп не имеется, с востока — 10 м. Крутизна склона — 35°, экспозиция — ССВ.

Почвы темноцветные лесные:

- 0—5 см — лесная подстилка, состоящая в основном из опавшей хвои и небольшого количества полуразложившегося органического опада;
- 5—15 см — темно-коричневого цвета, сильно торфянистый, сухой суглинок, переход резкий;
- 15—30 см — темно-коричневого цвета, несколько плотнее предыдущего, зернисто-пылеватой структуры, легкий суглинок, переход ясный;
- 30—80 см — коричневого цвета, слегка уплотненный, сухой, непрочнокомковатой структуры суглинок, книзу слегка дресвянистый, переход постепенный;
- 80—150 см — светло-коричневого цвета суглинок с большим количеством дресвы и крупного обломочного материала.

Древесный ярус характеризуется выраженной разновозрастностью и высокой сомкнутостью полога. Таксационная характеристика древостоя приводится в таблице 3.

Кустарниковый ярус внутри группы представлен единичными экземплярами шиповника, высота которых не превышает 0,3 м, снаружи — шиповником, жимолостью, бояркой (*Crataegus songorica* С. Koch.), рябиной и черной смородиной (*Ribes Meyeri* Maxim.).

Травянистый покров внутри группы состоит из единичных растений злаков и кодонопсиса, снаружи — из злаков, ежевики (*Rubus caesius* L.), легулярии и мяты (*Mentha longifolia* L.). Степень проективного покрытия — 1,0. Средняя высота — 0,4 м.

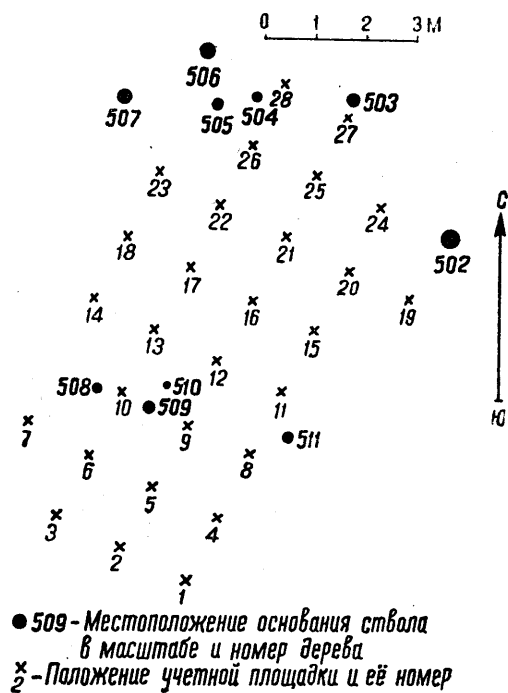


Рис. 5. План размещения учетных площадок в группе № 16.

Таблица 3

## Таксационная характеристика деревьев группы № 13

№ дерева	Возраст в годах	Диаметр основания, см	Диаметр 1,3, см	Высота, м	Радиус кроны, м	Высота до живых сучьев, м	Объем, м <sup>3</sup>
432	86	67,7	59,5	27,8	3,26	2,21	785,06
433	95	46,7	43,0	26,7	3,75	5,04	958,50
434	97	14,0	11,0	5,7	2,40	2,30	60,78
435	106	59,0	51,8	28,9	3,42	2,60	966,26
436	92	52,5	45,2	27,1	3,55	1,55	1010,76
437	97	63,0	52,2	28,0	5,36	1,32	2406,80

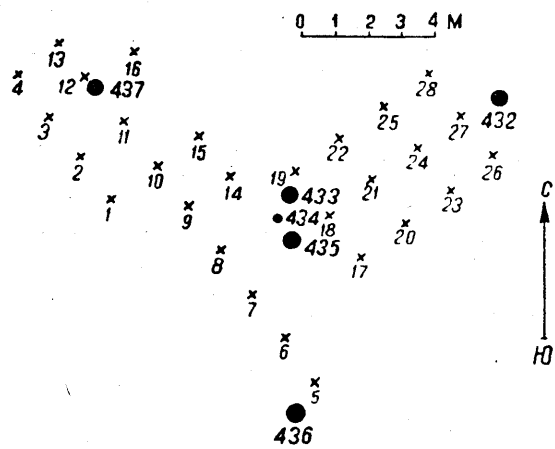
В результате изучения корневой системы группы выяснилось, что с увеличением возраста деревьев мощность корневой системы значительно возрастает. Скелетные корни утолщаются, диаметр их достигает в отдельных случаях 28—30 см. Радиус корневой системы превышает радиус кроны в 6—8 раз. Основные корни располагаются радиально, но неравномерно. Местообразование скелетных корней приурочено к части ствола, направленной вверх по склону. Это обусловливается спецификой горного рельефа. Под влиянием эрозионных процессов почва смещается вниз и, встречая на своем пути деревья, задерживается стволами, присыпая их. Вследствие этого создаются благоприятные условия для корнеобразования именно на ориентированной вверх части ствола (рис. 6).



Рис. 6. Корневая система деревьев группы № 13.

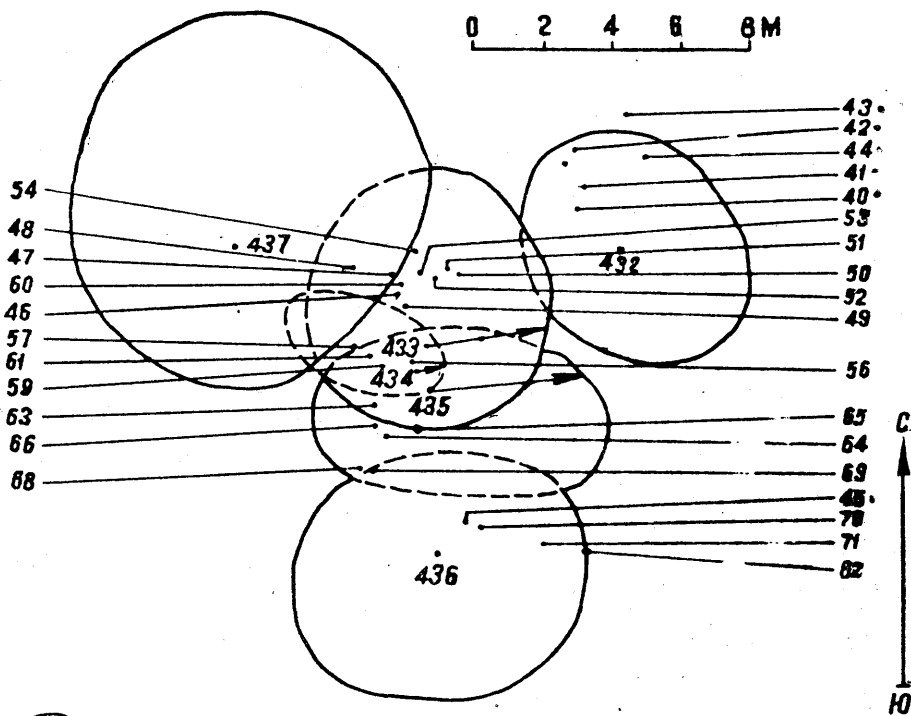
Корневые лапы одного дерева обычно в количестве 8—10 штук хорошо развиты. Сосущие корни располагаются в верхнем почвенном горизонте — 0—10 см. Характерно увеличение фракции корней с диаметром более 50 мм.

На рисунках 7 и 8 показано расположение учетных площадок.



• 434 - Местоположение основания ствола в масштабе и номер дерева  
 x - Положение учетной площадки и её номер

Рис. 7. План размещения учетных площадок в группе № 13.



○ 436 - Местоположение ствола, проекция кроны, номер дерева  
 — 64 - Место и номер срастания корней

Рис. 8. План группы № 13.

Для удобства сравнительного анализа нами предлагаются графики (рис. 9 и 10). На каждом из них изображен круг. На рис. 9 длина радиуса приравнена в масштабном отношении к величине весовых фракций корней группы № 15 (наиболее молодой). По направлению углов пра-

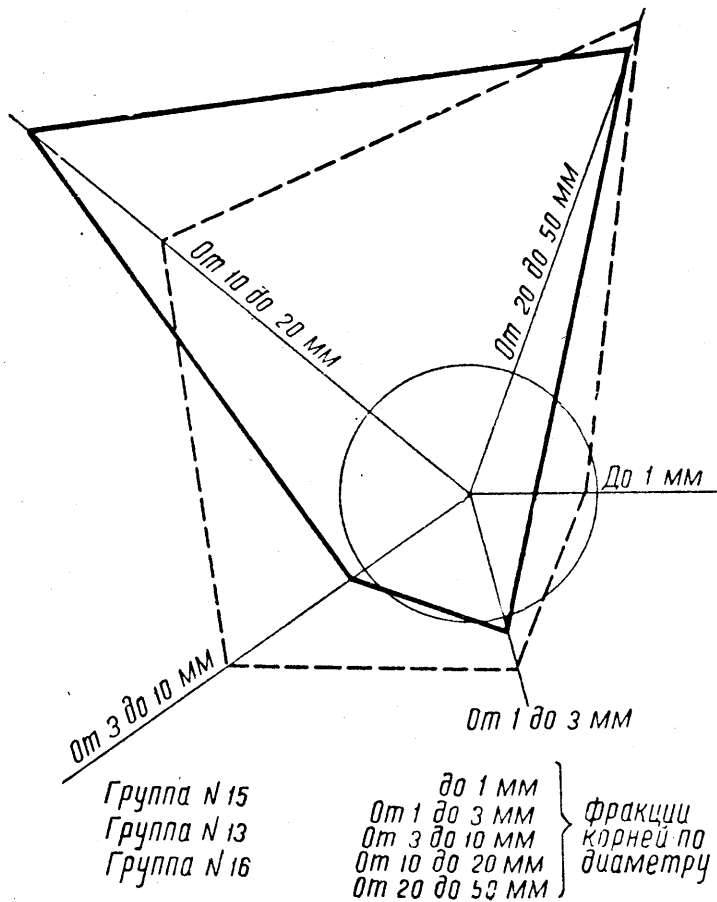


Рис. 9. Весовое содержание корней по фракциям их диаметров в пересчете на  $0,25 \text{ м}^2$  площадку по группам.

вильного пятиугольника, который может быть вписан в круг, из его центра проведены линии, по каждой из которых отложена весовая характеристика фракций корней на средней учетной площадке для групп № 16 (пунктир) и № 13 (сплошная линия). Масштаб для отложения каждой из фракций корней этих групп приведен в соответствии с масштабом для показателей группы № 15. Тот же принцип построения применен и на рис. 10. Результаты статистического анализа этих данных представлены в таблицах 4, 5 и 6.

Анализ данных, представленных на рисунках и в таблицах, показывает, что полученные величины для данных условий место-произрастания по длине корней во всех вариантах опыта (кроме фракции корней диаметром 20—50 мм в группе № 15) вполне надежные (табл. 4).

