

УДК 630*161.4: 630*174.754
DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.4.61

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ГОДИЧНОГО КОЛЬЦА *PINUS SYLVESTRIS* L. В РАЗНЫХ ТИПАХ ЛЕСА ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ*

И.Т. Кищенко, д-р биол. наук, проф.

Петрозаводский государственный университет, просп. Ленина, д. 33, г. Петрозаводск, Республика Карелия, 185910; e-mail: ivanki@karelia.ru

Изучали особенности анатомического строения ствола сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Южной Карелии (средняя подзона тайги). Объектами исследований служили древостои пяти типов лесных сообществ. Высечки древесины ствола отбирали на высоте 1,3 м. Из высечек готовили препараты, на которых в трех местах измеряли ширину годичного кольца, ширину зоны поздней древесины, а также число трахеидных рядов (по радиусу). Исследования показали, что с улучшением экологических условий местопроизрастания интенсивность биопродукционных процессов в сосновых древостоях усиливается. Ширина годичного кольца и число трахеидных рядов у деревьев в сосняке черничном больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом соответственно на 22 и 20 %. Макроструктура ствола сосны в хороших экологических условиях заметно улучшается. Так, ширина зоны поздних трахеид в сосняке черничном на 23 % больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом. Установлено, что доля поздней древесины в формировании годичного кольца не зависит от типа изученных условий произрастания, варьируя в пределах 47...50 %. С улучшением положения дерева в пологе леса величина годичного радиального прироста ствола и доля поздней древесины существенно увеличиваются. Ширина годичного кольца и число трахеидных рядов в сосняке черничном у деревьев I класса роста больше, чем у деревьев II-III и IV-V классов роста соответственно на 6 и 17, 44 и 57 %. Ширина зоны поздних трахеид в сосняке черничном у деревьев I класса роста больше, чем у деревьев II-III и IV-V классов роста соответственно на 25 и 41 %, доля поздней древесины – соответственно на 15...19 %.

Ключевые слова: анатомия древесины, типы леса, классы роста и развития, *Pinus sylvestris* L.

Введение

При изучении биологической продуктивности древостоев в первую очередь обращается внимание на зависимость ростовых процессов от абиотических факторов, в основном на формирование стволов, где сконцентрирована

*Работа выполняется при финансовой поддержке программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности.

большая часть биомассы древостоев. Рассматриваются не только количественные, но и качественные показатели строения древесины ствола лесообразующих видов коренных типов лесных сообществ. Надежными критериями качества древесины являются доля поздней древесины, толщина клеточных оболочек и размеры трахеид, составляющих у хвойных растений более 90 % массы ствола.

Отечественные исследователи всегда уделяли большое внимание количественным показателям прироста древесины ствола хвойных растений [1–5, 7, 9, 12]. При этом установлено, что технические свойства древесины во многом определяются особенностями ее анатомического строения. Авторы подчеркивают, что нельзя судить о качестве древесины только по ее анатомическим показателям, а необходимо изучать и ее физико-механические свойства, памятуя о том, что между ними существуют вполне определенные зависимости. Установлено, что эти характеристики древесины обусловлены в основном особенностями биологии вида растения и экологическими условиями их произрастания [1, 14, 17].

Естественно предположить, что в пределах одной лесорастительной зоны наряду с общими закономерностями, связанными с динамикой погодных условий, формирование древесины ствола в различных типах леса характеризуется присущими только им особенностями. Поэтому изучение радиального прироста древесины ствола должно вестись во всех растительных зонах и типах лесных сообществ. Подобные исследования в таежной зоне России носили фрагментарный характер.

Цель исследований – установить влияние условий местопроизрастания, а также фитоценотического положения дерева на особенности анатомического строения ствола сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в таежной зоне (Южная Карелия).

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в 2011 г. в средней подзоне тайги Южной Карелии (Суоярвский муниципальный р-он; 61°55' с.ш., 32°49' в.д.). Объектами исследований служили древостои наиболее распространенных в данном регионе типов лесных сообществ – сосняках черничном, брусничном, травяно-приручейном, лишайниково-вересковом и багульниково-сфагновом (табл. 1).

