

УДК 630*232.114

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ

© *В.М. Гриб, канд. с.-х. наук, доц.*

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев Обороны, 15, г. Киев, Украина, 03041; e-mail: gribvm@ukr.net

Проведено многостороннее исследование и последующий анализ показателей строения древесины корневых систем. Рассматриваются показатели физико-механических свойств древесины ствола и корневой системы, приведены результаты определения фитомассы корневой системы в зависимости от диаметра дерева. Установлено, что промышленные запасы корневой древесины в спелых сосновых насаждениях составляют 10...12 % от запасов стволовой древесины, или 40...50 м³/га. При этом с увеличением среднего диаметра насаждений соотношение объема корневой системы к общему объему ствола уменьшается. При лесовосстановлении на нераскорчеванных вырубках встает вопрос подготовки лесокультурных площадей под искусственные насаждения, что связано с минимизацией помех в виде пней, остающихся после валки деревьев. Извлечение этой древесины в процессе подготовки лесокультурных площадей обеспечит благоприятные условия для работы машин и механизмов, а также позволит формировать полноценные искусственные насаждения с высокой общей продуктивностью. Разработаны технологии подготовки лесокультурных площадей с использованием новых механизмов.

Ключевые слова: корневая система, строение древесины, запасы пней древесины, лесовосстановление.

Основная масса корневой древесины, как и древесина ствола, состоит из ранних и поздних трахеид, сердцевинных лучей, смоляных ходов, паренхимы. Однако слоистость древесины корней выражена слабее, чем у древесины ствола, что связано с менее резкими сезонными колебаниями температуры и влажности среды в почве. В пределах одного и того же дерева показатели физико-механических свойств изменяются по высоте и радиусу ствола в определенной закономерности: древесина с наиболее высокими показателями физико-механических свойств находится в комлевой части. К вершине дерева ее свойства ухудшаются [19, 20]. Только в зоне живой кроны иногда наблюдается их незначительное повышение. По радиусу ствола показатели физико-механических свойств древесины сначала увеличиваются в направлении от сердцевины к заболони, перед заболонью они начинают снижаться. При этом разница в плотности древесины может достигать 15 %. На показатели физико-механических свойств влияют также лесохозяйственные факторы, в частности возраст, происхождение и форма древесины, лесорастительные условия, уход за насаждениями, время рубки [7, 16].

Цель проведенного исследования – изучение закономерностей изменения анатомических признаков, показателей физико-механических свойств корневой древесины для разработки природосохраняющих технологий лесозаготовок.

У свободно растущих деревьев развитие корневой системы зависит от обеспечения ее питательными веществами и элементами [9]. Одним из важных показателей развития корневой системы В.Е. Волчков [4] считает площадь ее поглотительной поверхности, в несколько раз превышающей площадь поверхности хвои. Для сосны типична корневая система, развитая как в поверхностных, так и в глубоких горизонтах почвы [5]. Большое влияние на ее рост и развитие оказывают особенности увлажнения, физико-механические свойства почвы, условия аэрации, обеспеченность питательными веществами. По данным автора [5], корневые системы культур сосны достигают близких к максимальным размеров в возрасте 10–12 лет. Смыкание корневых систем в искусственных насаждениях наступает несколько раньше, чем смыкание крон, поэтому в культурах, которые сомкнулись, происходит замедление роста корневых систем. При этом длина горизонтальных корней определяется влажностью почвы и обеспеченностью питательными веществами.

В.В. Ильинский [8] считает, что в общем объеме фитомассы насаждений на корневые системы приходится от 17 до 27 % в зависимости от бонитета. Исследованиями Г.Л. Ложинова [14] установлено, что в 77-летних сосновых культурах общая масса корневых систем составляет 43 т/га, тогда как наземная фитомасса в 5,5 раза превышает подземную.

По мнению Г.Б. Кофмана [12], соотношение между процессами фотосинтеза, дыхания и транспирации позволяет оценивать продуктивность растения. При этом скорость роста пропорциональна разности суммарных энергетических поступлений и расходов за единицу времени. Как следствие, анализу подвергают в первую очередь не абсолютные, а относительные параметры роста и развития деревьев.