Таблица 4

## Средняя суммарная длина корней на учетную площадку по фракциям диаметра

№ био-групп	Фракции корней по диаметру, мм	Число учетных площадок	Средняя (M) суммарная длина корней, мм	$\sigma$	$m$	$t$
15	До 1	19	1089,69	986,0	229	4,7
	1-3	19	984,00	795,0	183	5,3
	3-10	19	272,10	230,0	52,9	5,1
	10-20	19	22,60	26,4	6,1	3,7
	20-50	19	3,90	13,23	3,2	1,0
16	До 1	26	917,00	775,0	151,0	6,0
	1-3	26	1567,00	840,0	168,0	9,3
	3-10	26	501,00	300,0	60,0	8,3
	10-20	26	77,00	88,0	17,6	4,3
	20-50	26	23,10	43,5	8,3	2,6
13	До 1	28	586,00	435,0	82,4	7,1
	1-3	28	915,00	716,0	135,7	6,7
	3-10	28	220,00	250,0	47,4	4,6
	10-20	28	73,20	92,0	17,5	4,1
	20-50	28	20,40	38,0	7,3	5,2

Приведенные данные позволяют считать, что между некоторыми полученными средними величинами существует надежная разница. Для подтверждения этого в таблице 5 приводятся сравнения разности между отдельными средними с ошибкой этих разностей.

Анализ данных, приведенных в таблицах и на рисунках, показывает, что с увеличением возраста группы на средневзвешенной учетной площадке намечается тенденция к падению общей длины сосущих корней (диаметром до 1 мм), которая надежно проявляется между 30 и 100-летней группами.

Фракции корней от 1 до 3 мм в 30 и 100-летней группах одинаковые, а в 80-летней — на 50% больше.

Суммарная длина корней фракции от 3 до 10 мм на учетную площадку в 30 и 100-летней группах одинаковая, а в 80-летней — в два раза выше.

Суммарная длина и вес корней фракций от 10 до 20 мм в диаметре в 80 и 100-летней группах близки по абсолютным показателям, а в 30-летней — в 3-4 раза ниже.

2\*

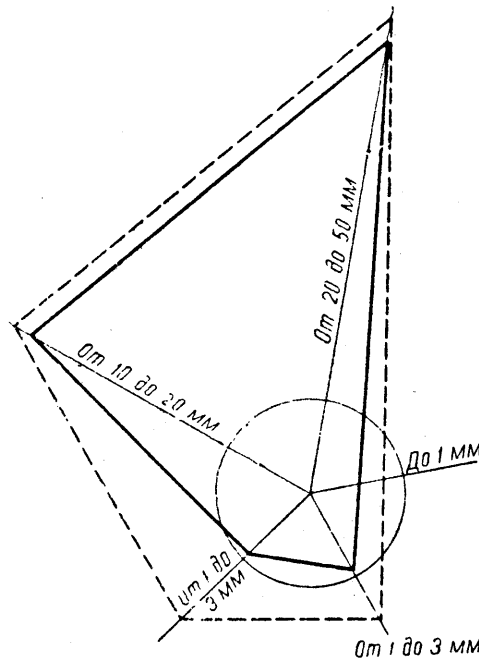


Рис. 10. Общая длина корней по фракциям их диаметров в пересчете на 0,25 м<sup>2</sup> площадку по группам (слева внизу отложена длина корней фракции 3-10 мм, а не 1-3 мм).

Таблица 5

Характеристика различных средних величин длин корней по фракциям диаметра

№ групп	Диаметр корней, мм	n	$D \pm m_D$ , мм	t
15 и 13	До 1	45	503,69 ± 243,00	2,07
15 и 16		43	172,69 ± 248,00	0,69
16 и 13		52	-331,00 ± 171,00	1,93
15 и 13	1—3	45	69,00 ± 186,00	0,37
15 и 16		43	-583,00 ± 243,00	2,30
16 и 13		52	-652,00 ± 171,00	3,80
15 и 13	3—10	45	521,00 ± 708,00	0,73
15 и 16		43	-228,90 ± 79,90	2,80
16 и 13		52	-281,00 ± 76,20	3,70
15 и 13	10—20	45	- 50,60 ± 18,50	2,70
15 и 16		43	- 54,40 ± 18,60	2,90
16 и 13		52	- 3,80 ± 24,80	0,15
15 и 13	20—50	45	- 16,50 ± 7,98	2,00
15 и 16		43	- 19,16 ± 8,91	2,10
16 и 13		52	- 2,64 ± 11,05	0,23

И, наконец, наиболее резко выражено отличие как в весовом отношении, так и в суммарной длине корней фракций от 20 до 50 мм. Между 80 и 100-летней группами разница недостоверна. В молодой же группе количество корней данной фракции минимальное.

Для объективных суждений о величине изменения суммарной длины корней на учетную площадку в целом по каждой фракции приводим результаты дисперсионной обработки полученных нами данных (табл. 6).

Таблица 6

Итоговая таблица дисперсионной обработки данных по динамике длины корней различного диаметра в группах разного возраста

Фракции корней, мм	Изменчивость	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера	Степень влияния возраста дровостоя, %
До 1	Внутриклассовая	26 120 580	70	378 594	2,8	8,8
	Межклассовая	2 165 718	2	1 082 859		
	Суммарная	28 286 298	72	1 461 453		
1—3	Внутриклассовая	18 421 830	70	263 169	8,3	19
	Межклассовая	4 375 634	2	2 187 817		
	Суммарная	22 797 464	72	2 450 986		
3—10	Внутриклассовая	2 970 800	70	42 440	9,8	36
	Межклассовая	830 872	2	415 436		
	Суммарная	3 801 672	72	457 870		
10—20	Внутриклассовая	21 170	70	3 025	6,1	19
	Межклассовая	40 894	2	20 447		
	Суммарная	62 064	72	23 472		
20—50	Внутриклассовая	62 160	70	888	2,1	6,5
	Межклассовая	3 851	2	1 925		
	Суммарная	66 011	72	2 813		

Таким образом, данные таблицы свидетельствуют о достоверных различиях в изменении длин корней с диаметром от 1 до 20 мм. В величинах общей длины сосущих корней, приходящихся на одну учетную площадку, достоверных различий нет.

Следовательно, общей закономерностью является нарастание длины корней диаметром от 1 до 20 мм с увеличением возраста группы до 80 лет. Между 100- и 80-летними группами существует достоверная разница суммарной длины корней всех фракций диаметров. Причем длина корней здесь тесно коррелирует с величиной пространственного объема крон, приходящегося на 1 м<sup>2</sup> проекционной площади группы (табл. 7).

Таблица 7

Изменение проекционного объема крон и суммарной длины корней в группах различного возраста

№ групп	Возраст, лет	Объем крон, приходящийся на 1 м <sup>2</sup> проекционной площади группы, м <sup>3</sup>	Суммарный вес корней всех фракций, приходящийся на 1 м <sup>2</sup> проекционной площади группы, г
15	30	2,18	394,37
16	80	14,38	1050,63
13	100	9,94	947,52

Из таблицы 7 видно, что с увеличением возраста деревьев до 80 лет, несмотря на интенсивное изреживание групп, наблюдается наращивание как объема крон, так и корней в пересчете на 1 м<sup>2</sup> проекционной площади.

К столетнему возрасту снижение загруженности почвы корневыми органами тесно сопряжено со снижением загруженности площади групп ассимилирующими органами деревьев.

Таким образом, загруженность проекционной площади взрослых (80—100-летних) еловых парцелл подземными органами деревьев, очевидно, пропорциональна степени развития надземной части парцелл.

**Корневые сростания.** Взаимоотношение корневых систем теснорастущих деревьев ели тянь-шанской не изучено совершенно. Между тем знание этого вопроса дает наглядное освещение некоторым особенностям строения насаждений, а также процессам роста и развития отдельных деревьев.

Как показали исследования в естественных условиях, для насаждений характерно групповое расположение деревьев (Г. Р. Эйтинген, 1962; Ф. Ф. Симон, 1907, 1926, 1934; А. А. Макаренко, 1965; О. М. Колпиков, 1963; Л. Н. Грибанов, 1965 и др.). Для ели тянь-шанской на это указывали Д. Кашгаров (1937), А. А. Битрих (1936), а также П. П. Поляков (1948), В. И. Инфантьев (1947) и др.

Г. Р. Эйтинген (1949, 1950), исследуя процесс самоизреживания в естественных и искусственных древесных насаждениях Подмосковья, пришел к выводу, что отмирание деревьев в сомкнутых группах протекает менее интенсивно, чем свободнорастущих индивидуумов.

Горчаковский (1966), В. И. Инфантьев (1947) и другие также указывают на лучшую приживаемость и сохранность самосева и подроста в группах.

Исходя из наблюдений в лесу, а также литературных данных, А. П. Юновидов (1951) признает, что одной из первопричин, обуславливающих групповое расположение стволов в чистых насаждениях, явля-

ется срастание корневых систем деревьев. Однако это утверждение не подтверждено детальными исследованиями.

В то же время, как показали исследования Н. П. Кренке (1951), Н. И. Рубцова (1950), И. И. Шишкова (1948), А. П. Юновидова (1951), В. А. Ссорина (1948), А. Д. Башинджакели (1953) и др., срастание корневых систем — широко распространенное явление. Зарегистрированы факты срастания корневых систем у ряда древесных как внутри вида, так и между филогенетически родственными видами. Поскольку ризосфера древесных растений до настоящего времени недостаточно изучена, список пород, способных к сращиванию корнями, будет, по-видимому, пополнен.

Можно полагать, что срастание корневых систем и их взаимодействие в сомкнутых группах деревьев — одна из причин биологической устойчивости насаждений. В связи с этим указанный вопрос заслуживает большого внимания.

Понятие термина «срастание» трактуется исследователями по-разному. Так, Даниэль (Daniel Z., 1900) и Винклер (Winkler H., 1912) под понятием срастание рассматривают все случаи сожительства растений друг с другом. Б. А. Келлер (1906, 1923) говорит о сращивании корневых волосков с частицами почвы, то есть о срастании живых клеток с неживой материей. Фехтинг (Vöchting, 1892), Гебель (Goebel, 1923), Немец (Nemes, 1924) допускают сращивание без соединения сосудистых систем компонентов.

В монографии «Регенерация растений» Н. П. Кренке (1950) дает следующее определение термина «срастание»: «Срастание есть такое явление, когда два или более обособленно заложившихся живых компонентов посредством нарастания или «рассасывания» элементов хотя бы одного из них образуют физиологически взаимодействующее, без повреждений, нераздельное структурное целое».

Как видно из приведенного краткого литературного обзора, термином «срастание» в исследованиях различных ученых определяются различные процессы и понятия. Основа разногласия заключается в следующем: обязательно ли при срастании корневой системы получение физиологически взаимодействующего, без повреждений, нераздельного целого?

Над решением этого вопроса заняты ученые и в настоящее время. Например, Н. И. Рубцов (1950) в работе «Новые данные о срастании корневых систем некоторых лесных пород» говорит о двух фазах срастания: 1) сцепление или механическое срастание и 2) собственно срастание. Применение термина «срастание» для характеристики первой фазы несколько неудачно. Здесь скорее надо говорить о механическом соединении двух обособленно заложившихся живых компонентов.

Нами при изучении корневых срастаний тянь-шанской ели соединение двух органов посредством склеивания или механического сцепления без физиологического взаимодействия за срастание не принималось, а рассматривалось лишь как первоначальная фаза на пути к срастанию.

Механизм срастания корневой системы древесных пород в интерпретации различных авторов получает различное толкование.

Биологическую сторону этого вопроса исследовали Н. П. Кренке (1950), А. П. Юновидов (1951), Н. И. Рубцов (1950).

Н. П. Кренке, останавливаясь на причине срастания корневых систем древесных пород, высказал предположение, что оно вызывается давлением, связанным с ростом корней, или трением при их раскачивании.



А. И. Рубцов, не соглашаясь с вышеуказанной точкой зрения, полагает, что при трении повреждалась бы кора с обнажением луба и древесины в точках соприкосновения выпуклых частей и срастание корней произошло бы именно в этих частях. Кора же здесь сохраняется даже после срастания.