Закладку пробных площадей и геоботаническое описание лесных фитоценозов проводили по общепринятым методикам [10, 11]. На каждой из пяти пробных площадей выбирали по 10 учетных деревьев II-III классов роста и развития (по Крафту), кроме того, в сосняке черничном – у деревьев I и IV-V классов.

Таблица 1

Характеристика учетных деревьев в разных типах лесных сообществ

Тип лесного сообщества	Средние			Класс бонитета
	высота, м	диаметр, см	возраст, лет	
Сосняк черничный	25,0	28,5	65	I
С. брусничный	19,3	26,9	60	II
С. травяно-приручейный	16,9	24,5	56	III
С. лишайниково-вересковый	17,4	26,6	60	IV
С. багульниково-сфагновый	19,7	25,7	70	V

Высечки древесины ствола отбирали на высоте 1,3 м в конце вегетационного периода 2011 г. Известно, что в процессе онтогенеза интенсивность формирования камбием древесины ствола изменяется. Поэтому анализировали приросты за сравнительно небольшой период времени, а именно, за последние три года.

Из высечек готовили препараты, на которых в трех местах измеряли ширину годичного кольца, ширину зоны поздней древесины, а также число трахеидных рядов (по радиусу) с помощью микрометрического винта МЦВ-1 с точностью $\pm 0,25$ мкм [15]. Выборка по данным показателям составляла 30 измерений. Все выборки проверены на закон нормального распределения. Математическая обработка данных включала получение средних арифметических величин, их ошибок и среднеквадратических отклонений. Гипотезу о зависимости анатомических особенностей от условий местопроизрастания проверяли, устанавливая достоверность различий между одноименными показателями деревьев разных типов лесных сообществ. Из полученных элементарных статистик следует, что показатель точности опыта составляет 3...5 %, коэффициент вариации – 18...22 %.

Результаты исследований и их обсуждение

Фитоценозы сосняка вересково-лишайникового растут на плакоре, где вода и минеральные вещества поступают в почву только с атмосферными осадками, в связи с чем здесь формируется промывной режим увлажнения [13]. Грунтовые воды находятся на большой глубине и не доступны для растений. Почвы песчаные и из-за низкой водоудерживающей способности отличаются недостаточной влажностью. В этих условиях происходит постоянный вынос мелкозема и гумусовых веществ с поверхностным и внутрипочвенным стоком на нижележащие территории или в глубинные слои почвы. На таких бедных и сухих почвах растут только низкопродуктивные сосняки IV класса бонитета.

На склоне песчаных возвышений (на абрупте) почвы более плодородные (супесчаные), так как в них поступает вода с минеральными элементами из вышележащих биогеоценозов (с поверхностным и внутрипочвенным стоками,

а также с грунтовыми водами). Здесь создаются условия для сравнительно хорошего роста фитоценозов сосняков черничного и брусничного соответственно I и II классов бонитета.

В пониженных элементах рельефа (на плакате) режим увлажнения создается выпадающими атмосферными осадками, притоком воды с вышележащих территорий и выходами грунтовых вод у их подножий. Сюда по склону поступает значительное количество минеральных и органических веществ, которые, однако, усваиваются растениями с трудом из-за недостатка кислорода вследствие застойного увлажнения. Здесь на торфянисто-подзолисто-глеевых почвах, крайне неблагоприятных для роста леса (IV-V классы бонитета), растут фитоценозы сосняка багульниково-сфагнового.

По берегам рек формируются почвы с избыточным проточным увлажнением, достаточно хорошо обеспечивающие корни минеральными солями и кислородом. Здесь произрастают фитоценозы сосняка травяно-приручейного III класса бонитета.

Таким образом, деревья одного вида, но произрастающие в разных экологических условиях, весьма существенно отличаются по продуктивности. Поэтому тип лесного сообщества является надежным интегральным показателем, отражающим влияние почвенно-грунтовых условий на интенсивность биопродукционных процессов.

