



УДК 582.475:630*181.65:630*237(470.22)

В.А. Козлов¹, М.В. Кистерная², Я.А. Неронова¹¹Институт леса Карельского НЦ РАН²ФГУК «Государственный историко-архитектурный и этнографический музей-заповедник «Киж»

Козлов Валерий Александрович родился в 1941 г., окончил в 1963 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории лесоведения и лесоводства Института леса Карельского НЦ РАН. Имеет более 160 печатных работ в области древесиноведения.
E-mail: forest@krc.karelia.ru



Кистерная Маргарита Васильевна родилась в 1967 г., окончила в 1990 г. Ленинградский государственный университет, кандидат технических наук, старший научный сотрудник ФГУК «Государственный историко-архитектурный и этнографический музей-заповедник «Киж». Имеет более 50 печатных работ в области древесиноведения.
E-mail: wood2000@krc.karelia.ru



Неронова Яна Анатольевна родилась в 1980 г., окончила в 2002 г. Петрозаводский государственный университет, сотрудник лаборатории лесоведения и лесоводства Института леса Карельского НЦ РАН. Имеет 4 печатные работы в области древесиноведения.
E-mail: neronovaya@mail.ru



ВЛИЯНИЕ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПЛОТНОСТЬ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Приведены данные долговременных наблюдений за плотностью и химическим составом древесины сосны обыкновенной в сосняках травяно-сфагновых на осушенной мезоевтрофной торфяной почве после рубок ухода и внесения удобрений.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, плотность древесины, химический состав, минеральные удобрения, осушение, рубки ухода.

Сочетание высокой биологической продуктивности и качества древесины хвойных пород остается нерешенной проблемой. Лесохозяйственные мероприятия (рубки ухода, мелиорация, внесение удобрений) способствуют повышению прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), однако их влияние на качество древесины не столь однозначно. Благодаря более интенсивному росту деревьев на мелиорированных площадях во второй половине вегетации увеличивается доля поздней древесины в годичном слое [3]. Плотность как интегральный показатель качества древесины может

изменяться по-разному [4, 6]. Проведение комплекса лесохозяйственных мероприятий вызывает синергетическое воздействие на биомассу древесных фракций и рост дерева, при этом уменьшается отрицательное влияние на качество древесины.

Внесение дополнительных питательных веществ на минеральных почвах в целом приводит к снижению плотности, так как изменяется соотношение ранней и поздней древесины и уменьшается толщина клеточных оболочек [10]. В насаждениях на торфяно-болотных почвах, которые до гидромелиорации отличались замедленным ростом, это мероприятие способствует более полному использованию элементов питания на формирование прироста древостоя [2]. При этом плотность повышается за счет увеличения толщины клеточных оболочек, а соотношение поздней и ранней древесины сохраняется [1].

Разреживание древостоев на осушенных землях активизирует камбиальную деятельность дерева, однако не приводит к существенному снижению плотности древесины. Отмечается увеличение плотности поздней древесины на 25...30 %, однако ее доля несколько снижается [4].

Ранее нами были описаны изменения в годичном кольце, происходящие под влиянием рубок ухода и внесения удобрений в осушенных сосняках [3]. В данной работе мы приводим результаты долговременного влияния комплекса лесохозяйственных мероприятий на плотность и химический состав древесины.