Проведенное нами макроскопическое исследование сросшихся корней тьянь-шанской ели показало, что на определенном году жизни росшие рядом корни соприкасаются друг с другом. В силу того, что положение каждого корня строго зафиксировано окружающей его землей и наличием корней высших порядков, сфера разрастания корней ограничивается. Годичные приросты обеих корней начинают непропорционально уширяться в свободных для их роста местах (рис. 11) — продольных желоб-

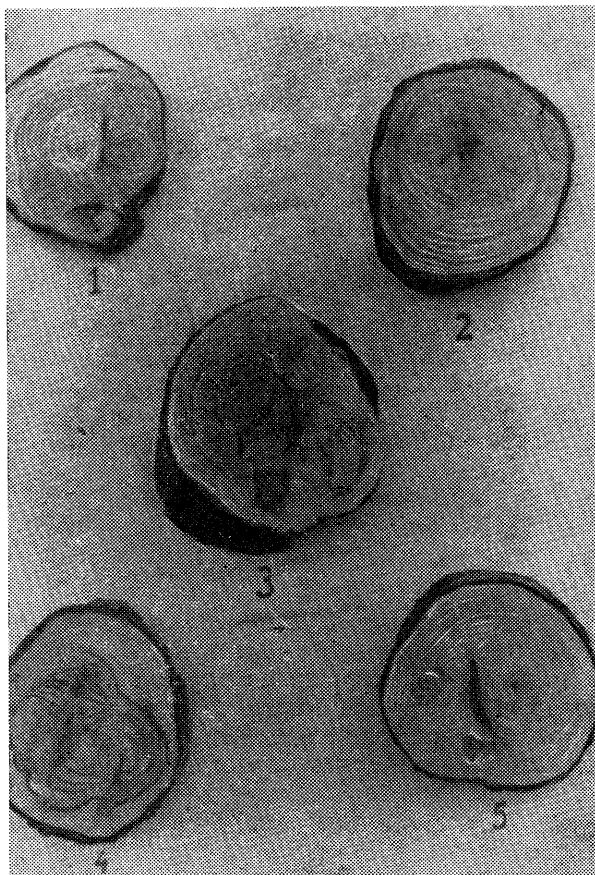


Рис. 11. Поперечные срезы сросшихся корней (внешний вид корней дан на рис. 13 под теми же номерами).

ках, где и образуются каллюсообразные наплывы. В местах ускоренного деления клеток покровные ткани наиболее тонкие. Каллюсы их легко разрывают и срастаются. В дальнейшем сросшийся камбий начинает откладывать годичные кольца, общие для обоих компонентов (рис. 12).

По данным Н. П. Кренке (1950), в месте соприкосновения корней может создаться такое перенапряжение ткани при вдавливании, что

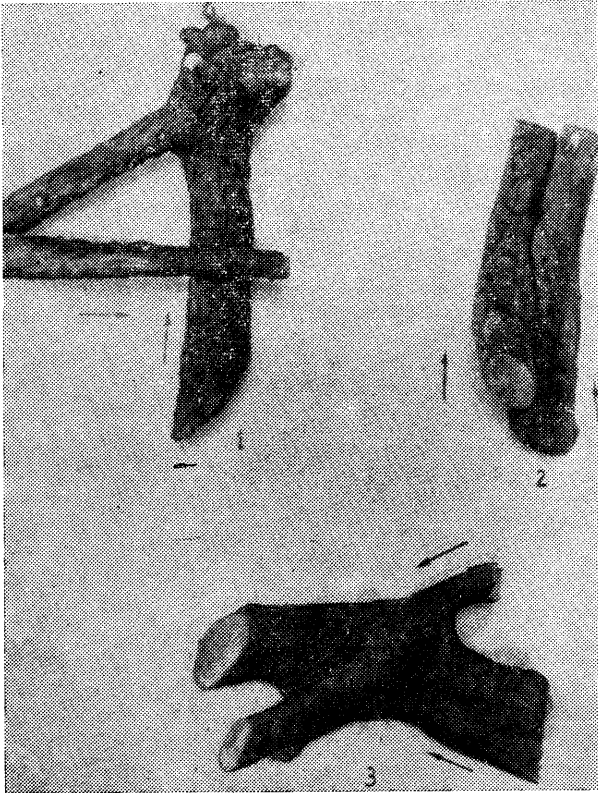


Рис. 12. Основные этапы срастания корней:  
1 — соприкосновение, 2 — механическое соедине-  
ние, 3 — срастание.

камбиальные клетки погибают. Кроме того, в месте первичного соприкосновения корней срастание не происходит в силу наличия мертвой изолирующей прослойки, состоящей из опробковевшей коры.

Несколько другая, хотя и в общих чертах сходная картина наблюдалась нами при срастании параллельно растущих корней ели тяньшанской (рис. 13). В этом случае срастание происходит даже тогда, когда корни неплотно прилегают друг к другу. Фаза механического сцепления корней в такой степени, как в первом случае, не выражена. Длительное соприкосновение параллельно растущих корней вызывает раздражение близлежащих тканей, в результате чего возникают встречные каллюсы, в районе которых в дальнейшем происходит срастание.

Здесь интересен процесс образования встречных каллюсов при наличии взаимораздражения. Каллюсы развиваются независимо друг от друга, но к моменту соприкосновения их бортики совпадают. Н. П. Кренке (1934—1935), Gurwitch (1929, 1927), Smirnov und Zhelochovtsev (1931) предполагают, что раздражение от места первичного соприкосновения распространяется в каждый корень примерно на одинаковое расстояние. Поэтому развитие каллюсов происходит встречно.

Образовавшиеся встречные каллюсы соединяют растущие корни и, продолжая разрастаться, образуют как бы мостик между ними.

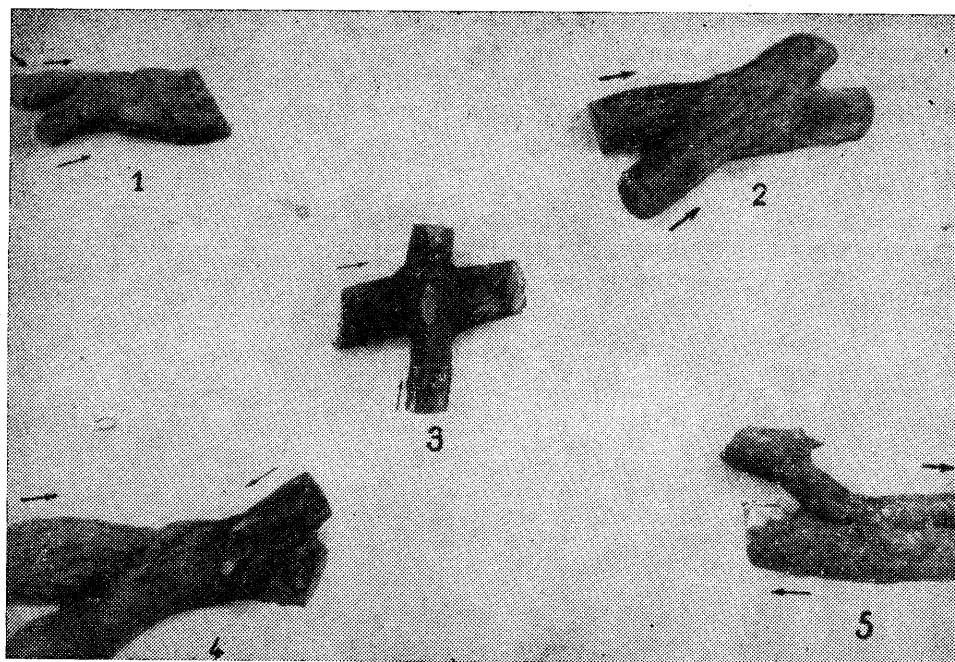


Рис. 13. Углы срастания корней ели тьянь-шанской: 1 — 0°, 2 — 40°, 3 — 90°, 4 — 120°, 5 — 180°.

Кроме приведенных примеров срастаний параллельного роста и перекрещивающихся, у двух рядом произрастающих деревьев часто срастаются встречные корни, растущие в диаметрально противоположном направлении. Следовательно, какое-либо строгое требование полярности отсутствует. Вообще срастание происходит при соприкосновении корней под углом от 0 до 180° (рис. 13).

Приводим данные распределения количества срастаний в зависимости от угла скрещивания корней для района наших исследований (табл. 8).

Таблица 8

Распределение количества срастаний в зависимости от угла скрещивания корней

Число учтенных случаев срастания	Из них под углом							
	0—45°		45—90°		90—120°		120—180°	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
28	10	36	13	46	3	11	2	7
58	20	34	25	43	9	15	4	7
66	22	33	29	44	13	20	2	3

Вероятность образования встречных срастаний у различных индивидуумов на первый взгляд кажется большей. Однако, как видно из данных таблицы, при перекрещивании и относительно совпадающем направлении роста корней срастание происходит чаще, что, по-видимому, объясняется более плотным исходным прилеганием их друг к другу.

В некоторой зависимости от угла скрещивания находится длительность срастания корней, определяемая по количеству искривленных годовых колец, образующих седловинную вмятину в месте соприкосновения до момента срастания живых клеток и начала образования общих годовых колец (табл. 9).

Таблица 9

## Зависимость длительности срастания корней от угла их скрещивания

Угол скрещивания корней в градусах	Число учтенных случаев срастания	Распределение числа срастаний по длительности (лет)											
		1-5		6-10		11-15		16-20		21-25		25-30	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
До 45	15	6	40	4	27	1	6,5	3	20	1	6,5	—	—
45-90	11	4	36	4	36	—	—	2	18	1	10	—	—
90-120	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	100	—	—
Более 120	2	2	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Параллельно	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	100

Из приведенных данных следует, что длительность срастания корней, относительно одинаково направленных (до 45°), и корней, растущих в диаметрально противоположном направлении (свыше 120°), существенно не отличается.

И. И. Шишков (1948), изучая срастание корневых систем у ели обыкновенной, указывает, что в густом древостое срастаются корнями не менее 30% всех деревьев.

А. П. Юновидов (1951), касаясь жизнедеятельности пней сосны обыкновенной, сросшихся с корнями живых деревьев, пишет, что при выборочных рубках такие пни не единичны, в отдельных случаях они составляют 15—20%.

Н. И. Рубцов (1950), обследуя 85 площадок 36-летних опытных культур дуба, на 84 площадках наблюдал срастание корневых систем.

При раскопках 12 деревьев тополя бальзамического он обнаружил срастание корней у 10 деревьев.

Как показали раскопки корневой системы деревьев ели тьянь-шанской, частота срастания в группах находится в прямой зависимости от возраста деревьев (рис. 14).

Из-за незначительности процента соприкасающихся корней у деревьев до 20—25-летнего возраста сращивание происходит очень редко, даже в тех случаях, когда особи поселяются в непосредственной близости друг от друга. С развитием придаточной корневой системы теоретические и практические предпосылки сращи-

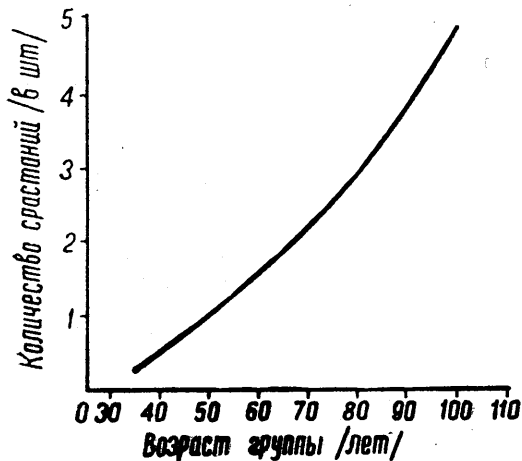


Рис. 14. Изменение количества срастаний в зависимости от возраста группы (в пересчете на одно дерево).