Как показали результаты исследований, особенности анатомического строения древесины также в значительной степени связаны с различиями в условиях местопроизрастания. Выяснилось, что наиболее широкое годичное кольцо (2,01 мм) формируется в сосняке черничном (деревья II-III классов) (табл. 2). По сравнению с этим типом сообщества в сосняках брусничном, травяно-приручейном, лишайниково-вересковом и багульниково-сфагновом данный показатель меньше соответственно на 3, 6, 20 и 22 %. Здесь и далее приводятся данные, усредненные за три года исследований. Выявленная тенденция в изменчивости ширины годичного кольца в разных типах лесных сообществ за исследуемые три года оставалась неизменной. Увеличение ширины годичного кольца в лучших условиях местопроизрастания отмечено и другими исследователями [2, 4, 9, 16].

Естественно, что большей ширине годичного кольца соответствует и большее число трахеидных рядов, его формирующих. Установлено, что их наибольшее число в годичном кольце формируется в сосняке черничном, составляя в среднем 49 шт. (деревья I-III классов). По сравнению с этим типом сообщества в сосняках брусничном, травяно-приручейном, лишайниково-вересковом и багульниково-сфагновом данный показатель меньше соответственно на 4, 20, 16 и 20 %. Выявленная зависимость числа трахеидных рядов от условий произрастания за исследуемые три года оставалась неизменной.

Таблица 2

**Ширина годичного кольца ствола с ошибкой определения (в числителе, мм)
и число трахеидных рядов (в знаменателе, шт.) у деревьев *Pinus sylvestris* L.
в разных типах лесных сообществ**

Тип лесного сообщества	Год образования годичного кольца			Среднее
	2009	2010	2011	
Сосняк черничный	<u>1,95±0,09</u>	<u>2,07±0,06</u>	<u>2,01±0,10</u>	<u>2,01</u>
	50	49	49	49
С. брусничный	<u>1,91±0,08</u>	<u>2,00±0,06</u>	<u>1,96±0,06</u>	<u>1,95</u>
	48	47	47	47
С. травяно-приручейный	<u>1,89±0,06</u>	<u>1,90±0,04</u>	<u>1,90±0,04</u>	<u>1,90</u>
	38	40	38	39
С. лишайниково-вересковый	<u>1,55±0,04</u>	<u>1,63±0,05</u>	<u>1,66±0,05</u>	<u>1,61</u>
	41	41	42	41
С. багульниково-сфагновый	<u>1,62±0,08</u>	<u>1,59±0,07</u>	<u>1,57±0,09</u>	<u>1,59</u>
	40	40	37	38

Важнейшими показателями, характеризующими технические свойства древесины, являются ширина поздней древесины и процент ее участия в формировании годичного кольца. Выяснилось, что качество формирующейся древесины ствола напрямую связано с особенностями почвенно-грунтовых условий: чем они лучше, тем выше качество древесины. Так, наибольшая ширина зоны поздней древесины формируется в сосняке черничном, составляя в среднем (за 3 года) 1,01 мм (деревья II-III классов) (табл. 3).

Таблица 3

**Ширина с ошибкой определения (в числителе, мм)
и число рядов трахеид поздней древесины (в знаменателе, шт.)
у деревьев *Pinus sylvestris* L. в разных типах лесных сообществ**

Тип лесного сообщества	Год образования годичного кольца			Среднее
	2009	2010	2011	
Сосняк черничный	<u>1,05±0,06</u>	<u>1,12±0,08</u>	<u>1,01±0,03</u>	<u>1,06</u>
	30	30	30	30
С. брусничный	<u>1,14±0,06</u>	<u>1,23±0,06</u>	<u>1,17±0,09</u>	<u>1,18</u>
	27	26	28	27
С. травяно-приручейный	<u>0,96±0,05</u>	<u>0,99±0,03</u>	<u>1,01±0,05</u>	<u>0,99</u>
	17	19	18	18
С. лишайниково-вересковый	<u>0,78±0,07</u>	<u>0,97±0,08</u>	<u>0,98±0,03</u>	<u>0,91</u>
	22	23	22	22
С. багульниково-сфагновый	<u>0,89±0,08</u>	<u>0,93±0,04</u>	<u>1,03±0,07</u>	<u>0,95</u>
	21	21	20	21

