

И. Н. РАХТЕЕНКО  
канд. технических наук

КОРНЕВЫЕ СИСТЕМЫ  
ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ  
ПОРОД

ГОСЛЕСБУМИЗДАТ

Москва

1952

Ленинград

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Создание лесных насаждений в степных и лесостепных районах Советского Союза имеет почти столетнюю историю. За этот период русские лесоводы разработали агротехнику посадки, посева и ухода за культурами, обеспечивающую высокую их приживаемость и устойчивость вплоть до периода дифференциации. Однако в стадии дифференциации культуры во многих случаях суховершили, расстраивались и усыхали.

Причины этого явления до сих пор не вскрыты, что объясняется, по нашему мнению, слабой изученностью (в условиях насаждения) корневых систем древесных и кустарниковых пород. В настоящее время корням древесных растений придается исключительно большое значение не только как органам поглощения и передвижения воды и питательных веществ, но и как важнейшим органам, где сосредоточены специфические реакции образования и обмена веществ, чрезвычайно важные для жизнедеятельности растения. Тем не менее наши сведения о корневых системах пока ничтожны.

При изучении корневых систем древесных растений основное внимание до сих пор обращалось на установление наибольшей длины вертикальных и горизонтальных корней, а также на распределение их по горизонтам почвы, определяемое обычно по методу Уивера, без количественного учета не только поглощающих корней, но и других фракций.

Почти совершенно отсутствуют в литературе и количественные данные по изучению корневых систем чистых и смешанных насаждений разных пород в зависимости от их возраста и условий местопроизрастания.

Неудивительно поэтому, что до настоящего времени роль корневой системы как основного фактора устойчивости древесных растений к засухе и другим неблагоприятным условиям не нашла должной оценки.

Слабая изученность корневых систем древесных растений зависела в основном от отсутствия разработанных методов исследования в этой области.

И. Н. Рахтеенко совместно с другими сотрудниками сектора физиологии Всесоюзного научно-исследовательского института

лесного хозяйства сконструировал прибор (корнерез) и разработал метод для количественного учета древесных корней разного диаметра в условиях чистых и смешанных насаждений.

Пользуясь этим методом, И. Н. Рахтеенко провел в разных лесных зонах многочисленные исследования корневых систем с одновременным учетом развития стволовой и листовой массы растений. Эти исследования внесли много нового и ценного в изучение сложной области межвидовых взаимоотношений древесных и кустарниковых пород.

Исследования И. Н. Рахтеенко вскрыли причину расстройства и усыхания культур древесных растений в стадии дифференциации. Оказалось, что в этом возрасте у сомкнутых чистых насаждений наблюдается замедление роста корневых систем и усиление роста листовой массы, что нарушает равновесие между транспирационным расходом насаждения и восполнением его за счет воды, поглощаемой корневой системой, в результате чего насаждения суховершинят и усыхают.

В условиях смешанных насаждений в стадии дифференциации, как правило, усыхает порода с более слабо развитой активной частью корневой системы, или порода, корни которой размещены в более глубоких горизонтах, или, наконец, порода с позже пробуждающимися и позже начинаяющими поглощать воду и питательные вещества корнями.

И. Н. Рахтеенко установил, что в смешанных насаждениях часто наблюдается усиление развития корневых систем одной породы за счет ослабления их у другой. Это вызывает почти полное выпадение второй породы в стадии жердняка. Нередки также случаи, когда в смешанном насаждении наблюдается усиление развития корневых систем обоих компонентов смеси или одного из них без ущерба для другого. В таких условиях хорошо развиваются обе породы смешанного насаждения. Работы И. Н. Рахтеенко дают основание утверждать, что обоснованно подобранное смешанное насаждение обладает значительно более высокой устойчивостью против неблагоприятных условий, чем чистые насаждения.

Правильность этих положений можно подтвердить следующими примерами из работы И. Н. Рахтеенко.

Изучая корневые системы дубово-ясеневых насаждений в Велико-Анадольском лесхозе Сталинской обл. и Сальской лесной даче Ростовской обл., И. Н. Рахтеенко установил, что корневая система ясеня обыкновенного распространяется по преимуществу в верхних горизонтах почвы, тогда как корни дуба проникают в почвогрунт на значительно большую глубину. К тому же корневая система ясеня обыкновенного имеет значительно больше тонких деятельных корней, чем корневая система дуба. Этим и объясняется более высокая устойчивость ясеня обыкновенного в смешанных насаждениях с дубом. Только в достаточно обеспеченных влагой пониже-

ниях или на участках с близким уровнем грунтовых вод дуб в смеси с ясенем обычным развивается удовлетворительно, а при глубоком залегании грунтовых вод он вытесняется ясенем.

Среди лесоводов до сих пор широко распространено мнение о том, что древесные породы, корневая система которых глубоко проникает в почвогрунт (но не доходит до зоны капиллярного поднятия грунтовой воды), более устойчивы против засухи, чем породы, имеющие поверхностную корневую систему. Работы И. Н. Рахтеенко доказали обратную закономерность.

Исследования корневых систем различных древесных пород, проведенные И. Н. Рахтеенко в разных лесных зонах, доказали несостоительность и другого широко распространенного мнения, что корни многих древесных растений проникают в почво-грунт на глубину до 15 и более метров. И. Н. Рахтеенко установил, что основная масса корней древесных растений расположена в верхних слоях почвогрунта на глубине 1,5—2,0 м. Глубже 2 м проникают в почвогрунт одиночные корни и главным образом по готовым трубкам сгнивших корней, по трещинам и ходам землероев. Но эти единичные корни в очень редких случаях проникают в почвогрунт глубже 5—6 м, причем корни хвойных пород обладают значительно меньшей способностью проникать в уплотненные горизонты почво-грунта, чем корни лиственных пород. Корневые системы лиственных пород (в частности дуба, березы и осины) являются пионерами в освоении почвогрунтов с неблагоприятными физическими свойствами, улучшают их и создают специфическую для леса структуру почв.

Выводы И. Н. Рахтеенко объясняют частые случаи более глубокого проникновения корней сосны по ходам живых корней березы в смешанном сосново-березовом насаждении. Этим же объясняется и повышение устойчивости сосны в смешанных сосново-березовых насаждениях Бузулукского бора.

Исследования И. Н. Рахтеенко дают основание для разработки устойчивых типов смешения лесных культур, крайне необходимых при создании в степных и лесостепных районах полезащитных насаждений и дубрав промышленного значения.

Опубликование работы И. Н. Рахтеенко, посвященной изучению корневых систем древесных и кустарниковых пород, восполнит отсутствие одного из решающих звеньев в работе по созданию устойчивых и производительных насаждений в тяжелых условиях сухих степей.

Проф. А. И. АХРОМЕЙКО

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ ПОРОД

Осуществление Великого Сталинского плана преобразования природы требует создания в степной зоне устойчивых и производительных лесных насаждений. Для этого необходимо всесторонне знать биологические и экологические свойства древесных и кустарниковых пород, их взаимоотношения между собой и окружающей средой. Правильный подбор пород для создания устойчивого леса в степи может быть сделан только на основе детального анализа взаимодействий надземных и подземных частей растения. Поэтому необходимо в свете передовой мичуринской науки изучить рост корней древесных и кустарниковых пород при различных их сочетаниях и различных почвенно-грунтовых условиях в разные периоды их жизни. Знание характера развития и строения корневых систем необходимо также для того, чтобы правильно проводить агротехнические мероприятия при создании и уходе за лесными культурами. Однако корневые системы древесных растений до сих пор изучены слабо, и поэтому роль подземных органов в жизни лесонасаждений часто недооценивается.

Изучением корневых систем древесных и кустарниковых пород занимались в нашей стране многие исследователи: Тольский, Качинский, Гурский, Харитонов, Погребняк, Кобезский и др. Но данных о строении и развитии корневых систем в зависимости от типов смешения культур в условиях насаждения почти нет.

Настоящая работа является результатом исследований корневых систем в чистых и смешанных культурах, проведенных автором в течение 1947—1951 гг. в разных географических пунктах: Пушкинском лесхозе Московской обл., Бузулукском бору Чкаловский обл., Велико-Анадольском лесхозе Сталинской обл., Степновском лесхозе Астраханской обл. и Сальской даче Ростовской обл.

В основу разработанной нами методики для исследования корневых систем древесных растений в насаждениях был положен принцип Качинского и Уивера.

В том случае, когда преследовалась цель сопоставлений роста корней отдельных древесных пород в чистых и смешанных насаждениях, особое внимание обращалось на выбор однотипных (по лесорастительным условиям) участков. На отобранных участках, в наиболее типичных условиях, отводились пробные площадки размером не менее 500 м<sup>2</sup>. На этих пробах производилось подробное таксационное описание культур и определялся ботанический состав травяного покрова. Между рядами деревьев выбранной площадки закладывалась траншея таких размеров, чтобы ширина ее точно соответствовала ширине междуурядья (от центра до центра

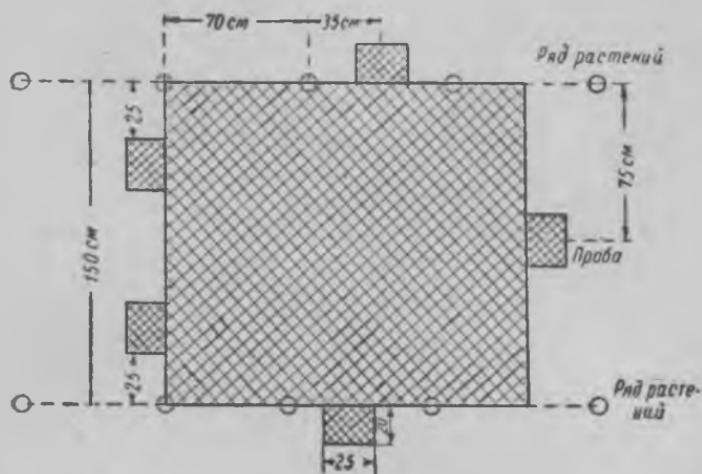


Рис. 1. Схема закладки траншеи и почвенных монолитов в культурах.

ствола), а длина — расстоянию захвата не менее двух соседних стволов в рядах (рис. 1). Место для траншеи выбиралось между средними модельными деревьями, характерными для данной пробы.

Перед началом раскопок детально обмерялись надземные части тех растений, которые находились на границе траншеи, и описывалось состояние этих растений.

Количественный учет корней по весу производился по 10- и 20-сантиметровым слоям почвы с учетом генетических горизонтов.

Для полного учета не только крупных (скелетных) корней, но и деятельных мелких корневых окончаний мы применяли два способа: 1) выборка корней из всего объема траншеи просеиванием почвы через сито с отверстиями в 5 мм и 2) выборка корней из почвенных монолитов объемом в 5000 см<sup>3</sup>, корни в которых предварительно отмывались через набор сит с отверстиями 5,3 и 1 мм. Первым способом учитывались

главным образом скелетные корни диаметром от 3 *мм* и выше, вторым — фракции мелких корней.

Для выборки скелетных корней из траншеи земля выкапывалась отдельными слоями глубиной по 10 и 20 *см*. Особое внимание обращалось на то, чтобы все стенки траншеи были строго вертикальными. Земля выбрасывалась на сито, уста-

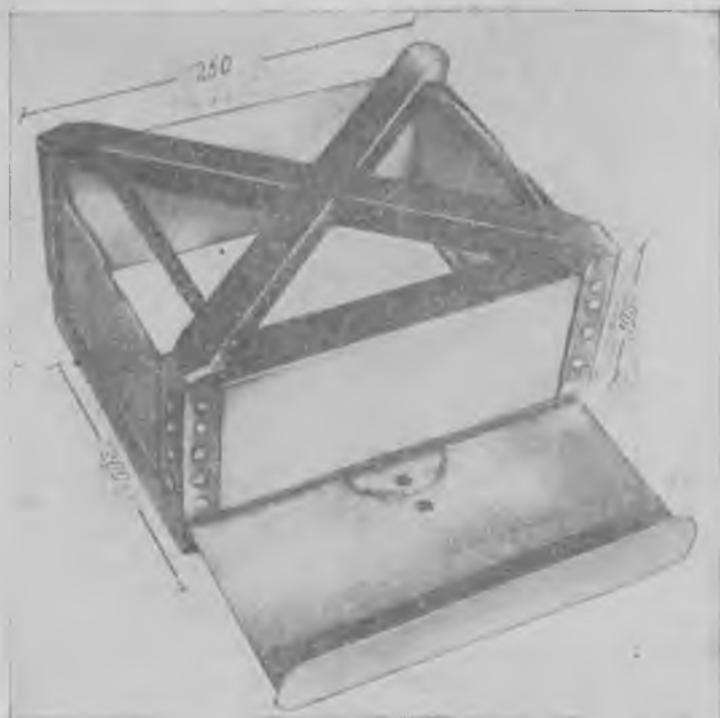


Рис. 2. Прибор для выемки почвенного монолита с корнями (корнерез)

новленное рядом с ямой; после разбивки крупных комков она отсеивалась, а корни собирались. При этом некоторая часть мочковатых корней проходила через сито:

Для взятия почвенных монолитов с корнями служил специально изготовленный прибор (корнерез), сконструированный автором совместно с проф. А. И. Ахромейко (рис. 2). Прибор представляет собой четырехугольный металлический ящик длиной 25 *см*, шириной 20 *см* и высотой 10 *см*. Боковые стенки ящика изготавливаются из стальных листов толщиной 2 *мм*. Нижние края стенок по кромке хорошо оттачиваются для перерезания корней и отделения почвенного монолита от нижележащей почвы. Дно вставляется в пазы,

сделанные на внутренней поверхности боковых стенок корнереза. Для предохранения прибора от поломки при забивке его в почву к 4 углам верхней крышки корнереза приваривается специально изготовленная железная крестовина.

Для взятия почвенных монолитов корнерез устанавливают на краю стенки траншеи таким образом, чтобы передняя стенка его совпала со стенкой траншеи. Затем прибор деревянной трамбовкой загоняется в почву, а почвенный монолит снизу подрезается входящим в пазы прибора ножом (дном), который загоняется деревянным молотком. Чтобы не разрушить стенки траншеи при забивке прибора в землю, почвенные выемки берутся по 10-сантиметровым слоям, по мере копки траншеи.

При очень уплотненном почвогрунте эти монолиты вырезались из стенок траншей вручную, строго по размеру корнереза ( $20 \times 25 \times 10$  см) специально изготовленной стальной стамеской. Длина стамески — 150 мм, ширина — 100 см и толщина 4—6 мм. Взятые почвенные монолиты переносились для отмыки корней на сита с отверстиями размером 3, 2 и 1 мм. Сита устанавливались в деревянных рамках одно над другим, причем сверху ставилось сито с отверстием в 3 мм, потом 2 мм и затем 1 мм. Отдельные рамы с ситами соединялись между собой железными крючками в один общий ящик. Сверху всего набора рам приделывалась также сетчатая (с отверстием в 1 мм) крышка с ручкой. Общая высота всего набора с четырьмя ситами составляла 35 см, длина — 65 см, ширина — 35 см (рис. 3, стр. 10).

Для отмыки корней от почвы вырезанный монолит целиком или по частям переносился на верхнее сито и прикрывался крышкой. Затем набор сит погружался в воду, где его перемещали, осторожно растирая комки почвы рукой.

После отмыки корней из траншей и монолитов, собранные отдельно, распределялись по породам, а в пределах породы — по трем фракциям с диаметрами до 1 мм, от 1 до 3 мм, от 3 мм и толще. Корни двух последних фракций относились к группе крупных, а фракция с диаметром 1 мм и меньше — к группе мелких корней.

При разборке корней отдельно учитывались мертвые корни и органические остатки, в которых нельзя распознать определенных частей растения, а также корни травянистых растений.

После сортировки каждая фракция корней высушивалась до постоянного веса в термостате при температуре 105°. Важным моментом работы являлось распознавание принадлежности корней к той или иной породе, поэтому вначале пробы брались в чистых культурах, и только после приобретения навыков по распознаванию корней отдельных пород начались исследования корней смешанных культур.

Почвенные монолиты для учета тонких корней брались в ряду на середине расстояния между соседними деревьями

и в междурядье. Схема закладки траншеи в культурах и места почвенных выемок в ряду и в междурядье показаны на рис. 1. Площадь каждой траншеи составляла от 2 до 5 м<sup>2</sup>. Траншеи выкапывались в большинстве случаев на глубину проникновения корней в почву.

Одновременно с количественным учетом корней производилось детальное морфологическое описание и зарисовка их.



Рис. 3. Набор сит для отмывки корней

Для этого корни на вертикальных стенках траншеи в 10-санитметровом слое осторожно обнажались от почвы прочным шилом или узкой стамеской. Затем на эту стенку накладывалась проволочная сетка с квадратами 10×10 см. Обнаженные корни зарисовывались цветными карандашами на миллиметровой бумаге, каждая порода особым цветом. Этим методом устанавливалась общая картина строения систем, характер их ветвления в разных почвенных горизонтах, выяснялась глубина проникновения корней в почвогрунт, поведение их при встрече с корнями других пород и старыми готовыми ходами.

Приведенный здесь метод исследования корневых систем позволяет полностью учитывать как скелетные, так и мелкие деятельные корни на единице площади насаждения, а также рассчитать, какое количество корней приходится в среднем на одно дерево.

Для определения соотношения веса корней к хвое в различных вариантах смешения культур у тех же средних модельных деревьев, от которых брались корни, учитывалась также и листовая масса.

В разработке методики по исследованию корневых систем участвовал руководитель лаборатории физиологии ВНИИЛХ проф. А. И. Ахромейко.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ РАЗНЫХ ПОРОД В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ МЕСТОПРОИЗРАСТАНИЯ

### ИССЛЕДОВАНИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ В ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯХ ПУШКИНСКОГО ЛЕСХОЗА МОСКОВСКОЙ ОБЛ.

В 1947 г. были исследованы корневые системы искусственных и естественных насаждений типа свежей сурамени в Учинском лесничестве Пушкинского лесхоза Московской обл. Корни исследовались в чистых культурах сосны и ели и в смешанных сосново-еловых посадках в возрасте 26 лет. В естественном лесу изучались корневые системы сосны, ели, березы и осины в 90-летнем возрасте.

Для опытных работ в лесных культурах были выбраны три участка, одинаковые по условиям роста, но в разных типах культур. В каждом участке было заложено по одной пробе: в чистых посадках ели — проба № 1, в чистых сосновых — проба № 2 и в смешанных сосново-еловых — проба № 3.

Таксационная характеристика культур на этих пробах показана в табл. 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика культур на опытных участках Пушкинского лесхоза в возрасте 26 лет

№ проб	Типы культур	Состав	Полнота	Порода	Средний диаметр на высоте груди в см	Средняя высота в м	Число стволов на 1 га
1	Чистая ель	10E	0,8	Ель	11,0	10,3	2410
2	Смешанная елово-сосновая культура	5E5C	0,8	Ель + +сосна	10,7 12,0	10,1 11,2	1270 1210
3	Чистая сосна	10C	0,8	Сосна	12,0	10,6	2400

Состав травяного покрова — брусника, майник, земляника, копытень, единично злаковые травы. Покров — редкий, распределен куртинами. Почва на всех трех пробах — подзолистый суглинок, подстилаемый супесью.

Почвенный разрез:

$\frac{A_0 - A_1}{0 - 9}$  — перегнойно-аккумулятивный, суглинистый, серого цвета, рыхлый, сильно пронизан корнями;

$\frac{A_1}{9 - 30}$  — подзолистый, суглинистый, светлосерого цвета, корней значительно меньше;

$\frac{A_2 B_1}{30 - 53}$  — суглинистый, серого цвета с красно-бурыми пятнами, более плотный, корней очень мало;

$\frac{B_1}{53 - 104}$  — супесчаный, уплотненный, красно-бурого цвета, корни встречаются единично;

$\frac{B_2}{104 - 140}$  — сильно уплотненный желтый песок с пятнами красного цвета;

$\frac{C}{140 - 200}$  — крупнозернистый, светложелтый песок с большим содержанием гальки, корней нет.

Рельеф — ровный, с постепенным уклоном к юго-востоку, микрорельеф слабо выражен. Общий вид культур в чистых и смешанных посадках показан на рис. 4—5.

Расстояние между рядами культур — 1,7 м и в ряду — 1,0 м. В сосново-еловых культурах смешение пород порядное: ряд сосны чередуется с рядом ели.

Для исследования корневых систем на каждой пробе было заложено по две траншеи. Учет корней в еловых культурах был проведен в траншеях с общей площадью 5,3 м<sup>2</sup>, в сосновых — 3,1 м<sup>2</sup> и в сосново-еловых — 3,2 м<sup>2</sup>. Для количественного учета мелких, главным образом сосущих, корешков было взято 20 почвенных монолитов.

Наряду с описанными участками культур исследовались корневые системы в естественном сосново-еловом насаждении. Этот участок леса размером около 9 га имел почти такие же естественно-исторические условия, как и описанные здесь лесные культуры. Состав насаждения: 5С5Е, единично береза и осина; возраст — 90 лет, полнота 0,7. Подлесок и подрост почти отсутствуют (рис. 6). Судя по остаткам уцелевших пней, в более молодом возрасте в составе этого насаждения больше участвовали осина и береза.

Через весь массив леса для выполнения специальных работ была вырыта траншея общей протяженностью 470 м, глубиной 4—6 м, в зависимости от рельефа местности, и шириной от 2 до 4 м. Траншея проходила на разном расстоянии



Рис. 4. Чистые культуры ели в 26-летнем возрасте (Учинская дача,  
Пушкинский лесхоз)



Рис. 5. Чистые культуры сосны в 26-летнем возрасте (Учинская дача, Пушкинский лесхоз)

от деревьев, а во многих местах непосредственно под 90-летними стволами в виде туннеля.

Для изучения строения корневых систем древесных пород и определения глубины проникновения их в почву в этом лесу



Рис. 6. Естественное сосново-еловое насаждение 90-летнего возраста (Учинская дача, Пушкинский лесхоз)

было обследовано 108 деревьев. При обследовании корни на стенках траншей обнажались от почвы.

### Корневая система ели в чистых культурах

Исследования корней ели выяснили следующие характерные особенности ее корневой системы. Ель имеет резко выраженную поверхностную корневую систему. В самом верхнем слое почвы, глубиной 5—7 см, корни, густо переплетаясь

во всех направлениях, прочно скрепляются с почвой и органическими остатками. Этот слой горизонтальных корней с подстилкой в виде войлока легко отделяется от минерального слоя почвы.

Вертикальная система корней у ели развита слабо; ее корни наиболее сильно развиваются в верхнем, рыхлом слое почвы, в условиях хорошей аэрации.

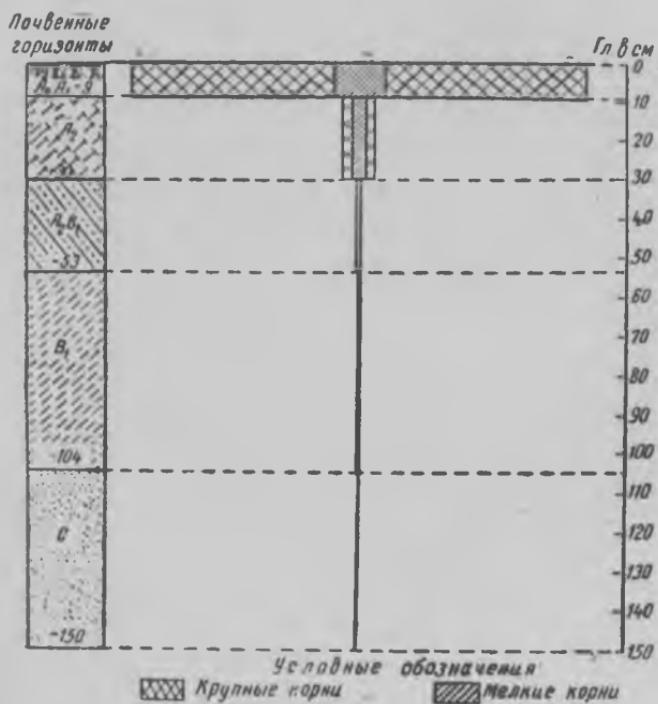


Рис. 7. Распределение корней ели (в г на 1 м<sup>2</sup>) по генетическим горизонтам в еловых культурах Пушкинского лесхоза

Мелкие корешки ели — короткие, без волосков, темнокоричневого цвета, причем тонкие корни всегда темнее толстых. Поверхность еловых корней покрыта тонкой пластинчатой чешуей, которая легко шелушится.

Наблюдались случаи, когда корни двух соседних стволов ели, находившихся на расстоянии 1,5 м друг от друга, срастались между собой. Такое срастание корней древесных пород, повидимому, увеличивает жизнестойкость каждого дерева в отдельности.

На глубине 1—1,5 м корни ели продолжали свой рост даже в конце октября, чего не наблюдалось в это время в более верхних горизонтах.

Количественный учет корней производился по описанной вначале методике двумя способами: выборкой корней из всего объема траншеи путем просеивания почвы через сито и отмыкой корней из почвенных монолитов.

Результаты учета крупных и мелких корней по генетическим горизонтам в чистых культурах ели представлены в табл. 2 и в виде графика на рис. 7.

Из приведенных данных видно, что 85,5% корней ели сосредоточено в горизонте  $A_1$  (глубиной 1—9 см). Корни в этом горизонте в большинстве своем распространяются горизонтально, густо переплетаясь между собой, и образуют мощную сеть.

Количество корней в горизонте  $A_2$  (глубина залегания 9—30 см) по сравнению с верхним горизонтом  $A_0—A_1$  сократилось почти в шесть раз. Особенно сильно сокращается количество крупных корней (в 10 раз). Вес мелких корней во втором горизонте сократился только на 30%.

В горизонте  $A_2B$  (30—53 см) корней содержится только около 2%. Еще меньше их в уплотненных горизонтах  $B_1B_2$  и  $C$ . Корни здесь распространяются преимущественно по трубкам сгнивших осиновых корней и по готовым ходам землероев. В глубину корни ели в среднем проникают на 165 см.

Для корневой системы ели характерны сильно развитые мочки. Вес мелких корней от общей массы составляет 17,2%.

Установлено, что даже в пределах одного и того же почвенного горизонта количество корней по мере углубления в него резко сокращается. Проведенный учет корней по 5-сантиметровым слоям показал, что в самом верхнем 5-сантиметровом рыхлом слое почвы содержится в 3,5 раза больше мелких корней, чем в нижележащем 5-сантиметровом слое того же горизонта. В последующих слоях наблюдается более равномерное уменьшение количества мелких корней. Очевидно, в самом верхнем слое почвы условия для развития корней ели наиболее благоприятны.

Из табл. 2 видно, что основная масса органических остатков и мертвых корней содержится также в верхнем горизонте почвы. В нижележащих горизонтах количество их резко сокращается.

### Корневая система сосны в чистых культурах

По внешнему виду корни сосны похожи на корни ели. Тонкие корешки сосны — без волосков, корневые мочки — темно-коричневого цвета, отходят веерообразно. Скелетные корни сосны, в отличие от корней ели, — светлокоричневого цвета, шелушащиеся чешуйки покровной ткани в 2—3 раза длиннее, чем у ели. Последний признак является характерным отличием сосновых корней от еловых.