вания увеличиваются. Интенсивное нарастание количества придаточных корней, как мы увидим в дальнейшем, продолжается до 80—90-летнего возраста, происходит в основном в верхних горизонтах почвы. Здесь со временем и создаются наиболее благоприятные условия для сращивания корневых систем.

Из графика (рис. 15) видно, что оптимальными диаметрами, в пределах которых наиболее часто происходит сращивание, являются 1,5—3,5 см. Такого диаметра корни ели достигают в возрасте 11—40 лет.

Заслуживающим внимания моментом в явлениях сращивания корневых систем является перераспределение питания между сросшимися компонентами.

Н. И. Рубцов (1950) доказывает перераспределение питания четырьмя факторами: 1) в местах срастания живых клеток не имеется изолирующих прослоек; 2) при срастании образуются общие годовичные слои; 3) корни погибших деревьев, сросшиеся с близрасположенными нетронутыми деревьями, зачастую сохраняют жизнеспособность; 4) пни, оставшиеся после выборочной рубки, при срастании их корней со здоровыми деревьями продолжают жить и способны образовывать новые годовичные кольца.

Гартиг (1894) и Виноградов-Никитин (1924) отмечали случаи жизнедеятельности пней, корни которых срослись с корнями здоровых индивидуумов. Образование новых колец в подобных случаях Гартиг наблюдал у лиственницы, ели, режы — у сосны. О появлении новых годовичных колец на живых пнях упоминает также Виноградов-Никитин.

Наиболее детально этот вопрос разработан М. М. Бескаравайным (1955). Результаты его наблюдений показали, что срастание древесных пород одного вида — явление полезное, повышающее жизненность, выносливость организма и производительность насаждений.

Американскими исследователями Дж. Э. Кунтцем, А. Дж. Райкером (1955) применением метода радиоактивных изотопов установлено, что минеральные питательные вещества и даже болезнетворные организмы перемещаются из одного экземпляра дуба в другой через их сросшиеся корни.

И. Н. Рахтеенко (1963) подчеркивает, что перемещение меченого фосфора из одного растения в другое происходит и при простом соприкосновении корней. Если же такого контакта не имеется, то радиоактивный фосфор не обнаруживается, хотя корни и находились на близком расстоянии. И. Н. Рахтеенко утверждает, что перемещение меченого фосфора происходит через многочисленные контакты активных корешков

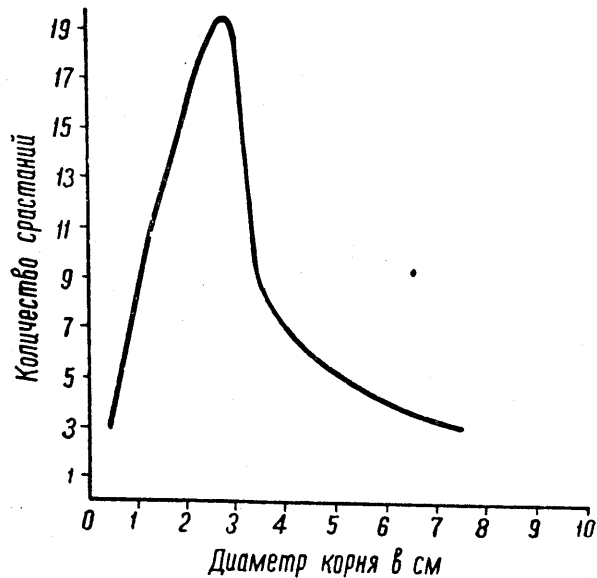


Рис. 15. Зависимость количества срастаний от диаметра корня.

и корневых волосков и, возможно, через почвенный раствор при близком расположении корней.

Учитывая вышесказанное, перераспределение питательных веществ путем обмена их между корнями деревьев групп должно наблюдаться уже на первых возрастных этапах их формирования. Вначале это происходит через контактирующие корневые волоски, микоризу и почвенный раствор, а в дальнейшем — также и через сросшиеся корни.

Теснота срастания является одной из ступенек на пути выявления степени его полезности, так как она характеризует величину интенсивности перераспределения питания между сросшимися деревьями.

Проведенные нами исследования активной подачи воды корнями и перераспределения ее в результате срастания (рис. 16) показывают, что во всех случаях корни большего диаметра подают большее суммарное количество воды, независимо от того, сросся этот корень или нет. Корни близких диаметров характеризуются равным общим количеством воды, проходящим через поперечное сечение в единицу времени, независимо от возрастного состояния деревьев группы и условий местопрорастания.

И, наоборот, активная подача воды, то есть количество влаги в мг, проходящее

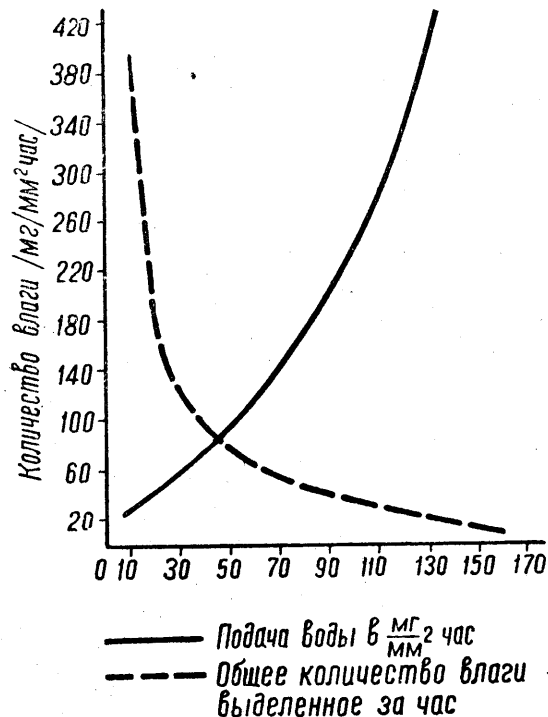


Рис. 16. Изменение величины подачи воды в зависимости от диаметра сросшихся корней (по оси абсцисс — диаметр корней, мм).

шее через  $1 \text{ мм}^2$  поперечного сечения корня в единицу времени, с увеличением диаметра резко падает. Об этом свидетельствуют опыты по определению активной подачи воды, проведенные на несросшихся корнях (табл. 10). Во всех иллюстрируемых случаях общее количество влаги, поступающее через корень с большим диаметром, выше, хотя активная подача воды с возрастанием диаметра корня уменьшается.

Таблица 10

Изменение величины подачи воды в зависимости от диаметра корня

Адрес образца (№ дерева)	Диаметр среза корня, мм	Количество влаги, проходящей через все сечение, мг/час	Активная подача влаги, мг/мм <sup>2</sup> в час
437	118,5	451	0,04089
437	147,5	420	0,02440
435	118,0	443	0,04050
435	152,5	443	0,02425

Таким образом, о перераспределении питания между сросшимися деревьями можно судить на основании изменения диаметра корней до и после срастания. Величины этих изменений в некоторых случаях достигают значительных размеров (табл. 11).

Таблица 11

## Величины изменения диаметров корня до и после срастания

№ срастания	Диаметр корня, см		Количество влаги, проходящее через поперечное сечение корня, мг/час	
	до срастания	после срастания	до срастания	после срастания
92	0,6	1,0	16	28
	0,7	0,3	19	10
10	2,6	1,1	70	30
	1,3	2,3	36	64
81	1,3	2,5	36	68
	2,7	0,3	72	10
67	1,2	1,3	32	36
	1,1	0,7	30	19

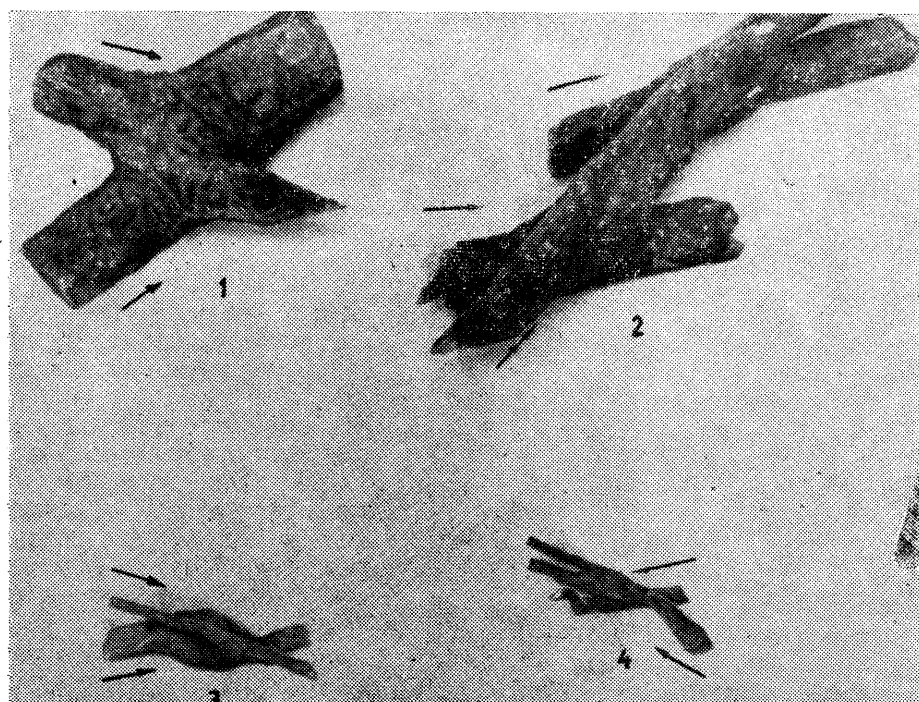


Рис. 17. Изменение диаметра корней после срастания. Стрелкой указано направление роста корней.

Итак, перераспределение питания между деревьями, сросшимися корневой системой, происходит пропорционально диаметрам сросшихся корней.

Обычно у двух соседних деревьев срастается один, реже два и только в единичных случаях — большее количество корней, что составляет сравнительно небольшую часть площади поперечного сечения всех подземных проводников дерева.

Для учета интенсивности перераспределения питания между сросшимися индивидуумами за основу необходимо брать не сам диаметр сросшегося корня, а величину его изменения после срастания. Если один из корней после срастания увеличивается, тогда диаметр другого пропорционально уменьшается (рис. 17). В этом случае одно из сросшихся деревьев получает дополнительное питание за счет соседнего. Учитывая незначительность процента сросшихся корней, малая величина перераспределения питания, существенно не влияя на характер ростовых процессов, вероятно, оказывается полезной при перенесении деревом неблагоприятных условий существования.

Такой обмен веществ между корневыми системами деревьев ели

тянь-шанской в группах в целом следует расценивать как положительное явление. Однако изменений в интенсивности роста, габитусах деревьев, как это наблюдалось рядом исследователей (И. И. Шишков, П. К. Красильников, М. М. Бескаравайный, А. П. Юновидов), нами не отмечалось.