Для выявления эффективности лесохозяйственных мероприятий важное значение имеет установление прироста древесины (по объему и по стоимости), величина которого зависит от ширины годичных колец. Каждое годичное кольцо древесины состоит из двух частей – весенней (ранней) и осенней (поздней), которые образуются в течение вегетационного периода. В зависимости от лесорастительных условий, возраста насаждений, расположения в дереве соотношение между ранней и поздней древесиной колеблется в значительных пределах. Как отмечает Л.М. Перельгин [20], у хвойных пород вокруг сердцевины несколько годичных колец содержат незначительную долю поздней древесины. Затем ее содержание увеличивается и достигает максимума в кольцах, прилегающих к коре. По высоте ствола от комлевой части к вершине содержание поздней древесины снижается от 40 до 20 %. По мнению Г.Б. Кофмана [12], различия в соотношении ранней и поздней древесины по высоте ствола определяются ниспадающими механическими нагрузками и физическими свойствами древесины этих зон.

Особенности строения древесины корневой системы обусловлены ее функциями. Установлено, что древесина корней сосны обыкновенной представлена трахеидами, паренхимой лучей, горизонтальными и вертикальными смоляными ходами, клетками эпителия. При проведении сравнительного анатомического анализа древесины корня и ствола в их строении были обнаружены некоторые отличия. Прежде всего, древесина корней не имеет ядра, граница между ранней и поздней древесиной в ксилеме корней выражена не так четко. Это свидетельствует о физиологически медленном переходе гистогенеза от стадии активного роста к торможению. Край годового прироста на поперечных срезах исследуемых образцов был ровным и обычно заканчивался типичными для поздней древесины толстостенными трахеидами. Вертикальные смоляные ходы были локализованы, главным образом, в зоне поздней древесины (рис. 1), что присуще и ксилеме ствола.

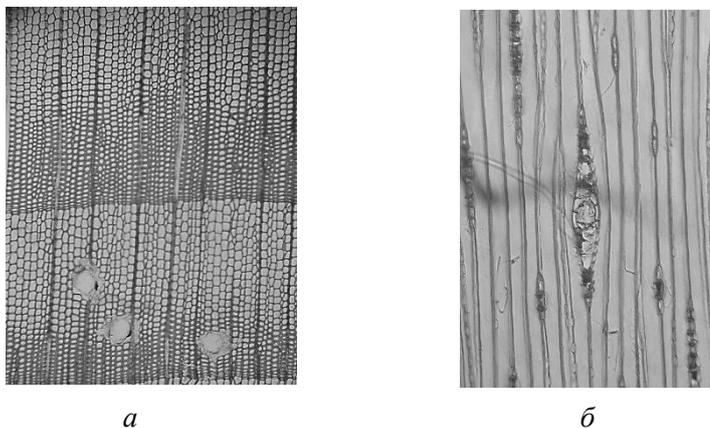


Рис. 1. Вертикальные (а) и горизонтальные (б) смоляные ходы в древесине сосны

В трахеидах центральной части древесины корня были выявлены многочисленные разветвленные гифы базидиальных грибов. Их мицелиальный таллом представлен достаточно толстыми септированными скелетными (диаметр 4,1...4,3 мкм) и боковыми тонкими (2,1...2,5 мкм) гифами, расположенными в полостях трахеид вдоль внутренних оболочек их клеточных стенок (рис. 2).

Тонкие гифы мицелия были сильно разветвленными и проникали в смежные трахеиды через отверстия пор. В клетках паренхимы древесных лучей также обнаружены тонкие септированные разветвленные гифы (диаметр 1,5...2,0 мкм). Однако выраженных проявлений разрушения клеточных оболочек трахеид, лизиса паренхимы, образования в тканях растения некротических очагов или других признаков патогенеза в исследованных образцах древесины не наблюдалось. Отсутствие последствий явной деструкции свидетельствует, что обнаруженные эндофитные грибы в тканях исследуемых растений были сбалансированными биотрофами.