Таблица 2

Распределение корней ели по генетическим горизонтам подзолистой суглиннистой почвы в 26-летних еловых кульптурах Пушкинского лесхоза

Логарифмическая величина радиуса подзолистой почвы, см	Площадь залегания, см <sup>2</sup>	Сухой вес корней на 1 м <sup>2</sup> в разных почвенных горизонтах	Вес корней в граммах, приходящийся на слой почвы в 10 см		Количество граммов на 1 м <sup>2</sup> почвенного горизонта	
			в граммах		в процентах	
			крупных	мелких	крупных	мелких
$A_0 - A_1$	0—9	932,0	116,0	1048,0	74,3	9,2
$A_2$	9—30	92,0	80,0	172,0	7,3	6,4
$A_2 - B_1$	30—53	6,1	16,0	22,1	0,4	1,3
$B_1$	53—104	10,0	2,0	12,0	0,8	0,2
$B_3$	104—140	—	1,0	1,0	—	0,1
Всего	—	1040,1	215,0	1255,1	82,8	17,2
						—
						—
						142,0
						76,0
						152,0

Главный корень сосны имеет форму 'редьки длиной 60—70 см. От него во все стороны отходят горизонтальные корни, а продолжением его являются 2—3 более тонких стержневых корня, которые проникают в почвогрунт почти вертикально. В тех случаях, когда стержневые корни достигают уплотненных горизонтов, они резко сокращаются в размерах и сходят на нет.

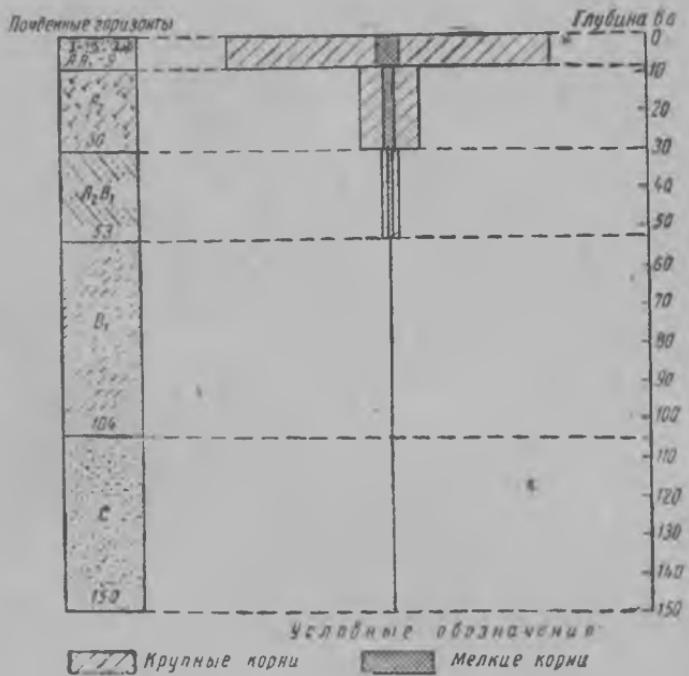


Рис. 8. Распределение корней сосны (в г на 1 м<sup>2</sup>) по генетическим горизонтам в сосновых культурах Пушкинского лесхоза

Корневая система сосны по сравнению с елью распределется по генетическим горизонтам более равномерно. Результаты количественного учета корней сосны по генетическим горизонтам приведены в табл. 3 и графически изображены на рис. 8.

В верхнем горизонте  $A_1$  сосредоточено 63,5% сосновых корней, т. е. на 20% меньше, чем в еловых культурах. В горизонте  $A_2$  содержится 26% сосновых корней,— это почти в два раза более, чем в еловых культурах. Таким образом, в чистых культурах сосны в двух верхних горизонтах (от 0 до 30 см) содержится 89,5% общей массы всех корней, в то время как в чистых культурах ели только в первом верхнем (от 0 до 9 см) горизонте содержится примерно такое же количество (83,5%). Следовательно, для сосны характерно более

**Распределение корней сосны по генетическим горизонтам подзолистой суглинистой почвы  
в 26-летних сосновых культурах Пушкинского лесхоза**

глубокое залегание корневой системы. Она полнее использует глубокие горизонты почвы. Ее корни проникают в почвогрунт на 190 см.

В глубинные уплотненные горизонты корни сосны в большинстве случаев проникают также по трубкам истлевших корней осины или березы. Старые корни, имеющиеся в почве, создают благоприятные условия для развития корневой системы сосны.

Сеть мелких корней у сосны развита слабее, чем у ели; вес их от общей корневой массы составляет 12,4%.

Эти биологические особенности корней сосны и ели необходимо учитывать при смешении данных пород в культурах.

### Строение корневых систем сосны и ели в смешанных сосново-еловых культурах

Данные учета крупных и мелких корней сосны и ели по генетическим горизонтам представлены в табл. 4.

Из табл. 4 видно, что в самом верхнем горизонте  $A_1$  расположены преимущественно корни ели, во втором генетическом горизонте — корни сосны.

Так, в верхнем горизонте  $A_1$  содержится 84% еловых корней от их общей массы, а сосновых — 45%.

В почвенном горизонте  $A_2$  наблюдается обратная картина — сосновых корней в 3,5 раза больше, чем еловых. Количество корней ели во втором горизонте, по сравнению с первым, сократилось в шесть раз, в то время как содержание сосновых корней в этом же горизонте увеличилось на 9%.

Таким образом, в расположении корней этих пород в почве наблюдается ярусность. Такое распределение корней по горизонтам, несомненно, способствует более полному использованию ими объема почвы.

Данные учета показывают также, что в метровом слое почвы общая масса сосновых и еловых корней в смешанных культурах на 24% больше, чем в чистых сосновых, и на 19% больше, чем в чистых еловых насаждениях. Распределение корней сосны и ели по генетическим горизонтам в смешанных сосново-еловых культурах графически изображено на рис. 9.

В смешанных культурах на единице площади насаждения деревьев каждой породы было в два раза меньше, чем в чистых, поэтому для сопоставления роста корней в чистых и смешанных культурах одной и той же породы вычислялось количество корней в метровом слое почвы, приходящееся в среднем на 1 дерево. Эти данные приведены в табл. 5 (стр. 24).

Из данных табл. 5 видно, что корневые системы сосны и ели развиваются в смешанных культурах лучше, чем в чистых. Вес корневой системы ели в смешанных сосново-еловых по-

Таблица 4  
Распределение корней сосны и ели по генетическим горизонтам подзолисто-суглиннистой почвы в 26-летних смешанных сосново-еловых культурах Пушкинского лесхоза

Любимые почвенные горизоны		Сухой вес корней на 1 м <sup>2</sup> в разных почвенных горизонтах		В вес корней в граммах, макс, приходящийся на слой почвы в 10 см		Вес корней в граммах, макс, приходящийся на 1 м <sup>2</sup> почвенного горизонта		Wt корней		Wt корней		Wt корней		Wt корней															
Любимые почвенные горизоны		в граммах		в процентах		Wt корней		Wt корней		Wt корней		Wt корней		Wt корней															
Порода		Krypn		Krypn		Krypn		Krypn		Krypn		Krypn		Krypn															
Lюбимые почвенные горизоны		Krypn		Krypn		Krypn		Krypn		Krypn		Krypn		Krypn															
A <sub>0</sub> — A <sub>1</sub>		0—30		Ель Сосна Ель и сосна		580,0 267,0 847,0		74,2 51,0 125,2		654,2 318,0 972,2		74,1 37,8 —		9,5 7,2 —		83,6 45,0 —		82,4 56,7 139,1		726,8 353,3 1080,2		68,8 — —		36,0 — —		123,8 — —			
A <sub>1</sub>		9—30		Ель Сосна Ель и сосна		52,5 308,4 360,9		58,5 40,0 98,0		111,0 348,4 458,9		6,7 43,7 —		7,5 5,7 —		14,2 49,4 —		25,0 146,9 171,9		27,9 19,0 46,6		52,9 165,9 218,5		38,0 — —		3,2 — —		33,6 — —	
A <sub>2</sub> — B <sub>1</sub>		30—53		Ель Сосна Ель и сосна		4,9 25,0 29,9		4,8 4,2 9,0		9,7 29,2 38,9		0,6 3,5 —		0,6 0,6 —		1,2 4,1 —		2,1 10,9 13,0		2,1 1,8 3,9		4,2 12,7 16,9		6,0 — —		0,2 — —		0,06 — —	
B <sub>1</sub>		53—104		Ель Сосна Ель и сосна		4,0 5,0 9,0		4,0 5,8 9,8		8,0 10,8 18,8		0,5 0,7 —		0,5 0,8 —		1,0 1,5 —		0,8 1,0 1,8		0,8 1,1 1,9		1,6 2,1 3,7		— — —		— — —			
Всего		Ель Сосна Ель и сосна		641,4 605,4 1246,8		141,5 101,0 242,0		782,9 706,4 1488,8		81,9 85,7 —		18,1 14,3 —		100,0 100,0 —		— — —		— — —		114,5 — —		40,0 — —		167,5 — —					

садках на 30% больше веса ее корней в чистых культурах. Корневая масса сосны в этом же смешении также на 18% больше, чем в чистых сосновых посадках. Увеличение корневой массы у обеих древесных пород в смешанных посадках происходит в основном за счет мелких корней, т. е. усиливается активная часть корневой системы, что является важным условием для успешного роста этого насаждения.

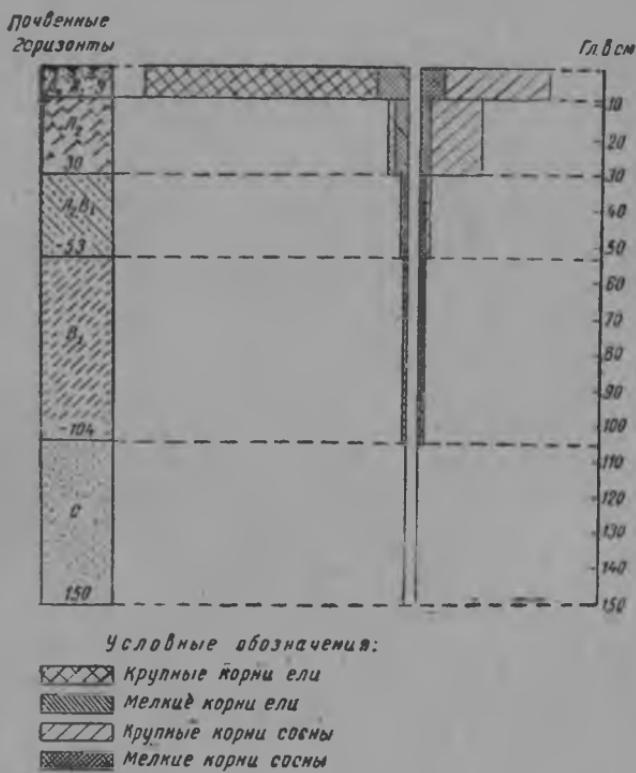


Рис. 9. Распределение корней сосны и ели (в  $g$  на  $1 m^2$ ) по генетическим горизонтам в смешанных сосново-еловых культурах Пушкинского лесхоза

Следовательно, в условиях смешанного насаждения сосна и ель взаимно способствуют развитию своих корневых систем.

Это свидетельствует также и о большей устойчивости смешанных сосново-еловых культур по сравнению с чистыми.

Для того чтобы узнать, как распространяются корни сосны и ели, особенно мелкие деятельные, в горизонтальном направлении, в междурядьях сосново-еловых посадок, был сделан учет мелких корней в почвенных монолитах (размером  $20 \times 25$  см на глубину 53 см). Почвенные монолиты брались при помощи корнереза в чистых рядах сосны и ели и на середине

Вес корней сосны и ели в метровом слое почвы, приходящийся в среднем на 1 дерево в культурах Пушкинского лесхоза

№ проб	Типы культур	Порода	Вес корней в метровом слое почвы в среднем на 1 дерево в граммах			Вес корней в метровом слое почвы в среднем на 1 дерево в процентах		
			круп- ных	мел- ких	итого	круп- ных	мел- ких	итого
1	Чистая ель	Ель	4156,4	855,2	5011,6	100	100	100
2	Ель в смешении с сосновой	Ель+ +сосна	5344,2 5043,3	1173,3 840,0	6517,5 5883,3	128,6 116,8	137,2 126,3	130,4 118,1
3	Чистая сосна	Сосна	4317,5	665,0	4982,5	100	100	100

Примечание. За 100% принимается вес корней каждой породы в чистых культурах.

междурядья при расстоянии между рядами сосны и ели в 1,7 м.

Результаты учета приведены в табл. 6.

Наиболее сильное развитие мелких корней сосны и ели наблюдалось на середине междурядья, куда, очевидно, попадает больше света и тепла, что создает благоприятные условия для их развития. Из табл. 6 видно, что в сосновом ряду культур насыщенность верхнего горизонта почвы мелкими корнями ели почти такая же, как и в еловом, а количество сосновых корней в еловом ряду сокращается в 2 раза. Это объясняется, очевидно, тем, что корни ели любят хорошие условия аэрации, а густая сетка сосновых скелетных корней создает эти условия в верхних слоях почвы.

Тонкие корни ели в горизонтальном направлении развиваются значительно сильнее и поэтому захватывают большую по сравнению с сосновой площадь питания в поверхностном перегнойном горизонте.

### Корневые системы сосны и ели в естественном сосново-еловом насаждении

Массовые обследования корневых систем сосны и ели (56 стволов сосны и 52 — ели) в естественном насаждении показали, что строение корневой системы этих пород во многом сходно со строением корневых систем в сосново-еловых посадках.

Главная масса (75—85%) крупных и мелких мочковатых сосновых и еловых корней сосредоточена в двух верхних горизонтах (0—40 см).

Таблица 6

## Распределение мелких корней сосновы и ели в междурядье сосново-еловых культур Пушкинского лесхоза

Почвенные горизонты	Глубина залегания горизонтов в см	Породы	Количество корней в почвенном слое на площади 500 см <sup>2</sup>				в процентах (принимая за 100% середину междурядья)
			в граммах	в сосновом ряду	середина междурядья	в еловом ряду	
$A_0 - A_1$	0-9	Ель	2,27	2,95	2,07	76,9	100 70,2
		Сосна	2,10	2,22	0,85	94,6	100 38,3
$A_1$	9-30	Ель	1,64	2,40	2,37	68,3	100 98,8
		Сосна	2,05	2,74	1,20	74,8	100 43,8
$A_2 - B_1$	30-53	Ель	0,51	0,35	0,27	145,7	100 77,1
		Сосна	0,70	0,30	0,10	233,3	100 33,3
Всего	0-53	Ель	4,42	5,70	4,71	77,5	100 82,6
		Сосна	4,85	5,26	2,15	92,2	100 40,9

В первом горизонте преобладают корни ели, во втором — сосны. В нижележащих горизонтах количество корней резко сокращается (в 10—15 раз). Через уплотненные горизонты почвы корни ели и сосны проникают большей частью по ходам старых корней, иногда по трещинам или ходам червей.

В исследуемом 90-летнем насаждении корни ели проникают в почвогрунт на глубину 180—200 см, сосны — на 220—250 см, березы — на 350 см, осины — на 310 см. Характерно, что в 27-летних сосново-еловых культурах отдельные корни сосны и ели достигали почти такой же глубины. Из этого следует, что рост корней в глубину интенсивен в первые годы жизни насаждения и к 30-летнему возрасту достигает предельной глубины. В дальнейшем, повидимому, происходит количественное



Рис. 10. Сосновые корни в пучке, проникшие в почвогрунт на глубину 2,3 м по ходу сгнившего березового корня

увеличение корней этих пород в почвогрунте на достигнутой глубине.

В горизонтальном направлении корни ели распространяются на 10—12 м, сосны — на 8—10 м.

Массовые наблюдения над строением корней в почвенном профиле показали, что корни сосны и ели в глубинных почвенных горизонтах проникали преимущественно по трубкам истлевших корней осины или березы. По этим готовым ходам иногда устремляются целые свитки тонких корней, образуя при этом мощные корневые канаты (рис. 10).

Древесина осиновых и березовых корней сгнивает полностью, но кора их в виде хорошо сохранившихся полых трубок остается в почвогрунте в течение долгих лет. Из уплотненных подгоризонтов нередко извлекались длинные твердые трубки сохранившейся коры корней березы или осины. При выборке на профилях траншей наблюдалось много случаев, когда извлекаемые корни сосны и ели находились в оболочке осиновой или березовой коры.

В тех случаях, когда корни сосны проникали в уплотненные подгоризонты не по ходам старых корней, они совершали многократные повороты, быстро сокращались в размерах и сходили на нет (рис. 11).

Иногда корни сосны, дойдя до плотного суглинистого грунта, снова резко поворачивали вверх.

Таким образом, наличие в почве, особенно в уплотненных ее горизонтах, старых корней создает благоприятные условия для развития корневых систем сосны и ели. Они улучшают аэрацию почвы, способствуют проникновению влаги и питательных веществ из верхних слоев в более глубокие почвенные горизонты.

Исследования корней березы и осины в этом же насаждении показали, что корневые системы их более активно и зна-



Рис. 11. Корни сосны, прекратившие рост на глубине 1,3 м при встрече уплотненного слоя почвы без готовых ходов (Учинская дача, Пушкинский лесхоз)

чительно (на 1—1,5 м) глубже, чем у сосны и ели, проникают в почвогрунт, самостоятельно пролагая себе ходы в уплотненных горизонтах почвы. Таким образом, осина и береза являются первыми породами, осваивающими глубокие слои почвы. Корни их, густо переплетаясь в почве, взрывают уплотненные горизонты и создают этим более благоприятные условия для успешного роста будущего соснового или елового насаждения.

Следовательно, производительность и устойчивость соснового и елового насаждения в значительной мере зависит от

присутствия в почвенной толще старых корневых ходов, проложенных предшествующим поколением, главным образом березы или осины.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ СМЕШЕНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА ИВАНТЕЕВСКОМ ЛЕСОПИТОМНИКЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛ.

В 1946 г. Всесоюзным научно-исследовательским институтом лесного хозяйства на Ивантеевском лесопитомнике были заложены опытные культуры древесно-кустарниковых пород в различных вариантах смешения, для того чтобы изучить развитие корневых систем и рост надземных частей растения в молодом возрасте, а также установить тот или иной лесорастительный эффект, наблюдаемый при смешении пород.

Было заложено 12 типов следующих опытных культур: 1) чистая ель; 2) ель с сосной; 3) чистая сосна; 4) ель с береской; 5) чистая береза; 6) сосна с акацией желтой; 7) чистая акация желтая; 8) чистый дуб; 9) дуб с лиственицей; 10) лиственница; 11) лиственница с липой; 12) липа.

Породы смешивались в равных количествах, причем для смешения выбирались наиболее удачные и интересные из существующих типов лесных культур. Для быстрейшего смыкания как надземных, так и подземных органов расстояние между рядами было взято 25 см, а в рядах между саженцами — 20 см. В смешанных вариантах культур для равномерного влияния одной породы на другую посадка производилась в шахматном порядке.

Типы культур на опытном участке размещались так, чтобы рядом с вариантами смешанных культур находились делянки с чистыми культурами.

Для предохранения корней от деформации посадка саженцев производилась под лопату. Посадочный материал одной и той же породы для разных вариантов культур подбирался одинаковый по весу и размеру.

Каждый вариант посадки закладывался в трехкратной повторности.

Участки, выбранные для опытов, по рельефу и плодородию почвы были однородными. Почва — средне-подзолистый суглинок, условия произрастания — примерно те же, что и в культурах Учинского лесничества.

Почвенный разрез:

- $\frac{A_1}{0-20}$  — перегнойно-аккумулятивный, суглинистый, серого цвета; структура выражена слабо;
- $\frac{A_2}{20-30}$  — подзолистый, суглинистый, светлосерого цвета; бесструктурный;

- $\frac{A_2-B_1}{30-60}$  — слагается из белесых языков подзолистого горизонта и красно-бурового цвета горизонта  $B_1$ ; по механическому составу — суглинистый;  
 $\frac{B_1}{60-110}$  — сильно уплотненный, суглинистый, красно-бурового цвета;  
 $\frac{B_2}{110-140}$  — сильно уплотненный желтый песок с пятнами красного цвета;  
 $\frac{C}{140-200}$  — крупнозернистый светложелтый песок с большим количеством гальки.

На третий год после посадки саженцы почти во всех вариантах культур находились в стадии полного смыкания. Особенно хорошего смыкания достигли культуры сосны, березы и дуба как в чистых, так и в смешанных посадках.

Для установления отпада в чистых и смешанных культурах осенью ежегодно производился учет всех растущих и усохших саженцев.

Лесоводственная характеристика опытных культур дана в табл. 7.

Из данных табл. 7 видно, что в смешанных культурах в большинстве случаев лучший рост одной породы происходит за счет угнетения другой. Отпад саженцев в смешанных культурах больше, чем в чистых.

Большой отпад сеянцев в смешанных культурах по сравнению с чистыми получился, очевидно, в результате борьбы между отдельными компонентами смешения за питательные вещества и влагу. Однако общий процент отпада растений как в чистых, так и в смешанных культурах невелик (3—5%), поэтому существенных изменений в густоте посадок не наблюдалось.

Осенью 1948 г. были исследованы корневые системы во всех 12 типах культур. К этому моменту саженцы достигли 4-летнего возраста. Для исследований в каждом типе культур закладывались траншеи размером  $60 \times 120$  см, причем места для закладки подбирались с таким расчетом, чтобы число растений на  $1\text{ м}^2$ , при равномерном их распределении, во всех вариантах культур было строго одинаковым. Перед раскопками все стволики срезались вровень с поверхностью почвы и тотчас же взвешивались по каждой породе отдельно. Затем собранный материал высушивался сначала до воздушно-сухого состояния, а затем до постоянного веса в термостате при  $100-105^\circ$ . Вес хвои или листья определялся отдельно. В каждом варианте культур траншея захватывала площадь  $0,72\text{ м}^2$  с 14—15 растениями. Траншеи выкапывались на глубину проникновения корней.

## Лесоводственная характеристика культур на Ивантеевском лесопитомнике

Варианты опыта	Типы культур	Порода	Средний диаметр в мм	Средняя высота в см	Сухой вес надземной части одного растения без листьев в г	Процент усюхих саженцев за лето 1948 г.
1	Чистая ель	Ель	7,4	20,2	18,8	1,2
2	Ель и сосна	Ель + + сосна	5,4 12,9	17,1 34,9	4,6 25,1	3,3 1,0
3	Чистая сосна	Сосна	10,7	35,2	13,2	1,0
4	Ель и береза	Ель + + береза	4,1 12,5	15,6 95,4	1,8 10,4	1,8 1,0
5	Чистая береза	Береза	10,2	77,2	5,4	0,6
6	Сосна и акация желтая	Сосна + + акация желтая	11,3 5,6	34,2 39,6	12,2 6,4	0,7 2,0
7	Чистая акация желтая	Акация желтая	6,1	39,3	14,7	1,1
8	Чистый дуб	Дуб	8,2	21,2	9,2	1,7
9	Дуб и лиственница	Дуб + + лиственница	8,0 9,5	20,1 40,1	8,0 18,1	3,1 2,2
10	Чистая лиственница	Лиственница	8,5	35,7	14,1	0,9
11	Лиственница и липа	Лиственница + + липа	11,2 9,6	43,4 30,2	28,8 5,7	— 3,8
12	Чистая липа	Липа	10,6	39,4	5,8	1,3

Для учета мелких корней в каждом типе культур в между-  
рядьях бралось корнерезом не менее двух проб. Площадь пита-  
ния одного растения в исследуемых культурах была равна  
500 см<sup>2</sup>, т. е. соответствовала площади прибора.

Работы по исследованию корневых систем в опытных куль-  
турах проводились по изложенной здесь методике.

Результаты учета крупных и мелких поглощающих корней в чистых и смешанных культурах по отдельным типам приве-  
дены в табл. 8—12, а по всем 12 типам (общий вес корней, без деления на группы толщины) — в сводной табл. 13. Рас-  
пределение корней по 10-сантиметровым слоям почвы показано  
графически на рис. 12.