В тех же случаях, когда у деревьев, произрастающих рядом, срастаются не только отдельные корни, но и базальные части стволов, характер перераспределения питания между сросшимися компонентами резко видоизменяется. Наши наблюдения показали, что такие деревья подчиняются законам роста и развития одного индивидуума, то есть представляют единый организм. В вариантах срастания стволов двух деревьев, обладающих одинаковыми размерами и одинаковой интенсивностью роста, дальнейшее увеличение их массы происходит одновременно (рис. 18). Если одно из сросшихся деревьев занимает господствующее положение, то оно угнетает компонента, подавляя его рост. Интенсивность роста господ-

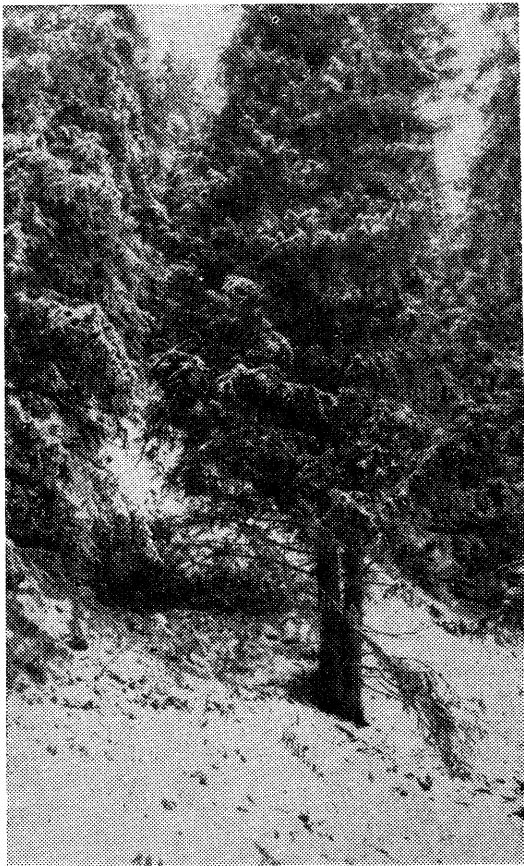


Рис. 18. Срастание одновозрастных деревьев, обладающих одинаковыми размерами надземных органов.



ствующего дерева ни в коей мере не компенсирует отставания угнетенного. Эта закономерность наглядно иллюстрируется случаями срастания деревьев ели тянь-шанской корневыми шейками (рис. 19). Таксационные показатели сросшихся стволами деревьев приведены в таблице 12.

Представляет интерес указание ряда исследователей (М. М. Бескаравайный, 1955; А. П. Юновидов, 1951; И. И. Шишков, 1948) на специфическую способность деревьев, сросшихся в комлевой части, наращивать

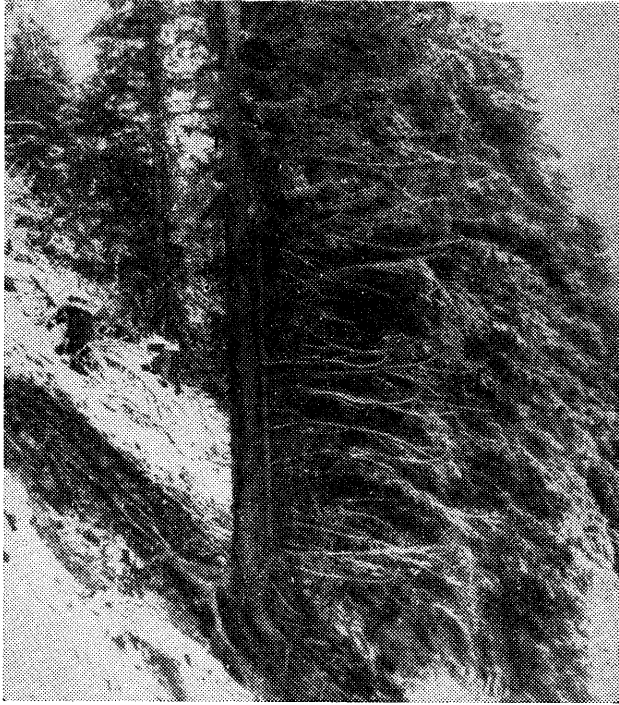


Рис. 19. Срастание одновозрастных деревьев с господством одного из компонентов.

Таблица 12

Изменение таксационных показателей у сросшихся стволами деревьев ели тянь-шанской

Компоненты	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр ствола на 1,3 м, см	Диаметр проекции кроны, м		Расстояние от шейки корня до живых сучьев, м
				СЮ	ВЗ	
А	80	19,5	47,5	6,0	5,5	1,5
В	80	7,0	19,3	7,0	4,0	1,5
Контроль	80	22,0	42,0	7,0	7,5	0,5
А	76	20,0	40,5	5,0	3,0	1,3
В	76	12,5	26,5	4,0	3,0	1,3
Контроль	76	21,0	39,0	5,0	4,5	1,0
А	60	23,5	42,5	7,0	6,0	0,5
В	60	12,8	22,0	6,0	4,0	0,7
Контроль	60	23,5	40,7	9,0	6,5	0,8



Рис. 20. Перераспределение стволовой массы 62-летних деревьев ели, сросшихся у корневой шейки.

продуктивную массу ускоренными темпами. При этом оба дерева, якобы, извлекают из такого симбиоза только пользу.

Мы считаем, что такие деревья подчиняются законам роста и развития одного индивидуума, то есть представляют единый организм.

Действительно, ствол любого дерева, обладающего интенсивным ростом, ингибирующе действует на боковые ветви, придавая им дорзивентральность. Удаленные части главной оси влечет за собой изменение в направлении роста боковых ветвей на вертикальный или возникновение новых побегов, замыкающих удаленную часть дерева. В этом случае, если ветви, изменившие направление роста, были одинаковые, то дальнейший рост их протекает одновременно. Если же одной из ветвей удастся занять господствующее положение, то ее рост ускоряется, в то время как отставшая в росте ветвь прирастает очень незначительно, а иногда и атрофируется совершенно.

Эта закономерность отмечена при анализе срастания не только двух, но и нескольких деревьев (рис. 20). Приводим таксационные показатели этих деревьев (табл. 13).

Таблица 13

Таксационные показатели трех сросшихся деревьев ели тьянь-шанской

Компоненты	Возраст, лет	Высота, м	Д <sub>1,3</sub> , см	Диаметры проекции кроны, м	Расстояние до живых сучьев, м
А	62	23,5	28,8	4,4	1,25
В	62	20,5	20,2	5,8	0,86
С	62	5,0	13,6	7,4	1,19

Как видно из данных таблицы 13 и рис. 20, наиболее развитое дерево А действует угнетающе на соседнее В. Это влияние накапливается, и третье дерево С еще сильнее отстает в росте. Таксационные показатели

сросшихся и контрольного деревьев еще раз подтверждают, что господствующее дерево не компенсирует отставание в росте угнетенных компонентов. Поэтому напрашивается вывод, что срастание стволов для части индивидуумов может сказываться отрицательно.

При оценке роста сросшихся стволами деревьев, кроме чисто физиологического, необходимо еще учитывать эдифицирующее влияние наиболее развитого из сросшихся деревьев. Поскольку неравноценные сросшиеся деревья располагаются в непосредственной близости друг от друга, то, как правило, крона одного из них развивается однобоко. Такое неравномерное расположение ветвей связано с уменьшением ассимиляционного аппарата. Это, в свою очередь, тормозит развитие корневой системы, нарастание которой и так протекает в гораздо худших условиях вследствие конкуренции корней. Поэтому одновременное интенсивное нарастание продуктивной массы у неравноценных сросшихся деревьев-компонентов невозможно.

Перераспределение влаги и элементов питания между сросшимися стволами, как говорилось выше, направлено в сторону улучшения условий существования преобладающего в росте дерева. На определенном этапе роста и развития это преобладание становится столь существенным, что подавляет дальнейший рост угнетенного дерева. В силу корреляции между наземными и подземными органами растения корневая система угнетенного дерева имеет также незначительные размеры. В подобных ситуациях интенсивность прироста господствующего дерева равновесна приросту контрольных растений.

Для иллюстрации приведенных материалов небезынтересно выявить степень полезности так называемых «живых пней».

В освещении Н. И. Рубцова (1950) при вырубке одного из сросшихся деревьев оставшиеся получают дополнительное питание через корневую систему срубленного дерева. Причем часто сохраняет жизнеспособность и пень. Поскольку же оставшиеся деревья используют корневую систему живого пня, последний ни в коей мере не ослабляет их роста. М. М. Бескаравайный (1955), упоминая о живых пнях сосны, пишет: «... их корневая система питает сросшиеся с ними деревья».

Наши исследования также показали, что после рубки ели тьянь-шанской корневая система пня продолжает жить и функционировать в течение нескольких лет. Перемещение питательных веществ через поперечные срезы корней декапитированного дерева на следующий год после рубки протекает следующим образом (табл. 14).

Таблица 14

## Подача воды корнями срубленного дерева

Диаметр среза корня, мм	Кол-во воды, выделенное через попереч- ное сечение корня, мг/час	Активная по- дача воды, мг/мм <sup>2</sup> в час
91,0	288	0,045
107,5	303	0,032
84,0	84	0,015
37,5	124	0,108
71,5	200	0,049

Данные таблицы свидетельствуют о том, что основные параметры, характеризующие деятельность корней срубленного дерева, близки к норме. Однако по истечении 5—7 лет после декапитации корневая

система пня в целом начинает усыхать. Живет только та часть корней, которая срослась с корнями здорового соседнего дерева. Все остальные корни отмирают и полностью теряют поглотительную способность. Таким образом, говорить о какой-то готовой корневой системе, стимулирующей добавочное питание, не приходится. Исходя из этого, можно заключить, что в тех случаях, когда на живом пне отсутствуют спящие почки, он паразитирует на сросшемся с ним здоровом дереве. Продолжительность жизни пня настолько велика, что до полного отмирания он способен образовывать новые годовичные кольца, не давая побегов возмещения. При этом режим питания сросшихся с пнем деревьев несколько нарушается.

Если же на пне имеются спящие почки или жизнеспособные боковые ветви, то он обладает способностью давать побеги возмещения, заменяющие срубленную часть (рис. 21). Эта особенность может быть использована для лесовосстановления.



Рис. 21. Живой пень.

**Придаточные корни у ели тянь-шанской.** Лесоводственное значение придаточных корней рассматривается прежде всего с точки зрения вегетативного размножения. По мнению А. Л. Кошечева (1957), это объясняется односторонней и недостаточной изученностью вопроса. Многие наши древесные породы в период своего возобновления только потому и выживают, что способны образовывать на стебле придаточные корни. Эта способность значительно повышает их значение в жизни растений (В. П. Тимофеев, 1928; М. П. Елепатьевский, 1949; А. П. Тыртыков, 1951; А. Л. Кошечев, 1953).

Способность древесных пород образовывать придаточные корни — довольно широко распространенное явление (Н. К. Вехов, 1932; Л. Ф. Правдин, 1938; А. К. Денисов, 1948; Е. А. Баранова, 1951; И. Г. Серебряков, 1952; А. Л. Кошечев, 1953; П. К. Красильников, 1956 и др.).

Е. А. Баранова указывает на наличие придаточных корней у представителей 70 семейств, стоящих на разных ступенях филогенетического развития. Причем М. Д. Зеленский (1915) и И. Г. Серебряков (1952) считают систему стеблевых корней более древней особенностью растений, чем систему главного корня.

Эту особенность имеют и многие хвойные породы. В жизни ели она

играет ведущую роль (М. П. Елепатьевский, 1949; А. Л. Кошечев, 1953; И. Г. Серебряков, 1952; В. П. Тимофеев, 1928).