По сравнению с сообществами этого типа в сосняках брусничном, травяно-приручейном, лишайниково-вересковом и багульниково-сфагновом данный показатель меньше соответственно на 5, 11, 25 и 23 %. Подобная зависимость установлена для деревьев *Pinus sylvestris* L., произрастающих и в других растительных зонах [2, 9, 12]. Между тем доля поздней древесины в формировании годичного кольца в изученных типах лесных сообществ варьирует в пределах 47...50 %. Другие исследователи также отмечают увеличение доли поздней древесины в более продуктивных типах леса [2, 9, 16, 18].

Все установленные различия в величине анатомических показателей деревьев, произрастающих в различных типах лесных сообществ, оказались достоверными.

Древесные растения, произрастающие в лесу, испытывают порой довольно заметные различия в обеспечении инсоляцией и другими экологическими факторами. Так, деревья, хорошо развитые и относящиеся к господствующей части древостоя, перехватывают своими кронами большую часть солнечной радиации [6, 8, 18]. В результате этого к отставшим в росте угнетенным деревьям ее поступает незначительное количество. В конечном итоге такие деревья, если они относятся к светолюбивым видам, не выдерживают конкуренции и отмирают. Следовательно, положение дерева в пологе леса, т. е. фитоценотическое положение, в первую очередь характеризует степень его обеспеченности таким важным экологическим фактором, как солнечная радиация.

Как известно, внутривидовая конкуренция (в основном за свет) в древостое приводит к существенным различиям в положении деревьев в пологе леса, которое в лесоведении принято характеризовать классами роста и развития (по Крафту). Оказалось, что данный биотический фактор оказывает значительное влияние и на анатомическое строение годичного кольца ствола сосны. С ухудшением положения дерева в пологе леса годичный радиальный прирост ствола существенно снижается. Так, в сосняке черничном показатель у деревьев I класса роста в среднем составляет 2,15 мм, что оказалась больше, чем у деревьев I-III и IV-V классов роста соответственно на 6 и 44 % (табл. 4). Подобную зависимость отмечают и другие исследователи [4, 14].

Таблица 4

Ширина годичного кольца ствола с ошибкой определения (в числителе, мм) и число трахеидных рядов (в знаменателе, шт.) у деревьев *Pinus sylvestris* L. разных классов роста в сосняке черничном

Класс роста и развития (по Крафту)	Год образования годичного кольца			Среднее
	2009	2010	2011	
I	<u>2,17±0,08</u>	<u>2,16±0,08</u>	<u>2,35±0,07</u>	<u>2,15</u>
	56	56	54	55
II-III	<u>2,20±0,05</u>	<u>2,28±0,06</u>	<u>2,21±0,06</u>	<u>2,02</u>
	48	47	47	47
IV-V	<u>1,63±0,05</u>	<u>1,59±0,06</u>	<u>1,70±0,03</u>	<u>1,49</u>
	35	35	34	35

Чем больше прирост, тем больше и число трахеидных слоев, его составляющих. Так, их число у деревьев I класса роста в сосняке черничном (55 шт.) по сравнению с деревьями II-III и IV-V классов роста оказалось больше соответственно на 17 и 57 %.

Выяснилось, что качество формирующейся древесины ствола в определенной степени связано с положением дерева в пологе леса. Так, наибольшая ширина зоны поздней древесины в сосняке черничном (I класс роста) составляет в среднем (за 3 года) 0,71 мм (табл. 5).