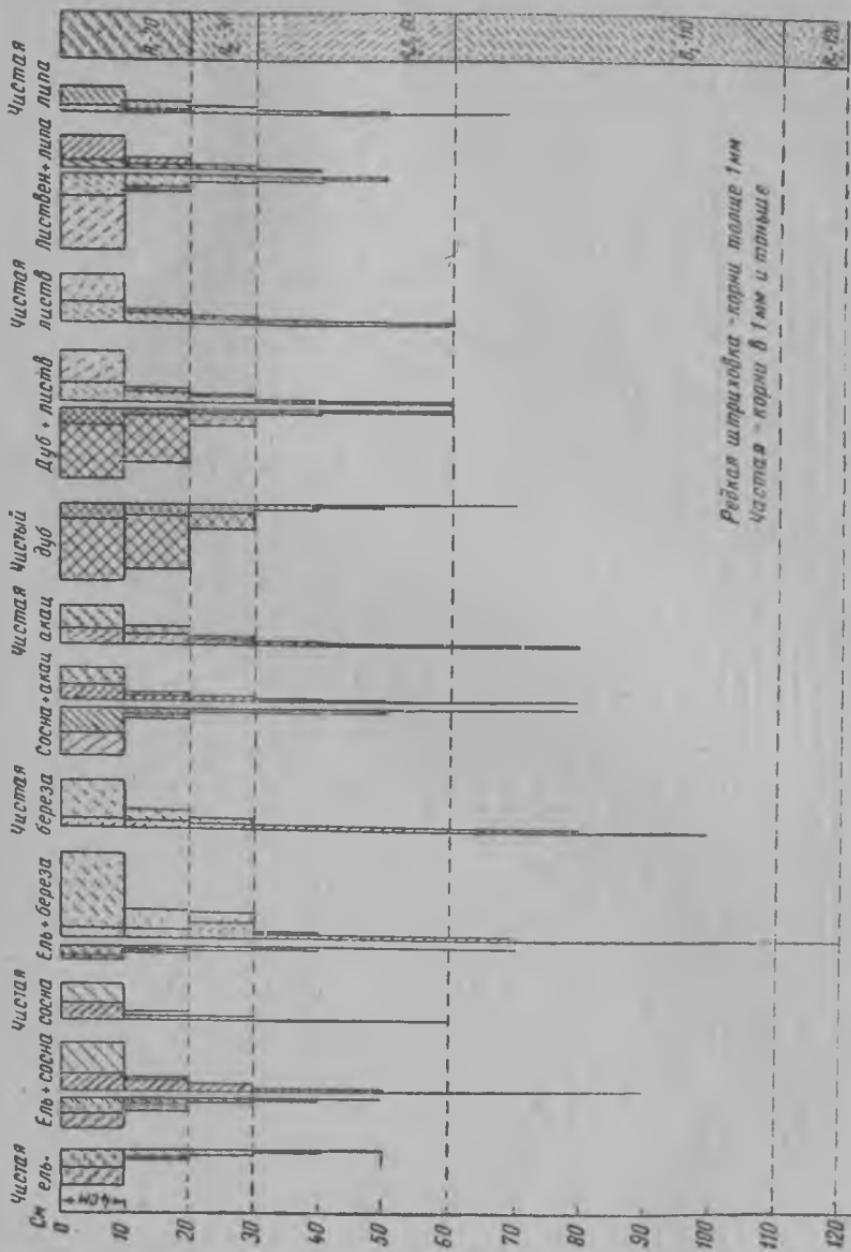


Рис. 12. Распределение корней по 10-сантиметровым слоям почвы (в % на I растение) в 4-летних чистых и смешанных культурах

Средний вес корневой системы одногодичного саженца сосны и ели в 4-летних чистых и смешанных почвах и распределение его по 10-сантиметровым слоям подзолистой суглинистой почвы на Ивантеевском лесопитомнике

Почвенные горизонты	Глубина залегания слоев почвы в см	Средний сухой вес корней одногодичного растения в г (в числителе) и в процентах (в знаменателе)										чистый косин
		чистая ель					сосна					
		крупных	мелких	итого	крупных	мелких	крупных	мелких	итого	крупных	мелких	итого
A <sub>1</sub>	0-10	4,40	3,90	9,00	2,40	6,20	7,60	8,10	4,30	42,4	5,40	3,80
	10-20	0,43	32,33	38,64	19,78	42,87	62,65	42,83	22,73	65,56	45,42	31,96
A <sub>2</sub>	20-30	0,03	4,10	4,13	0,40	4,20	4,30	0,20	4,80	3,5	0,80	1,00
	30-40	0,24	8,68	8,92	0,83	9,89	10,72	1,06	9,55	10,61	0,84	5,05
A <sub>2</sub> - B <sub>1</sub>	40-50	0,01	0,20	0,21	0,02	0,20	0,22	0,04	0,50	0,54	0,02	0,07
	50-60	0,08	1,57	1,65	0,16	1,65	1,81	0,24	2,64	2,85	0,17	0,59
B <sub>1</sub>	60-70	-	-	-	-	-	-	-	-	0,53	0,69	0,08
	70-80	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,04	-
	80-90	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24	0,24	-
	90-100	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	0,08	-
	100-110	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,05	-
Всего	-	4,27	8,41	12,68	2,72	9,41	12,43	9,98	8,93	18,91	6,34	6,55

Таблица 9

Средний вес корневой системы одного саженца ели и бересы в 4-летних чистых и смешанных культурах и распределение его по 10-сантиметровым слоям подзолистой суглинистой почвы на Ивантеевском лесопитомнике

Почвенные горизонты	Глубина залегания слоев почвы в см	Средний сухой вес корней одного растения в г (в числителе) и в процентах (в знаменателе)						чистая береса					
		чистая ель			смешанная ель-бересовая культура			крупных	мелких	итого	крупных	мелких	итого
		крупных	мелких	итого	крупных	мелких	итого						
$A_1$	0—10	4,10	4,90	9,00	1,10	1,90	3,00	19,20	2,50	21,70	9,40	2,50	11,90
	10—20	32,33	38,64	70,97	22,36	38,62	60,98	48,23	6,28	54,51	44,55	11,85	56,40
$A_2$	20—30	0,03	1,10	1,13	—	0,60	0,60	2,40	3,90	6,30	1,20	1,10	2,30
	30—40	0,01	0,20	0,21	0,20	0,20	0,40	0,01	1,50	1,51	0,30	0,40	0,70
$A_1 B_1$	40—50	—	0,01	0,01	0,01	0,10	0,10	0,90	3,77	3,80	1,42	1,89	3,31
	50—60	—	0,08	0,08	—	2,03	2,03	0,25	2,26	2,51	0,47	0,42	0,40

Средний сухой вес корней одного растения в г (в числителе) и в процентах (в знаменателе)

Почвенные горизонты	Глубина залегания слоев в см	чистая ель						смешанная елово-березовая культура						чистая береза			
		чистая ель			береза			чистая ель			береза			крупных		мелких	
		крупн. ых	мел- ких	итого	круп- ных	мел- ких	итого	круп- ных	мел- ких	итого	круп- ных	мел- ких	итого	круп- ных	мел- ких	итого	
$B_1$	60—70	—	—	—	—	—	—	0,01 0,20	0,01 0,20	0,05 0,13	1,27 3,19	1,32 3,32	0,06 0,28	0,3 1,42	0,36 1,70		
	70—80	—	—	—	—	—	—	0,04 0,10	0,04 0,10	0,10 0,25	0,14 0,35	0,07 0,33	0,20 0,95	0,27 1,28			
	80—90	—	—	—	—	—	—	0,01 0,03	0,01 0,03	0,10 0,25	0,11 0,28	0,03 0,14	0,08 0,38	0,11 0,52			
	90—100	—	—	—	—	—	—	0,03 0,07	0,03 0,07	0,06 0,15	0,09 0,22	0,004 0,02	0,04 0,19	0,04 0,21			
	100—110	—	—	—	—	—	—	—	—	0,08 0,20	—	—	—	—	—	—	
	110—120	—	—	—	—	—	—	—	—	0,01 0,03	0,01 0,03	—	—	—	—	—	
$B_2$																	
Всего		4,27 33,68	8,41 66,32	12,68 100,0	1,37 27,84	3,55 72,16	4,92 100,0	26,52 66,62	13,29 33,38	39,81 100,0	14,784 70,06	6,32 29,94	21,10 100,0				

Таблица 10

Средний сухой вес корневой системы одного саженца сосны и акации в 4-летних чистых и смешанных культурах и распределение его по 10-сантиметровым слоям подзолистой суглинистой почвы на Ивантеевском лесопитомнике

Почвенные горизонты	Глубина залегания слоев почвы в см	Средний сухой вес корней одного растения в г (в числителе) и в процентах (в знаменателе)						чистая акация					
		чистая сосна			смешанная сосново-акациевая культура			акация		чистая акация			
		крупных	мелких	итого	крупных	мелких	итого	крупных	мелких	итого	крупных	мелких	итого
$A_1$	0—10	5,40	3,80	9,20	5,50	6,50	12,00	4,20	3,70	7,90	5,30	4,10	9,40
	10—20	45,42	31,96	77,38	31,36	37,06	68,42	37,47	33,00	70,47	31,03	24,00	55,03
$A_2$	20—30	0,10	0,60	0,70	0,20	0,50	0,70	0,20	0,50	1,70	1,70	2,40	4,10
	30—40	0,02	0,07	0,09	0,10	0,09	0,60	0,70	0,09	0,19	0,19	0,05	0,65
$A_2B_1$	40—50	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,90	0,57	3,42	3,39	0,90	1,70	3,80
	50—60	0,08	0,25	0,33	0,23	0,23	0,56	0,23	0,23	0,04	0,21	—	0,40
$B_1$	60—70	—	—	—	0,04	0,20	0,24	—	—	0,10	0,10	0,04	0,40
	70—80	—	—	—	0,04	0,04	0,08	—	—	0,05	0,05	0,04	0,05
Всего	80—90	—	—	—	0,02	0,02	0,04	—	—	0,02	0,02	0,01	0,02
	Средний	6,34	5,55	11,89	6,78	10,76	17,54	5,00	6,21	11,21	7,25	9,83	17,08
	Глубина залегания слоев почвы в см	53,32	46,68	100,0	38,66	61,34	100,0	44,60	55,40	100,0	42,44	57,56	100,0

Таблица 11

Средний вес корневой системы одного саженца дуба и лиственницы в 4-летних чистых и смешанных культурах и распределение его по 10-сантиметровым слоям подзолистой суглинистой почвы на Ивантеевском лесопитомнике

Почвенные горизонты	Глубина залегания почвы в см	Средний сухой вес корней одного растения в г (в числителе) и в процентах (в знаменателе)				смешанная дубово-лиственничная культура				чистая лиственница			
		чистый дуб				лиственница				чистый дуб			
		крупных	мелких	итого	крупных	мелких	итого	крупных	мелких	итого	крупных	мелких	итого
$A_1$	0—10	15,60	3,70	19,30	13,60	3,80	17,40	7,90	4,50	12,40	6,50	4,80	11,40
	10—20	36,60	8,68	45,28	38,96	10,89	49,85	44,25	25,23	69,48	39,12	28,45	67,57
$A_2$	20—30	4,00	2,00	6,00	3,20	0,70	3,90	0,40	1,10	1,50	0,20	1,30	1,50
	30—40	9,39	4,69	14,08	9,16	2,00	11,16	2,25	6,15	8,40	1,19	7,70	8,89
$A_2 B_1$	40—50	0,50	0,80	1,30	0,30	0,05	0,35	0,05	0,3	0,35	0,06	0,80	0,86
	50—60	1,17	1,89	3,06	0,86	0,14	1,00	0,28	0,18	1,96	0,36	4,74	5,10
$B_1$	60—70	—	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Всего	—	33,54	9,08	42,62	29,12	5,79	34,91	9,08	8,77	17,85	7,27	9,60

Таблица 12

Средний вес корневой системы одного саженца лиственницы и липы в 4-летних чистых и смешанных культурах и распределение его по 10-санитметровым слоям подзолистой суглинистой почвы на Ивантеевском лесопитомнике

Почвенные горизонты	Глубина залегания почвы см. слоев	Средний сухой вес корней одного растения в г (в числителе) и в процентах (в знаменателе)						чистая липа					
		чистая лиственница			смешанная культура лиственница с липой			липа		чистая липа			
		крупн. итого	мелк. итого	итого	крупн. итого	мелк. итого	итого	крупн. итого	мелк. итого	итого	крупн. итого	мелк. итого	итого
<i>A<sub>1</sub></i>	0—10	6,60 39,12	4,80 28,45	11,40 67,57	13,10 52,89	5,30 21,40	18,40 74,29	5,40 56,07	1,80 18,69	7,20 74,76	4,60 44,83	1,50 14,62	6,10 59,45
	10—20	0,40 2,37	2,20 13,04	1,70 15,41	2,40 6,86	4,10 9,69	8,31 16,55	0,80 1,90	1,20 0,10	2,00 0,30	1,30 0,40	0,90 0,50	2,20 1,20
<i>A<sub>2</sub></i>	20—30	0,20 1,19	1,30 7,70	1,50 8,89	1,30 2,42	1,90 5,25	1,90 7,67	0,10 1,04	0,30 0,32	0,40 0,46	0,50 0,56	0,70 0,82	21,44 11,69
	30—40	0,06 0,36	0,80 4,75	0,86 5,11	0,06 0,24	0,30 1,21	0,36 1,45	0,06 0,01	0,03 0,31	0,03 0,31	0,10 0,97	0,30 2,92	0,40 3,89
<i>A<sub>2</sub>B<sub>1</sub></i>	40—50	0,01 0,01	0,40 0,41	0,40 2,37	0,41 2,43	0,01 0,04	0,01 0,04	0,01 0,04	—	—	0,06 0,60	0,20 0,95	0,26 2,55
	50—60	—	0,10 0,59	0,10 0,59	—	—	—	—	—	—	0,01 0,10	0,08 0,78	0,09 0,88
<i>B<sub>1</sub></i>	60—70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,01 0,01	0,01 0,10
<i>B</i> <i>всего</i>	—	7,27 43,10	9,60 56,90	16,87 100,0	15,46 62,41	9,31 37,59	24,77 100,0	6,30 65,42	3,33 34,58	9,63 100,0	6,57 64,04	3,69 35,96	10,26 100,0

Таблица 13

Средний вес корневой системы одного растения в различных типах смешения культур и распределение его по 10-сантиметровым слоям подзолистой суглинистой почвы на Ивантеевском лесопитомнике

Средний сухой вес корней одного растения в 2 (в числителе) и в процентах (в знаменателе)

Логарифмическая почвистная зональность	Логарифмическая почвистная зональность	Средний сухой вес корней одного растения в 2 (в числителе) и в процентах (в знаменателе)		Средний сухой вес корней одного растения в 2 (в числителе) и в процентах (в знаменателе)		Средний сухой вес корней одного растения в 2 (в числителе) и в процентах (в знаменателе)		Средний сухой вес корней одного растения в 2 (в числителе) и в процентах (в знаменателе)	
		смешанная культура		смешанная культура		смешанная культура		смешанная культура	
		смешанная культура	смешанная культура						
$A_1$	0—10	9,00 70,97	7,60 62,66	12,40 65,57	9,20 77,39	3,00 61,10	21,70 54,50	11,90 55,45	12,00 68,42
$A_1$	10—20	2,33 18,38	3,00 24,73	1,80 15,14	0,77 15,68	6,80 17,08	4,52 21,06	2,20 15,16	1,70 12,54
$A_2$	20—30	1,13 8,91	1,30 10,72	2,00 10,58	0,70 12,22	0,60 5,89	6,30 15,83	2,30 10,71	0,70 3,99
$A_2$	30—40	0,21 1,66	0,22 1,81	0,54 2,86	0,09 0,75	0,40 8,15	1,51 3,79	0,70 3,26	0,19 3,99
$A_2 B_1$	40—50	0,01 0,08	0,01 0,08	0,21 0,33	0,04 0,20	0,10 0,04	1,00 2,51	0,40 1,86	0,21 0,53
$A_2 B_1$	50—60	— —	— —	0,13 0,50	0,06 0,69	0,04 0,81	0,75 1,88	0,50 0,36	0,04 0,36

Средний сухой вес корней одного растения в г (в числителе) и в процентах (в знаменателе)

Lysimachia salicaria B.C.M.		смешанная культура		смешанная культура		смешанная культура		смешанная культура		смешанная культура		смешанная культура				
		ерп	корн.	ерп	корн.	ерп	корн.	ерп	корн.	ерп	корн.	ерп	корн.			
60—70	—	0,04 0,21	—	1,32 3,32	0,36 1,70	0,24 1,37	0,10 0,89	0,01 0,06	0,01 0,02	—	—	—	0,01 0,10			
70—80	—	0,08 0,42	—	0,14 0,35	0,27 1,26	0,08 0,46	0,05 0,45	0,01 0,06	—	—	—	—	—			
80—90	—	0,01 0,05	—	0,11 0,28	0,11 0,51	0,04 0,23	0,02 0,18	0,01 0,06	—	—	—	—	—			
90—100	—	—	—	0,09 0,23	0,40 1,86	—	—	—	—	—	—	—	—			
100—110	—	—	—	0,08 0,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
B <sub>1</sub>	—	—	—	0,01 0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
B <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
Всего	12,68 100,0	12,13 100,0	18,91 100,0	11,89 100,0	4,91 100,0	39,81 100,0	21,46 100,0	17,54 100,0	11,21 100,0	17,98 100,0	42,62 100,0	34,91 100,0	17,85 100,0	24,77 100,0	9,63 100,0	10,26 100,0

На основе полученных данных по изучению корневых систем древесных и кустарниковых пород в 4-летнем возрасте можно сделать следующие выводы.

1) Подавляющее большинство (80—90%) крупных и мелких корней у древесных и кустарниковых пород в 4-летнем возрасте как в чистых, так и в смешанных культурах сосредоточено в верхнем горизонте  $A_1$  (1—20 см) подзолистой суглинистой почвы. Корневые системы в этом горизонте густо переплетаются, образуя довольно плотную сеть. Степень развития корней зависит от строения почвы и глубины их залегания.

Количество корней в пределах почвенного горизонта при углублении в него резко уменьшается. Так, в верхнем 10-сантиметровом слое горизонта  $A_1$  корней содержится в 3—5 раз больше, чем в нижележащем 10-сантиметровом слое того же горизонта. Еще ниже, в подзолистом горизонте, содержится незначительная часть корневой массы (10—15%).

2) Корневые системы разных пород при смешении проникают в почвогрунт глубже, чем в чистых культурах.

3) Корни лиственных пород более активно проникают в почвогрунт, чем корни хвойных. Корни хвойных пород распространяются в уплотненных горизонтах преимущественно по трубкам старых сгнивших корней лиственных пород, а также трещинам и ходам червей.

4) При совместном произрастании двух пород в смешанных культурах корневая система одной какой-либо породы в большинстве случаев развита сильнее, чем в чистых культурах.

Кроме этих, общих для всех пород положений, в характере развития корневых систем имеются индивидуальные особенности, свойственные в молодом возрасте отдельным древесным и кустарниковым породам.

Ель. Основная масса (75%) крупных и мочковатых корней ели сосредоточена в самом верхнем 10-сантиметровом слое почвы.

Корневая система ели характеризуется горизонтальным ветвлением; крупные и мелкие корни в большинстве случаев располагаются в одной плоскости. Отдельные корни проникают в почвогрунт на 50 см. Корневые мочки — темносерого цвета, хорошо развиты. Вес мелких корней составляет 66% от общей массы. Корни ели наиболее сильно развиваются в верхнем рыхлом слое почвы, в условиях хорошей аэрации.

Характер развития корней ели в смешении с сосной почти такой же, как и в чистых культурах, но мелкие корни ее в этом типе смешения развиваются несколько сильнее и идут глубже.

Резкое сокращение развития корней ели наблюдается в смешении ее с березой. Количество корней ели в этих культурах оказалось в 2,5 раза меньше, чем в чистых, причем

количество крупных и мелких корней сокращается в одинаковой мере.

Сосна. Все сказанное о характере распространения корней ели в почвенной толще в значительной мере можно отнести и к сосне. По морфологическим признакам корни сосны также во многом сходны с корнями ели. Сеть мелких корней у сосны развита слабее, чем у ели, но проникает в почвогрунт глубже еловых — до 60 см.

В смешении с елью или с желтой акацией корневая система сосны развивается в 1,5–2 раза сильнее и корни ее проникают в почвогрунт на 30 см глубже, чем в чистых культурах. Очевидно, что в смешанных культурах сосна более устойчива, чем в чистых.

Береза бородавчатая. Главная масса (78%) березовых корней сосредоточена в горизонте  $A_1$  (0–20 см). Корневая система березы характеризуется сильно развитыми мочками светлосерого цвета, густо переплетающимися в почве в виде войлока. Крупные корни всегда жесткие, круглые, черного цвета, похожи на проволоку. Корни березы активно и сравнительно быстро проникают в почвогрунт. В 4-летнем возрасте они достигают глубины 1 м. Береза — более глубоко укореняющаяся порода, чем ель, сосна, липа и лиственница.

В смешении с елью корневая система березы проникает в почвенную толщу еще глубже, чем в чистых культурах, достигая глубины 120 см.

Акация желтая. По характеру распространения в почвенных слоях корневая система акации желтой в 4-летнем возрасте во многом сходна с корневой системой березы.

Акация в молодом возрасте имеет сильно развитую корневую систему, особенно хорошо развита сеть мелких корней. Мелкие корни акации тонкие, светлосерого цвета, со специфическим запахом и характерными клубеньками.

Корни акации проникают в почвогрунт на глубину до 90 см, т. е. глубже, чем у всех рассмотренных древесных пород, кроме березы.

Развитие корней акации в смешении с сосной почти такое же, как и в чистых культурах.

Дуб. Корневая система дуба распределяется по слоям и генетическим горизонтам более равномерно, чем у других древесных пород: в верхнем 10-сантиметровом слое содержится 45% корней, во втором — 27% и в третьем — 14%.

Корни дуба — жесткие, грубые, мочки развиты слабо. На корнях дуба сильно развиты так называемые боковые короткие корни. Вес мелких корней от общей массы составляет только 20%. Корневая система дуба как в чистых культурах, так и в смешении с лиственницей развивается почти одинаково. В глубину корни дуба распространяются в чистых культурах на 70 см, а в смешанных — на 60 см.

Лиственница. Корневая система лиственницы по характеру распространения, развитию и даже внешним признакам во многом сходна с корневой системой сосны.

В смешанных культурах с липой корневая система лиственницы развивается значительно сильнее, чем в чистых. Корневая масса лиственницы, растущей в смешении с липой, на 47% больше, чем в чистых культурах. Очевидно, липа в этих культурах действует положительно на развитие корневой системы лиственницы и повышает ее устойчивость к засухе.

грамм

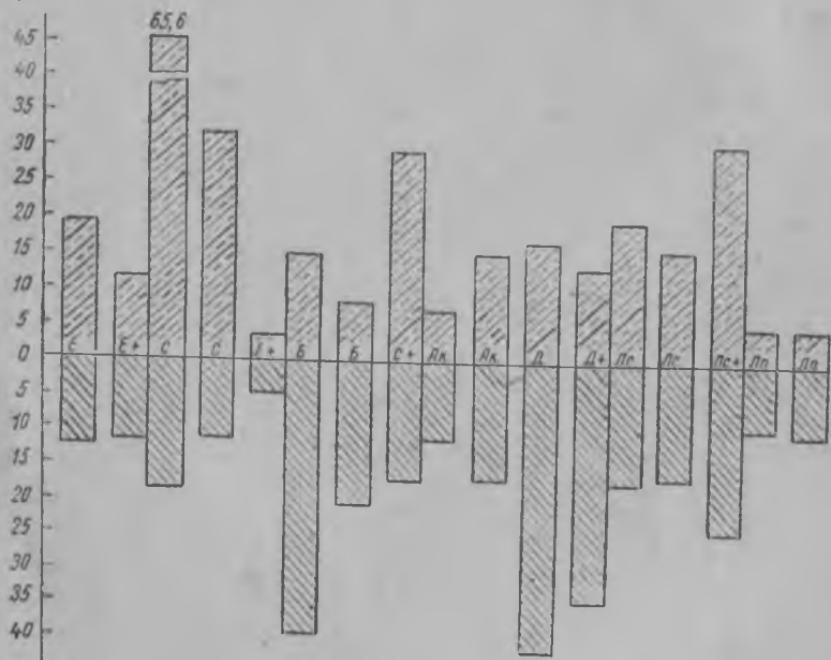


Рис. 13. Средний вес надземной и подземной части одного растения в г в 4-летних чистых и смешанных культурах

Липа. Корневая система липы развита слабее, чем у других рассматриваемых нами пород. Вес мелких корней составляет 36% от общей массы. Корни липы как в чистых культурах, так и в смешении с лиственницей развиваются почти одинаково, проникая в почвогрунт на 60 см.

Степень развития корневой системы древесных и кустарниковых пород в разных типах смешения культур может характеризоваться отношением надземной части растения к подземной. Для этой цели учитывался вес надземных органов тех растений, у которых изучалась корневая система.

Отношения веса надземной части растений к подземной в различных типах смешения представлены в табл. 14 и на рис. 13.

Таблица 14

Соотношение веса надземной и подземной частей саженца в различных типах смешения культур

Типы культур	Средний сухой вес одного растения в граммах						Отношение веса корней к весу стволика с ветвями	Отношение веса мелких корней к весу листьев	Отношение веса корней к весу листьев
	Надземная часть			корни					
	стволик с ветвями	хвоя или листва	иного	крупные	мелкие	иного			
1 Чистая ель	8,8	10,0	18,8	4,3	8,4	12,7	31,5	1,44	0,8
2 Ель + + сосна	4,6 25,1	6,9 40,5	11,5 65,6	2,7 9,9	9,4 8,9	12,1 18,8	23,0 84,4	2,63 0,75	1,4 0,2
3 Чистая сосна	13,2	18,9	32,1	6,3	5,6	11,9	44,0	0,90	0,3
4 Ель + + береза	1,8 10,4	2,0 —	3,8 10,4	1,4 26,5	3,6 13,3	5,0 39,8	8,8 50,2*	2,77 3,82	1,8 —
5 Чистая береза	5,4	—	5,4	14,8	6,3	21,1	26,5*	3,90	—
6 Сосна + + акация желтая	12,2 6,4	18,1 —	30,3 6,4	6,8 5,0	10,8 6,2	17,6 11,2	47,9* 17,6*	1,44 1,75	0,6 —
7 Чистая акация	14,7	—	14,7	7,3	9,8	17,1	31,8	1,16	—
8 Чистый дуб	9,2	7,9	17,1	33,5	9,1	42,6	59,7	4,63	1,2
9 Дуб + + лиственница	8,0 18,1	5,7 —	13,7 18,1	29,1 9,1	5,8 8,8	34,9 17,9	48,0 36,0*	4,36 0,98	2,5 —
10 Чистая лиственница	—	—	14,1	7,3	9,6	16,9	31,0*	1,19	—
11 Лиственница + + липа	28,8 5,7	—	28,8 5,7	15,5 6,3	9,3 3,3	24,8 9,6	53,6* 15,3*	0,86 1,68	—
12 Чистая липа	5,8	—	—	6,6	3,7	10,3	16,1*	1,77	—

\* Вес показан без листьев.

Из данных табл. 14 видно, что отношение надземных органов к подземным у той или иной древесной породы различается в зависимости от типа смешения культур. Так, у ели это соотношение изменяется в сторону большего развития корневой системы в смешанных культурах (ель и сосна; ель и береза), чем в чистых. У сосны и акции это соотношение также изменяется в сторону большего развития корневой системы в смешанном типе (сосна и акация). Следовательно, корни древесных растений в этих типах смешения несут меньшую нагрузку, чем в чистых культурах, что, несомненно, способствует более высокой устойчивости смешанных культур по сравнению с чистыми.

У остальных рассматриваемых нами древесных пород соотношение подземных и надземных органов в зависимости от типа смешения культур мало изменяется.

Устойчивость различных типов культур может также характеризоваться и отношением поглощающего воду органа (корней) к листовой массе, расходующей ее. Из табл. 14 видно, что большее количество мелких корней на единицу веса хвои приходится у сосны в смешении с желтой акацией и у ели в смешанных типах посадки (ель и сосна; ель и береза). Это тоже свидетельствует о большей устойчивости смешанных культур сосны и ели по сравнению с чистыми.

Параллельно с полевыми исследованиями корневых систем изучался рост и развитие подземных и надземных органов древесных и кустарниковых пород в зависимости от типов смешения в вегетационных сосудах. Вегетационный опыт был заложен в 1947 г. примерно в таких же вариантах смешения культур, как опытные посадки на Ивантеевском лесопитомнике. Почва для набивки сосудов бралась с питомника, где были заложены опытные культуры.

В каждом вегетационном сосуде, вмещающем по 10 кг почвы, высаживалось по 8 растений чистых культур, а в смешанных вариантах — по 4 растения каждой породы. Все варианты опытных культур закладывались не менее чем в пятикратной повторности. Всего под вегетационными опытами было занято 104 сосуда.

Летом 1949 г. был проведен детальный учет надземных и подземных органов, выращенных в вегетационных сосудах. Результаты учета приведены в табл. 15 и графически изображены на рис. 14 (стр. 46).

Влияние древесных и кустарниковых пород друг на друга при различных сочетаниях как в вегетационных сосудах, так и в полевых условиях оказалось почти аналогичным. При совместном произрастании двух пород в смешанных культурах корневая система одной из них в большинстве случаев развита сильнее, чем корневая система этой же породы в чистых культурах.