В. П. Тимофеев, изучая корневую систему ели в условиях Брянского опытного лесничества, отметил, что вывороченные с корнем деревья ели при наличии влаги и контакта стволов с почвами из пазушных почек давали корни, которые вполне заменяли прежние. Дерево в этом случае жило только за счет образовавшихся из пазух мутовок придаточных корней.

По-видимому, это утверждение относится только к молодым елочкам, обладающим повышенной способностью к регенерации, которая с возрастом резко падает. Но даже в этом случае нельзя преуменьшить лесоводственного значения описанного факта.

М. П. Елепатьевский (1949), разрабатывая проблемы мелиорации заболоченных ельников, установил, что в результате образования придаточных корней получается корневая система, состоящая из двух ярусов, причем старые корни нижнего яруса отмирают и по существу корневая система полностью обновляется. Этим явлением автор объясняет высокую пластичность и отзывчивость ели на осушение.

Наши наблюдения показали, что в горных условиях ель тьянь-шанская легко образует придаточные корни у основания ствола или на присыпанных землей нижних ветвях.

Основным признаком отнесения корней к придаточным является заложение их в древесине. Придаточными называются все корешки, которые возникают, помимо корня, на других органах, а именно — на стебле, редко — на листьях (М. Максимов, 1937).

Сравнительно простой и оригинальный метод анатомической диагностики придаточных корней предложен А. Л. Кошечевым (1963): «В основе отличительного признака лежит то, что корень во вторичной стадии строения отличается от стебля отсутствием сердцевинки в центре. На поперечном срезе стебля ели имеется многолучевая звезда первичной древесины и сильно развитая сердцевина. Корень ели такой структурой не обладает, а в первичной древесине центра как бы на двух противоположных полюсах имеется два крупных смоляных хода, соединенных между собой узкой щелью. На срезе гипокотыля (подсемядольного колена) звезды, присущей стеблю, нет, но от корня он отличается наличием не двух, а трех смоляных ходов, расположенных в центре треугольником и соединенных между собой узкими щелями. В гипокотыле сердцевина не выражена или представлена очень слабо, в зависимости от удаления среза от стебля. Ближе к центру она еще заметна в суженных щелях, соединяющих смоляные ходы».

Такие характерные различия позволяют отличать придаточные корни даже при расположении их в непосредственной близости к корневой шейке, что особенно важно для установления роли придаточных корней в жизнедеятельности ели тьянь-шанской.

Опыты по изучению характера формирования придаточных корней заложены в типе леса ельник долинный на абсолютной высоте 1600 м над уровнем моря, в 20 квартале Алма-Атинского заповедника на пойменной террасе р. Правый Талгар.

Почвы аллювиальные:

- 0—5 см — темно-коричневый, зернисто пылеватой структуры легкий суглинок с большим количеством корней травянистых и древесных растений;
- 5—13 см — коричневого цвета, сухой бесструктурный суглинок с большим количеством галечника;

13—67 см — серого цвета, сухой, уплотненный суглинок, много хорошо окатанного галечника диаметром до 8—10 см. Переход ясный;

67—90 см — темно-коричневого цвета, плотный, непрочной комковатой структуры суглинок с ясно выраженным ржавым налетом.

Периодически поступающий на поверхность почвы аллювиальный нанос, в противоположность процессу оподзоливания, поставляет новые порции свежего минерального материала, содержащего большое количество питательных веществ — фосфора и калия. Однако песчаный механический состав таких почв создает предпосылки неблагоприятного почвенного режима (большая сухость) и, как следствие, формирует насаждения низкой продуктивности.

В связи с периодически возникающими селевыми потоками древостой довольно одновозрастный, представлен елью с ивой, осинкой, березой и единично яблоней (*Malus Sieversii* (Ldb.) M. Roem.) Деревья ели старше 40—50 лет отсутствуют. Травянистый покров состоит из душицы (*Origanum vulgare* L.), мятлики (*Poa nemoralis* L.), гравилата (*Geum urbanum* L.), земляники (*Fragaria vesca* L.), клевера (*Trifolium montanum* L.), прямой герани (*Geranium rectum* Trautv).

В этих условиях ель с двухлетнего возраста начинает образовывать боковые ветви. В приросте главной оси и боковых ветвей очень мало разницы. У подростка в этот период формируется и функционирует только система главного корня (рис. 22).

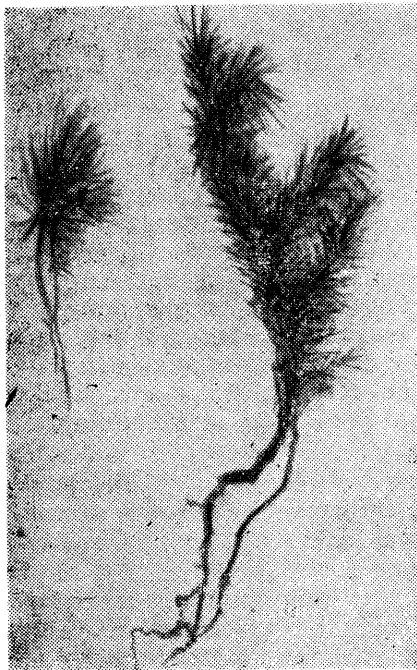


Рис. 22. Система главного корня у ели тьянь-шанской.



Рис. 23. Начало формирования системы придаточных корней.

В десятилетнем возрасте у елочек начинают образовываться придаточные корни (рис. 23). Но в первое время образования придаточных корней изменения в интенсивности роста надземных органов не наблюдаются (табл. 15). Лишь в 20—30-летнем возрасте придаточные корни

развиваются настолько, что это приводит к снижению функциональной зависимости, ослаблению роста и, наконец, отмиранию системы главного корня.

Таблица 15

## Прирост главной оси и боковых ветвей у молодых елочек

Возраст елочки, лет	Прирост по годам, см									
	главной оси					боковых ветвей				
	1966	1965	1964	1963	1966	1965	1964	1963	1962	
4	1,5	1,9	1,2	0,9	1,31	1,18	—	1,6	—	
4	0,6	1,7	1,0	1,0	0,5	1,1	—	1,7	—	
8	1,7	1,3	1,8	1,7	1,0	1,7	—	1,1	1,61	
8	1,6	1,8	1,4	1,2	0,7	1,4	1,5	1,6	2,0	
11	2,1	3,0	4,0	3,7	0,8	1,8	3,0	2,5	1,8	
11	2,0	1,5	2,1	2,0	1,2	2,4	1,5	2,3	2,1	

Этот период развития дерева характеризуется повышенной интенсивностью роста. При благоприятных условиях (достаточное количество света, тепла и влаги) происходит быстрое нарастание объема кроны, утолщаются скелетные ветви. Наиболее сильно выражен концевой прирост (рис. 24).

Увеличение интенсивности роста всего растения в связи с переходом от стержневой к поверхностной корневой системе установлено также и у некоторых лиственных пород. Например, эта особенность была отмечена М. Г. Вахромеевой (1965) для клена во всех условиях его местопроизрастания в Европейской части СССР.

Факт «скачкообразного» увеличения вегетативного прироста подроста ели тьянь-шанской в возрасте 20—30 лет неоднократно отмечался в литературе (А. А. Битрих, 1936; Д. Е. Гуриков и др.). Указанными авторами это явление относилось за счет окончания периода «теневого роста». Однако мы больше склонны считать это следствием особенностей формирования придаточной корневой системы. В связи с этим можно предположить, что отмирание и отставание подроста ели в сомкнутых группах более взрослых деревьев вероятнее всего происходит в результате сильной конкуренции поверхностной корневой системы деревьев верхнего полога. В этом случае

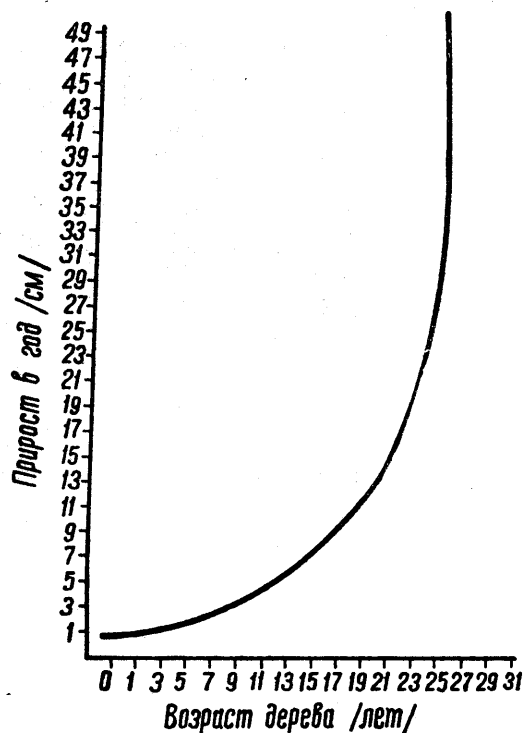


Рис. 24. Изменение величины прироста дерева в высоту с увеличением его общего возраста.

подрост не может развить достаточно мощной придаточной корневой системы поверхностного характера. Стержневая же корневая система вследствие ухудшенных условий аэрации не обеспечивает его потребностей.

В. З. Гулисашвили (1956), анализируя данные Фрике и Фабрициуса, также приходит к выводу, что освобождение подростка от влияния корней материнских деревьев (путем обрубки) сопровождается значительным улучшением его роста при тех же световых условиях.

В период максимального роста дерева у него функционирует только система придаточных корней.

По мере присыпания корней ели тянь-шанской землей и оседания корневой шейки старые корни оказываются в плохо аэрируемых условиях. Рост их замедляется и затем прекращается полностью. Корни начинают отмирать. Выше по стволу на смену отмершим образуются новые корни. Утрата способности к новообразованию придаточных корней наблюдается у деревьев старше 100—150-летнего возраста и варьирует в зависимости от условий местопроизрастания. Новообразованиям препятствует наступающая физиологическая старость деревьев.

Придаточные корни у ели тянь-шанской располагаются в нижней части ствола в некоторых случаях до 1,5 м, считая от корневой шейки вверх. Высота их расположения зависит от высоты погружения ствола в почву, что преимущественно связано с интенсивностью эрозионных процессов, зависящих от крутизны склона. Переносимая вниз по склону земля задерживается стволами ели, которые постепенно засыпаются ей. Нарастивание почвы создает благоприятные условия для образования придаточных корней. Такая структура корнеобразования способствует



Рис. 25. Расположение придаточных корней у ели на склоне крутизной 35°.

своеобразному рисунку ризосферы. На крутых участках местообразование придаточных корней приурочивается в первую очередь к части ствола, обращенной вверх по склону (рис. 25), на выровненных участках — по всем экспозициям равномерно.

Возникновение придаточных корней всегда приурочено к слою субстрата, изолирующего прикорневую часть ствола от дневного света. В большинстве случаев роль изолятора выполняет подстилка, достигающая значительной мощности под кронами деревьев. Факт задерживаю-



щего влияния света на заложение придаточных корней и придаточных побегов в свое время отмечал Л. А. Иванов (1953).

Если изоляция от света является обязательным условием корнеобразования, то в величинах запасов влаги допускается некоторое варьирование. В сухой почве корнеобразования не происходит.

Но в то же время в пользу необходимости высокой степени аэрации свидетельствует строго поверхностное расположение придаточных корней. Придаточные корни у ели появляются ярусами с явным приурочиванием к мутовкам или располагаются единично в междоузлиях.