Таблица 5

Ширина с ошибкой определения (в числителе, мм) и число рядов трахеид поздней древесины (в знаменателе, шт.) у деревьев *Pinus sylvestris* L. разных классов роста в сосняке черничном

Класс роста и развития (по Крафту)	Год образования годичного кольца			Среднее
	2009	2010	2011	
I	$\frac{0,88 \pm 0,07}{27}$	$\frac{0,87 \pm 0,09}{26}$	$\frac{0,89 \pm 0,08}{26}$	$\frac{0,88}{26}$
II-III	$\frac{0,75 \pm 0,05}{21}$	$\frac{0,77 \pm 0,05}{22}$	$\frac{0,77 \pm 0,04}{21}$	$\frac{0,76}{21}$
IV-V	$\frac{0,55 \pm 0,05}{16}$	$\frac{0,58 \pm 0,06}{16}$	$\frac{0,57 \pm 0,05}{17}$	$\frac{0,57}{16}$

Если сравнить данный показатель с показателями деревьев II-III и IV-V классов роста, то он меньше соответственно на 25 и 41 %. При этом доля участия поздней древесины в формировании годичного кольца у исключительно господствующих деревьев на 15...19 % превышает аналогичный показатель у деревьев подчиненной части древостоя. Ранее С.И. Чумаченко и И.И. Степаненко [14] и И.Т. Кищенко [4] также обнаружили подобную зависимость.

Выводы

1. С улучшением экологических условий местопроизрастания интенсивность биопродукционных процессов в сосновых древостоях усиливается. Ширина годичного кольца и число трахеидных рядов у деревьев *Pinus sylvestris* L. в сосняке черничном больше, чем в с. багульниково-сфагновом соответственно на 22 и 20 %.

2. В лучших экологических условиях ширина зоны поздних трахеид увеличивается: в сосняке черничном она на 23 % больше, чем в с. багульниково-сфагновом.

3. Доля поздней древесины в ширине годичного кольца в изученных типах лесных сообществ варьирует в пределах 47...50 %.

4. С улучшением фитоценотического положения деревьев *Pinus sylvestris* L. интенсивность деятельности камбия усиливается. Ширина годичного кольца

и число трахеидных рядов в сосняке черничном у деревьев I класса роста больше, чем у деревьев II-III и IV-V классов роста соответственно на 6 и 17 и 44 и 57 %.

5. У деревьев *Pinus sylvestris* L., успешно конкурирующих за факторы среды, макроструктура древесины заметно улучшается. Ширина зоны поздних трахеид в сосняке черничном у деревьев I класса роста больше, чем у деревьев II-III и IV-V классов роста соответственно на 25 и 41 %, доля поздней древесины – на 15...19 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонова Г.Ф., Стасова В.В. Формирование годичного слоя древесины стволов сосны обыкновенной и лиственницы сибирской // Лесоведение. М.: Наука, 1992. № 5. С. 19–27.
2. Бабич Н.А., Мелехов В.И., Антонов А.М., Клевцов Д.Н., Коновалов Д.Ю. Влияние условий местопроизрастания на качество древесины сосны (*Pinus sylvestris* L.) в посевах // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. XXIV, № 1. С. 54–58.
3. Ванин С.И. Об изучении анатомического строения древесины // Тр. Ин-та леса АН СССР. 1949. № 4. С. 26–43.
4. Кищенко И.Т. Влияние условий местопроизрастания на анатомическое строение годичного кольца *Pinus sylvestris* L. в таежной зоне // Принципы экологии. 2014. № 2. С. 26–32.
5. Кроткевич П.Г. Выращивание высококачественной древесины. М.: Наука, 1955. 180 с.
6. Лосицкий К.Б. Производственная оценка климата в лесном хозяйстве // Лесн. хоз-во. 1974. № 7. С. 34–37.
7. Мелехов И.С. О качестве северной сосны. Архангельск: Изд-во АЛТИ, 1932. 21 с.
8. Мелехов И.С. Лесоведение. М.: Наука, 1980. 406 с.
9. Мелехов В.И., Бабич Н.А., Корчагов С.А. Качество древесины сосны в культурах. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2003. 110 с.
10. Полевая геоботаника. М.: Изд-во АН СССР, 1964. Т. 3. 530 с.
11. Программа и методы биогеоценологических исследований. М.: Изд-во АН СССР, 1974. 404 с.
12. Сахаров М.И. Анатомическое строение древесины сосны (*Pinus sylvestris* L.) в связи с условиями местопроизрастания // Тр. Брянск. с.-х. ин-та. 1940. Т. 2. С. 287–301.
13. Сукачев В.Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии // Избр. тр. Л.: Наука, 1972. Т. 1. 578 с.
14. Чумаченко С.И., Степаненко И.И. Влияние классов роста и размеров крон деревьев на строение древесины сосны с внесением минеральных удобрений // Лесн. вестн. 2007. № 7. С. 7–12.
15. Яценко-Хмелевский А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины. М.: Наука, 1954. 338 с.
16. Cregg V.M., Dougherty K.F., Hennessey T.C. Growth and wood quality of young loblolly pine trees in relation to stand and climatic factors // Canad. J. Forest Res. 1988. Vol. 18. P. 851–858.