Вес надземной части и корневой системы одного растения в 3-летних чистых и смешанных культурах, выращенных в вегетационных сосудах

Типы смешения	Общее количество растений во всех сосудах	Суточный вес одного растения в граммах										Литературные данные о весе
		надземная часть		корни		Бересклет		Сычевка		Бересклет		
в шт.	в процентах	масса	высота	диаметр	диаметр	высота	диаметр	высота	диаметр	высота	диаметр	
1	Чистая ель	29	8	27,5	1,09	1,12	2,21	0,33	0,35	0,68	2,89	0,62
2	Ель + + береза	24	15	62,5	0,73	0,75	1,48	0,13	0,31	0,44	1,92	0,31
3	Чистая береза	26	26	100,0	3,75	2,37	6,12	2,76	1,57	4,33	10,45	0,60
4	Чистая бузина	34	33	97,1	2,66	1,73	4,39	2,0	1,14	3,14	7,53	1,15
5	Бузина + + сосна	26	25	95,1	0,91	0,73	1,64	0,69	0,62	1,31	2,95	0,65
6	Чистая сосна	38	31	81,5	1,81	1,91	0,91	1,16	1,02	0,74	1,76	3,67
7	Сосна + + акация желтая	14	12	85,7	1,34	1,95	3,29	0,33	0,41	0,74	4,03	0,55
8	Чистая акация желтая	13	12	92,3	2,60	1,02	3,62	0,87	0,70	1,57	5,19	0,60
9	Чистая лиственница +	24	23	95,8	1,71	0,70	2,41	0,80	0,67	1,47	3,88	0,85
10	Лиственница + + дуб	43	42	97,6	73	93,6	2,49	0,90	0,39	0,74	1,09	4,48
11	Чистый дуб	16	16	100	3,89	3,40	0,44	1,16	0,00	0,28	0,37	1,53
12	Дуб + + липа	48	48	100	3,13	2,82	5,95	6,74	1,32	8,06	14,01	2,57
13	Чистая липа	32	30	93,8	14	14	100	2,44	0,68	3,12	1,53	0,54

Таким образом, на основе анализа всего материала полевого и вегетационного опыта можно сделать вывод, что рост и развитие корневых систем многих древесных и кустарниковых пород резко изменяется в зависимости от типов смешения культур. Поэтому при подборе пород для создания смешанных типов лесных культур необходимо считаться с взаимовлиянием корневых систем древесных растений в разные периоды их жизни.

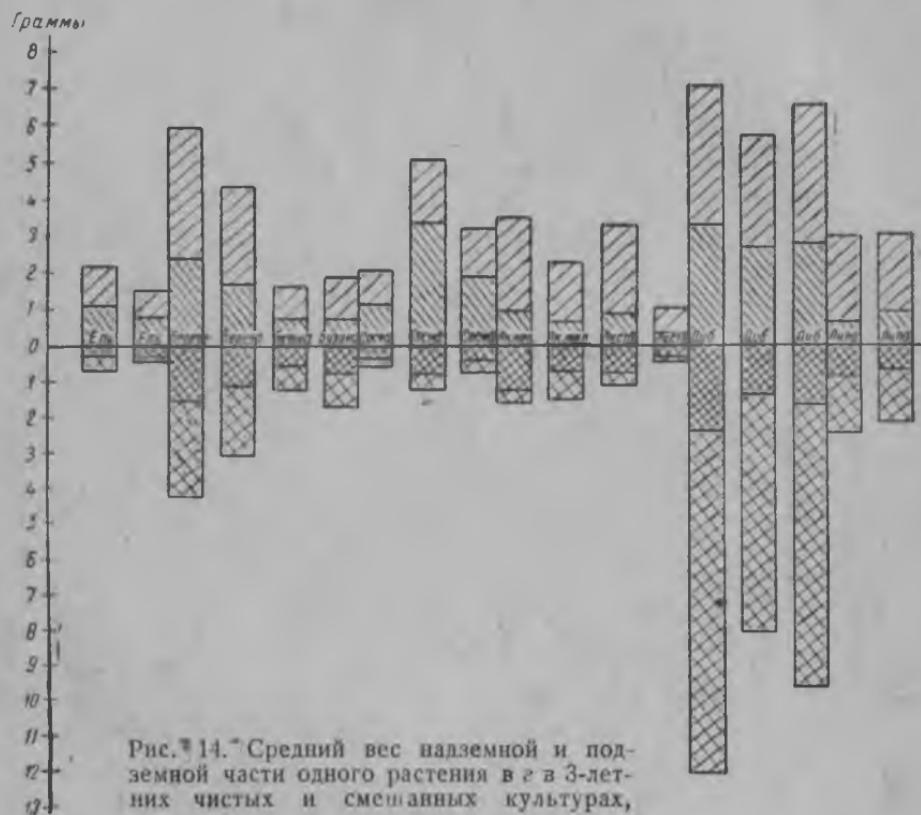


Рис. 14. Средний вес надземной и подземной части одного растения в г в 3-летних чистых и смешанных культурах, выращенных в вегетационных сосудах

Результаты проведенных исследований приводят к выводу, что существующая агротехника по уходу за лесными культурами находится в некотором противоречии с требованиями древесных растений. Наши данные показывают, что у большинства древесных и кустарниковых пород около 50% мелких деятельных корней развивается в самом верхнем 10-сантиметровом слое почвы. Этот слой почвы в молодых культурах, как правило, подвергается многократному рыхлению острыми орудиями; это вызывает повреждение значительной части деятельных корней и ведет к ослаблению устойчивости лесных культур, особенно в засушливые годы.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ  
В ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ КУЛЬТУРАХ  
БУЗУЛУКСКОГО БОРА ЧКАЛОВСКОЙ ОБЛ.

Летом 1948 г. в Боровом опытном лесничестве Бузулукского бора было проведено исследование корней в чистых и смешанных посадках. Исследовались чистые и смешанные культуры сосны и березы в возрасте 33 лет (кв. 162), 12-летние смешанные сосново-бузиновые и чистые сосновые культуры при двух густотах: 4100 и 7000 стволов на 1 га (кв. 221).



Рис. 15. Смешанные сосново березовые культуры 33-летнего возраста  
в кв. 162 Борового опытного лесничества

Все участки, в которых проводились раскопки корней, относятся к типу сухого бора. Таксационная характеристика их дана в табл. 16, общий вид смешанных сосново-березовых культур показан на рис. 15.

Для исследования корневых систем на каждой отобранной площадке закладывалось по две траншеи, в большинстве случаев на глубину проникновения корней — всего 12 траншей. Площадь каждой траншеи составляла от 2 до 4  $m^2$ . Для количественного учета мелких корней в каждой траншее бралось корнерезом от трех до пяти проб.

Корневые системы исследовались по изложенной выше методике.

Таблица 16

Таксационная характеристика культур на пробах в Бузулукском бору

№ кварталов	№ проб	Типы смешения культур	Возраст (лет)	Средний диаметр в см	Средняя высота в м	Число стволов на га	Средняя глубина залегания грунтовых вод за вегетационный период 1948 г. в см
162*	1	Чистая сосна	33	10,2	8,0	4500	620
	2	Сосна + + береза	33	10,3 7,6	12,1 11,2	2600 3400	620 620
	3	Чистая береза	33	8,6	9,5	6700	620
221**	4	Чистая сосна	12	5,1	3,5	7000	485
	5	Сосна + + бузина	12	4,0	2,8 1,4	3700	485 485
	6	Чистая сосна	12	5,7	4,2	4100	485

\* Почва — серая лесная песчаная.

\*\* Почва — темносерая лесная.

Корневые системы сосны и березы в чистых и смешанных культурах

Для раскопок корней сосны и березы было выбрано три одинаковых по лесорастительным условиям участка в непосредственной близости друг от друга, но в разных типах смешения: 1-й участок — в чистых сосновых культурах, 2-й — в чистых березовых, 3-й — в смешанных сосново-березовых культурах. Культуры на всех трех участках были посажены в 1915 г.

Почва на всех участках — серая, лесная, песчаная.

Почвенный разрез:

$A_0$  — лесная подстилка из хвои, листвы и веток;

$A_{2-12}$  — слабогумусированный песчаный горизонт буроватой окраски во влажном состоянии; при высыхании переходит в сероватые тона;

$A-B_{12-32}$  — песчаный горизонт светлобурого цвета, несколько уплотненный;

$B_{32-104}$  — желтоватый, со светлосерым оттенком песок; переход в следующий горизонт слабо выражен;

$C_{104-400}$  — желтоватый песок с серым оттенком.

Расстояние между рядами культур — 1,1 м и между деревьями в рядах — 0,6—0,7 м. В сосново-березовых культурах ряды сосны чередуются с рядами березы.

Изучение корневых систем в этих культурах было интересно прежде всего потому, что смешанный сосново-березовый тип культур оказался наиболее устойчивым в условиях Бузулукского бора.

Распределение корней в чистых сосновых, березовых и смешанных сосново-березовых культурах по 10- и 20-санитметровым слоям серой лесной песчаной почвы приведено в табл. 17 и графически изображено на рис. 16.

На основании количественного учета корней и их морфологического строения можно сделать следующие выводы.

1. Основная масса (65—75%) сосновых и березовых корней в чистых и смешанных 33-летних культурах содержится в верхних 50—60 см почвы. Корни в этом слое распространяются преимущественно горизонтально и, переплетаясь, образуют густую сеть. Сеть мелких поглощающих корней наиболее сильно развита в верхнем 10-санитметровом слое почвы. С увеличением глубины количество корней в почвогрунте резко сокращается. Во втором 10-санитметровом слое почвы вес мелких корней в чистых сосновых и смешанных сосново-березовых культурах по сравнению с первым 10-санитметровым слоем сократился в два раза. В горизонте В (глубина 32—104 см) вес корней, приходящихся на слой почвы в 10 см, во всех трех типах культур уменьшается по сравнению с горизонтом А—В в 5—6 раз. Особенно резко уменьшается количество корней за счет скелетной их части.

В горизонте С количество корней незначительно, и они распределяются здесь более равномерно.

2. Корни березы проникают в почвогрунт глубже, чем корни одновозрастной сосны, причем корни березы активно проникают в почвогрунт, а корни сосны в глубоких уплотненных горизонтах распространяются преимущественно по трубкам старых сгнивших корней березы или осины, а также по трещинам и ходам землероев. Если в уплотненных горизонтах почвы готовые ходы отсутствуют, то вертикальные корни сосны резко сокращаются в размерах и сходят на нет.

При раскопках корней наблюдались случаи, когда корни сосны, обвиваясь вокруг корней березы, проникали глубоко в почвогрунт.

На рис. 17 показан корень сосны, проникший в глубину почвогрунта на 3,5 м, спирально обвиваясь вокруг корня березы. Эти деревья росли в двух соседних рядах на расстоянии 1,6 м друг от друга.

3. В смешанных сосново-березовых культурах корневая система сосны развивается сильнее, чем в чистых сосновых. Наоборот, корневая система березы значительно сильнее раз-

Распределение корней сосновы и березы по 10- и 20-сантиметровым слоям почвы в 33-летних чистых и смешанных культурах Бузулукского бора

Глубина залегания слоев почвы в см	Сухой вес корней, приходящийся в среднем на одно дерево, г (в числителе) и в процентах (в знаменателе)		смешанная сосново-березовая культура						чистая береза				
	чистая соснова		береза			крупных			мелких		итого		
	крупных	мелких	итого	крупных	мелких	итого	крупных	мелких	крупных	мелких	итого		
A	2—12	290,7 10,6	92,22 3,4	382,9 14,0	868,7 19,1	115,9 2,50	984,6 21,6	515,1 16,3	61,2 2,0	576,3 18,3	518,8 12,0	69,8 1,4	588,6 13,4
	12—22	607,3 22,1	37,8 1,4	645,1 23,5	1259,8 27,8	40,0 0,9	1299,8 28,7	1054,8 33,4	19,7 0,9	1074,5 34,3	1022,4 22,1	31,4 0,7	1053,8 22,8
	22—32	406,9 14,8	29,6 1,1	436,5 15,9	481,3 10,6	26,2 0,6	507,5 11,2	396,2 12,60	17,4 0,6	413,6 13,20	806,0 17,5	24,8 0,5	830,8 18,0
A—B	32—42	298,9 10,9	21,6 0,8	320,5 11,7	443,7 9,8	17,7 0,4	461,4 10,2	163,7 5,2	30,6 1,0	194,3 6,2	295,4 6,4	28,8 0,6	324,2 7,0
	42—62	236,9 8,6	20,7 0,8	257,6 9,4	376,9 8,20	38,5 0,8	415,4 9,0	76,2 2,4	28,2 0,9	104,4 3,3	178,7 3,8	43,1 0,9	221,8 4,7
	62—82	146,9 5,3	20,9 0,8	167,8 6,1	137,1 3,0	11,5 0,30	148,6 3,3	73,7 2,3	17,8 0,6	91,5 2,9	158,3 3,4	28,4 0,6	186,7 4,0
B	82—102	92,9 3,4	5,8 0,2	98,7 3,6	110,5 2,4	9,2 0,2	119,7 2,6	46,5 1,4	1,2 0,10	47,7 1,5	172,1 3,6	24,5 0,5	196,6 4,1

Глубина залегания слоев почвы в см.	Сухой вес корней, приходящийся в среднем на одно дерево, в г (в числителе) и в процентах (в знаменателе)	смешанная сосново-березовая культура										чистая береза		
		чистая сосна					береза					круп-ных	мел-ких	итого
		крупных	мелких	итого	крупных	мелких	итого	круп-ных	мел-ких	итого	круп-ных	мел-ких	итого	
B	102—122	55,1	4,2	59,3	65,2	3,7	68,9	47,7	1,8	49,5	164,9	12,9	177,8	
	122—152	87,4	6,6	94,0	114,5	5,9	120,4	81,4	5,0	86,4	227,4	33,9	261,3	
	152—172	72,7	1,6	74,3	74,3	3,5	86,1	2,6	0,2	2,8	4,9	0,8	5,7	
	172—202	117,8	3,8	121,6	88,5	15,6	104,1	87,5	4,6	90,7	186,6	29,1	215,7	
	202—222	33,96	1,88	35,84	90,2	3,7	93,9	36,6	2,7	10,2	4,0	2,9	4,6	
	222—252	50,94	2,82	53,76	65,0	8,9	73,9	76,8	2,4	12,7	227,1	43,3	270,4	
	252—272	—	—	—	1,4	0,2	1,6	2,4	0,4	3,2	4,9	0,9	5,8	
	272—302	—	—	—	23,7	6,3	30,0	24,3	6,9	31,2	35,5	6,7	62,8	
	302—382	—	—	—	0,50	0,10	0,60	0,80	0,2	1,0	1,2	0,1	1,3	
	Всего	2498,4	249,5	2747,9	4232,6	314,4	4547,0	2871,3	266,0	3137,3	4199,1	408,6	4607,7	

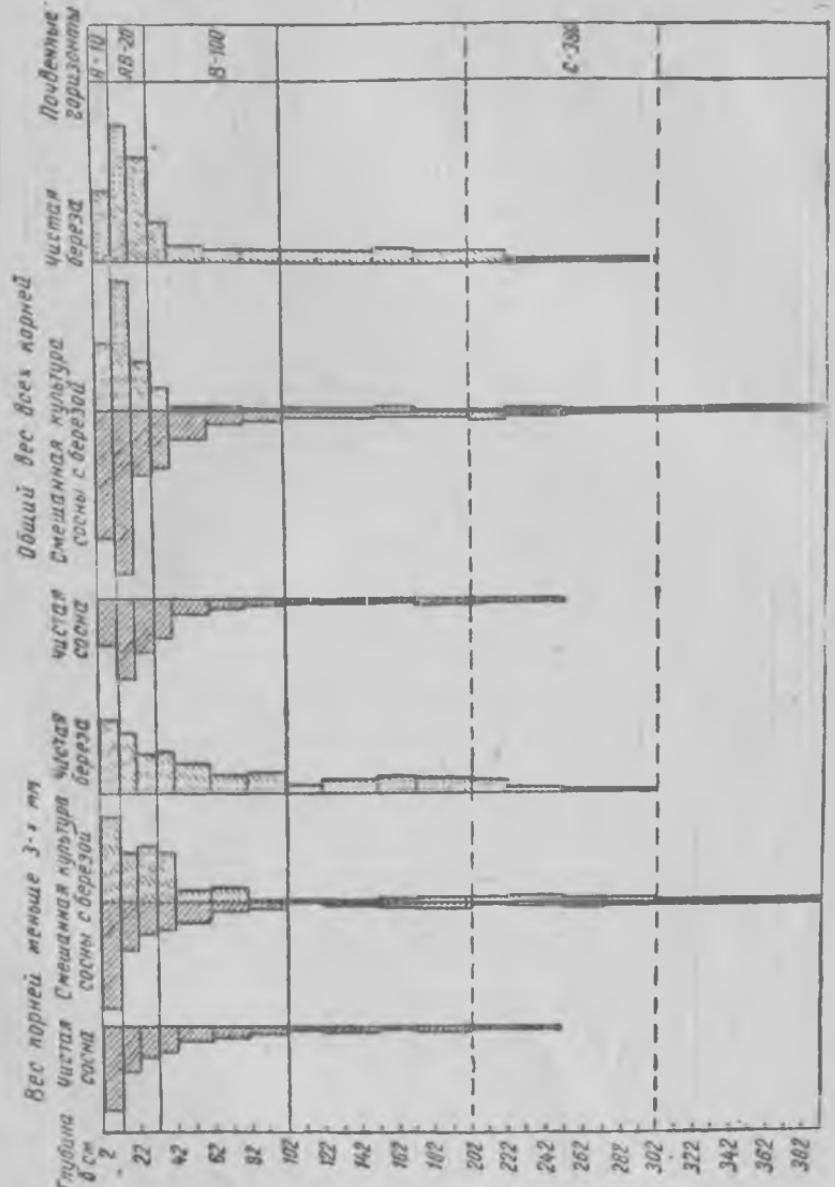


Рис. 16. Средний вес корневой системы одного дерева в 2 в 33-летних культурах Бузулукского бора (кн. 162).

вивается в чистых культурах. Вес корневой системы сосны в смешанных сосново-березовых культурах оказался на 65% больше, чем в чистых сосновых культурах, и вес корней березы в этом же насаждении был на 30% меньше, чем в чистых березовых культурах.

Исследования показали, что количество мертвых корней на 1 м<sup>2</sup> почвогрунта в чистых березовых культурах в три раза больше, чем в чистых сосновых. Следовательно, корневая система березы растет быстрее сосновой, но вместе с тем значительная часть ее скорее отмирает. Сгнившие в почве корни березы создают благоприятные условия для развития



Рис. 17. Корень сосны, достигший глубины 3,5 м, спирально обвиваясь вокруг корня березы

корневой системы сосны, особенно в глубоких горизонтах. Сюда по трубкам старых корней, содержащих гумус, в первую очередь поступает вода, а вместе с ней и питательные вещества из верхних почвенных слоев.

Кроме того, корневые трубы благоприятствуют аэрации почвы. По этим готовым ходам корни сосны легко проникают в почвогрунт. В Бузулукском бору, как и в Пушкинском лесхозе, в корневых трубах глубоких горизонтов почвы содержались мощные корневые канаты. Следовательно, береза в смешении с сосной способствует развитию корневой системы сосны.

4. Корневая система березы и сосны в смешанных сосново-березовых культурах проникает в почвогрунт значительно глубже, чем в чистых культурах. Корни сосны в чистых культурах проникают на глубину 252 см, а в смешанных — на 380 см. Корневая система березы в чистых культурах распространяется вглубь на 304 см, а в смешанных — на 402 см. Однако ни в одном типе культур корневая система не достигает уровня грунтовых вод, который находится на этих участках на глубине 620 см.

Из полученных данных становится ясным, почему в Бузулукском бору сосновые культуры в смешении с березой оказались более устойчивыми, чем чистые сосновые культуры. Чтобы выяснить, как распространяется корневая система

сосны и березы в междурядьях смешанных сосново-березовых культур, был произведен учет корней тоньше 3 мм в почвенных монолитах (объемом 5000 см<sup>3</sup>), взятых корнерезом посередине между стволами в чистом сосновом и чистом березовом ряду и на середине междурядья. Глубина взятия образца — 2—12 см. Полученные результаты приведены в табл. 18.

Таблица 18

Распределение корней тоньше 3 мм на глубине 2—12 см в рядах и междурядьях сосново-березовых культур Бузулукского бора

Порода	Количество корней, приходящихся на площадь в 500 см <sup>2</sup>					
	в граммах			в процентах, принимая за 100% середину междурядья		
	в сосновом ряду посередине между деревьями	середина междурядья	в березовом ряду посередине между деревьями	в сосновом ряду посередине между деревьями	середина междурядья	в березовом ряду посередине между деревьями
Сосна	3,43	3,32	4,38	103,3	100	131,9
Береза	3,20	3,30	4,70	97,0	100	142,4

Из табл. 18 видно, что корни сосны лучше развиваются в березовом ряду — количество сосновых корней в березовом ряду на 28% больше, чем в сосновом, тогда как количество березовых корней по мере приближения к сосновому ряду уменьшается. Таким образом, эти данные также подтверждают, что корневая система березы создает благоприятные условия для развития корней сосны. Этому способствуют и опавшие листья березы.

Для определения отношения корней к листовой массе (хвое) в чистых и смешанных культурах сосны был произведен учет хвои со средних модельных деревьев, расположенных на границе траншеи.

Вес мелких корней (тоньше 1 мм) и хвои в чистых и смешанных сосновых культурах в возрасте 33 лет показан в табл. 19.

Из данных табл. 19 видно, что большее количество корней на единицу веса хвои приходится в смешанных сосново-березовых культурах. Это также свидетельствует о большей устойчивости смешанных культур сосны по сравнению с чистыми.

В развитии корневых систем сосны и березы в условиях Бузулукского бора имеются и некоторые индивидуальные особенности.

Вес мелких корней и хвои модельных деревьев в чистых  
и смешанных сосновых культурах Бузулукского бора

Типы культур	Сухой вес в граммах		Отношение веса корней к весу хвои
	мелких корней	хвои	
Чистая сосна . . . . .	249,5	2550	0,098
Сосна в смешении с березой .	314,3	2900	0,108

Стержневые корни сосны проникают в почвогрунт почти вертикально. Они тянутся вглубь в виде длинных тяжей, от которых ответвляются короткие боковые корни (длиной 5—12 см) с густой сетью мелких корней. Характерно, что корневые тяжи, иногда длиной в 1—2 м, проходят в почве без всяких ответвлений. В глубоких горизонтах они заканчиваются мутовкой густых мочек. Количество мелких корней у сосны меньше, чем у березы; вес их составляет 9,2% от общей корневой массы.

Корни березы характеризуются сильно развитой густой мочкой. Корневые мочки состоят из тонких нежных корешков светлосерого цвета, причем мелкие корешки ветвятся преимущественно в горизонтальном направлении. Крупные корни березы в виде длинных тяжей глубоко проникают в почвогрунт. На этих корневых тяжах через определенные расстояния (30—80 см) образуются мощные пучки мочковатых корней. Корни березы активно проникают в уплотненные горизонты, достигая в 33-летнем возрасте глубины 3,5—4,0 м. Корневые тяжи в глубоких горизонтах, как правило, заканчиваются развитой мочкой в виде зонта. В условиях Бузулукского бора на серой песчаной почве береза первой осваивает глубокие почвенные горизонты.

Одновременно с учетом корней древесных пород учитывались также корни травянистых растений, главным образом злаковых трав—вейника и зубровки. Исследования показали, что основная масса (65—80%) их корней развивается в самом верхнем 20-сантиметровом слое почвы. В почвогрунт корни этих злаков проникают на глубину 100—150 см. Наименьшее количество корней травянистых растений наблюдается в чистых сосновых культурах. Здесь количество корней травянистых растений на единице площади в два раза меньше, чем в чистых березовых культурах.

## Корневые системы сосны и бузины в чистых и смешанных культурах

Для исследования корневых систем сосны и бузины в смешанных сосново-бузиновых и чистых сосновых культурах при разных густотах были выбраны три однотипных участка культур, расположенных рядом: в 12-летнем возрасте при густоте 7000 деревьев на 1 га в чистых сосновых культурах (проба 4), в смешанных сосново-бузиновых культурах с составом 5С5Б с тем же числом растений на 1 га (проба 5) и в чистых сосновых культурах при густоте 4100 деревьев на 1 га (проба 6).

Все три участка были созданы в 1937 г.

На пробах 4 и 5 расстояние между рядами культур и в рядах между растениями — 1 м. Смешение пород в сосново-бузиновых культурах порядное: ряд сосны чередуется с рядом бузины. На пробе 6 расстояние между рядами — 2 м, а в ряду между деревьями — 1 м. Сосново-бузиновый тип культур представлял интерес для изучения корневых систем потому, что рост сосны здесь был почти в два раза хуже, чем в расположенных рядом чистых сосновых культурах (см. табл. 16).

Почва на всех трех участках — темносерая, песчаная.

Почвенный разрез:

$\frac{A_0}{0-1}$  — лесная подстилка из хвои, листвы и веток;

$\frac{A_1}{1-11}$  — гумусированный песчаный горизонт темносерого цвета;

$\frac{A-B}{11-21}$  — песчаный горизонт светлобурого цвета;

$\frac{B_1}{21-61}$  — песчаный горизонт серо-бурого цвета;

$\frac{B_2}{61-101}$  — желтоватый песок, постепенно переходящий в следующий горизонт;

$\frac{C}{101 \text{ и глубже}}$  — желтый песок с серым оттенком.

Распределение корней по 10- и 20-сантиметровым слоям почвы в этих культурах показано в табл. 20 и графически изображено на рис. 18. На основе полученных данных можно сделать следующие выводы.

1. Основная масса (70—85%) корней сосны и бузины развивается в верхних 50—60-сантиметровых слоях почвы. Распределение корней сосны по генетическим горизонтам в этих культурах почти такое же, как в 33-летних сосновых культурах 162 кв.