Сравнительное исследование скорости роста придаточных корней и ствола производилось нами путем анализа хода роста ствола ели тянь-шанской и возникшего на нем хорошо развитого скелетного корня (табл. 16). Необходимо отметить, что с целью достижения сравнимости результатов нижний отрез ствола был взят на уровне образования придаточного корня, а не у корневой шейки.

Таблица 16

Ход роста ствола и придаточного корня ели тянь-шанской

Возрастные периоды	Ход роста по длине, м		Ход роста по диаметру, см		Объем, м <sup>3</sup>	Средний прирост по объему, дм <sup>3</sup>	Текущий прирост по объему, дм <sup>3</sup>
	длина	прирост по длине	диаметр на 1,30 м	прирост			
<b>Результаты анализа ствола</b>							
5	0,9	0,28			0,000076	0,015	0,0150
10	2,3	0,28	1,3	0,72	0,000678	0,0678	0,1204
15	3,7	0,40	4,9	0,70	0,0057706	0,3847	1,01852
20	5,7	0,60	8,4	0,84	0,0208979	1,0448	3,02546
25	8,7	0,42	12,6	0,74	0,0582209	2,3288	7,4646
30	10,8		16,3		0,1167870	3,8929	11,71322
<b>Результаты анализа корня</b>							
5	1,0	0,40			0,0000023	0,00046	0,00046
10	3,0	0,40	0,5	0,18	0,0000574	0,00574	0,01102
15	5,0	0,40	1,4	0,22	0,0004746	0,03164	0,08344
20	7,0	0,40	2,5	0,30	0,0014476	0,07238	0,19460
25	9,0	0,40	4,0	0,18	0,0035862	0,14344	0,42772
30	11,0		4,9		0,0059769	0,19927	0,47814

Результаты анализа хода роста корня показывают, что придаточные корни ели в отличие от ствола характеризуются более равномерным приростом в длину. Причем его величина близка к величине предельного прироста ствола по совпадающим возрастным периодам, а во многих случаях даже превышает его. Однако прирост корня по диаметру в два, а иногда в три с лишним раза отстает от прироста по диаметру ствола. Вследствие этого наблюдается большая диспропорция в приросте корня и ствола по объему.

Последним вопросом в выявлении механизма образования придаточных корней является выяснение места их заложения на стволе.

Гривентиц (1913) установил в коре древесных и кустарниковых пород, периодически затопляемых водой, наличие особых групп паренхимных клеток, так называемых корневых зачатков, залегающих между древесиной и корой.

Е. А. Баранова (1951) рассматривает корневые зачатки как придаточные корни, задержанные в своем развитии неблагоприятными условиями среды. Задержка в развитии придаточных корней выработалась как результат приспособления.

Х. Н. Кертыкова (1954) указывает, что корневые зачатки не всегда развиваются в придаточные корни: паренхимные клетки с течением времени одревесневают и в этом случае даже при благоприятных условиях не развиваются.

Обкладывая ствол березы перегноем, Д. А. Комиссаров (1964) легко добился образования придаточных корней на высоте от 20 до 30 см от корневой шейки. Однако ему не удалось обнаружить корневых зачатков у древесных побегов березы пушистой.

А. С. Колесников (1952) наблюдал образование придаточных корней на стволах взрослых деревьев клена остролистного и шелковицы, засыпанных кирпичным щебнем и землей. Одревесневшие же побеги этих пород не имели корневых зачатков.

Одревесневшие побеги дуба, липы мелколистной, клена остролистного и лещины не имеют готовых корневых зачатков, а между тем в опытах А. С. Колесникова (1952) окольцованные и окуренные землей побеги взрослых деревьев клена остролистного и лещины укоренились на 100%, липы мелколистной — на 53%, дуба — на 48%.

И, наконец, А. Л. Кошечев (1953) ставит под сомнение заблаговременное образование зачатков корня. Автор пишет: «Правильнее будет считать способность образовывать придаточные корни как такие признаки наследственности, которые проявляются только при благоприятных для их развития условиях внешней среды».

Проведенные нами исследования показали, что придаточные корни у ели тянь-шанской образуются главным образом из клеток камбия. Местозаложение корней варьирует в зависимости от возраста органа, на котором они образуются, и приурочивается к слою древесины, возраст которой соответствует времени заложения придаточных корней (рис. 26). Такой механизм придаточного корнеобразования согласуется с выводами А. Л. Кошечева.

В связи с изложенными нами результатами исследований формирования придаточной корневой системы у ели тянь-шанской небезынтересно остановиться на «омолаживании» растений с целью повышения защитно-охранной роли древостоев.

Термин «омолаживание» широко применяется в практике, особенно для многолетних растений (Е. И. Гусева, 1946; А. А. Авакян, 1948; А. А. Рыбаков, 1952; А. С. Барский, 1952; Л. П. Машинская, 1953; А. Г. Араратян, 1957, и др.).

А. Г. Араратян (1948) считает, что омолаживание осуществляется только в том случае, если молодой организм становится самостоятельным.

П. Г. Шитт и З. М. Метлицкий (1940) определяют этот термин так: «Омолаживание есть новообразование и развитие молодых структур, а также задержание старения существующих элементов, но не возврат индивидуума или его части к прошлому».

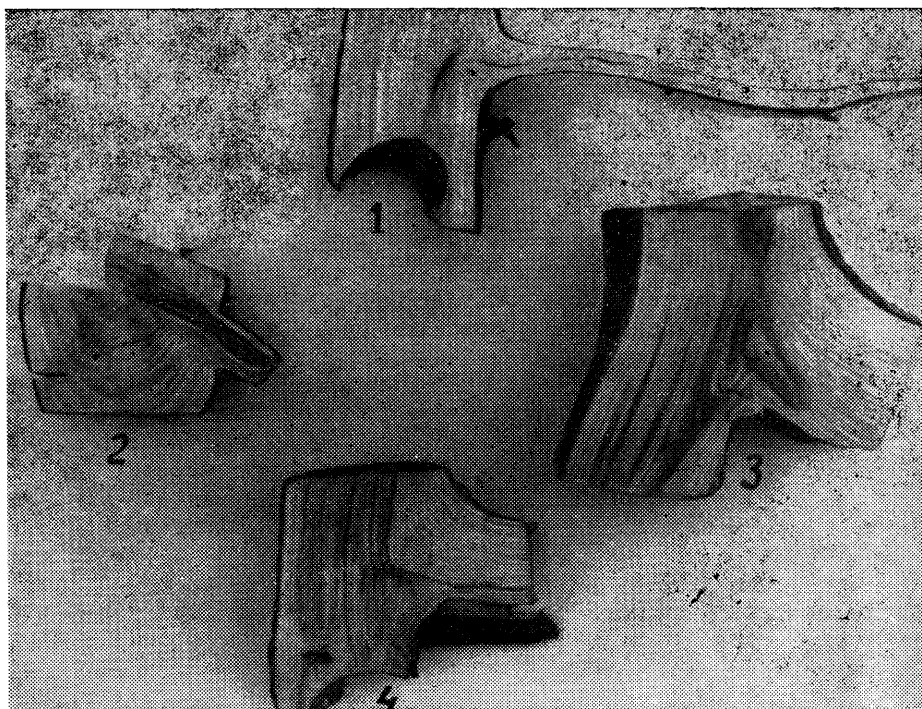


Рис. 26. Срезы, иллюстрирующие местозаложение придаточных корней у ели тьянь-шанской: 1, 3, 4 — продольные срезы; 2 — тангенциально-радиальный срез.

А. А. Авакян (1950), В. Н. Юрцев (1955) указывают, что придаточные почки в стадийном отношении подобны зародышам семян.

Таким образом, авторы довольно противоречиво трактуют понятие термина «омолаживание». Смысл этого термина варьирует в пределах от исключения возможности омолаживания организма без его самостоятельности до отождествления в физиологическом отношении семенного и вегетативного размножения растений.

Нами термин «омолаживание» понимается в трактовке Н. П. Кренке и Н. И. Дубровицкой (1935), показывающих более глубокое омолаживание при половом размножении по сравнению с омолаживанием при получении адвентивных побегов.

Исходя из тесной корреляционной зависимости между надземными и подземными органами растения и принятой нами трактовки термина омолаживание, вытекает необходимость признать влияние стадийно молодых частей растений на стадийно старые в сторону омолаживания и, наоборот, стадийно старых на стадийно молодые в сторону старения. В этом случае при появлении новых придаточных корней возникают молодые образования, увеличивающие потенциал жизнеспособности растения. Одновременно происходит расходование потенциала жизнеспособности ранее организованной части дерева. Причем фактор, действующий омолаживающе, в данном случае корневая система, ниже величины расхода потенциала общей жизнеспособности дерева. В конечном итоге это приводит к накоплению признаков старения. Дерево, перешагивая рубеж 100—150-летнего возраста, изменяет схему ветвления, интенсивность прироста, габитус. Физиологически старая надземная

часть растения в силу закона взаимовлияния постоянно воздействует на возникающие молодые придаточные корни. Это воздействие пропорционально величине кроны, общего ее возраста и возраста составляющих органов.

Поскольку одной из величин, регулирующих потенциал жизнеспособности корневой системы, является возраст надземной части дерева, то с каждым новообразованием придаточных корней старение тканей корнеобразующей части ствола будет протекать более активно. В конечном итоге на определенном этапе онтогенеза дерево теряет способность образовывать придаточные корни. Отсутствие омолаживающего фактора усиливает процесс старения и приводит к быстрой гибели дерева. С другой стороны, интенсивности старения способствуют размеры кроны дерева, вернее, соотношение в растении физиологически старых и молодых частей. Удаление части физиологически старой кроны способствует омоложению организма в целом в результате искусственно созданного перевеса омолаживающего фактора.

Приемы и методы обрезки древесных хорошо разработаны и давно применяются в плодоводстве. Е. И. Гусева (1955) пишет, что в старом возрасте дерева обрезка применяется с целью обновления одряхлевших частей кроны.

Для продления жизни растения обрезка применялась и раньше. В. О. Симонсон (1906) отмечает, что бамбук цветет один раз, а после цветения умирает. Если зацветшее растение бамбука вовремя обрезать, оно продолжает вегетировать.

Таким образом, если омолаживание корневой системы происходит естественным путем на определенном этапе развития дерева, то надземную часть растения рационально омолаживать искусственно.

Омолаживающие операции желательнее проводить с извлечением максимального количества полезностей леса, то есть при обрезке растения необходимо сохранить его защитно-охранные функции с одновременным получением древесины.

Таким требованиям отвечает декапитация дерева с оставлением нескольких ярусов нижних жизнеспособных боковых веток. При этом сохраняется способность пня к регенерации с полным возмещением утраченной части.

## ВЫВОДЫ

У ели тьянь-шанской в первые годы жизни возникает и функционирует только система главного корня. С десятилетнего возраста подрост начинает формировать придаточную корневую систему, которая к 25—30-летнему возрасту развивается настолько, что подавляет главный корень.

С переходом от стержневой к поверхностной корневой системе отмечается резкое увеличение прироста надземной части организма. Рост придаточных корней в отличие от ствола характеризуется более равномерным приростом в длину, при этом его величина близка к величине предельного прироста ствола по совпадающим возрастным периодам, а во многих случаях даже превышает последнюю. Прирост корней по диаметру в два, а иногда в три раза отстает от прироста ствола.

В группах с увеличением возраста деревьев до 80 лет, несмотря на интенсивное изреживание, наблюдается наращивание объема крон и корней в пересчете на 1 м<sup>2</sup> проекционной площади. Однако к 100-летнему

возрасту загруженность проекционной площади группы как ассимилирующими органами, так и пропорционально корнями эдифицирующих деревьев может снижаться.