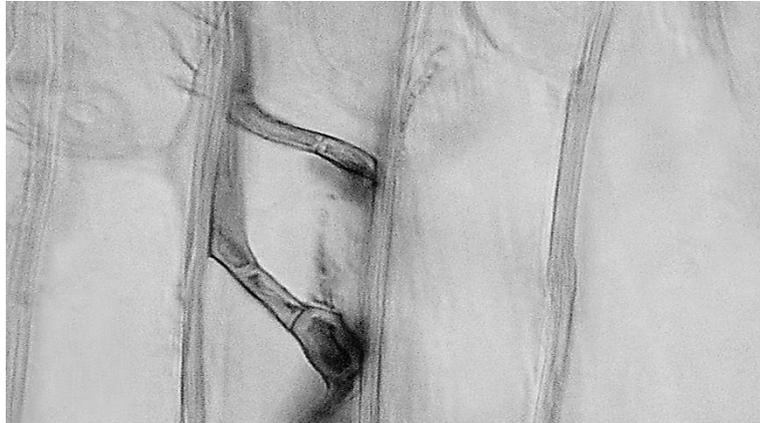


Рис. 2. Гифы базидиальных грибов в древесине корневых систем

Важным показателем нормального развития ксилемы является формирование древесных лучей, которые выполняют в тканях растений транспортную, трофическую и запасную функции. В древесине корня и ствола сосны обыкновенной формировались лучи двух типов – однорядные и широкие многорядные со смоляными ходами. Однорядные лучи состояли из клеток живой паренхимы. Верхние и нижние терминальные строки клеток имели несколько одревесневшие толстые клеточные оболочки с небольшими окаймленными порами. На начальных стадиях развития они сохраняли живой протопласт, но со временем клетки превращались в трахеидные элементы, которые обеспечивали радиальный транспорт воды и растворов макро- и микроэлементов. Лучи со смоляными ходами в их центральной части были очень расширены.

Внутренние центральные слои древесины корня представлены типичными для сосны трахеидами с равными клеточными стенками. В древесине периферической части сердцевинные лучи на радиальных срезах некоторых образцов располагались относительно трахеид под острым углом ($52...64^\circ$). Кроме того, особенностью анатомического строения трахеид корней сосны обыкновенной в условиях свежих суборей было то, что характер их расположения, морфология и архитектура имели сложные отклонения, не типичные для древесины ствола.

Еще в 1931 г. А.Б. Жуков [7] считал необходимым установить внешние признаки древесины, по которым можно судить о ее свойствах. При этом важно изучить влияние условий произрастания, хозяйственных мероприятий на показатели физико-механических свойств древесины. По его убеждению, установление зависимостей между перечисленными выше факторами дает возможность лесохозяйственному производству ввести ряд мер для увеличения продуктивности лесных насаждений и улучшения качества продукции лесного комплекса. По результатам исследований древесины сосны в условиях украинского Полесья им разработаны выводы и рекомендации, актуальные

и сегодня. Различие условий роста сосняков накладывает определенные особенности как на формирование общей фитомассы древесины, так и на строение древостоев по таксационным признакам.

Для изучения различий в показателях физико-механических свойств древесины ствола и корневой системы в насаждениях разного возраста отбирали средние по рангу модельные деревья. Л.М. Перельгин [19] утверждал, что ширина годичных колец зависит от продолжительности вегетационного периода. Между шириной годичных колец и показателями физико-механических свойств древесины существует корреляционная связь. При этом для каждой породы имеется свой минимум и максимум ширины годичных колец, ниже и выше которых эти показатели древесины снижаются, т. е. существует оптимальная ширина годичных слоев, которая изменяется в определенных пределах. Это, в первую очередь, зависит от лесорастительных условий, способов создания и выращивания насаждений, их возраста. Следует отметить, что в нижней части, в месте перехода ствола в корневую систему, наблюдается увеличение ширины годичных колец, связанное, прежде всего, с противодействием ствола ветровым нагрузкам, которые распределяются между стволом и корневой системой. В связи с тем, что поздняя древесина имеет лучшие физико-механические свойства, то от ее содержания зависят удельный вес и прочностные характеристики. Однако, по мнению Л.М. Перельгина [20], у хвойных пород, в частности у сосны, ширина годичных колец увеличивается за счет обеих зон, хотя соотношение между ними может быть различным. Соответственно появляются особенности зависимости показателей физико-механических свойств древесины от ширины годичных колец. Это показательно для древесины корневых систем.

Подземная часть древесных пород – сложная биологическая саморегулирующаяся система, которая объединяет корни различного функционального назначения, строения и организации [2, 9, 11]. Кроме физиологически активных, древесные растения имеют большое количество скелетных корней, выполняющих не только технические функции, но и обеспечивающих непрерывный рост всасывающих корешков. В процессе роста и развития древесных растений происходит перераспределение и оптимизация структуры фитомассы. Так, с возрастом уменьшается относительная масса корневых систем и ассимиляционного аппарата и растет относительная фитомасса стволовой древесины. При этом рост корней у древесных растений начинается до появления листьев и хвои. В условиях украинского Полесья рост корней сосны обыкновенной начинается со второй половины апреля и заканчивается после замерзания почвы. Оптимальная температура, при которой наблюдается максимальный прирост корней, составляет 16,5 °С [6]. У сосны, как и у большинства древесных пород, отмечаются весенний и осенний максимумы роста корней. В засушливый период прирост корней в длину замедляется и даже приостанавливается.