2. В чистых сосновых культурах мочковатая часть корневой системы развивается лучше, чем в смешанных сосново-

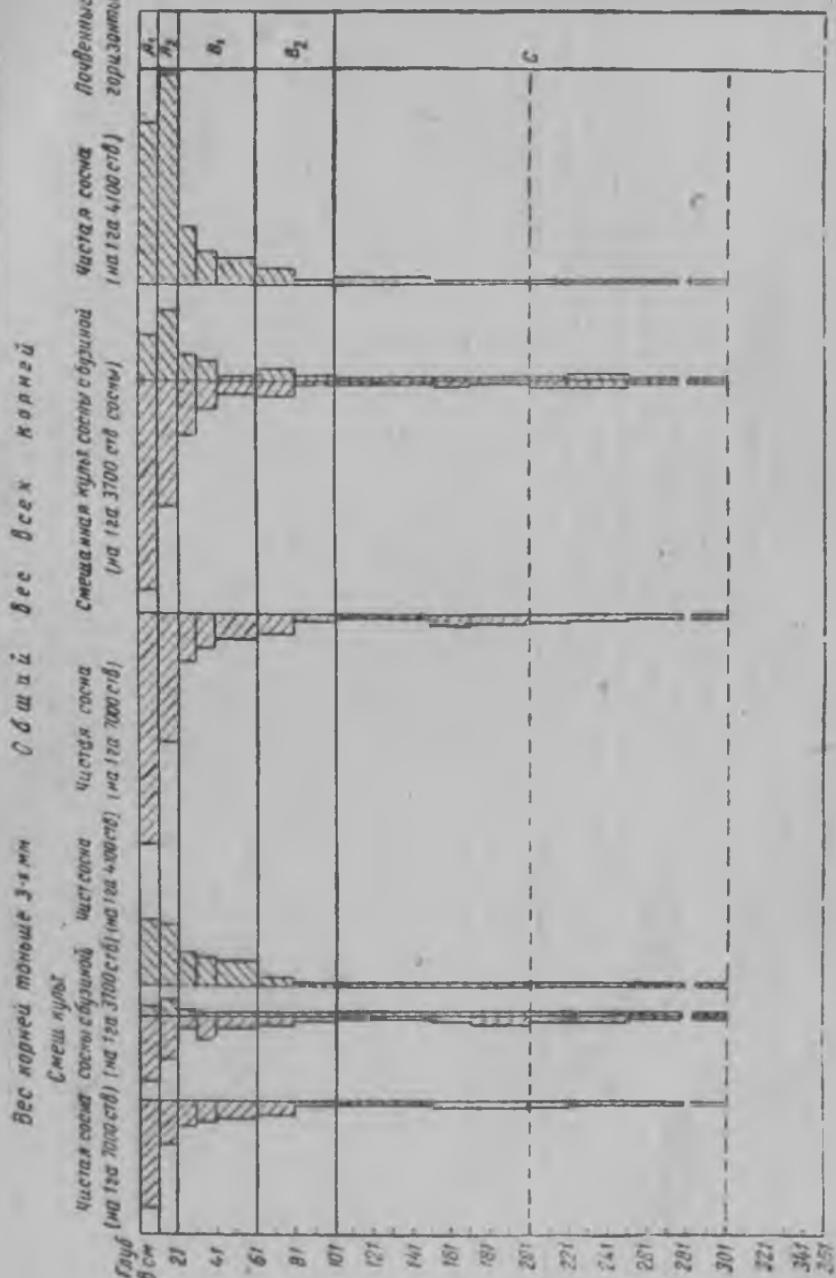


Рис. 18. Средний вес корневой системы одного дерева в 2 в 12-летних чистых сосновых и сосново-букиновых культурах Бузулукского бора

Распределение корней сосны и бузвины по 10- и 20-сантиметровым слоям почвы в 12-летних чистых сосновых (при разных густотах) и сосново-бузиновых культурах Бузулукского бора

Почвенные горизонты	Глубина залегания слоев почвы в см	смешанная сосново-бузиновая культура						чистая сосна				4100 стволов на 1 га				чистая сосна			
		б у з и н а						и т о г о				крупн. мел-ких				4100 стволов на 1 га			
		чистая сосна 7000 стволов на 1 га		с о с н а		и т о г о		крупн. мел-ких		и т о г о		крупн. мел-ких		и т о г о		крупн. мел-ких		и т о г о	
		крупн. мел-ких	и т о г о	крупн. мел-ких	и т о г о	крупн. мел-ких	и т о г о	крупн. мел-ких	и т о г о	крупн. мел-ких	и т о г о	крупн. мел-ких	и т о г о	крупн. мел-ких	и т о г о	крупн. мел-ких	и т о г о		
<i>A<sub>1</sub></i>	1—11	201,5	91,4	292,9	206,3	61,3	267,6	57,14	2,7	59,84	140,7	64,3	19,4	8,9	205,0	28,3			
<i>A—B</i>	11—21	129,0	33,7	162,7	135,1	7,9	34,6	17,10	0,9	91,52	230,2	38,0	31,7	5,2	268,2	37,0			
<i>B<sub>1</sub></i>	21—31	46,1	15,6	61,7	54,86	7,1	2,06	9,16	10,0	33,67	0,54	34,2	6,7	22,4	70,9	9,8			
<i>B<sub>2</sub></i>	31—41	31,0	12,0	43,0	35,4	5,3	1,50	46,75	30,17	0,2	30,37	27,3	3,8	14,1	41,4	5,7			
<i>B<sub>3</sub></i>	41—61	47,9	15,0	62,9	30,86	3,9	1,70	13,24	44,10	11,23	0,29	11,52	37,5	1,9	59,4	8,2			
<i>B<sub>4</sub></i>	61—81	43,8	8,5	52,3	41,86	4,94	5,6	5,6	3,3	0,1	3,4	5,2	3,0	21,9	10,7	35,3			
<i>B<sub>5</sub></i>	81—101	5,3	1,0	6,3	5,4	0,64	0,64	9,10	—	9,10	—	3,4	1,5	4,9	1,2	4,8	0,7		

Продолжение табл. 20

Сухой вес корней, приходящий в среднем на одно дерево, в г (в числителе) и в процентах (в знаменателе)

Почвенные горизонты слоев почвы в см	Глубина залегания	смешанная сосново-буковая культура						чистая сосна		
		чистая сосна			буковая			4100 стволов на 1 га		крупных
		7000	7000	7000	крупных	мелких	итого	крупных	мелких	
101—121	12,10	1,64	13,74	8,35	0,27	8,62	4,05	—	4,05	8,7
121—151	1,5	0,20	1,7	1,10	0,04	1,14	1,2	1,2	1,20	0,48
151—171	16,8	1,5	18,3	18,27	2,16	20,43	5,85	0,29	6,14	0,10
171—201	2,0	0,2	2,2	2,40	0,30	2,70	1,7	0,1	1,8	3,4
201—221	14,07	5,9	19,97	15,91	2,18	18,09	4,76	0,2	4,96	5,8
221—251	1,7	0,7	2,4	2,06	0,30	2,36	1,4	0,06	1,46	0,80
251—271	19,2	9,1	28,3	8,54	7,37	15,91	12,02	0,5	12,52	6,5
271—301	2,3	1,1	3,4	1,1	1,0	2,1	3,6	0,15	3,75	0,9
301—321	11,0	4,3	15,3	14,75	3,86	18,61	8,82	0,5	9,32	—
321—350	1,3	0,5	4,5	1,8	1,9	0,5	2,4	2,6	0,15	2,75
C	12,07	1,5	16,57	14,59	10,0	24,59	20,47	0,47	1,94	22,41
251—271	6,1	0,5	2,9	1,9	1,3	3,2	6,10	0,55	0,55	6,65
271—301	0,7	0,3	4,75	3,32	8,07	4,29	0,3	0,3	4,59	—
301—321	3,0	0,4	0,6	0,4	0,4	1,0	1,3	0,1	0,1	1,40
321—350	1,7	0,2	0,4	0,4	0,8	4,91	2,1	0,17	2,27	—
Всего	—	609,21	214,74	823,95	606,18	165,67	771,85	323,5	10,53	544,8
		73,60	26,40	100,0	78,46	21,54	100,0	96,70	3,30	75,10
										100,0

бузиновых. Так, количество мелких корней (тоньше 1 мм) одного дерева в чистых культурах при густоте 7000 стволов на 1 га на 30% больше, чем в смешанных. Следовательно, корни бузины создают неблагоприятные условия для развития корневой системы сосны. При раскопках корней в сосново-бузиновых посадках часто наблюдалось вытеснение бузиной сосновых корней из готовых ходов (рис. 19).

Слабое развитие корневой системы сосны в смешении с бузиной отрицательно сказывается и на росте надземной части ее. Несмотря на то, что сосна в этих культурах имела большую высоту, а бузина находилась под пологом, рост сосны здесь был все же в два раза слабее, чем в чистых посадках.



Рис. 19. Свиток корней сосны и бузины, образовавшийся в трубке старого корня на глубине 1,5—2 м

В смешанных сосново-бузиновых культурах корневая система бузины проникает в почвогрунт даже глубже, чем корни сосны, достигая глубины 350 см. В верхних слоях почвы наблюдается некоторая ярусность в распределении корневых систем сосны и бузины: в самом верхнем 10-санитметровом слое почвы содержится максимальное количество сосновых корней, максимум же развития корневой системы бузины наблюдается во втором 10-санитметровом слое почвы.

В целом, однако, корневая система бузины по сравнению с сосной развита слабо. Корневая масса сосны почти в два с половиной раза больше, чем корневая масса бузины. В корневой системе бузины огромный перевес на стороне корней крупной фракции; мелких (тоньше 1 мм) корней незначительное количество (до 3% от общей массы).

3. Корневая система в 12-летних чистых сосновых культурах при густоте 7000 стволов на 1 га развивается лучше, чем в сосновых культурах при густоте 4100 стволов на 1 га. Количество корней на одно дерево в густых посадках на 19% больше, чем в редких<sup>1</sup>.

4. Одновременно в этих культурах определялось соотношение веса корней и хвои (табл. 21).

<sup>1</sup> Объясняется это, очевидно, сильным развитием трав во втором случае. Ред.

Отношение веса корней сосны тоньше 1 мм к весу хвои при разных густотах в смешанных сосново-бузиновых и чистых сосновых культурах Бузулукского бора

Типы культур	Число стволов на 1 га	Сухой вес в г		Отношение веса корней к весу хвои
		мелких корней	хвои	
Чистая сосна . . . . .	7000	214,7	1400	0,153
Сосна в смешении с бузиной . . . . .	3700	165,7	600	0,251
Чистая сосна в редких посадках . . . . .	4100	180,3	1550	0,116

Из данных табл. 21 видно, что наибольшее количество корней на единицу веса хвои сосна имеет в смешении с бузиной, наименьшее — в редких чистых сосновых посадках. Объясняется это, повидимому, тем, что в смешанных сосново-бузиновых культурах бузина в большей мере ослабляет развитие кроны, чем развитие корневой системы; в результате в этих культурах создается благоприятное для сосны соотношение корней к хвою. В густых культурах развитие кроны ослабляется сильнее, чем в более редких, поэтому густые чистые сосновые посадки в 12-летнем возрасте будут, очевидно, более устойчивы к засухе, чем редкие.

Таким образом, на основе анализа всего материала по Бузулукскому бору можно сказать, что береза способствует развитию корневой системы сосны, в результате чего сосна в смешении с березой имеет лучший рост и более устойчива к засухе, чем в чистых посадках, а бузина, наоборот, создает неблагоприятные условия для развития корневой системы сосны, поэтому рост сосны в смешанных посадках с бузиной в 2—3 раза хуже, чем в чистых культурах. На Ивантеевском лесопитомнике и в вегетационном опыте также наблюдается плохой рост сосны в смешении с бузиной.

Кроме того, бузина, как компонент смешения, слабо защищает почву от травянистых растений. Делянки сосново-бузиновых культур сплошь зарастали травой, в чистых же сосновых культурах этого явления почти не наблюдалось.

# ИССЛЕДОВАНИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ДУБА В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ СМЕШЕНИЯ КУЛЬТУР В ВЕЛИКО-АНАДОЛЬСКОМ ЛЕСХОЗЕ СТАЛИНСКОЙ ОБЛ.

Летом 1949 г. в Велико-Анадольском учебно-опытном лесничестве (в кв. 2, 24 и 25) были проведены исследования корней дуба в 22-летних чистых и смешанных культурах. Для этого выбирались в первую очередь такие смешения дуба с лесными породами, которые были выявлены практикой лесокультурного дела, как наиболее удачные и устойчивые для степных условий. Корневая система исследовалась и в таких типах смешения, где дуб находится в явно угнетенном состоянии и дает большой отпад. Участки с разными типами культур выбирались таким образом, чтобы они находились рядом или в непосредственной близости друг от друга. Для изучения корневых систем были подобраны следующие типы лесных культур: 1) чистый дуб, 2) дуб в смешении с остролистным кленом, 3) чистый клен, 4) дуб в смешении с желтой акацией, 5) дуб в смешении с белой акацией и 6) дуб в смешении с ясенем обыкновенным. Все шесть типов культур находились в одинаковых лесорастительных условиях.

Таксационная характеристика участков с этими типами культур дана в табл. 22 (стр. 65).

Культуры дуба в смешении с кленом остролистным имели хороший рост, тонкие и ровные стволы; насаждение — сомкнутое, с густым пологом. Для исследований подбирались участки леса с порядным смешением пород.

Чистые культуры дуба и культуры в смешении с акацией желтой также отличались хорошим ростом, но несколько худшим, чем в посадках с остролистным кленом (табл. 22).

Расстояние между рядами — 1,5 м, в ряду — 1 м.

В культурах дуба с акацией желтой смешение пород чередовалось в ряду через дерево. В период исследования корневых систем акация желтая в этих культурах находилась в угнетенном состоянии.

Дуб в смешении с акацией белой и с ясенем обыкновенным, несмотря на проводимые рубки ухода, находился в угнетенном состоянии, имел хилый вид, слабо развитую крону и корявые стволы. Рост его был почти в три раза хуже, чем в чистых посадках. Породы в этих культурах смешивались порядно, расстояние между рядами — 1,7 м. Высаженный в междуурядьях кустарник выпал в молодом возрасте. После вырубки стволов акации белой и ясения обыкновенного образовалось новое порослевое поколение, которое к периоду исследования достигло возраста 10—12 лет.

Травяной покров во всех шести типах культур почти отсутствовал.

Почва на всех участках — глинистый чернозем, мощностью от 50 до 70 см. Содержание гумуса в черноземе, по данным проф. Степанова, — от 6 до 8%.

Вскапывание почвы наблюдалось на глубине 20—25 см.

Почвенный разрез:

$A_0$  — лесная подстилка из полуразложившихся листьев, мелких веток и коры;

$A_1$   
1—60 — глинистый чернозем рыхло-зернистой структуры, сильно пронизан корнями;

$B_1$   
60—100 — переходный горизонт темносерого цвета, более плотный, зернисто-ореховатой структуры; содержание корней в этом горизонте резко сокращается;

$C_1$   
100—160 — лессовидная глина с частыми пестрыми пятнами белоглазки ( $CaCO_3$ ), светлосерого цвета с желтоватым оттенком; корней мало;

$C_2$   
160—300 — лессовидная глина без белоглазки, желтого цвета; корни встречаются очень редко;

$C_3$   
300—450 — однообразная светло-желтая лессовидная глина.

Для изучения корневых систем в каждом типе культур закладывалось по две траншеи. Площадь каждой траншеи составляла от 2 до 3  $m^2$ . Траншеи копались на глубину проникновения основной массы корней, а в чистых культурах дуба — почти на полную глубину залегания корней. Для учета мелких корней по стенкам траншей брались по 6—8 проб.

Для разделения корней дуба и клена применялся раствор хлорного железа; было установлено, что 3—5-процентный раствор хлорного железа окрашивает луб и древесину дуба в синий цвет, а клена — в черный.

Результаты изучения корней в различных типах смешения культур по 20-сантиметровым слоям, с учетом генетических горизонтов, на глинистом черноземе приведены в табл. 23 (стр. 66—67) и в виде графика на рис. 20.

Из данных табл. 23 видно, что 60—85% крупных и мочковатых корней всех исследуемых древесных и кустарниковых пород (дуба, клена остролистного, акции желтой, акции белой и ясения обыкновенного) в 22-летних чистых и смешанных культурах содержится в верхнем 60-сантиметровом гумусовом горизонте. Особенно сильно развита сеть мелких сосущих корешков в самом верхнем 20-сантиметровом слое почвы. По мере углубления в почвогрунт количество корней, особенно скелетных, резко уменьшается.

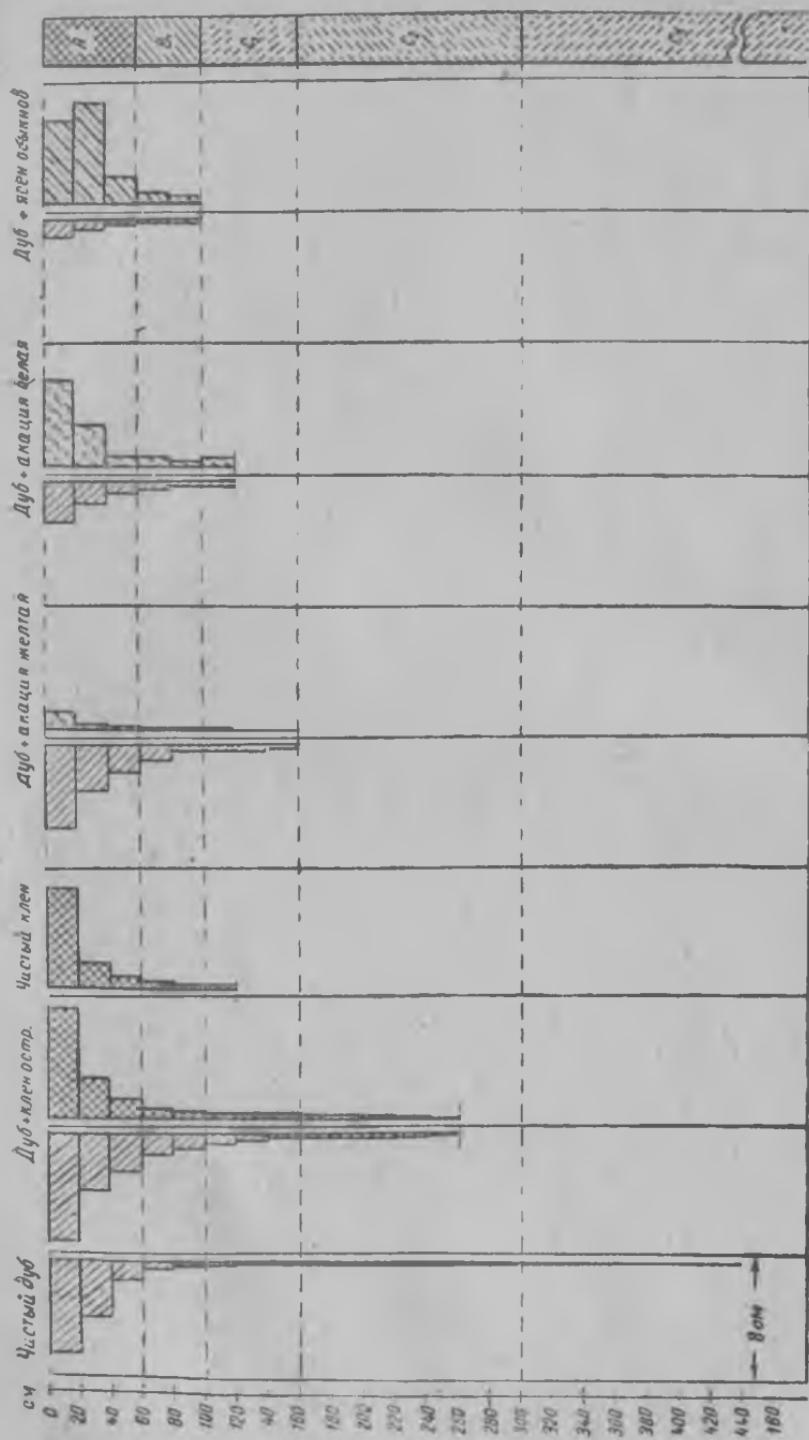


Рис. 20. Распределение корней по 20-сантиметровым слоям почвы (в среднем на 1 дерево в 22) в различных типах смешанных культур в 22-летнем возрасте в Велико-Анадольском лесхозе

Таблица 22

Таксационная характеристика культур на пробах в Велико-Анадольском  
учебно-опытном лесхозе

№ пробы	№ кварталов	Типы культур	Состав	Возраст (лет)	Полнота	Порода	Средний диаметр на высоте груди в см	Средняя высота в м
1	2	Чистый дуб	10Д ед. Ко	22	0,8	Дуб	7,2	8,2
2	2	Дуб в смешении с кленом остролистным	5 Д 5 Ко	22	0,9	Дуб Клен	8,8 7,3	9,5 8,0
3	2	Чистый клен остролистный	10 К	22	1,0	Клен	7,1	7,8
4	2	Дуб в смешении с акацией желтой	5 Д 5 Ак. ж. ед. Ко Кт	22	0,8	Дуб Акация желтая	7,9 1,2	7,8 1,5
5	24	Дуб в смешении в акацией белой	5 Д 5 Ак. б.	23	0,8	Дуб Акация белая	4,1 5,0	4,6 5,4
6	25	Дуб в смешении с ясенем обыкновенным	5 Д 5 Яс	23	0,8	Дуб Ясень обыкновенный	5,1 5,0	5,7 6,0

Еще меньше корней в горизонте  $A - B_1$  (глубина 60—100 см). Этот горизонт насыщен мелкими корнями, их в 5—8 раз меньше, чем в верхних слоях почвы.

В горизонтах  $C_1$  и  $C_2$  (глубина 100—300 см) насыщенность корнями очень слабая, но более или менее равномерная; в каждом 20-сантиметровом слое почвы в этих горизонтах содержится в среднем 2—3% корней от общего веса всей корневой системы. Корни распространяются главным образом по трещинам и ходам землероев. По характеру ветвления и внешним признакам корни глубоких уплотненных горизонтов резко отличаются от корней верхних слоев почвы: тонкие корни слабо разветвлены и тянутся в почвогрунте в виде длинных нитей, поэтому поглощающая поверхность их незначительна. В готовых ходах корни сплетаются между собой, иногда образуя толстые пучки. В горизонте  $C_3$  содержится ничтожное количество корней (1—2% от общего веса корневой массы).

Корневые системы древесных и кустарниковых пород резко изменяются в зависимости от типов смешения культур (табл. 24).

Таблица 23

распределение корней по 20-сантиметровым слоям почвы в различных типах смешения культур 22-летнего возраста в Велико-Анадольском лесхозе

Почвенные горизонты	Глубина залегания слоев почвы в см	Количество корней в 2 <sup>а</sup> приходящихся в среднем на одно растение. В числителе крупные корни — от 3 мм и толще, в знаменателе мелкие — тоньше 3 мм					
		смешение			смешение		
		чистый дуб	клен	чистый клен	дуб	акация желтая	дуб
A <sub>1</sub>	1—20	2443,1	2834,5	2468,2	2140,0	432,0	1040,0
	20—40	552,8	470,9	589,6	387,5	71,0	151,2
	40—60	1534,9	1362,5	439,5	1070,0	48,0	520,0
	60—80	547,3	314,8	333,6	284,1	41,8	125,1
B <sub>1</sub>	80—100	165,9	74,2	491,2	115,6	129,2	366,0
	100—120	96,4	53,9	340,4	100,3	83,9	112,8
	120—140	63,3	36,2	255,6	66,6	82,0	112,4
	140—160	64,9	49,9	158,8	58,1	68,3	103,8
C <sub>1</sub>	100—120	62,9	46,7	42,6	103,8	40,1	40,5
	120—140	37,1	—	34,8	128,9	—	37,1

Количество корней в з. приходящихся в среднем на одно растение. В числителе крупные корни — от 3 ми и толще, а в знаменателе мелкие — меньше 3 ми

Почвенные горизонты	Глубина залегания слоев почвы в см	смешение		смешение		смешение		дуб	акация белая	дуб	акация белая	дуб	акация белая	смешение	смешение	
		чистый дуб	клен	чистый клен	акация желтая	дуб	акация белая									
<i>C<sub>1</sub></i>	160—180	53,6 52,0	93,3 40,0	44,5 101,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	180—200	29,5 76,7	98,4 46,7	49,6 78,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	200—260	41,7 162,1	203,2 113,7	74,8 53,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	260—300	13,5 77,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	300—400	1,9 98,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>C<sub>2</sub></i>	400—440	0 1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Всего</b>		5118,9 1770,7	6909,9 1731,7	4641,4 1881,7	3458,6 1335,5	4596,2 1059,7	546,6 183,3	2057,1 359,9	4073,1 666,1	526,1 276,8	5509,9 1512,3					

П р и м е ч а н и е. Учет корней в чистых культурах дуба производился до глубины их проникновения, а в оставль-  
енных типах — до глубины залегания основной массы.

Таблица 24

Вес корней в метровом слое почвы, приходящийся в среднем на одно растение в различных типах смешения в Велико-Анадольском лесхозе

Типы культур	Города	В граммах				В процентах			
		1 мм и тоньше	1—3 мм	3 мм и толще	итого	1 мм и тоньше	1—3 мм	3 мм и толще	итого
1 Чистый дуб	Дуб	607,3	539,4	4787,6	5934,3	10,2	9,0	80,8	100
2 Дуб в смешении с кленом остролист. и ясн.	Дуб Клен	645,9 780,6	771,6 522,7	5886,8 4314,9	7304,3 5618,2	8,8 13,9	10,6 9,3	80,6 76,8	100 100
3 Чистый клен	Клен	775,2	457,3	3309,5	4542,0	17,0	10,0	73,0	100
4 Дуб в смешении с акацией желтой	Дуб Акация желтая	419,2 64,1	510,0 91,4	4410,6 541,7	5339,8 697,2	7,9 9,1	9,5 13,1	82,6 77,8	100 100
5 Дуб в смешении с акацией белой	Дуб Акация белая	98,4 180,8	258,0 397,8	1999,9 3950,9	2356,3 4529,5	4,2 4,0	10,9 8,8	84,9 87,2	100 100
6 Дуб в смешении с яснем обыкновен- ным	Дуб Ясень обыкновен- ный	95,30 707,4	181,5 804,8	526,1 5599,9	802,9 7022,1	11,9 10,1	22,6 11,5	65,5 78,4	100 100

По отдельным древесным породам эти изменения в различных смешениях характеризуются следующим образом.

В чистых посадках корневая система дуба развивается почти одинаково как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. В верхних слоях почвы от центрального стержневого корня отходят во все стороны боковые горизонтальные корни, образующие многочисленные разветвления во всех направлениях. Стержневой корень проникает в почвогрунт почти вертикально или наклонно и по мере углубления разветвляется на ряд тонких корней. Мочковатая часть корней у дуба, в сравнении с кленом остролистным и ясенем обыкновенным, развита слабо. Вес мелких корней (тоньше 1 мм) в чистых посадках составляет 10% от общего веса корней дерева.

Отдельные корни дуба в чистых культурах 22-летнего возраста в условиях Велико-Анадоля проникают в почвогрунт на глубину 440 см. Таким образом, средний ежегодный прирост в глубину составляет 20 см.

Большое влияние на степень развития корней дуба оказывают различные компоненты его. На рис. 21 графически изображено распределение корней дуба в среднем на одно дерево в метровом слое почвы в разных типах смешения. Из этого графика видно, что наиболее сильный рост корней дуба наблюдается в смешении с остролистным кленом, несколько слабее — в чистых культурах дуба, еще слабее — в смешении с желтой акацией. Весьма слабый рост корней дуба отмечается с акацией белой и самый слабый — с ясенем обыкновенным. Так, если вес корней в метровом слое почвы, приходящийся в среднем на 1 дуб в чистых культурах, принять за 100%, то в смешении с остролистным кленом он составит 123%, с акацией желтой — 90%, с акацией белой — 40% и с ясенем обыкновенным — 14%.

Количественный учет корней дуба в разных смешениях по 20-сантиметровым слоям почвы показывает, что его корневая система более равномерно распределяется в почвогрунте в сочетании с кленом остролистным. Корни дуба в этом типе смешения глубже проникают в почвенные слои и, таким образом, по сравнению с чистыми культурами дуба более полно используют объем почвогрунта. Если в чистом насаждении дуба в первом верхнем 20-сантиметровом слое почвы содержится 49% от общего веса в метровом слое мелких и мочковатых корней, во втором — 28% и в третьем — 12%, то в смешении с остролистным кленом соответственно: 33, 25 и 27%.

Корневая система клена также сильнее развивается в смешении с дубом, чем в чистых культурах; вес корней клена в сочетаниях с дубом на 24% больше, чем в чистых насаждениях.