17. Fritts H. Tree rings and climate. London; N. Y.; San Francisco: Acad. Press, 1976. 567 p.

18. Odin H. Studies of the increment rhythm of Scots pine and Norway spruce plants // Studia Forestalia Suecica. Skogshögskolan Royal College of Forestry. Stockholm, 1972. № 2. 32 p.

Поступила 06.04.15

UDC 630*161.4: 630*174.754

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2016.4.61

Anatomical Structure of the Annual Ring of *Pinus Sylvestris* L. in Different Forest Types of the Taiga Zone

I.T. Kishchenko, Doctor of Biological Sciences, Professor

Petrozavodsk State University, Lenin ave., 33, Petrozavodsk, 185640, Russian Federation;
e-mail: ivanki@karelia.ru

We studied the features of the anatomical structure of a common pine trunk (*Pinus sylvestris* L.) in South Karelia (the middle taiga subzone). The objects of the research were the stands of five types of forest communities. Trunk wood cuttings were selected at a height of 1.3 m. The formulations were prepared from the cuttings and were used as the basis for the measurement of the width of an annual ring, of the latewood zone and the number of tracheide rows (radially) in three locations. With the improvement of the environmental conditions of habitat the intensity of the bioproduction processes in the pine stands increases. The width of the annual ring and the number of tracheide rows of trees in a bilberry pine forest are more than that in a ledum and sphagnum pine forest by 22 and 20 % respectively. The macrostructure of a pine trunk in good ecological conditions improves markedly. Thus, the width of the late tracheide zone in a bilberry pine forest is by 23 % greater than that in a ledum and sphagnum pine forest. The proportion of latewood in the formation of the annual ring is independent on the type of the studied growth conditions, varying in the range of 47...50 %. With the improvement of the tree location in the forest canopy the value of the annual radial growth of a trunk and the proportion of latewood increase substantially. The width of the annual rings and the number of tracheide rows of trees of the I growth class in a bilberry pine forest are more than of trees of the II–III and IV–V growth classes by 6, 17, 44 and 57 % respectively. The width of the late tracheids zone of trees of the I growth class in a bilberry pine forest is greater than that of trees of the II–III and IV–V growth classes by 25 and 41 % respectively, and the proportion of latewood – by 15...19 %.

Keywords: wood anatomy, forest type, growth and development class, *Pinus sylvestris* L.

REFERENCES

1. Antonova G.F., Stasova V.V. Formirovanie godichnogo sloya drevesiny stvolov sosny obyknovennoy i listvennitsy sibirskoy [Formation of the Annual Ring of Trunk Wood of Scots Pine and Siberian Larch]. *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science], 1992, no. 5, pp. 19–27.