По данным Н.П. Ремезова и П.С. Погребняка [21], на жизнедеятельность корневых систем древесных пород существенно влияют глубина и продолжи-

тельность промерзания почвы и температура в период оттаивания. При этом интенсивный рост корней происходит при температуре почвы выше +5,0 °С. Успешное развитие корневых систем осуществляется при активной деятельности ассимиляционного аппарата.

Поскольку главной функцией больших по размерам корней является перенос воды, то их древесина представлена тонкостенными элементами. Вследствие этого у нее рыхлое, пористое строение [20]. В корнях сосны обыкновенной отсутствует сердцевина. Центральная часть в поперечном сечении имеет звездообразную форму или форму эллипса с тремя лучами. Годовые кольца четко выявлены, переход от ранних трахеид к поздним постепенный.

Исследования показали, что промышленные запасы корневой древесины в 90-летних сосновых насаждениях составляют около 10 % от запаса стволовой (табл. 1).

Таблица 1

Масса древесины корневой системы и общий объем керна пенька в зависимости от диаметра (свежесрубленное состояние)

Диаметр, см		Объем ствола, м ³	Масса корневой системы, кг		Объем керна пенька, м ³ , при плотности, кг/м ³	
пенька	ствола на высоте 1,3 м		общая	керна пенька	680	916
38	32	0,98	205	110	0,16	0,12
42	36	1,29	230	125	0,18	0,13
48	42	1,81	280	145	0,21	0,15
48	42	1,81	210	105	0,15	0,11
52	46	2,19	290	170	0,25	0,18
56	50	2,61	390	225	0,33	0,24

Помимо определения объема керна подземной части, определяли и общую массу и массу керна корневой системы (рис. 3).



Рис. 3. Определение массы центральной части корневой системы

По приведенным в табл. 3 данным масса корневой системы с увеличением объема ствола растет. Вместе с тем, с увеличением диаметра ствола соотношение объемов корневой системы и ствола уменьшается. Масса керна древесины в условиях свежих суборей 85-летних насаждений находится в пределах 150...330 кг, в пересчете на 1 га масса корней равна 45...50 т, что отличается от данных В.К. Мякушко [17], по которым в сосновых насаждениях масса корней с комлевой частью составляет 24...25 т/га. Следует отметить, что показатели физико-механических свойств древесины корневой системы и древесины ствола заметно отличаются. Проведенные лабораторные исследования показывают, что условная плотность древесины корневой системы на 8...10 % ниже аналогичного показателя стволовой древесины, что не могло не сказаться на физико-механических свойствах (табл. 2). Так, при сжатии древесины поперек волокон разница между древесиной ствола и корневой древесиной незначительна. Однако при сжатии вдоль волокон прочность древесины корневой системы на 18 % ниже стволовой.

Таблица 2

**Показатели физико-механических свойств древесины ствола
и корневой системы сосны обыкновенной**

Древесина	Предел прочности, кг/см ² , при влажности 12 % и сжатии		Условная плотность, кг/м ³
	вдоль волокон	поперек волокон	
Стволовая	609	78	546
Корневая	502	81	490

В практике осуществления лесовосстановительных работ на нераскорчеванных вырубках встает вопрос подготовки лесокультурных площадей под искусственные насаждения, что связано с минимизацией помех, которые создают пеньки, оставленные после валки деревьев. По данным В.К. Мякушко [17] и М.И. Калинина [9, 10], после валки деревьев в почве остаются пеньки и корни, на которые в сосновых насаждениях приходится от 15 до 25 % стволовой древесины.

Распределение фитомассы насаждений по фракциям варьирует в зависимости от климатических условий, возраста, типа, полноты насаждений и характеризуется следующими показателями: в древесине стволов сосредоточено до 70 % фитомассы древостоев, хвоя и листья составляют 7, ветви – 20 %. На корневые системы приходится около 23 % [11].

Учитывая данные М.И. Гордиенко [6] и М.И. Калинина [9, 10], при разработке рекомендаций по совершенствованию лесохозяйственных мероприятий, направленных на повышение продуктивности насаждений, необходимо большое внимание уделять изучению роста и развития корневых систем. Результаты исследований позволяют вносить коррективы в технологии, связанные с воспроизведением лесов, проведением рубок ухода. Из данных М.И. Калинина следует, что сосновые насаждения в молодом возрасте целе-

сообразно выращивать густыми, что способствует интенсивному развитию корневой системы, повышению полндревесности стержневого корня. Для уменьшения биологической напряженности в корненаселенных горизонтах почвы разреживать посадки следует в 20–35-летнем возрасте, когда прирост корней достигает максимального значения.