Распределение в почвогрунте корней дуба в смешении с желтой акацией занимает промежуточное положение между

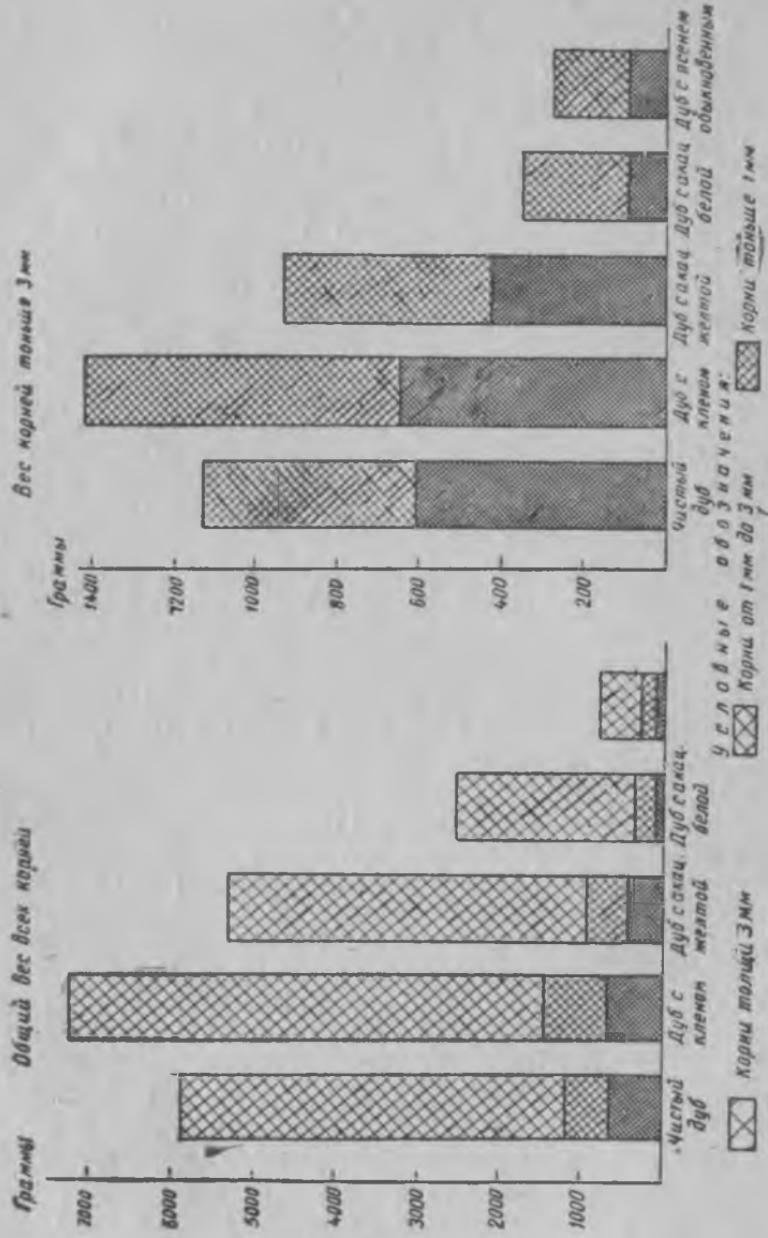


Рис. 21. Количество корней дуба в метровом слое почвы, приходящееся в среднем на 1 дерево в  $\varrho$  в разных типах смешения культур в 22-летнем возрасте (Велико-Анадольский лесхоз)

распределением дуба в чистой культуре и в культуре, смешанной с кленом остролистным.

Следовательно, клен лучше других из исследованных пород способствует развитию корневой системы дуба, что свидетельствует о большей устойчивости его в смешении с кленом остролистным, чем с любым другим из указанных спутников.

Плохими спутниками дуба являются акация белая и ясень обыкновенный — корневая система дуба в этих типах смешения находится в сильно угнетенном состоянии. Ясень и акация образуют чрезвычайно густую сеть тонких корней, расположенных большей частью в тех же почвенных слоях, где развиваются корни дуба. Благодаря густому ветвлению корни этих пород имеют большую всасывающую поверхность и поэтому обладают большей возможностью поглощать из почвенного грунта влагу и питательные вещества, чем корни дуба. В результате корни дуба в этих смешениях вытесняются из более глубоких почвенных горизонтов и сосредоточиваются главным образом в верхнем 40-сантиметровом слое, также густо насыщенном корнями ясения и акации. Поэтому дуб в смешении с ясением обыкновенным или акацией менее устойчив, чем в чистых культурах.

Уход за дубом путем вырубки ясения обыкновенного и акации белой мало улучшает его положение, так как насыщенность почвогрунта корнями срубленных пород от этого не уменьшается. Больше того, обильно появляющаяся пневая поросль с более мощной листовой массой еще сильнее истощает и без того бедные запасы влаги в почве. Вот почему в Велико-Анадоле дуб в посадках с ясением обыкновенным, а также с акацией белой во многих случаях погиб, несмотря на проводимые рубки ухода. В подобных типах смешения уход за дубом должен быть таким, чтобы одновременно с вырубкой деревьев отмирала и их корневая система. Только при этом условии в почвогрунте будут обеспечены пространственные возможности для развития корней дуба.

На тех же пробах, где производились раскопки корней, учитывался и вес листовой массы дуба в сухом виде. Для этого предварительно определялась общепринятым методом влажность свежесобранных листьев.

Отношение веса мелких (тоньше 3 мм) корней дуба к весу листьев в различных типах смешения показано в табл. 25.

Из данных табл. 25 видно, что наибольшее количество мелких корней на единицу веса листьев приходится на дуб в смешении с остролистным кленом; несколько меньше — в чистых культурах дуба, еще меньше — в смешении с акацией желтой и минимальное количество — в смешении дуба с акацией белой. Не подлежит сомнению, что устойчивость дуба понижается с увеличением нагрузки листовой массы на его корневую систему.

Отношение веса мелких корней дуба к весу листьев в различных типах смешения культур Велико-Анадольского лесхоза

№ проб	Тип культур	Сухой вес в г на 1 дерево		Отношение веса корней к весу листьев
		мелких корней	листьев	
1	Чистый дуб	1186,4	1146,5	1,04
2	Дуб в смешении с кленом остролистным	1417,6	1772,0	1,21
3	Дуб в смешении с акацией желтой	429,2	1009,5	0,92
4	Дуб в смешении с акацией белой	356,4	521,0	0,68

Анализ полученного материала позволяет сделать вывод, что развитие и строение корневой системы дуба, а также проникновение ее в глубину в различных культурах сильно меняется в зависимости от его компонентов. Это, в свою очередь, по-разному сказывается на его устойчивости в степных условиях. Поэтому при подборе спутников для дуба необходимо считаться с взаимовлиянием корневых систем разных древесных и кустарниковых пород.

Хорошее состояние и сильный рост дубово-кленовой культуры в условиях Велико-Анадоля в значительной степени нужно отнести за счет благоприятного взаимовлияния корневых систем этих пород. И, наоборот, угнетенное состояние и слабая устойчивость дуба в смешанных культурах с акацией белой, а также с ясенем обыкновенным объясняется подавлением корневой системы дуба его компонентами.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ В РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ СТЕПНОВСКОГО ЛЕСХОЗА (АСТРАХАНСКАЯ ОБЛ.) И САЛЬСКОЙ ДАЧИ (РОСТОВСКАЯ ОБЛ.)

Для успешного осуществления больших и сложных работ по созданию промышленных дубрав в засушливых степях Астраханской, Сталинградской и Ростовской областей необходимо всесторонне знать опыт прежних облесительных работ в этих районах. Обобщение прошлого опыта по лесоразведению и детальный анализ свойств разных древесных и кустарниковых пород, их взаимоотношения между собой и с окру-

жающей средой помогут в выборе правильных путей для создания устойчивого и производительного леса в засушливых районах степи.

С этой целью летом 1950 г. было произведено обследование созданных ранее культур в Степновском лесхозе Астраханской обл., Романовском лесхозе (Сальская дача) Ростовской обл. и частично в лесозащитных полосах Красноармейского опорного пункта Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации (ВНИАЛМИ) той же обл.

Для изучения старых посадок был принят обычный метод описания культур в момент их обследования с восстановлением истории создания культур.

При обследовании культур особое внимание обращалось на рост и развитие корней древесных и кустарниковых пород в зависимости от почвенных условий.

Для проведения правильных агротехнических и биологических мероприятий при лесоразведении в условиях сухих степей необходимо всесторонне знать характер развития и строения корневых систем лесных пород на почвах различной солонцеватости.

Для того чтобы выяснить состояние и развитие лесных культур в этих районах, в наиболее характерных местах было заложено 18 пробных площадей, из них 3 пробы в культурах Степновского лесхоза и 15 — в Сальской даче Романовского лесхоза.

Кроме того, в порядке экскурсионного обследования, для характеристики роста насаждений в лесополосах Красноармейского опорного пункта Ростовской обл. были дополнительно заложены две пробы, каждая с площадью не менее 500 м<sup>2</sup>.

### Степновский лесхоз

Современные естественно-исторические условия весьма неблагоприятны для произрастания древесной растительности в районе Степновского лесхоза.

Лесными посадками возле города Степного, в бывшей Элистинской даче, начали заниматься во второй половине XIX в. Дача занимала небольшую часть долины балки Элисты, но основная ее площадь выходила на высокое степное плато. Общая площадь Элистинской дачи составляла 1181 га, из них было подвергнуто облесению до 1913 г. 205 га. Все попытки создания лесных насаждений в этой даче успеха не имели. В настоящее время от бывших лесных посадок сохранились только культуры в долине балки Элисты на площади 2,5 га, которые имели возможность питаться пресными грунтовыми водами. На водораздельных степных участках все культуры под влиянием ряда причин и главным образом из-за недостатка влаги погибли.

Акад. Г. Н. Высоцкий, производя обследование лесных культур в Элисгинской даче в 1913 г., указывал, что еще в тот период в даче сохранилось „еле живых насаждений 46%, остальные 54% засохли“<sup>1</sup>. Наиболее сильное усыхание древесно-кустарниковой растительности происходило на возвышенных участках.

В настоящее время такая же участь постигает обследованные нами посадки Агролеса, заложенные в 1928—1930 гг. в 5 км от гор. Степного.

Основная территория этих посадок расположена на приподнятом пологом склоне балки Элисты на светлокаштановых супесчаных и легко-суглинистых почвах, подстилаемых мощными ергенинскими песками. В северо-западной части участка посадки находятся почти на ровном террасовидном уступе.

Из культур общей площадью в 200 га, посаженных в 1928—1930 гг., к 1951 г. более или менее сохранилось только около 60 га. Здесь высаживались в различных смесях следующие древесные и кустарниковые породы: дуб, ясень зеленый, гледичия, карагач, акация белая, клен американский, акация желтая, аморфа, скумпия, лох, тамарикс и др.

Культуры Агролеса в первые десять лет жизни содержались в надлежащем порядке и для степных условий развивались нормально. С 1942 г. эти посадки были лишены ухода и охраны; культуры травились скотом.

С 15-летнего возраста насаждения начали усыхать, особенно сильно за последние 3—5 лет.

Для изучения состояния этих культур были заложены три пробы: две — в культурах с участием дуба и одна — в культурах ясения зеленого в смеси с кустарниками. Пробные участки расположены на возвышенном пологом склоне балки Элисты. Почва — светлокаштановая, легко-суглинистая, солонцеватая, в комплексе с солонцами до 20%, подстилаемая на глубине 1,5—2,5 м мощным слоем белого песка.

Почвенные разрезы:

на пробе 1

*A*  
0—15 — супесчаный, серого цвета, непрочно-комковатой структуры, сильно пронизан корнями травянистых растений;

*B<sub>1</sub>*  
15—70 — светлосерый суглинок, комковато-глыбистой структуры, корней много;

<sup>1</sup> Высоцкий Г. Н., Ергеня, культурно-фитологический очерк, 1915, Труды Бюро по прикладной ботанике, т. VIII, вып. 10—11, стр. 1113—1436.

- $\frac{C_1K}{70-140}$  — плотный суглинок палевого цвета, ореховатой структуры, с частыми пятнами белоглазки;
- $\frac{C_2K}{140-280}$  — сильно уплотненный палевого цвета сцементированный карбонатами суглинок, с большим скоплением крупной белоглазки;
- $\frac{C_3K}{280 \text{ и глубже}}$  — белый сыпучий песок;
- на пробе 2
- $\frac{A_1}{0-14}$  — супесчаный, светлосерого цвета, непрочно-комковатой структуры, с множеством корней травянистых растений;
- $\frac{B_1}{14-80}$  — светлосерый суглинок, глыбисто-призматической структуры, с большим содержанием корней;
- $\frac{C_1K}{80-180}$  — тяжелый суглинок сероватого цвета с пятнами белоглазки;
- $\frac{C_2K}{180 \text{ и глубже}}$  — белый сыпучий песок.

Расстояние между рядами растений на пробе первой — 1 м, а на пробах второй и третьей — 1,5 м.

Лесоводственная характеристика древостоев на пробах 1, 2 и 3 показана в табл. 26.

Из данных табл. 26 видно, что основная часть (60—70%) высаженных древесных и кустарниковых растений погибла. Из оставшихся культур часть растений также находится в поврежденном или усыхающем состоянии.

Усыхание и отпад лесной растительности на пробах 2 и 3 больше, чем на пробе 1. Это объясняется, повидимому, более близким залеганием к дневной поверхности (с глубины 1,5 м) Ергенинских песков на 2-й и 3-й пробах.

На солонцовых пятнах вся лесная растительность, за исключением тамарикса, погибла.

Из высаженных на этих участках древесных пород наиболее устойчивыми оказались дуб и ясень зеленый, а из кустарниковых — тамарикс и аморфа. От первоначального числа высаженных растений к моменту обследования сохранилось: дуба — 24%, ясеня зеленого — 37%, аморфы — 36% и тамарикса — 63%. Наибольший отпад в этих культурах наблюдался у клена ясенелистного, которого сохранилось в посадках только 17%, причем в большинстве случаев поврежденного.

Таблица 26

## Общая лесоводственная характеристика культур Степновского лесхоза

Показатели насаждения	Породы						Всего
	дуб	клен	ясень-листный	акация белая	аморфа	акация желтая	
П р о б а 1							
Высажено растений на 1 га:							
абсолютное число . . .	620	580	320	2580	640	320	5060
в процентах . . . . .	12,3	11,3	6,4	51,0	12,7	6,3	100
Сохранилось растений на 1 га:							
абсолютное число . . .	220	100	80	1340	200	200	2140
в процентах . . . . .	35,48	17,2	25,0	51,9	31,2	62,5	42,2
Из них:							
а) здоровых . . . . .	100	—	—	—	160	200	460
б) поврежденных и сухих . . . . .	120	100	80	1340	40	—	1680
Средний диаметр в см . . .	5,0	5,3	4,8	—	—	—	—
Средняя высота в м . . .	3,1	3,5	3,3	0,8	1,2	1,3	—
Максимальная высота в м .	7,5	4,6	4,5	0,8	2,0	1,8	—
Минимальная высота в м .	2,0	2,0	2,5	0,2	0,8	0,5	—
Средний диаметр проекции крон в м . . . . .	2,0	1,5	2,1	0,3	2,3	0,9	—
Общая площадь проекции крон в м <sup>2</sup> на 1 га . . . .	440	150	168	1062	460	180	2460
Коэффициент покрытия . .	0,04	0,02	0,02	0,11	0,05	0,02	0,26
Прирост в высоту за последние 3 года в см . . . .	30	—	—	—	—	—	—
П р о б а 2							
Высажено растений на 1 га:			ясень зелен.				
абсолютное число . . .	640	960	880	1080	2200	540	6300
в процентах . . . . .	10,2	15,2	14,0	17,1	34,9	8,6	100
Сохранилось растений на 1 га:							
абсолютное число . . .	80	140	240	220	440	300	1420
в процентах . . . . .	12,5	14,6	27,3	20,3	20,0	55,5	22,5

Показатели насаждения	Породы						Всего
	дуб	клен	ясне- листный	ясень зеленый	аморфа	акация желтая	
<b>Из них:</b>							
а) здоровых . . . . .	—	—	—	—	280	240	520
б) поврежденных и сухих	80	140	240	220	160	60	900
Средний диаметр в см . . .	—	—	3,7	—	—	—	—
Средняя высота в м . . .	0,3	0,6	2,2	0,7	1,2	1,3	—
Максимальная высота в м .	0,5	1,1	2,5	0,8	2,0	1,8	—
Минимальная высота в м .	0,2	0,2	2,0	0,2	0,7	0,5	—
Средний диаметр проекции крон в м . . . . .	0,4	1,0	1,7	0,6	2,1	0,7	—
Общая площадь проекции крон в м <sup>2</sup> . . . . .	32	140	408	132	924	210	1846
Коэффициент покрытия . .	0,003	0,02	0,04	0,01	0,09	0,02	0,183

## Проба 3

Высажено растений на 1 га:							
абсолютное число . . .	—	—	1320	3340	—	360	5020
в процентах . . . . .	—	—	24,1	65,0	—	10,9	100
Сохранилось растений на 1 га:							
абсолютное число . . .	—	—	620	1160	—	260	2040
в процентах . . . . .	—	—	46,9	34,7	—	72,0	40,6
<b>Из них:</b>							
а) здоровых . . . . .	—	—	—	—	—	200	200
б) поврежденных и сухих	—	—	620	1160	—	60	1840
Средний диаметр в см . . .	—	—	3,8	—	—	—	—
Средняя высота в м . . .	—	—	3,5	0,7	—	1,1	—
Максимальная высота в м .	—	—	4,2	1,2	—	1,7	—
Минимальная высота в м .	—	—	1,8	0,3	—	0,5	—

Таким образом, общее состояние культур в период обследования следовало признать неудовлетворительным. Посадки были сильно расстроены и представляли собой редины и проталины.

Уцелевшие остатки культур имели чахлый вид, кривые, корявые и сучковатые стволы и ажурные кроны. Около 30%

молодых веток на деревьях не имело листьев, что было вызвано острым недостатком влаги в почве. При сокращении листовой массы деревьев расход воды на транспирацию, несомненно, был меньшим.

Усыханию лесных культур в посадках Агролеса в значительной мере способствовал также травяной покров, в состав которого входили главным образом типчак, полынь белая, ковыль и другие представители степной растительности.

Почти все древесные и кустарниковые породы в этих культурах ежегодно страдают от морозов, особенно сильно аморфа и скумпия, менее — дуб и акация желтая,

Одновременно с обследованием надземной части древесных и кустарниковых растений проводилось детальное исследование корневых систем по разработанной нами методике.

Данные учета корней на 1-й и 2-й пробах по 20-сантиметровым слоям почвы с учетом генетических горизонтов почвы приведены в табл. 27 и 28 и в виде графика на рис. 22 (стр. 81).

Распространение корней дуба и его компонентов в почвенном профиле показано на рис. 23 (стр. 82).

На основании исследования корневых систем можно сделать следующие выводы.

Главная масса (60—70%) крупных и мелких корней исследуемых древесных и кустарниковых пород сосредоточена в верхнем 80-сантиметровом слое почвы.

В карбонатном горизонте (на пробе 1 с глубины от 100 до 200 см и на пробе 2 с глубины от 80 до 140 см) наблюдалось резкое сокращение развития мелких мочковатых корней дуба и аморфы.

Однако с углублением в почвогрунт, по мере того как уменьшалось содержание белоглазки, количество мелких корней этих пород снова увеличивалось. Это доказывает, что известковые скопления в почве отрицательно действуют на развитие корней дуба и аморфы. Поэтому в распределении мелких корней дуба и аморфы образуется два яруса: первый — в верхнем 80-сантиметровом слое почвы и второй — глубже 1,5 м.

Корневая система акации желтой распределяется в почвогрунте более равномерно. Содержание ее корней в горизонте скопления белоглазки лишь уменьшается в небольших размерах. Следовательно, корни акации более активно проникают в уплотненный карбонатный горизонт, чем корни дуба и аморфы. Возможно, что акация желтая может быть использована для биологического мелиорирования уплотненных карбонатных горизонтов почвы. Эти различные отношения корней древесных и кустарниковых пород к уплотненным карбонатным горизонтам почвы следует учитывать при лесоразведении.

В 20-летних культурах акация желтая по сравнению с дубом имеет более мощную корневую систему. Данные учета

Таблица 27

## Распределение корней по 20-сантиметровым слоям светлокаштановой почвы в 20-летних культурах Степновского лесхоза

Почвенные горизонты	Глубина залегания слоев почвы в см	Порода	Воздушно-сухой вес корней на 1 м в разных слоях почвы						потребность в питательных веществах	
			в граммах			в процентах				
			деревесных и кустарниковых пород по группам толщины корней		деревянистых корней	деревесных и кустарниковых пород по группам толщины корней		деревянистых		
			крупных (толще 1 м.м.)	мелких (толще 1 м.м.)	итого	крупных (толще 1 м.м.)	мелких (толще 1 м.м.)	итого		
$A_1$ (1-15)	0-20	Дуб Акация желтая Аморфа	29,00 92,60 78,60	1,50 1,00 1,25	30,50 96,60 79,85	256,25 4,25 46,80	4,25 15,81 0,74	20,10 0,70 0,40	1,03 1,13 1,13	90,50 18,20 18,20
$A_1$ (15-70)	20-40	Дуб Акация желтая Аморфа	22,0 89,76 35,55	0,85 2,10 1,20	22,85 191,86 36,75	10,00 3,35 4,25	15,24 32,40 21,18	0,60 0,40 0,70	1,58 3,28 2,88	3,60 14,0 14,0
$A_1$ (70-360)	40-60	Дуб Акация желтая Аморфа	102,43 12,73 31,73	2,75 2,25 0,60	105,18 14,98 32,33	0,70 4,25 1,0	17,50 7,58 2,00	0,50 1,34 0,40	18,00 8,92 22,10	1,40 3,20 1,40
$C_{1\kappa}$ (70-140)	60-80	Дуб Акация желтая Аморфа	68,35 8,33 8,33	3,60 0,85 0,85	71,95 9,28 9,28	1,0 1,20 1,20	1,75 4,96 4,96	1,170 0,59 0,59	1,231 5,55 5,55	0,40 7,50 7,50
$C_{2\kappa}$ (140-360)	140-200	Дуб Акация желтая Аморфа	71,46 11,79 11,79	5,95 2,05 2,05	77,41 16,84 16,84	1,0 0,32 0,32	6,20 1,220 1,220	6,10 1,00 1,00	7,10 4,10 4,10	26,70 22,70 22,70
Всего	0-360	Дуб Акация желтая Аморфа	132,37 560,76 457,78	1,94 24,60 10,0	144,31 585,36 416,77	23,30 0,57 0,45	91,84 4,29 5,95	8,16 100,0 100,0	100,0 100,0 100,0	100,0

Распределение корней по 20-сантиметровым слоям светлокаштановой лёгко-суглинистой почвы в 20-летних культурах Степновского лесхоза

Почвенные горизонты	Глубина залегания слоев почвы в см	Породы	В граммах				В процентах			
			древесных и кустарниковых пород по группам толщины корней		Почвенный horizon	древесных и кустарниковых пород по группам толщины корней		Почвенный horizon	древесных и кустарниковых пород по группам толщины корней	
			крупных (толще 1 см)	мелких (1 см и тоньше)		крупных (толще 1 см)	мелких (1 см и тоньше)		крупных (толще 1 см)	мелких (1 см и тоньше)
<i>A<sub>1</sub></i> 0-14	0-20	Дуб	45,40	0,50	45,60	98,50	77,00	33,43	0,37	33,80
		Акация желтая	35,60	0,75	36,35	35,75	27,00	31,27	0,65	31,92
	20-40	Дуб	34,30	1,45	35,75	20,45	7,20	25,43	1,07	26,50
		Акация желтая	18,70	1,75	20,45	11,60	16,43	16,43	1,54	17,97
	40-60	Дуб	19,90	1,00	20,90	18,50	3,00	14,75	0,74	15,49
		Акация желтая	16,50	3,35	19,85	11,60	14,49	14,49	2,94	17,43
	60-80	Дуб	11,10	0,50	11,60	7,35	3,00	8,23	0,37	8,60
		Акация желтая	20,95	3,25	24,20	18,40	18,40	2,85	24,25	4,65
	80-160	Дуб	17,55	1,10	18,65	5,10	2,80	13,03	0,82	13,85
		Акация желтая	8,41	2,85	11,26	—	—	7,40	2,50	9,90
	160-200	Дуб	1,43	0,45	1,88	—	—	1,06	0,33	1,39
		Акация желтая	0,17	0,75	0,92	—	—	0,15	0,66	0,81
	200-300	Дуб	0,10	0,39	0,49	—	—	0,07	0,30	0,37
		Акация желтая	0,17	0,65	0,82	—	—	0,15	0,57	0,72
Всего	0-300	Дуб	129,48	5,39	134,87	156,45	93,00	96,00	4,00	100
		Акация желтая	100,50	43,35	113,85	156,45	88,29	88,29	11,74	100

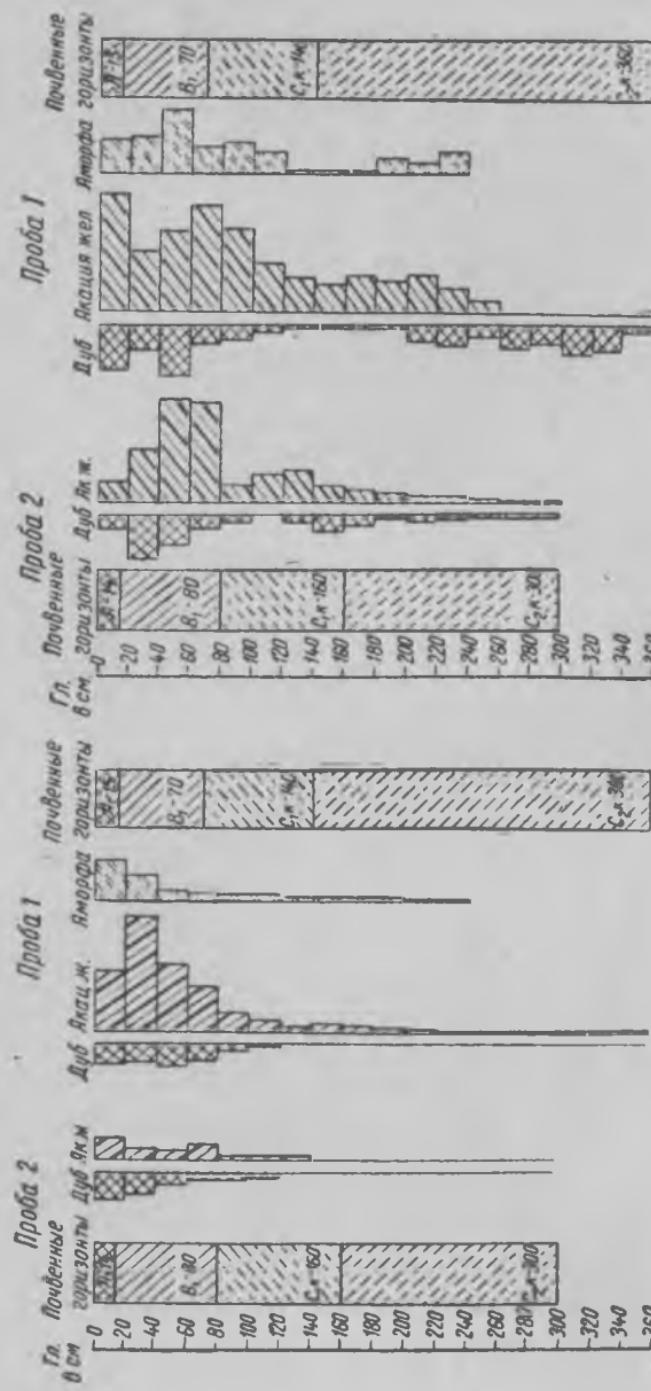
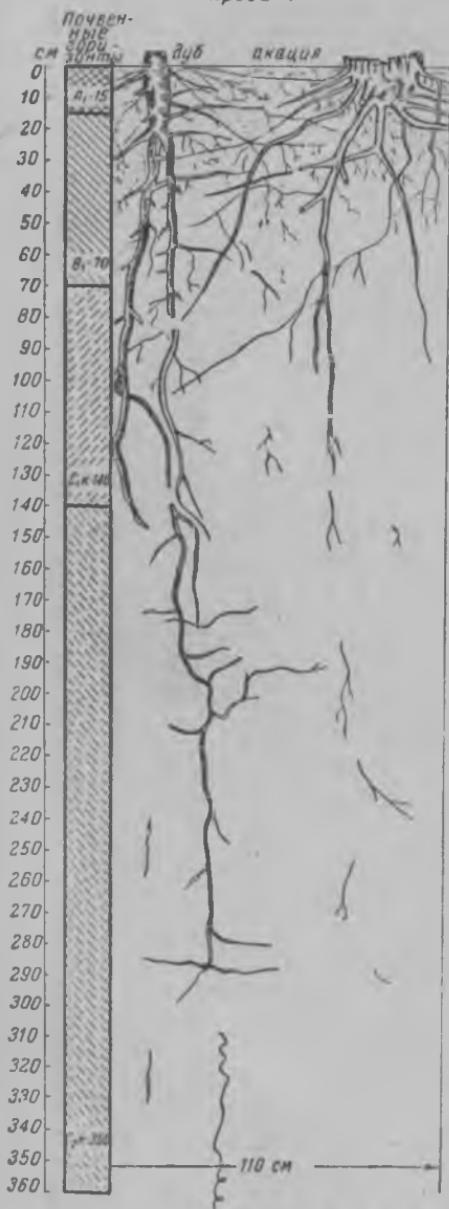


Рис. 22. Распределение корней по 20-сантиметровым слоям почвы (в г на 1 м<sup>2</sup>) в 20-летних куль-турах Степновского лесхоза

Проба 1



Проба 2



Рис. 23. Корневая система дуба и акации желтой в 20-летних культурах на светло-каштановой супесчаной почве (Степновский лесхоз)

показывают, что на 1  $m^2$  почвогрунта корней акации содержится в 2—2,5 раза больше, чем корней дуба, хотя количество уцелевших растений на единице площади насаждения и той и другой породы в момент исследования было почти одинаковое. Этим, повидимому, объясняется лучшее состояние желтой акации по сравнению с другими, произрастающими здесь породами.