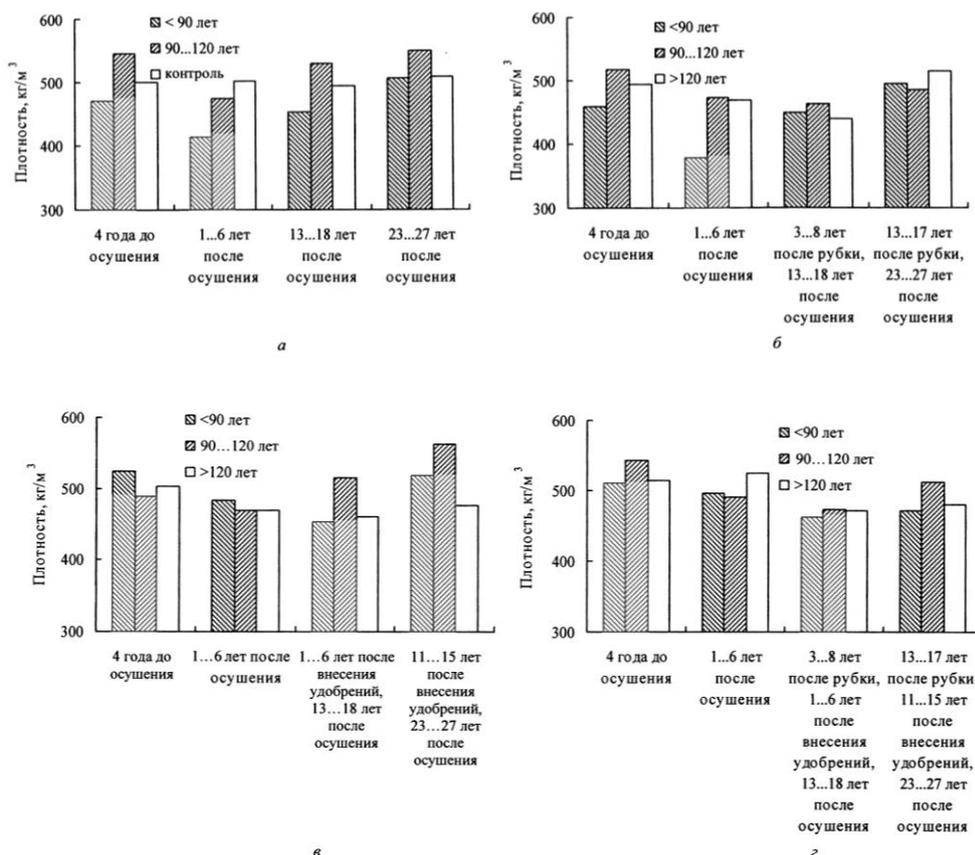
Исследования проводили на опытных участках Института леса Карельского НЦ РАН, заложенных на территории стационара «Киндасово» (Пряжинский район Республики Карелия), в одном из наиболее распространенных типов осушенных лесов – сосняке травяно-сфагновом на мезоевтрофной торфяной почве. Изучали пять вариантов древостоев: I – осушенный; II – осушенный, пройденный проходной рубкой; III – осушенный, удобрённый; IV – осушенный, пройденный проходной рубкой, удобрённый; V – контроль – неосушенный 90–120-летний. Осушение выполнено в 1972 г., проходные рубки с полной выборкой березы на варианте II – в 1982 г., на IV – в 1984 г., минеральные удобрения ($N_{75}P_{125}K_{75}$) вносили в 1984 г. Подробное описание опытных участков приведено в работе [9].

Физико-химические свойства древесины сосны изучали на кернях, отобранных с модельных деревьев на высоте 1,3 м возрастным буравом Пресслера, и на спилах. Диаметр и высота моделей близки к средним значениям диаметра (18,7 см) и высоты (15,8 м) конкретного древостоя, т. е. их можно отнести к средней по толщине категории деревьев.

Плотность древесины образцов до и после лесохозяйственных мероприятий определяли по выталкивающей силе [7]. Для изучения годичной динамики внутрикольцевой плотности использовали рентгеновский плотномер [5]. В статье приведены данные о базисной плотности. Статистическую достоверность полученных результатов рассчитывали по коэффициенту корреляции Пирсона (p – вероятность ошибки).

Элементный состав древесины исследовали методом классического термического сжигания и последующего анализа продуктов разложения на CHNS-анализаторе Perkin-Elmer в аналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ РАН. После сухого озоления образцов находили зольность, содержание общего азота – по Кьельдалю, фосфора – по Труоргу, калия – пламеннофотометрическим методом. Смолистые вещества определяли гравиметрическим методом после экстракции этиловым спиртом [8]. Анализы выполнены в аналитической лаборатории Института леса КарНЦ РАН.