Высокая насыщенность ризосферы групп корнями создает предпосылки для их срастания. Срастание корневых систем, являясь высшим выражением степени взаимовлияния, обычное и очень широкое распространенное явление у ели тянь-шанской.

Наиболее часто срастаются корни с относительно совпадающим направлением роста.

Теснота срастания деревьев до некоторой степени характеризует величину интенсивности перераспределения питания между сросшимися компонентами. При срастании только корневых систем малая величина перераспределения, не влияя существенно на характер ростовых процессов в обычной обстановке, способствует перенесению компонентами группы неблагоприятных условий существования. Если же срастаются комлевые части стволов, обладающих одинаковыми размерами и интенсивностью роста, дальнейший их рост и развитие происходят равноценно. Когда одно из сросшихся деревьев занимает господствующее положение, то оно угнетает компонента, подавляя его рост.

Корневая система неспособных к регенерации, так называемых «живых» пней, сросшихся со здоровыми индивидуумами, в целом погибает через 5—7 лет. Функционируют лишь сросшиеся корни. В период до полного отмирания сросшийся пенек паразитирует на здоровом организме, нарушая его питательный режим. Если такой пенек регенерирует, то он может быть использован в целях лесовосстановления.

С учетом состояния деревьев возможно их «омолаживание», заключающееся в удалении физиологически старых надземных частей.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Авакян А. А. Некоторые вопросы индивидуального развития растений. «Агробиология», 1948, № 2.
- Араратян А. Г. Об омолаживании растений. Изв. АН Арм. ССР, т. 9, № 10, 1957.
- Баранова Е. А. Закономерности образования придаточных корней у растений. Тр. главн. ботсада АН СССР, т. II, 1951.
- Барский Я. С. Омолаживание винограда. «Сад и огород», 1952, № 12.
- Башинджакели Н. Д. Особенности корневой системы пихты кавказской. «Лесное хозяйство», 1953, № 6.
- Бейдеман И. Н. К программе изучения корневых систем растений. (Обзор литературы). Тр. бот. ин-та Азербайджанского филиала АН СССР, т. 3, Баку, 1938.
- Бескаравайный М. М. Срастание корней некоторых древесных пород в районе г. Камышина. «Агробиология», 1955, № 3.
- Витрих А. А. Леса Алма-Атинского государственного заповедника. Рукопись, 1936.
- Богданов П. Л. Ботаника. Гослесбумиздат, М., 1950.
- Быков Б. А. Еловые леса Тянь-Шаня, их история, особенности и типология. Изд. АН КазССР, Алма-Ата, 1950.
- Вахромеева М. Г. Морфогенез корневой системы подроста остролистного клена. Докл. Моск. с.-х. академии им. К. А. Тимирязева, вып. 102, 1965.
- Вехов Н. К. Отводковое размножение древесных и кустарниковых пород. М.-Л., 1948.
- Виноградов-Никитин П. Некоторые наблюдения над жизнью деревьев. Изв. Тифл. гос. политехн. ин-та, вып. 1, Тифлис, 1924.
- Гартиг Р. Болезни деревьев. Перевод под ред. Турского, М., 1894.
- Горчаковский П. Л. Флора и растительность высокогорий Урала. Тр. ин-та биологии Уф АН СССР, вып. 48, 1966.
- Грибанов Л. Н. Сосновые леса Казахстана и биологические основы хозяйства в них. Свердловск, 1965.
- Гулисашвили В. З. Горное лесоводство. М.-Л., 1956.
- Гуриков Д. Е. Особенности возобновления ели тянь-шанской. «Лесное хозяйство», М., 1959, № 8.

- Гусева Е. И. Биологическое обоснование обрезки мандарина. Бюлл. Всес. ин-та чайной промышленности и субтропических культур, 1946, № 1.
- Гусева Е. И. Биологические особенности мандарина Уншиу. Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции, т. XXXII, вып. 1. Гос. издат. с.-х. литературы, Л., 1955.
- Данилик В. Н. Рубки и способы содействия естественному возобновлению ели тьянь-шанской. Тр. Среднеазиатского НИИЛХ, вып. III, Ташкент, 1958.
- Денисов А. К. К генезису пойменных дубняков южной тайги. Докл. АН СССР, т. 61, № 2, М., 1948.
- Дубровицкая Н. И. Возраст и регенерация у растений. Автореферат диссерт. на соискание ученой степени доктора биол. наук Гл. бот. сад. АН СССР, 1935.
- Иванов Л. А. О сосушем аппарате корня древесных пород Советского Союза. Докл. АН СССР, т. 93, № 4, 1953.
- Инфантьев В. И. Результаты изучения лесного фонда Алма-Атинского государственного заповедника. Тр. Алма-Атинского заповедника, вып. IV, Алма-Ата, 1947.
- Кашигаров Д., Жуков А., Станюкович К. Холодная пустыня Центрального Тянь-Шаня. Результаты экспедиции ЛГУ летом 1934 г., Л., 1937.
- Качинский Н. А. Корневая система растений в почвах подзолистого типа (исследования в связи с водным и питательным режимом почв), ч. I, тр. Моск. с.-х. опытной станции, вып. 7, 1925.
- Кварацхелия Т. К. Материалы к биологии корневых систем плодовых деревьев. Изв. Абхаз. с.-х. опытной станции, № 34, 1927.
- Кварацхелия Т. К. Экология корневой системы культурных растений. Тр. грузинск. с.-х. ин-та, т. 27, 1947.
- Келлер Б. А. Общая ботаника, вып. 1, Воронеж, 1923.
- Колесников В. А. Корневая система яблони в Крыму. Тр. Крымск. с.-х. ин-та, т. 2, 1947.
- Колесников В. А. Методика изучения архитектоники и периодов роста корневой системы плодовых растений. Тр. Крымск. с.-х. ин-та, т. 3, 1952.
- Колесников В. А. Методы и результаты изучения корневой системы плодовых и ягодных растений. В кн.: «Достижения научных учреждений по садоводству и виноградарству». Сельхозгиз, 1957.
- Колесников А. С. Придаточные корни у шелковицы и клена остролистного. «Лесное хозяйство», 1952, № 4.
- Комиссаров Д. А. Биологические основы размножения древесных растений черенками. Изд. «Лесная промышленность», М., 1964.
- Кошечев А. Л. Лесоводственное значение придаточных корней древесных пород в условиях заболачивания лесосек. Тр. Ин-та леса АН СССР, т. 13, М., 1953.
- Красильников П. К. К вопросу о методике изучения корневых систем древесных пород при экспедиционных геоботанических исследованиях. «Ботанический журнал», т. 35, 1950, № 1.
- Красильников П. К. Корневая система кавказской пихты. Тр. бот. ин-та АН СССР, сер. III, геоботан., 1951, вып. 7.
- Кренке Н. П. Регенерация растений. Изд-во АН СССР, М.-Л., 1950.
- Кренке Н. П. Филогенетическая изменчивость, т. I. Изд-во биол. ин-та им. К. А. Тимирязева, М., 1933—1935.
- Марков М. В. Определение активной подачи воды. В кн. Гродзинского А. М. и Гродзинского Д. М. «Краткий справочник по физиологии растений». Изд. «Наукова думка», Киев, 1964.
- Машинская Л. П. Значение омолаживания многолетних рукавов куста. «Виноградарство и виноделие СССР», 1953, № 10.
- Печенкина О. Н. Анализ рубок главного пользования в еловых лесах Заилийского и Кунгей Алатау. В кн.: «Лесоводы Казахстана к сорокалетию республики». (Рефераты, докл. на научн.-произв. конференции по рац. лесн. х-ва и агролесомелиорац. в Казахстане), Алма-Ата, 1960.
- Поляков П. П. Лиственные леса Заилийского Алатау. Труды Алма-Атинского государственного заповедника, вып. VII, Алма-Ата, 1948.
- Правдин Л. Ф. Вегетативное размножение растений, Л., 1938.
- Проскуряков М. А. Некоторые результаты анализа структуры лесного древостоя. Вестник сельскохозяйственной науки, Алма-Ата, 1969, № 3.
- Рахтеенко И. Н. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений. Изд. АН БССР, Минск, 1963.
- Рыбаков А. А. Омоложение садов. Изд. АН Узб. ССР, Ташкент, 1952.
- Рубцов Н. И. Новые данные о срастании корневых систем некоторых лесных пород. «Агробиология», 1950, № 6.
- Серебряков И. Г. Морфология вегетативных органов, М., 1952.
- Симон Ф. Ф. Опыт исследования естественного возобновления сосны. Изв. Казанского ин-та с.-х. и лесоводства, 1926.
- Симонсон В. О. Бамбук как промышленное растение в Закавказье. Изд. главн. упр. уделов. СПб., 1906.

- Скорин В. А. О строении корневой системы сибирской пихты (*Abies sibirica*) и обыкновенной ели (*Picea excelsa*). «Ботанический журнал», т. 33, 1948, № 1.
- Тимофеев В. П. К вопросу о лесоводственных свойствах ели по наблюдениям в Брянском опытном лесничестве. Сб.: «Брянский край», вып. 2, Брянск, 1928.
- Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. 1952. Гослесбумиздат, М.-Л.
- Тыртыков А. П. Распределение корневых систем деревьев на северном пределе лесов. «Вестник МГУ», 1951, № 10.
- Шишков И. И. Срастание корней ели и практическое значение этого фактора. Тр. Ленинградской л.-технич. академии, № 63, 1948.
- Шишков И. И. Корневые системы елей и их значение в практике лесного хозяйства. Тр. Ленинград. л.-технич. академии, № 71, 1953.
- Юновидов А. П. Срастание корневых систем сосны в лесу. «Агробиология», 1951, № 4.
- Юрцев В. Н. Особенности новообразований и стадийного развития придаточных почек и побегов у многолетних травянистых и древесных растений. Тр. по прикладн. бот., генетике и селекции, т. XXXII, вып. 1, 1955.
- Эйтинген Г. Р. Лесная опытная дача 1865—1945 гг. Гослестехиздат, М., 1946.
- Эйтинген Г. Р. Избранные труды. Изд. с.-х. литературы, М., 1962.
- Daniel L. Les conditions de reussite des greffes. Rev. gen. Bot, vol 12, 1900.
- Goebel K. Organographie der Pflanzen, 2. Aufl., Teil 3, Specielle Organographie der Samenpflanzen, Jena. 1923.
- Goebel K. Organ der Pflanzen. 3. Aufe. Teil 1. Allgemeine Organographie. Jena. 1928.
- Gurwitch A. Weiterbildung und Verallgemeinerung des Feldbegriffes. Roux, Arch Rd. 112, 1927.
- Kuntz F. E., Riker A. T. The use of radio-active isotopes to ascertain the role of root grafting in the translocation of water nutrients and disease inducing organisms among forest trees. Geneva. USA. 1955.
- Nemes B. Methoden zum Studium der Regeneration der Pflanzen. Handb., biol. Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 2, 1924.
- Smirnov E. und Zhelochovtsev A. Das Gesetz der Altersveränderungen der Blattform bei *Tropaeolum majus* L. unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen. (Ein Beitr. zur Feldtheorie). Planta, Bd. 15, H. 1/2.
- Winkler H. Untersuchungen über Pfropfbastarde. Teil 1. Jena, 1912.
- Vöchting H. Ueber Transplantation um Pflanzen körper Untersuch. z. Physiol. u. Pathol Tübingen. 1892.