Начиная с 50–60-х гг. XX в., в лесной отрасли сложилось особое направление, связанное с возможностью использования одного из лесосырьевых компонентов фитомассы дерева – корневой системы. Для прогнозируемой оценки ее запасов учеными был разработан целый ряд материалов [7, 9, 10, 17].

По данным Н.А. Воронкова [5], наиболее интенсивно корни растут в первые годы жизни растений. Так, корневые системы сосновых культур достигают близких к максимальным размерам уже в 10–12 лет. Именно в этом возрасте формируется водный режим почв, который практически не меняется в течение всего срока выращивания древостоев. В насаждениях, которые сомкнулись, наблюдается замедление роста корневых систем, что является одной из причин «критического возраста» в жизни насаждений [3].

При изучении фитомассы корневых систем М.Г. Семечкиной [22] было установлено, что запас корневых систем в 22-летних сосновых насаждениях в свежесрубленном состоянии составляет 19,6 % от всей массы надземной части древостоя. Основная масса корней находится в 50-сантиметровом слое почвы. Наибольшая часть массы корневой системы приходится на стержневой корень. При этом доля корневых систем от общей массы деревьев с увеличением степеней толщины уменьшается. Условная плотность древесины корневой системы близка к стволковой древесине и составляет 360...390 кг/м³.

Вместе с тем, при ежегодной заготовке в Украине около 3,5 млн м³ древесины сосны неиспользованными остаются 250...300 тыс. м³ корневой фитомассы. Сюда относится древесина пенька и центральной подземной части стержневого корня, которая является прекрасным сырьем для химической промышленности (получение канифоли, скипидара и др.). Ее можно использовать в целлюлозно-бумажной промышленности, производстве древесных плит.

При обследовании закультивированных свежих вырубок с количеством пней 600 шт./га, М.Д. Мерзленко и Н.А. Бабичем установлено [15], что истинная густота посадки составляет 83 % от запланированной. Кроме того, пеньки, которые остаются в почве, создают соответствующие трудности при проведении уходов за культурами. На нераскорчеванных вырубках увеличивается расстояние между рядами, учащаются разрывы плужных борозд.

Корчевание пней на вырубках, как и валка деревьев с корнями, не обеспечивают желаемых результатов в связи с высокой стоимостью работ, нарушением естественного состава генетических горизонтов, изменением физико-механических свойств почвы. Как отмечает М.И. Гордиенко и др. [6], корчевание пней приводит к снижению плодородия почвы, подавляет рост и развитие саженцев. Лесохозяйственные предприятия в целях эффективного использования машин и механизмов при лесовосстановлении подготовку лесокультурных

площадей осуществляют понижением высоты пней на вырубках. На целесообразность проведения такого мероприятия указывает ряд авторов [1, 6].

Наиболее распространенными являются способы понижения высоты пней специальными машинами и бензомоторными пилами, а также валка деревьев с применением максимально низких срезов стволов. Сотрудниками кафедры лесных культур Национального университета биоресурсов и природопользования Украины и Боярской ЛДС разработан и предложен способ, который позволяет сваливать деревья с оставлением пеньков высотой 10...12 см [6]. Применение этого способа заключается в своевременной, до момента валки деревьев, вырезке прикорневых бугорков на высоту до 20 см.

Однако понижение пней и применение максимально низких срезов при рубках главного пользования создают недостаточные условия для проведения качественной обработки искусственных насаждений, поскольку работа почвообрабатывающей техники ограничивается наличием в почве корневых систем. Цифровой характеристикой условий обработки на срубках Э. Лаас [13] считает показатель, определяемый площадью сечения пней. При проектной густоте посадки 6 тыс. шт./га фактическая густота составляет 60...90 % от запланированной. При механизированных способах обработки количество посадочных мест зависит от площади сечения пней с показателем 20...70 м²/га. Ученым установлена зависимость количества посадочных мест от площади сечения пней. Возникает вопрос о возможности изъятия центральной части корневой системы при проведении подготовки лесокультурных площадей. В таком случае следует установить зависимость общего объема корневой системы и ее стволовой части от диаметра дерева на высоте груди и бонитета насаждений с последующим применением нормативов учета лесной продукции.