До проведения лесохозяйственных мероприятий плотность древесины на всех участках была примерно одинаковой: для деревьев возраста до 90 лет – 497 ± 6 ; 90...120 лет – 523 ± 3 ; более 120 лет – 503 ± 5 кг·м⁻³. Изменение плотности древесины под влиянием осушения, внесения удобрений и рубок представлено на рисунке.



Влияние осушения (а), рубок ухода (б), внесения минеральных удобрений (в), рубок ухода и внесения удобрений (г) на плотность древесины сосны в сосняках травяно-сфагновых на мезоевтрофной почве

Наиболее резко плотность древесины снизилась в первое пятилетие после мелиорации: у деревьев моложе 120 лет в среднем на 20 % ($p = 0,003$), старше 120 лет – на 8 % ($p = 0,002$). Однако через 13...18 лет плотность древесины на осушенной торфяной почве превысила контроль (вариант I). Эта тенденция сохранялась в течение всего периода наблюдений.

Полученные данные о снижении плотности древесины в первое пятилетие после гидrolесомелиорации за счет образования менее толстостенных трахеид [3] согласуются с результатами С.П. Ефремова [1] для хорошо осушенного мелкозалежного болота и В.А. Ипатьева [2], изучавшего сосняки осоково-сфагновые на торфяно-болотных почвах. Некоторое снижение плотности древесины молодых деревьев сосны, когда осушение сопровождается значительным увеличением прироста, отмечал и О.И. Полубояринов [6].

После гидrolесомелиорации возрастает биомасса ассимиляционного аппарата [9], что способствует лучшему снабжению зон роста ассимилянтами, интенсивной работе камбия, активным процессам роста клеток и синтеза их вторичных стенок. Плотность древесины после адаптационного периода повышается благодаря увеличению доли поздней и плотности ранней древесины [3].

Изреживание осушенного древостоя (вариант II) практически не влияет на плотность древесины 90–120-летних деревьев, через 3...8 лет после рубки она снижается на 2 % ($p = 0,25$), а через 14...18 лет увеличивается на 4 % ($p = 0,19$). В возрасте до 90 лет в первые 8 лет плотность повышается на 16 % ($p < 0,005$), в последующие годы еще на 7 % ($p = 0,10$). Реакция деревьев старше 120 лет на изменение светового режима проявляется значительно позже, через 14...18 лет плотность возросла на 16 % ($p = 0,08$).

Комплекс лесохозяйственных мероприятий (проходная рубка + удобрение) вызвал наиболее значительное увеличение прироста (в 2 раза), в результате плотность древесины уменьшилась на 12 %.

По данным О.И. Полубояринова [8], для сохранения выработки волокнистых полуфабрикатов при снижении плотности древесины необходимо приблизительно в той же мере увеличить объем ее заготовки и переработки. Наши исследования показали, что в результате проведения комплекса лесохозяйственных мероприятий уменьшается плотность древесины, но поскольку при этом существенно повышается прирост (в 2 раза), то общий запас также возрастает, что особенно важно для химической переработки древесины (использование такого сырья в ЦБП).

При интенсивном росте деревьев изменяются не только анатомическое строение и плотность, но и химический состав древесины, что влияет на качество изготавливаемой из нее продукции. Результаты анализа химического состава древесины сосны, сформировавшейся под влиянием различных лесохозяйственных мероприятий, приведены в таблице.

Как видим, лесохозяйственные мероприятия не привели к изменению количества основных структурообразующих элементов древесины — водорода и углерода. Возрос процент азота и незначительно снизилось содержание фосфора, сохранившееся на весь период исследований (до 2003 г.).

При внесении удобрений содержание зольных элементов увеличивается за счет уменьшения толщины клеточных стенок поздних трахеид и более интенсивного образования ранней древесины, в которой больше золы, лигнина, пентозанов и экстрактивных веществ [3]. Дополнительное минеральное питание направлено в первую очередь на создание ассимиляционного аппарата [9], что приводит к снижению содержания азота в древесине (см. таблицу), особенно заметному в первые 5 лет после внесения удобрений, и влияет на размеры формирующихся трахеид [3]. В образцах, отобранных на участке комплексного ухода, количество азота остается постоянным с некоторым повышением через 15 лет после проведения мероприятий, а фосфора становится больше.