2. Babich N.A., Melekhov V.I., Antonov A.M., Klevtsov D.N., Konovalov D.Yu. Vliyanie usloviy mestoproizrastaniya na kachestvo drevesiny sosny (*Pinus sylvestris* L.) v posevakh [Effect of Habitat Conditions on the Quality of Pine Wood (*Pinus sylvestris* L.) in Crops]. *Khvoynye boreal'noy zony* [Conifers of the Boreal Area], 2007, vol. XXIV, no. 1, pp. 54–58.
3. Vanin S.I. Ob izuchenii anatomicheskogo stroeniya drevesiny [On the Study of the Anatomical Structure of Wood]. *Trudy Instituta lesa AN SSSR* [Proc. Forest Institute of the USSR Academy of Sciences], 1949, no. 4, pp. 26–43.
4. Kishchenko I.T. Vliyanie usloviy mestoproizrastaniya na anatomicheskoe stroenie godichnogo kol'tsa *Pinus sylvestris* L. v taezhnoy zone [Effect of Habitat Conditions on the Anatomical Structure of the Annual Rings *Pinus sylvestris* L. in the Taiga Zone]. *Printsipy ekologii* [Principles of the Ecology], 2014, no. 2, pp. 26–32. doi: 10.15393/j1.art.2014.3602.
5. Krotkevich P.G. *Vyrashchivanie vysokokachestvennoy drevesiny* [High-Quality Wood Cultivation]. Moscow, 1955. 180 p.
6. Lositskiy K.B. Proizvodstvennaya otsenka klimata v lesnom khozyaystve [Production Assessment of Climate in Forestry]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1974, no. 7, pp. 34–37.
7. Melekhov I.S. *O kachestve severnoy sosny* [On the Quality of Northern Pine]. Arkhangelsk, 1932. 21 p.
8. Melekhov I.S. *Lesovedenie* [Silviculture]. Moscow, 1980. 406 p.
9. Melekhov V.I., Babich N.A., Korchagov S.A. *Kachestvo drevesiny sosny v kul'turakh* [Quality of Pine Wood in the Cultures]. Arkhangelsk, 2003. 110 p.
10. *Polevaya geobotanika* [Field Geobotany]. Moscow, 1964, vol. 3. 530 p.
11. *Programma i metody biogeotsenologicheskikh issledovaniy* [The Program and Methods of Biogeocoenological Research]. Moscow, 1974. 404 p.
12. Sakharov M.I. Anatomicheskoe stroenie drevesiny sosny (*Pinus sylvestris* L.) v svyazi s usloviyami mestoproizrastaniya [Anatomical Structure of Pine (*Pinus sylvestris* L.) in Relation to the Site Conditions]. *Trudy Bryanskogo sel'sko-khozyaystvennogo instituta* [Proc. Bryansk Agricultural Institute], 1940, vol. 2, pp. 287–301.
13. Sukachev V.N. Osnovy lesnoy tipologii i biogeotsenologii [Fundamentals of Forest Typology and Biogeocoenology]. *Izbrannye trudy* [Selectas]. Leningrad, 1972, vol. 1. 578 p.
14. Chumachenko S.I., Stepanenko I.I. Vliyanie klassov rosta i razmerov kron derev'ev na stroenie drevesiny sosny s vneseniem mineral'nykh udobreniy [Effect of Growth Classes and Sizes of Tree Crowns on the Structure of Pine Wood with Fertilizing]. *Lesnoy vestnik*, 2007, no. 7, pp. 7–12.
15. Yatsenko-Khmelevskiy A.A. *Osnovy i metody anatomicheskogo issledovaniya drevesiny* [Fundamentals and Techniques of Anatomical Study of Wood]. Moscow, 1954. 338 p.
16. Cregg B.M., Dougherty K.F., Hennessey T.C. Growth and Wood Quality of Young Loblolly Pine Trees in Relation to Stand and Climatic Factors. *Canad. J. Forest Res.*, 1988, vol. 18, pp. 851–858.
17. Fritts H. *Tree Rings and Climate*. London; New York; San Francisco, 1976. 567 p.
18. Odin H. Studies of the Increment Rhythm of Scots Pine and Norway Spruce Plants. *Studia Forestalia Suecica. Skogshögskolan Royal College of Forestry*. Stockholm, 1972, no. 2. 32 p.

Received on April 06, 2015