Низкий коэффициент использования древесного сырья в народном хозяйстве указывает на необходимость разработки современных технологий, направленных на комплексное использование древесины. Анализ публикаций [11, 12] показывает, что запасы пневой древесины в условиях свежих суборей составляют от 5 до 15 % запасов стволовой древесины, или 30...40 м³/га. При этом на надземную часть приходится 15...20 %, на подземную – 80...85 %. Извлечение этого сырья даст возможность использовать неликвидную древесину для энергетических целей, что позволит компенсировать затраты на воспроизводство лесов.

В целях разработки рекомендаций по совершенствованию агротехники создания искусственных насаждений в условиях свежих суборей в 2009–2011 гг. проведена закладка опытно-производственных культур на вырубках с количеством пней 450...600 шт./га. Обработку почвы осуществляли плугом ПКЛ-70 с последующей посадкой семян в дно борозды. Были измерены длины минерализованных борозд и их разрывы. Результаты исследований показали, что фактическая густота посадки составляет 85...80 % от запланированной. Это происходит из-за того, что за счет непрямолинейности борозд значительно увеличивается расстояние между ними. Кроме того, имеют место разрывы

(до 15...17 %) на линиях гона. Основной причиной появления разрывов служат пни и корневые лапы. При обследовании закультивированных свежих вырубок с количеством пней 600 шт./га установлена фактическая густота посадки, составляющая 83...85% от запланированной, что отмечалось ранее [15].

Традиционно посадку древесных растений производят с шириной между рядами 1,5...2,5 м, расстоянием между саженцами в ряду 0,5...0,7 м, густотой посадки саженцев 10...12 тыс. шт./га. В 4–5-летнем возрасте удаляют отстающие в росте деревья и доводят густоту насаждений до 7...8 тыс. шт. В 9–10-летнем возрасте выполняют выборочное прореживание насаждений и обеспечивают их густоту до 6...7 тыс./га. Через каждые 7–10 лет, до 40-летнего возраста, из лучших деревьев формируют насаждения плотностью 1,5...2,0 тыс./га. Однако использование машин и механизмов при создании искусственных насаждений на нераскорчеванных вырубках ограничено; значительное количество операций приходится выполнять вручную. Поэтому при воспроизведении насаждений на упомянутых категориях лесокультурных площадей ставилась задача обеспечить приживаемость и сохранение древесных растений с одновременным сохранением плодородия почвы и ее структуры. Поставленная задача решается путем изъятия наземной и подземной частей пней на определенную глубину с оставлением при этом боковых корней [18]. Диаметр части пенька, которая вырезается, зависит от среднего диаметра древостоя. После рубки спелых сосновых насаждений со средним диаметром 36...44 см вырезанию на глубину 40...50 см подлежит центральная часть корневой системы диаметром 55...65 см и общим объемом 0,20...0,25 м³. Вырезание пней проводится на всей территории лесокультурной площади.

Таким образом, реализация предложенного способа позволяет формировать полноценные искусственные насаждения в течение короткого срока с высокой общей производительностью. Экологическая оценка способа объективно свидетельствует об отсутствии различных аномалий в насаждениях (ухудшение структуры и плодородия почвы, массовое заселение и распространения насекомых–фитофагов, нарушение биоценотического равновесия).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агапов Н.Н. Понижение пней для облесения вырубок // Лесоводство и агролесомелиорация. К.: Урожай, 1983. Вып. 66. С. 42–45.
2. Алькин Н.Ф. Определение объема почвенного кома при выращивании посадочного материала в контейнерах // Лесн. хоз-во. 1982. № 10. С. 31–33.
3. Ахромейко А.И. Роль микориз в жизни леса // Лесн. хоз-во. 1950. № 5. С. 18–24.
4. Волчков В.Е. Характеристика степени развития корневой системы сеянцев некоторых древесных пород // Лесохозяйственная наука и практика. Минск: Ураджай, 1971. Вып. 21. С. 40 – 43.
5. Воронков Н.А. Влагооборот и влагообеспеченность сосновых насаждений (по материалам исследований на песчаных почвах засушливых областей). М.: Лесн. пром-сть, 1973. 184 с.

6. Гордієнко М.І., Шлапак В.П., Гойчук А.Ф., Рибак В.О., Маурер В.М., Гордієнко М.Н., Ковалевський С.Б. Культури сосни звичайної в Україні. К.: Інститут аграрної економіки УААН, 2002. 872 с.

7. Жуков А.Б. Технічні властивості деревини сосни з лісів України. К.: ДВОУ «Держтехвидав», 1931. Ч. 1: Вплив умов місця зростання на технічні властивості соснової деревини. 80 с.