Достоверное влияние на содержание смолистых компонентов оказывает лишь осушение ($p < 0,05$). Последующие рубка и внесение удобрений приводят к некоторому увеличению смолопродуктивности древостоев, однако на участке комплексного ухода (вариант IV) оно наблюдается только в течение 5 лет после проведения мероприятий.

Выводы

1. Лесомелиорация в долговременной перспективе положительно влияет на плотность древесины сосны, произрастающей в сосняках травяно-сфагновых на мезоевтрофной торфяной почве.

2. При изреживании (проходной рубке), а также внесении минеральных удобрений в осушенных древостоях не происходит достоверного снижения плотности древесины.

3. Комплексный уход на мелиорированных почвах (проходная рубка в сочетании с дополнительным минеральным питанием) негативно влияет на плотность древесины.

4. В целях формирования древесины с высокой плотностью более эффективны лесохозяйственные мероприятия на осушенных землях в древостоях III–IV классов возраста.

5. Лесохозяйственные мероприятия не вызывают заметного изменения химического состава древесины, что является положительным фактором при использовании ее в качестве сырья для химической переработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ефремов, С.П.* Пионерные древостои осушенных болот [Текст] / С.П. Ефремов. – Новосибирск, 1987. – 249 с.
2. *Ипатьев, В.А.* Гидролесомелиорация и качество древесины [Текст] / В.А. Ипатьев // Современные проблемы гидролесомелиорации: тез. докл. Третьего советско-финского симпозиума, г. Псков, 9–10 сент. 1982. – Л., 1982. – С. 116–119.
3. *Кистерная, М.В.* Изменение анатомического строения древесины сосны под влиянием лесохозяйственных мероприятий [Текст] / М.В. Кистерная, Я.А. Аксененкова // Лесн. журн. – 2007. – № 4. – С. 19–24. – (Изв. высш. учеб. заведений).

4. *Козлов, В.А.* Изменение свойств древесины при внесении удобрений на осушенных землях [Текст] / В.А. Козлов, В.А. Матюшкин // Информ. матер. – СПб, 1992. – С. 55–56.

5. *Козлов, В.А.* Информационный листок № 218-79 [Текст] / В.А. Козлов, М.М. Филлипов. – Петрозаводск: ЦНТИ, 1979. – 2 с.

6. *Оболенская, А.В.* Практические работы по химии древесины и целлюлозы [Текст] / А.В. Оболенская [и др.]. – М., 1965. – 412 с.

7. *Полубояринов, О.И.* Исследование качества болотных и осушенных хвойных насаждений [Текст] / О.И. Полубояринов // Влияние условий произрастания и лесохозяйственных мероприятий на свойства древесины и целлюлозы: сб. – Петрозаводск, 1980. – С. 33–55.

8. *Полубояринов, О.И.* Плотность древесины [Текст] / О.И. Полубояринов. – М., 1976. – 160 с.

9. *Саковец, В.И.* Экологические аспекты гидролесомелиорации в Карелии [Текст] / В.И. Саковец, Н.И. Германова, В.А. Матюшкин. – Петрозаводск, 2000. – 155 с.

10. *Mörling, T.* Effects of fertilization and thinning on heartwood area, sapwood area, and growth in Scots pine [Text] / T. Mörling . – Scand. J. For. Res. – 1999. – Vol. 14. – P. 279.

Поступила 29.05.08

V.A. Kozlov¹, M.V. Kisternaya², Ya.A. Neronova¹

¹ Forest Institute of Karelian Research Centre, RAS

² FSUK State Historical-architectural and Ethnographic Culture Preserve «Kizhi»

Influence of Forestry Measures on Density and Chemical Wood Composition of Scotch Pine

The data of long-term observations over wood density and chemical composition of Scotch pine are provided for grass-sphagnous pine stands on drained meso-eutrophic peat soil after thinning and fertilization.

Keywords: Scotch Pine, wood, density, chemical composition, mineral fertilizers, drainage, thinning.