Корневые системы акации желтой и дуба проникают в почвогрунт на одинаковую глубину. На 1-й пробе дуб и акация достигают глубины 360 см, на 2-й пробе — 300 см.

Аморфа проникает на глубину 250 см. Таким образом, утверждение некоторых лесоводов о том, что акация желтая развивает поверхностную корневую систему, нашими исследованиями не подтверждается.

Из полученных данных следует, что акация желтая с ее мощной корневой системой может быть сильным конкурентом дуба и других растений. Поэтому вряд ли можно считать желтую акацию подходящим компонентом для дуба, тем более что акация желтая плохо защищает почву от травянистой растительности. Под ее кустами развивается сравнительно хороший покров травянистых растений.

Проведенные исследования показали, что особенно резкое сокращение крупных и мелких корней древесных и кустарниковых пород наблюдалось в ергенинских песках, которые на 1-й пробе залегают с глубины 280 см, а на 2-й — со 160 см. Корни древесных растений, достигшие песчаного слоя, горизонтально разветвлялись на несколько тонких корней, которые резко поворачивали в стороны, изгибались и сходили на нет, а корни, проникшие в песок, отмирали. Песок на обеих пробах был сухим и сыпучим. В момент раскопок — 24 мая — влажность его на 1-й пробе была 0,8%, на 2-й — 0,7%, в то время как лежащий над песчаным слоем суглинистый горизонт имел влажность 8,5%.

Эти неблагоприятные почвенные условия, повидимому, в значительной мере способствовали усыханию созданных здесь лесных культур. В первые годы жизни лесных посадок, когда их корневая система располагалась в слое суглинка, культуры развивались более или менее нормально. Древесные растения снабжались водой, накопившейся в 2-метровом суглинистом слое почвы. Но по мере того как насаждение росло, увеличивалась потребность во влаге, а корни древесных растений, проникая в глубь почвогрунта, попадали в сухой песок и потому не в состоянии были удовлетворить его; в результате культуры Агролеса с 15-летнего возраста начали усыхать.

На этих участках изучалось также распространение корней травянистых растений в почвенной толще. Результаты учета, приведенные в табл. 27 и 28, показывают, что 80% корней

травянистых растений сосредоточены в верхнем 20-сантиметровом слое почвы. Мощно развитая густая сеть этих корней в верхнем слое почвы, несомненно, подавляет развитие корней древесных растений. Кроме того, корни травянистых растений в верхнем слое почвы перехватывают основную долю летних осадков, в результате чего древесная растительность еще сильнее страдает от недостатка влаги.

### Сальская дача

Сальская дача Романовского лесхоза Ростовской обл. расположена в сухой степи, на водоразделе рек Дона и Сала; почвы здесь темнокаштановые, тяжело-суглинистые, в комплексе с солонцами.

Общая площадь дачи — 3003 га, из них лесопокрытой — 952 га. Все насаждения Сальской дачи созданы искусственным путем. Значительная часть посадок была выполнена с 1890 по 1910 г.

Изучение насаждений Сальской дачи представляет большой интерес для массивного лесоразведения в сухой степи, особенно в связи с созданием промышленных дубрав в этих районах.

Естественно-исторические условия для произрастания древесной растительности в районе Сальской дачи — неблагоприятные. Лето здесь жаркое и сухое, осадки выпадают неравномерно и в небольшом количестве, а испаряемость чрезвычайно большая. Зима неустойчива, снежный покров незначительный. Часто зимы бывают совсем бесснежные.

Рельеф Сальской дачи — равнинный, с многочисленными микрозападинами ленточной формы и еле заметными на глаз склонами.

Ширина микрозападин составляет от 20 до 50 м. Почвы здесь в значительной степени промытые. Эти западинки и ложбинки имеют лучшие в даче условия для произрастания древесной растительности.

Повышенные места, где почвы обычно солонцеватые в комплексе с солонцами, мало пригодны для продуктивного лесоразведения. Поэтому под посадки леса в Сальской даче отводились в первую очередь ложбины, микрозападины и потяжины, причем ложбины часто преграждались насыпью в виде плотин для задержания талых и дождевых вод.

Для подготовки почвы к лесопосадкам намеченные под лесные культуры целинные участки земли предварительно сдавались на 3 года крестьянам в сельскохозяйственное пользование. После такой подготовки землю вспахивали осенью на глубину 27—30 см, а весной, после боронования, производились посадки леса под сажальный кол. Посадочный материал брался из собственных местных питомников.

Лесные посадки в первый период лесоразведения создавались по донскому типу, затем, несколько позже, по „нормальному“, а еще позже — по древесно-кустарниковому типу. При создании культур в Сальской даче высаживались следующие древесно-кустарниковые породы: дуб, ясень обыкновенный, берест, ясень зеленый, клен ясенелистный, клен остролистный, акация белая, жимолость татарская, клен татарский, акация желтая, аморфа, скумпия и тамарикс.

В первый период молодые насаждения в даче развивались удовлетворительно, но затем, достигнув 15—20-летнего возраста, стали постепенно сохнуть. Раньше всего начали отпадать ильмовые породы, потом, с 20-летнего возраста, по-всеместно суховершил дуб. Наиболее сильное усыхание наблюдалось на повышенных местах, менее сильное — в микропонижениях.

С 1924 г., в целях лучшего сохранения лесных насаждений второго поколения, в Сальской даче проводилась рубка деревьев первого поколения в возрасте 20—25 лет. Дуб к этому времени в микропонижениях достигал 10—14 м высоты и 12—16 см в диаметре на высоте груди. Во время немецкой оккупации беспорядочно рубились все насаждения первого поколения, независимо от их состояния.

К периоду обследования в Сальской даче из первого поколения сохранились только молодые посадки в возрасте 10—15 лет. Все остальные насаждения относятся ко второму и даже к третьему порослевому поколению. Возраст основной части этих насаждений — 20—25 лет.

Преобладающими породами в даче в настоящее время являются дуб и ясень обыкновенный. Насаждения в целом — низкокачественные, преимущественно IV бонитета.

Порослевые насаждения в ложбинах и микрозападинах сохранились в удовлетворительном состоянии, а на повышенных местах они расстроены и представляют собой редины низкорослого корявого леса. На сильно засоленных почвах и солонцах остались только единичные группы из ясения и дуба.

Для характеристики состояния насаждений в различных почвенных условиях в Сальской даче было заложено 15 проб размером по 0,05 га каждая.

Пробные участки заложены в порослевых насаждениях второго поколения в возрасте 15—30 лет.

Таксационная характеристика лесных насаждений на пробах представлена в табл. 29. Характеристика почв на пробах, приводимая в этой таблице, дана В. С. Шумаковым.

Насаждения Сальской дачи по состоянию их роста и продуктивности можно разделить на три категории.

К первой категории относятся лучшие насаждения дачи, произрастающие в микрозападинах и ложбинах на хорошо

Категория насаждений	№ пробных площадей (в числи- телье) и кварталов (в знамена- тие)	Условия место- произрастания	Состав насаждений в период обследования		Возраст насаждений с момента создания культур (лет)	Возраст второго поколения (лет)	Полнота	Подлесок
			Состав насаждений в период обследования	Возраст насаждений с момента создания культур (лет)				
I	13 105	Микрозадина. Почва: лугово- темнокаштановая, тяжело-суглини- стая, на лессовид- ном суглинке	7Д 3Яс	47	20	0,7	Из отдельных кустов жимо- лости татар- ской	
I	5 105	Микрозадина. Почва: лугово- темнокаштановая, тяжело-суглини- стая, на лессовид- ном суглинке	10Д	43	17	0,8	Из порослевого дуба (сплош- ной)	
III	15 105	Приподнятое ров- ное место. Почва: темнокаштановая, солонцеватая, тяжело-суглини- стая, на лессовид- ном суглинке	7Д 3Яс	47	20	0,2	Полностью погиб	
I	5 18	Мелкая ложбина Почва: лугово- каштановая, тяжело-суглини- стая, на лессовид- ном суглинке	9Д 1Яс	47	22	0,7	Из жимолости татарской (весьма редкий)	

## ской дачи Романовского лесхоза

Характер живого покрова и степень задернения	Порода	Высажено растений (шт. на 2га)	Сохранилось растений на 1 га (в числите — абсолютное число, в знаменателе — в процентах)			Средний диаметр в см	Средняя высота в м	Максимальная высота в м	Состояние насаждений				
			деревьев		низкорослого отмирающего кустарника высотой до 1 м								
			всего	деревьев									
Почва на 50% покрыта степной травянистой растительностью и на 50% мертвым покровом	Дуб	3600	1320 36,6	520 14,4	1840 51	7,9	7,8	10	Удовлетворительное; единичное усыхание				
	Ясень	1400	620 44	400 29	1020 73	4,8	5,7	8					
Почва почти сплошь покрыта лесной подстилкой	Дуб	Густой посев старого питомника	—	—	—	5,3	6,4	7,5	Удовлетворительное				
	Дуб	3600	280 7,7	20 0,6	300 8,3	3,9	2,6	3,5					
Сплошной травяной покров из степной растительности (ковыль, подмаренник и др.)	Ясень	1400	260 19,0	280 20,0	540 39,0	2,9	2,7	4,5	Неудовлетворительное; уцелели единичные корявые сучковатые стволы				
	Дуб	3600	280 7,7	20 0,6	300 8,3	3,9	2,6	3,5					
Сплошная лесная подстилка, живой покров почти отсутствует	Дуб	8200	2780 34	2600 31	5380 65	6,8	7,2	11,5	Хорошее, единичное усыхание				
	Ясень	780	340 43	80 10	420 53	4,8	6,3	8,1					

Категория насаждений	№ пробных площадей (в числи- телье) и кварталов (в знамена- тие)	Условия место- произрастания	Состав насаждений в период обследования		Возраст насаждений с момента создания культуры (лет)	Возраст второго поколения (лет)	Полнота	Подлесок
			Возраст насаждений с момента создания культуры (лет)	Возраст второго поколения (лет)				
II	6 18	Ровное место, прилегающее к микрозападине. Почва: темно-каштановая, слабо-солонцеватая, тяжело-суглинистая, на лессовидном суглинке	9Д 1Яс	47	22	0,3	Из жимолости татарской, редкий, но равномерный	
I	4 18	Мелкая ложбина. Почва: лугово-темнокаштановая, тяжело-суглинистая, на лессовидном суглинке	9Д 1Яс	47	22	0,7	Из жимолости татарской, (очень редкий); общая сомкнутость подлеска 0,1—0,2	
I	16 133	Микрозападина. Почва: лугово-темнокаштановая, слабо-осоложенная, тяжело-суглинистая на буром тяжелом суглинке	5Д 5Яс ед. Ко	57	20	0,8	Отсутствует	
III	9 133	Приподнятый, еле заметный склон. Почва: темнокаштановая, солонцеватая, тяжело-суглинистая, измененная лесом	4Д 6Яс	57	30	0,3	Берест и клен татарский (редко)	

Характер живого покрова и степень задерненности	Порода	Высажено растений (шт. на га)	Сохранилось растений на 1 га (в числите — абсолютное число, в знаменателе — в процентах)			Средний диаметр в см	Средняя высота в м	Максимальная высота в м	Состояние насаждений
			деревьев	низкорослого отмирающего кустарника высотой до 1 м	всего				
Почва на 60% покрыта степной травяной растительностью и на 40% лесной подстилкой	Дуб	8330	3260 39	1980 24	5240 63	3,1	3,2	5,8	Насаждение низкокачественное; стволы кривые и сучковатые
	Ясень	820	580 70,7	40 4,9	620 75,6	4,7	4,7	5,2	
Сплошная лесная подстилка, живой покров отсутствует	Дуб	8400	2980 35	1920 23	4900 58	5,6	5,4	8,7	Хорошее; наблюдается единичное усыхание деревьев
	Ясень	660	180 27	60 9	240 36	6,8	8,0	8,4	
Почти сплошная лесная подстилка, живой покров отсутствует	Дуб	3000	720 24	240 8	960 32	9,7	9,2	10,0	Хорошее
	Ясень	3000	620 20,7	100 3,3	720 24,0	7,8	7,0	8	
Почва задернила; на 85% покрыта травяной растительностью (пырей, кошыль, подмаренник)	Дуб	3000	860 28,7	680 22,6	1540 51,3	3,9	4,1	9	Насаждение низкорослое, коряковое; наблюдается массовое усыхание деревьев. Ясень заметно угнетал дуб
	Ясень	3000	1360 45	520 17	1880 62	3,4	3,9	7	

Категория насаждений	№ пробных площадей (в числе) и кварталов (в знаменателе)	Условия место- произрастания	Состав насаждений в период обследования		Возраст насаждений с момента создания культур (лет)	Возраст второго поколения (лет)	Подиота	Подлесок
			Состав насаждений в период обследования	Возраст насаждений с момента создания культур (лет)				
I	8 133	Микропонижение. Почва: лугово-ка- штановая, тяжело- суглинистая, из- мененная лесом, на лессовидном суглинке	4Д 6Яс	57	30	0,8	Клен татарский и берест	
I	4 151	Микропонижение. Почва: темнока- штановая, тяжело- суглинистая, пере- ходная к лугово- каштановой, из- мененная лесом	3Д 3Яс 3Ко, 1Л	48	30	0,8	Акация желе- тая и липа (подлесок редкий)	
II	4а 134	Ровное место. Почва: глубокий глинисто-призма- тический, тяжело- суглинистый соло- нец, на лессовид- ном суглинке	5 Бер. 3Яс 2Д	48	30	0,4	Из низкорос- лого береста (редкий)	

Характер живого покрова и степень задернения	Порода	Высажено растений (шт. на 2га)	Сохранилось растений на 1 га (в числите — абсолютное число, в знаменателе — в процентах)			Средний диаметр в см	Средняя высота в м	Максимальная высота в м	Состояние насаждений
			деревьев	низкорослого отмирающего кустарника высотой до 1 м	всего				
Покров на 80% из лесной подстилки, редко горошек, ковыль	Дуб	3000	880 29	520 17	1400 46	8,7	9,0	11,0	Хорошее; единичное усыхание
	Ясень	3000	1180 39	540 18	1720 57	5,4	8,0	10	
Покров на 80% из лесной подстилки, редко конопля, лебеда	Дуб	2000	600 30	240 12	840 42	10	8,0	9,5	Хорошее; единичное усыхание
	Ясень	1800	520 29	40 2	560 31	6,9	7,5	9	
	Клен	1800	560 31	20 1	580 32	4,3	5,2	6	
Почва покрыта на 85% густой степной травянистой растительностью из пырея, типчака, полыни и др.	Дуб	2000	160 8	380 19	540 27	1,7	1,4	3	Расстроенное, низкокачественное, с массовым усыханием береста. Тип смешения для дуба неблагоприятный; ильм и ясень, несомненно, способствовали усыханию дуба
	Ясень	4000	120 3	140 3,5	260 6,5	6,2	3,9	5	
	Берест	4000	240 6	1660 41,5	1900 47,5	1,0	1,4	2,5	

Категория насаждений	№ пробных площадей (в числе- те) и кварталов (в зна- чение)	Условия место- произрастания	Состав насаждений в период обследования		Возраст насаждений с момента создания культуры (лет)	Возраст второго поколения (лет)	Полнота	Подлесок
			Состав насаждений в период обследования	Возраст насаждений с момента создания культуры (лет)				
II	8 60	Приподнятое ров- ное место. Почва: темнокаштановая, солонцеватая, тяжело-суглини- стая, на лессовид- ном суглинке	8Яс 2Д	50	22	0,1		Нет
1	9 60	Микропонижение. Почва: темнока- штановая с пере- ходом к лугово- каштановой, тяжело-суглини- стая, на лессовид- ном суглинке	8Д 2Яс	50	22	0,7	Жимолость татарская (редко)	
II	10 60	Ровное место. Почва: темнока- штановая, слабо солонцеватая, тяжело-суглини- стая, на лессовид- ном суглинке	3Д 7Яс	50	22	0,4		Нет
I	11 75	Плоская ложбина. Почва: лугово- каштановая, бо- гато гумусная, тяжело-суглини- стая, на лессовид- ном суглинке	10Д	36	8	0,9	Порослевой дуб	

Характер живого покрова и степень задернения	Порода	Высажено растений (шт. на га)	Сохранилось растений на 1 га (в числителе — абсолютное число, в знаменателе — в процентах)		Всего	Средний диаметр в см	Средняя высота в м	Максимальная высота в м	Состояние насаждений
			деревьев	низкорослого отмирающего кустарника высотой до 1 м					
Почва сплошь покрыта степной травянистой растительностью из пырея, ковыля, подмаренника; сильно задернела	Дуб	3000	1160 39			9,2	9,6	11	Хорошее; ясень в значительной мере удален при рубках ухода
Почва на 30% покрыта травянистой растительностью (конопля, пырей, лебеда) и на 70% лесной подстилкой	Ясень	3000	340 11			7,3	8,0	9,6	
Почва на 50% покрыта травянистой растительностью (ковыль, подмаренник и др.) и на 50% лесной подстилкой	Дуб	3000	1000 33,0			5,0	4,5	6,5	Расстроенное; стволы кривые и сучковатые
Сплошная лесная подстилка, живой покров отсутствует	Ясень	3000	1240 41			4,8	4,2	5,2	
	Дуб	9000	3200 35	2900 32	6100 67	3,7	4,0	5	Хорошее

промыляемых луговокаштановых почвах. Все высаженные в этих условиях древесные и кустарниковые породы находятся в хорошем состоянии. Дубово-ясеневые насаждения второго поколения в 20-летнем возрасте достигают высоты 7–8 м и образуют вполне нормальную сомкнутость. Средний диаметр на высоте груди — 8–9 см. По площади таких насаждений в даче 10–12%. Состояние насаждений этой категории характеризуется пробами 4, 5а (кв. 18), 5 и 13 (кв. 105), затем 8, 16 (кв. 133), 4 (кв. 151), 9 (кв. 60) и 11 (кв. 75).

Ко второй категории относятся насаждения, произрастающие на ровных местах и небольших возвышениях на темнокаштановых несолонцеватых и слабо солонцеватых почвах. Насаждения этой категории значительно хуже по качеству, чем насаждения первой категории. Из произрастающих здесь пород наиболее устойчивыми оказались дуб и ясень обыкновенный. Насаждение из этих пород во втором поколении в 20-летнем возрасте достигает высоты 4–6 м при полноте 0,4–0,6. Ильмовые породы, клен остролистный, липа, клен американский в этих условиях в большинстве случаев погибли. В 25-летнем возрасте значительная часть деревьев ясения и дуба суховершинит.

Насаждения второй категории наиболее распространены в Сальской даче. Они занимают 40–60% по площади. Древостой этой категории характеризуется пробами: 6 (кв. 18), 10 (кв. 60) и 4а (кв. 134).

К третьей категории относятся насаждения, произрастающие на повышенных участках на темнокаштановых, тяжело-суглинистых, средне и сильно солонцеватых почвах в комплексе с солонцами. В этих условиях насаждения совершенно расстроены и представляют собой единичные чахлые и низкорослые группы из ясения и дуба, достигающие во втором поколении в 20-летнем возрасте 2–3 м высоты. Почва на таких участках задерневшая, густо заросшая степной растительностью. При обследовании этих культур выяснено, что основной отпад древесных и кустарниковых пород произошел еще в молодом возрасте. Насаждение этой группы характеризуется пробами 15 (кв. 105) и 9 (кв. 133).

Для выявления причин, обусловивших слабое развитие и плохой рост лесных культур на повышенных местах и сравнительно хороший рост их в микропонижениях, были произведены раскопки корней в этих насаждениях.

Исследовались корневые системы дубово-ясеневых насаждений второго поколения 20-летнего возраста в кв. 105 и 18.

В кв. 18 корневые системы изучались на пробах 13 и 15, где предварительно было произведено исследование почвы канд. с.-х. наук В. С. Шумаковым.

Проба 13 была заложена в насаждении, произрастающем в микрозападине, а проба 15 — рядом с ней на повышенном месте. В микрозападине насаждение сохранилось в удовле-

творительном состоянии, а на повышении уцелели только единичные корявые деревья дуба и ясения. Культуры на обоих участках были посажены по одной схеме: ряд дуба в смешении с ясением (через три дерева) чередовался с рядом кустарника из жимолости татарской.

В кв. 18 в условиях, приблизительно аналогичных условиям кв. 105, производились раскопки корней в микропонижении (проба 5) и на ровном возвышенном месте (проба 6). Посадки здесь создавались по схеме: пять рядов дуба, ряд ясения обыкновенного и т. д.

Кроме того, судя по уцелевшим единичным кустам, при создании культур в междурядьях высаживалась жимолость татарская. Таксационная характеристика этих культур дана в табл. 29.

Для раскопок корней на каждой пробе закладывалось по одной траншее с площадью от 2 до 5  $m^2$ . Всего было заложено 4 траншеи и для учета мелких поглощающих корней взято 16 почвенных монолитов.

Средние данные учета корней в насаждениях, произрастающих в микрозападинах и на повышенных местах по 20-санитметровым почвенным слоям, с учетом генетических горизонтов приведены в табл. 30 и 31 и в виде графика на рис. 24 (стр. 98).

Результаты исследований корневых систем культур Сальской дачи в различных почвенных условиях позволяют сделать следующие выводы.

Корневая система дуба и ясения обыкновенного резко изменяется в зависимости от условий местопроизрастания.

Сильный рост корней дуба наблюдается в микрозападинах и ложбинах, где обычно залегает более мощный перегнойный горизонт; наоборот, на повышенных местах с солонцеватыми почвами корни растут весьма слабо (рис. 25, стр. 99).

Вес мелких мочковатых корешков дуба в 2-метровом слое почвы на площади 1  $m^2$  в насаждениях западины оказался в два раза больше, чем на повышенных местах.

Резкое сокращение количества корней дуба на повышенном участке происходит в основном за счет сильного ослабления их роста в верхнем 60-санитметровом слое почвы. Активная часть корней здесь развита в 3—4 раза меньше, чем в понижении. Следовательно, на повышенных местах условия для развития корней дуба весьма неблагоприятны; объясняется это, очевидно, большой засоленностью почвы на этих местах и недостатком влаги в них.