8. Ильинский В.В. Биомасса сосны в насаждениях различных бонитетов // Лесн. хоз-во. 1968. № 3. С. 34.

9. Калинин М.И. Корневые системы деревьев и повышение продуктивности леса. Львов: Вища школа, 1975. 175 с.

10. Калинин М.И. Формирование корневой системы деревьев. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 152 с.

11. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 264 с.

12. Кофман Г.Б. Рост и форма деревьев. Новосибирск : Наука, 1966. 211 с.

13. Лаас Эйно. О первоначальной густоте сосновых культур при механической обработке почвы в юго-восточной части Эстонии // Повышение производительности лесов и улучшение лесного фонда Эстонской ССР: сб. науч. тр. Эстонской с.-х. акад. Тарту, 1980. Вып. 128. С. 37–49.

14. Лозинев Г.Л. Особенности пространственного распределения подземных частей растений в лесных биогеоценозах Подмосковья // Лесоведение. 1980. № 1. С. 58–63.

15. Мерзленко М.Д., Бабич Н.А. Теория и практика выращивания сосны и ели в культурах. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2002. 220 с.

16. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. Л.; М.: ГИЗ, 1924. 404 с.

17. Мякушко В.К. Сосновые леса равнинной части УССР. К.: Наук. думка, 1978. 256 с.

18. Пат. 69485 Україна, A01G23/00. Спосіб підготовки лісокультурно площі для створення штучних насаджень / Гриб В.М.; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. № u2011 13612; заявл. 18.11.2011; опубл. 25.04.2012, Бюл. № 8.

19. Перельгин Л.М. Изменение физико-механических свойств древесины сосны и березы по классам развития и возраста // Лесн. хоз-во. 1953. № 5. С. 3–5.

20. Перельгин Л.М. Строение древесины. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 199 с.

21. Ремезов Н.П., Погребняк П.С. Лесное почвоведение. М.: Лесн. пром-сть, 1965. 325 с.

22. Семечкина М.Г. Структура фитомассы сосняков / Отв. ред. А.И. Бузыкин. Новосибирск, 1978. 166 с.

Поступила 20.12.13

UDC 630*232.114

Features of the Root Systems Structure of Scots Pine and Their Impact on the Reforestation Quality

V.M. Gryb, Candidate of Agriculture, Associate Professor

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroiv Oborony, 15, Kiev, 03041, Ukraine; e-mail: gribvm@ukr.net

Multilateral research and the subsequent analysis of wood structure indicators of root systems were conducted. Physico-mechanical properties of the wood of the trunk and root system are

considered, the results of determining of the root system biomass are presented depending on the diameter of the tree. It has been found that industrial stocks of root wood in mature pine stands are within 10–12 % from the stocks of stem wood that is 40–50 m³ per one hectare. The ratio of root system volume to the total volume of the trunk is reducing with increasing of the average stand diameter. During the reforestation on the not uprooted felling there is a question about preparation of the silvicultural areas for the artificial stands, what is associated with minimization of the hindrances, which are created by stumps, left after the felling. Removing of this wood during the preparation of the silvicultural areas will provide favorable conditions for the operation of machines and mechanisms and will allow to form full artificial plantations with a high overall productivity as well. The technologies of preparation of the silvicultural areas have been developed with using of the new mechanisms.

Keywords: root system, the structure of wood, stocks of stump wood, reforestation.