Ясень обыкновенный, судя по мощности развития его мочковатых корней, в таких же почвенных условиях — порода более устойчивая. Количество мелких корней ясения на 1  $m^2$  почвогрунта почти одинаково как в микрозападине, так и на повышенном месте. На повышенном месте мочковатая часть сосущих корешков у ясения обыкновенного развита в 1,5—

Таблица 30  
Распределение корней дуба и ясения обыкновенного по 20-сантиметровым слоям почвы в 47-летних культурах, произрастающих в микрозападинах в Сальской даче Романовского лесхоза (средние данные из двух траншей — 4 и 6)

Почвенные горизонты	Глубина залегания слоев почвы в см	Породы	Воздушно-сухой вес корней на 1 м <sup>2</sup> в разных слоях почвы						в процентах			
			древесных и кустарниковых пород по группам толщины корней			древесных и кустарниковых пород по группам толщины корней						
			крупных (толще 1 мм)	мелких (1 мм и тоньше)	итого	крупных (толще 1 мм)	мелких (1 мм и тоньше)	итого				
<i>A<sub>1</sub></i> 0—30	0—20	Дуб Ясень	1013,75	14,75	128,50	—	16,75	20,44	2,30	22,74	—	48,9
	20—40	Дуб Ясень	656,48 1009,75 72,75	36,25 62,13 5,00	692,73 1071,88 77,75	—	4,75	20,30	1,25 0,52	73,12 21,55 8,20	—	14,2
	40—60	Дуб Ясень	942,35	34,25	976,60	—	—	19,10	0,69	19,79	—	—
<i>B<sub>1</sub></i> 30—100	60—80	Дуб Ясень	84,80 484,70	4,25 10,05	89,05 494,75	—	—	8,90 9,77	0,44 0,20	9,34 9,97	—	—
	80—100	Дуб Ясень	41,55 218,20	2,75 14,25	44,30 232,45	—	—	4,40 4,40	0,30 0,30	4,70 4,70	—	—
	100—200	Дуб Ясень	658,28	37,12	695,4	—	12,70	13,27	0,76	14,03	—	36,9
<i>C<sub>1</sub></i> 100—350	200—300	Дуб Ясень	20,53 226,15	8,50 23,10	29,03 249,25	—	—	2,20 4,56	0,90 0,46	3,10 5,02	—	—
	300—360	Дуб Ясень	0,63 97,24	0,50 12,0	1,13 109,24	—	—	0,06 1,96	0,05 0,24	0,11 2,20	—	—
Всего	0—360	Дуб Ясень	4650,42 886,12	307,65 61,37	4958,07 947,49	—	34,20	93,80 93,54	6,20 6,46	100 100	—	100

Таблица 31  
распределение корней дуба и ясения обыкновенного по 20-сантиметровым слоям почвы в 47-летних культурах, произрастающих на повышенном месте в Сальской лаче Романовского лесхоза (средние данные из двух траншей — 5 и 7)

Почвенные горизонты	Глубина залегания слоев почвы в см	Порода	Воздушно-сухой вес корней на 1 м <sup>2</sup> в разных слоях почвы				в процентах			
			древесных и кустарниковых пород по группам толщины корней		древесных и кустарниковых пород по группам толщины корней		древесных и кустарниковых пород по группам толщины корней			
			крупных (толще 1 мм)	мелких (1 мм и тоньше)	крупных (толще 1 мм)	мелких (1 мм и тоньше)	крупных (толще 1 мм)	мелких (1 мм и тоньше)		
<u>A<sub>1</sub></u> <u>0—20</u>	0—20	Дуб Ясень	442,80 160,35	27,75 52,25	470,55 212,60	103,50 16,50	6,75 —	39,13 20,71	2,45 1,21	41,58 21,92
	20—40	Дуб Ясень	234,30 151,35	13,75 13,50	248,05 164,85	16,50 10,50	— 2,75	3,72 10,01	41,73 31,60	41,73 31,60
<u>B<sub>1</sub></u> <u>20—60</u>	40—60	Дуб Ясень	123,95 55,05	5,88 8,00	129,83 63,05	10,50 10,54	10,95 0,51	10,54 1,53	0,51 1,53	11,46 12,07
	60—80	Дуб Ясень	70,45 11,60	8,75 9,75	79,20 21,35	6,75 1,88	6,21 0,50	0,77 1,80	0,77 1,58	6,98 3,93
<u>C<sub>1</sub></u> <u>60—200</u>	80—100	Дуб Ясень	44,50 9,36	9,75 8,25	54,25 17,61	1,88 149,64	1,88 3,40	1,80 —	1,87 10,14	4,09 3,10
	100—200	Дуб Ясень	114,80 26,13	34,84 16,36	149,64 42,49	3,40 —	5,00 —	5,00 3,13	4,83 13,24	3,38 2,4
Всего	0—200	Дуб Ясень	1030,80 413,84	100,72 108,11	113,52 52,95	142,53 12,0	91,06 79,28	8,94 20,72	100 100	100 100

И. Н. Рахтеенко.

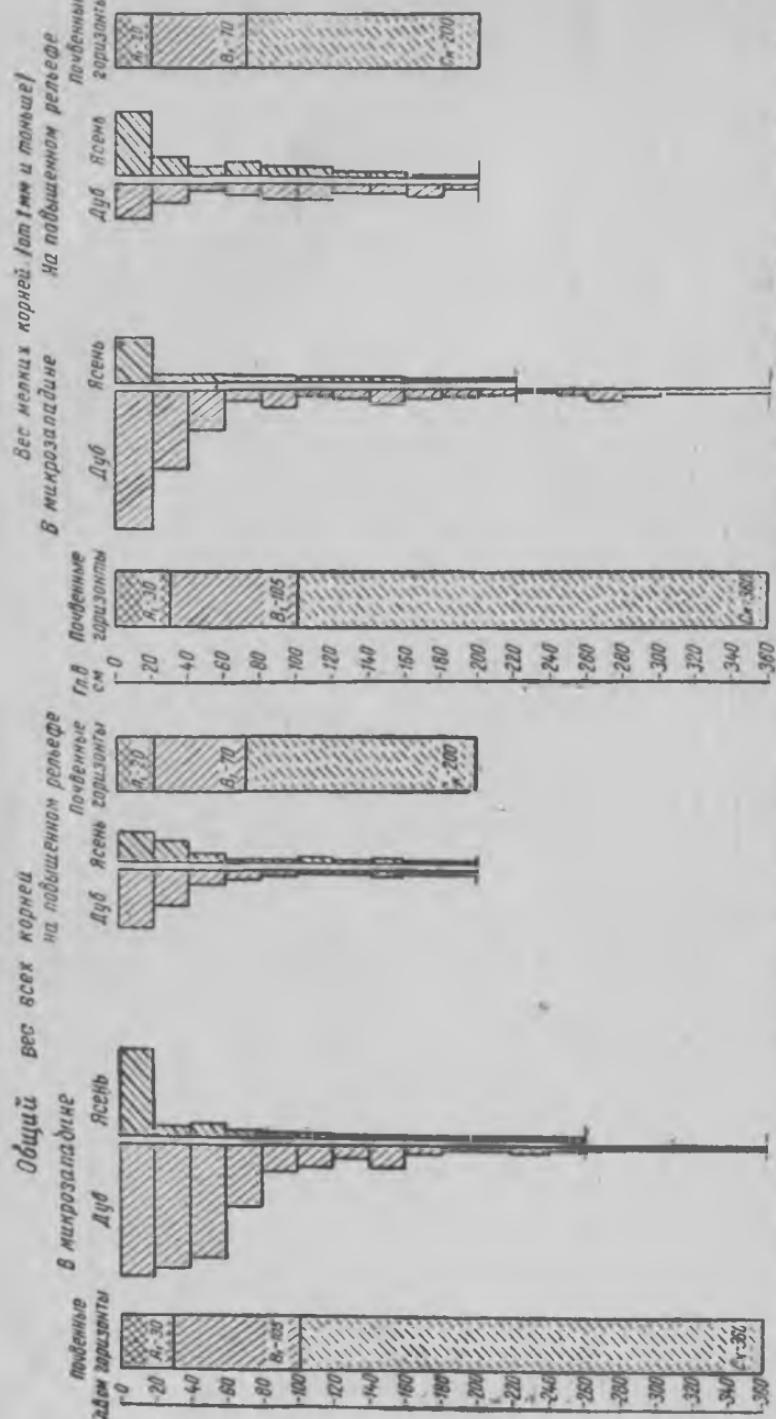


Рис. 24. Распределение корней по 20-сантиметровым слоям почвы (в % на 1 м<sup>2</sup>) в 47-летних культурах (Сальская дача, Романовский лесхоз)

2 раза сильнее, чем у дуба; очевидно, именно поэтому ясень в тех же условиях растет лучше, чем дуб.

Полученные данные доказывают, что при лесоразведении необходимо учитывать различную устойчивость корней дуба и ясения к засоленным почвам.

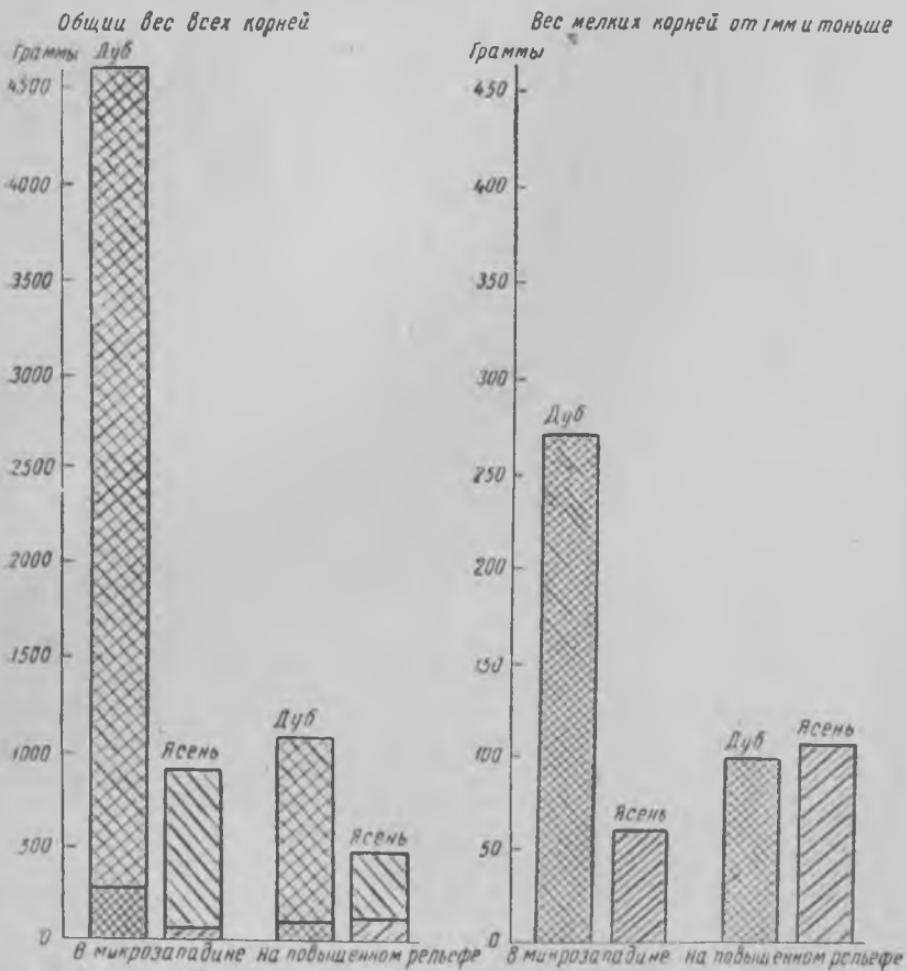


Рис. 25. Среднее количество корней дуба и ясения в двухметровом слое почвы на площади 1 м<sup>2</sup> в г (Сальская дача, Романовский лесхоз)

Корни в насаждениях, произрастающих в различных условиях рельефа, распределяются в почвенном профиле по-разному. В микропонижении корневая система дуба располагается в почвенных слоях значительно глубже и поэтому более полно, чем на повышенном месте, использует объем почвогрунта. Данные учета корней по 20-сантиметровым слоям почвы показывают, что в микропонижении в верхнем 40-сантиметровом слое почвы крупных и мелких корней дуба содержится только 45% от общего их веса, а на повышенном месте в этом же

слое сосредоточено 64% всех корней. Это свидетельствует о более высокой устойчивости дуба, произрастающего в понижении, по сравнению с дубом, растущим на повышенной части рельефа.

Корневая система ясения обыкновенного наиболее сильно развита в поверхностных слоях почвы. Основная масса (70—80%) его корней как в понижении, так и на повышенном месте сосредоточена в верхнем 40-сантиметровом слое почвы, причем в пониженной части рельефа особенно сильно развита мочковатая часть корней в верхнем 20-сантиметровом слое почвы. Корневая система дуба в 47-летнем возрасте проникает в почвогрунт в микропонижениях до глубины 5—6 м, а на повышенных и ровных местах — до 2,5—3 м.

Исследования показали, что на повышенных участках уплотненный карбонатный горизонт, залегающий обычно в этих условиях на глубине 40—60 см, является значительным препятствием для проникновения корней в глубь почвогрунта. Возможно, что поэтому стержневые корни у дуба на повышенном месте развиты весьма слабо, тогда как в микропонижении, где отсутствует карбонатный горизонт, он имеет мощные стержневые корни, идущие почти вертикально на большую глубину.

Корневая система ясения обыкновенного проникает в почвогрунт на глубину 2—2,5 м как на повышенном месте, так и в микропонижении.

Анализ полученных данных показывает, что устойчивость лесных насаждений находится в прямой зависимости от степени развития их корневых систем. Развитие же и строение корней, в свою очередь, зависит главным образом от почвенных условий. Ложбины и западины с промытыми почвами весьма благоприятны для роста и развития корневых систем древесных пород, поэтому и насаждения в этих условиях оказываются наиболее устойчивыми и продуктивными. Наоборот, в условиях повышенного рельефа солонцеватые почвы с уплотненным карбонатным подпахотным горизонтом отрицательно влияют на развитие корневых систем древесных пород. В засушливый период года в этих условиях наблюдается даже отмирание значительной части мелких поглощающих корней, в результате чего деревья испытывают недостаток влаги, прекращают свой рост, хиреют и, наконец, вовсе погибают.

При обследовании лесных насаждений в Сальской даче было установлено, что усыхание древесных и кустарниковых растений в культурах происходило в некоторых случаях от неудачного подбора пород и сочетаний их в посадках, в особенности в насаждениях, созданных по нормальному типу.

В заключение необходимо отметить, что для успешного лесоразведения в условиях сухой степи нужно всесторонне учитывать предшествующий опыт облесительных работ.

Проведенные обследования показали, что в ложбинах и впадинах с темноцветными почвами можно создать вполне устойчивые и долголетние лесные насаждения. На ровных местах при несолонцеватых и слабо-солонцеватых почвах также возможно лесоразведение, но при соответствующем подборе древесно-кустарниковых пород и применении высокой агротехники. Перспективными породами для создания лесных культур в этих условиях могут быть — ясень пушистый, вяз мелколистный, тамарикс, клен татарский, акация желтая, дуб и другие засухоустойчивые и солеустойчивые древесные и кустарниковые породы.

## ВЫВОДЫ

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы.

1. Основная масса (70—85%) крупных и мелких активных корней древесных и кустарниковых пород как в чистых, так и в смешанных лесных насаждениях на подзолистой суглинистой почве сосредоточена в верхнем 30-сантиметровом слое, а на серой песчаной почве и глинистом черноземе — в 50-сантиметровом почвенном слое.

Корневые системы древесных пород в этом слое густо переплетаются между собой, образуя довольно мощную сеть. Особенно сильно развита сеть мелких сосущих корешков в самом верхнем 10—20-сантиметровом слое почвы. По мере углубления в почвогрунт количество корней резко сокращается. Степень развития корней зависит также и от плотности почвы.

2. Развитие корневых систем лесных пород при одинаковых почвенных условиях зависит от типов смешения. В одних случаях, при совместном произрастании двух пород в смешанных культурах, они взаимно способствуют развитию корневых систем; в других — одна какая-либо порода в смешении развивает корневую систему сильнее, чем эта же порода в чистых культурах.

Ель и сосна на подзолистой суглинистой почве в смешении развиваются корневые системы более мощные, чем в чистых посадках. Это свидетельствует о большей устойчивости смешанных сосново-еловых культур по сравнению с чистыми.

В смешанных сосново-еловых посадках в первом верхнем горизонте господствующее положение занимают корни ели, во втором горизонте — корни сосны. Такое распределение корней по горизонтам способствует более полному использованию корнями объема почвы.

Дуб и клен в условиях Велико-Анадоля на глинистом черноземе также лучше развиваются корневые системы в смешении, чем в чистых посадках. Хорошее состояние и сильный рост дубово-кленовых культур в значительной мере объясняется

благоприятным взаимовлиянием корневых систем этих пород. Наоборот, угнетенное состояние и слабая устойчивость дуба в смешанных культурах с акацией белой, а также ясенем обыкновенным вызывается подавлением корневой системы дуба его спутниками.

В Бузулукском бору, в смешанных сосново-березовых культурах, береза создает благоприятные условия для развития корневой системы сосны, поэтому сосновые посадки в смешении с березой являются более устойчивыми, чем чистые сосновые.

Бузина в смешении с сосной в условиях Бузулукского бора, наоборот, оказывает отрицательное действие на корневую систему сосны, поэтому рост сосны в этих смешанных посадках почти в два раза хуже, чем в чистых.

Следовательно, при подборе пород для создания устойчивых смешанных типов лесных культур нужно учитывать взаимовлияние корневых систем одной породы на другую в разные периоды их жизни.

3. Корневые системы разных пород при смешении проникают в почвогрунт глубже, чем в чистых посадках. Степень развития корней в уплотненных подгоризонтах зависит от количества имеющихся в них готовых ходов и трещин.

Корни лиственных пород обладают большей способностью активно проникать в почвогрунт, чем корни хвойных. Корни хвойных пород распространяются в уплотненных подгоризонтах преимущественно по трубкам старых сгнивших корней. Интенсивный рост корней в глубину почвогрунта у хвойных пород наблюдается в первые тридцать лет жизни насаждения; в дальнейшем, очевидно, происходит только количественное увеличение корней в почвогрунте на достигнутой глубине.

4. Рост и развитие корневых систем древесных и кустарниковых пород сильно изменяются также и в зависимости от условий местопроизрастания.

Сильный рост корней на темнокаштановых почвах в Сальской даче наблюдается в микрозападинах и ложбинах, где обычно залегает более мощный перегнойный горизонт; наоборот, на повышенных местах с солонцеватыми почвами отмечается весьма слабый рост корневых систем. Активная часть корней дуба в микропонижениях в 2—3 раза больше, чем на повышенных местах. Корневая система дуба в 47-летнем возрасте проникает в почвогрунт в микрозападинах до глубины 5—6 м, а на повышенных и ровных местах — до 2,5—3 м.

Поэтому насаждения в пониженных местах более устойчивы и долговечны, чем на микроповышениях.

5. Для успешного лесоразведения в сухих степных районах на карбонатных почвах необходимо учитывать различное отношение корней древесных и кустарниковых пород к уплотненным карбонатным горизонтам почвы.

Карбонатные скопления, залегающие в почве на глубине 50—100 см, отрицательно сказываются на росте корней дуба и аморфы и значительно препятствуют проникновению корней в глубь почвогрунта. Нашиими исследованиями установлено, что корни акации желтой более активно проникают в уплотненные карбонатные горизонты, чем корни дуба и аморфы.

6. Корневая система акации желтой в условиях сухой степи Степновского лесхоза проникает в почву на глубину 300—350 см в одинаковой мере с корнями дуба. Существующее утверждение, что акация желтая развивает поверхностную корневую систему, не подтвердилось нашими исследованиями. Акация желтая даже на карбонатных почвах развивает по сравнению с дубом довольно мощную корневую систему и поэтому в данных условиях является сильным конкурентом дуба. Из этого следует, что акацию желтую вряд ли можно считать подходящим компонентом для дуба.

7. Анализ проведенных исследований показал, что корни травянистых растений в значительной мере подавляют развитие корней древесных пород в верхнем 30-сантиметровом слое почвы.

В заключение необходимо отметить, что устойчивость и долговечность лесных насаждений находится в прямой зависимости от степени развития их корневых систем. Рост и развитие корней, в свою очередь, обусловливаются почвенно-грунтовыми условиями, а в смешанных культурах — также и взаимовлиянием корневых систем одной породы на другую.

---

## ЛИТЕРАТУРА

Алексеев А. М., Водный режим растения и влияние на него засухи, Татгосиздат, 1949.

Ахромейко А. И., Бузулукский бор, т. III, Гослесбумиздат, 1950.

Ахромейко А. И., Физиологическое обоснование степного лесоразведения, журнал „Лесное хозяйство“ № 2, 1949.

Артюх А. С., Методика изучения корневых систем плодовых деревьев, Труды Всеукраинского научно-исследовательского института плодо-ягодного хозяйства, Новое в агротехнике плодо-ягодных культур, вып. 23, 1935.

Высоцкий Г. Н., О выборе наиболее подходящих для культуры в степях форм древесной растительности, Гослесбумиздат, 1949.

Высоцкий Г. Н., О гидрологическом и метеорологическом влиянии лесов, Гослестхиздат, 1938.

Высоцкий Г. Н., Ергения, культурно-фитологический очерк, Труды Бюро по прикладной ботанике, т. VIII, вып. 10—11, 1915.

Востриков А. П., Некоторые данные о корневой системе, Труды Брянского лесохозяйственного института, т. IV, 1940.

Гурский А. В., Корневые системы *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus Pennsylvanica* Marsch и *Acer Negundo* L. на черноземах Кубани, 1929.

Гурский А. В., Принципы подбора для смешанных лесных культур, журнал „Лесное хозяйство“ № 11, 1939.

Данилов М. Д., Состав растительности и корневых систем растений на гарях и лесосеках в сосновых насаждениях МАССР, Сборник трудов № 2 Поволжского лесотехнического института им. М. Горького, 1940.

Давыдов А. В., Влияние прореживания древостоев ели на прирост корней, Центральный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Сборник трудов „Рубки ухода за лесом“, 1940.

Жуков А. Б., Дубравы СССР, т. I, вып. 28, ВНИИЛХ, Гослесбумиздат, 1949.

Запрягаева В. И., О некоторых особенностях корневых систем растений в высокотравном кленовнике, Сообщение Таджикского филиала Академии наук СССР, вып. VII, 1948.

Качинский Н. А., Корневая система растений в почвах подзолистого типа, Труды Московской областной сельскохозяйственной станции, вып. 7, 1925.

Качинский Н. А., Изучение физических свойств почвы и корневых систем растений, Сельхозгиз, 1930.

Кварацхелиа Т. А., Экология корневой системы культурных растений, отд. оттиск из XXVII тома Трудов Грузинского ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственного института им. Л. П. Берия, Тбилиси, 1947.

Кобезский М. Д., Агротехника создания лесных и садовых насаждений на эродированных землях, Украинский научно-исследовательский институт агролесомелиорации и лесного хозяйства, Научный отчет за 1946 г.

Красовская И. В., Корневая система растений и рост ее в зависимости от внешних факторов, Труды по прикладной ботанике и селекции, т. 15, вып. 5, 1925.

Красовская И. В., Новое в изучении корневой системы растений, Труды Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур, „Достижения и перспективы в области прикладной ботаники, генетики и селекции“, 1929.

Колосов И. И., Новый способ определения поглощающей поверхности корней и его применение, Тезисы докладов по физиологии растений 28/1—3/II 1940 г., изд. Акад. наук СССР, 1940.

Лысенко Т. Д., О положении в биологической науке, Сельхозгиз, 1948.

Лобанов Н. В., Методика изучения роста корней древесных растений при различной влажности почв, Доклады Академии наук СССР, т. V, № 1, 1947.

Лавренко Е. М., К методике изучения подземных частей фитоценозов, Ботанический журнал, т. XXXII, № 6, 1947.

Максимов Н. А., Лебединцева Е. В., Красносельская Т. А., О влиянии условий освещения на развитие корневой системы, Известия Главного ботанического сада, т. 24, вып. 1, 1924.

Махов Г., Почвенные исследования Мариупольской и Владимирской опытных лесных дач и на юге Украины в связи с проблемой полезащитного облесения степи, Труды по лесному опытному делу Украины, вып. XIV, Харьков, 1930.

Погребняк П. С., Почвенная архитектоника как фактор плодородия, „Доповиди (доклады) Академии наук УССР“ № 3, 1947.

Рахтеенко И. Н., Исследования корневых систем чистых и смешанных культур Бузулукского бора, журнал „Лесное хозяйство“ № 9, 1949.

Рахтеенко И. Н., Корневые системы дуба в зависимости от типов смешения, журнал „Лес и степь“ № 7, 1951.

Рахтеенко И. Н., Влияние смешения древесных и кустарниковых пород на развитие их корневой системы, журнал „Лесное хозяйство“ № 4, 1950.

Светлов Н. Ф., Исследование влияния условий местопроизрастания на корневую систему сосны в Парголовском леспромхозе, Труды Ленинградской лесотехнической академии, вып. 1, 1931.

Степанов Н. Н., Типы лесных культур, журнал „Лесное хозяйство“ № 3 и 4, 1937.

Степанов Н. Н., Степное лесоразведение. Гослесбумиздат, 1949.

Савинов Н. И., Панкова Н. А., Корневая система растительности целинных участков степей Заволжья и новый метод ее изучения, Сборник памяти акад. В. Р. Вильямса, Академия наук СССР, 1942.

Тольский А. П., К вопросу о влиянии типа почвы на строение корней сосны, Труды опытных лесничеств, вып. 2, СПБ, 1904.

Тольский А. П., Исследования Энглера над развитием корней древесных пород, „Лесной журнал“ № 2, 1904.

Тольский А. П., Материалы по изучению формы и развития корней сосны и других древесных пород, Труды опытных лесничеств, вып. 3, СПБ, 1905.

Тольский А. П., Материалы по изучению строения и жизнедеятельности корней сосны, Труды по лесному опытному делу в России, вып. 3, СПБ, 1907.

Тольский А. П., Строение корней в посадках сосны как одна из причин неустойчивости культур, Поволжский лесотехнический институт им. Горького, Сборник трудов № 3, Казань, 1940.

Тольский А. П., Материалы по изучению состояния и развития корней у отдельных сосен и в насаждении Бузулукского бора, Труды по лесному опытному делу в России, вып. 32, 1911.

Травень Ф. И., О взаимодействии корневых систем древесно-кустарниковых пород на степных почвах, журнал „Лес и степь“ № 2, 1949.

Харитонович Ф. Н., Древесные и кустарниковые породы для создания защитных лесных полос, Гослесбумиздат, 1949.

Харитонов Г. А., Корневые системы главнейших древесных пород в связи с их мелиоративным значением, Труды ВНИИЛХ, вып. 5, „Лесоводство и лесоразведение“, 1939.

Шалыт М. С., Методика изучения корневой системы травянистых, полукустарниковых и кустарниковых растений и ценозов в естественных условиях, Главное управление по заповедникам, „Научно-методические записки“, вып. XII, 1949.

Шумаков В. С., Форма корневой системы дуба в связи с условиями произрастания, журнал „Лесное хозяйство“ № 9, 1949.

Шиманюк А. П., Развитие корневых систем сосны на боровых почвах Подмосковья в связи с особенностями ортзандовых прослоек, Доклады Академии наук СССР, т. XVI, № 4, 1948.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
Методика исследования корневых систем древесных и кустарниковых пород . . . . .	6
Исследование корневых систем разных пород в различных условиях местопроизрастания . . . . .	11
Исследование корневых систем в лесонасаждениях Пушкинского лесхоза Московской обл. . . . .	11
Корневая система ели в чистых культурах . . . . .	15
Корневая система сосны в чистых культурах . . . . .	17
Строение корневых систем сосны и ели в смешанных сосново-еловых культурах . . . . .	21
Корневые системы сосны и ели в естественном сосново-еловом насаждении . . . . .	24
Исследование корневых систем в различных типах смешения лесных культур на Ивантеевском лесопитомнике Московской обл. . . . .	28
Исследование корневых систем в чистых и смешанных культурах Бузулукского бора Чкаловской обл. . . . .	47
Корневые системы сосны и березы в чистых и смешанных культурах . . . . .	48
Корневые системы сосны и бузины в чистых и смешанных культурах . . . . .	56
Исследование корневых систем дуба в различных типах смешения культур в Велико-Анадольском лесхозе Сталинской обл. . . . .	62
Исследование корневых систем в различных почвенно-грунтовых условиях Степновского лесхоза (Астраханская обл.) и Сальской дачи (Ростовская обл.) . . . . .	72
Степновский лесхоз . . . . .	73
Сальская дача . . . . .	84
Выводы . . . . .	101
Литература . . . . .	104