REFERENCES

1. Agaponov N.N. Ponizhenie pney dlya obleseniya vyrubok [Lowering the Stumps for Afforestation]. *Lesovodstvo i agrolesomelioratsiya*, Kiev, 1983, vol. 66, pp. 42–45.
2. Al'kin N.F. Opredelenie ob"ema pochvennogo koma pri vyrashchivanii posadochnogo materiala v konteynerakh [Determination of the Soil Clod Volume in the Growing of Planting Stock in Containers]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1982, no. 10, pp. 31–33.
3. Akhromeyko A.I. Rol' mikoriz v zhizni lesa [The Role of Mycorrhiza in Forest Life]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1950, no. 5, pp.18–24.
4. Volchkov V.E. Kharakteristika stepeni razvitiya kornevoy sistemy seyantsev nekotorykh drevesnykh porod [Degree Characteristics of Development of the Root System of Tree Seedlings]. *Lesokhozyaystvennaya nauka i praktika*, Minsk, 1971, vol. 21, pp. 40–43.
5. Voronkov N.A. *Vlagooborot i vlagoobespechennost' sosnovykh nasazhdeniy (po materialam issledovaniy na peschanykh pochvakh zasushlivykh oblastey)* [The Moisture Cycle and Moisture Supply of the Pine Stands (Based on Research on the Sandy Soils of Arid Regions)]. Moscow, 1973. 184 p.
6. Gordijenko M.I., Shlapak V.P., Goychuk A.F., Rybak V.O., Maurer V.V., Godijenko M.N., Kovalevskiy S.B. *Kul'tury sosny zvyhajnoi' v Ukrai'ni* [Scotch Pine Crops in Ukraine]. Kiev, 2002. 872 p.
7. Zhukov A.B. Tehnichni vlastyvosti derevyny sosny z lisiv Ukrai'ny [Technical Properties of Pine Wood from Ukrainian Forests]. *Ch. 1: Vplyv umov miscja zrostannja na tehnichni vlastyvosti* [P.1: Influence of Growth Places on the Technical Properties of Pine Wood]. 1931. 80 p.
8. Il'inskiy V.V. Boimassa sosny v nasazhdeniyakh razlichnykh bonitetov [Pine Biomass in the Stands of Different Growth Classes]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1968, no. 3. 34 p.
9. Kalinin M.I. *Kornevye sistemy derev'ev i povyshenie produktivnosti lesa* [The Root Systems of Trees and Forest Productivity Increasing]. Lvov, 1975. 175 p.
10. Kalinin M.I. *Formirovanie kornevoy sistemy derev'ev* [Formation of the Trees Root System]. Moscow, 1983. 152 p.
11. Karpachevskiy L.O. *Les i lesnye pochvy* [Forest and Forest Soils]. Moscow, 1981. 264 p.
12. Kofman G.B. *Rost i forma derev'ev* [The Growth and Form of Trees]. Novosibirsk, 1966. 211 p.

13. Laas Eyno O pervonachal'noy gustote sosnovykh kul'tur pri mekhanicheskoy obrabotke pochvy v yugo-vostochnoy chasti Estonii [About the Initial Density of Pine Crops During Mechanical Soil Treatment in South-Eastern Estonia]. *Trudy po lesnomu khozyaystvu – povyshenie proizvoditel'nosti lesov i uluchshenie lesnogo fonda Estonskoy SSR: sb.nauch. tr. Estonskoy s.-kh. akad* [Forestry Proc. - Increasing of Forest Productivity and Improving the Forest Fund of Estonian SSR: Collected Papers of Estonian Agricultural Academy]. Tartu, 1980, vol. 128, pp. 37–49.

14. Lozinov G.L. Osobennosti prostranstvennogo raspredeleniya podzemnykh chastey rasteniy v lesnykh biogeotsenozakh Podmoskov'ya [Features of the Spatial Distribution of Underground Parts of Plants in the Forest Biogeocenoses in the Moscow Region]. *Lesovedenie*, 1980, no. 1, pp. 58–63.

15. Merzlenko M.D., Babich N.A. *Teoriya i praktika vyrashchivaniya sosny i eli v kul'turakh* [Theory and Practice of Growing Pine and Spruce in Crops]. Arhangelsk, 2002. 220 p.

16. Morozov G.F. *Uchenie o lese* [Study about the Forest]. Leningrad, 1924. 404 p.

17. Myakushko V.K. *Sosnovye lesa ravninnoy chasti USSR* [Pine Forests of the Champaign Part of USSR]. Kiev, 1978. 256 p.

18. Gryb V.M. *Sposib pidgotovky lisokul'turnoi' ploshhi dlja stvorennja shtuchnyh nasadzhen'* [The Method of Preparation of Silvicultural Areas for the Creation of Artificial Stands]. Patent Ukraine, no. 69485 A01G23/00, 2012.

19. Pereygin L.M. *Izmenenie fiziko-mekhanicheskikh svoystv drevesiny sosny i berezy po klassam razvitiya i vozrasta* [Changes in the Physical and Mechanical Properties of Pine and Birch Wood on Development and Age Classes]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1953, no. 5, pp. 3–5.

20. Pereygin L.M. *Stroenie drevesiny* [Wood structure]. Moscow, 1954. 199 p.

21. Remezov N.P., Pogrebnyak P.S. *Lesnoe pochvovedenie* [Forest Soil Science]. Moscow, 1965. 325 p.

22. Semechkina M.G. *Struktura fitomassy sosnyakov* [Structure of the Phytomass of Pine Forests]. Novosibirsk, 1978. 166 p.

Received on December, 20, 2013
