

СТРОЕНИЕ И ПЛОТНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ В ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ

Д.А. Данилов¹, Д.С. Тюрин²

¹ ФБГНУ Ленинградский НИИСХ «Белогорка», 188338, Ленинградская область, Гатчинский р-н, дер. Белогорка, ул. Институтская, д. 1

² Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5
stowm200@mail.ru, djdimaturn@gmail.com

Влияние ускоренного лесовыращивания на количественные и качественные показатели древесины является одним из ключевых вопросов интенсивного лесопользования. В разных регионах часто получают противоречивые данные по этому вопросу. В настоящее время проведено исследование влияния ускоренного выращивания древесины ели в плантационных культурах, достигших возраста 40 лет, созданных в Ленинградской области. Отмечается, что выращенная древесина ели по показателям плотности не ниже, а на объектах с уходами выше средних данных для этой породы в регионе исследования. При изучении воздействия структурных элементов ксилемы на плотность древесины выявлен, что на данном возрастном этапе наибольшее влияние на эту характеристику оказывает зона ранней древесины. При исследовании микро-структурных элементов древесины ели установлено, что после ухода больше изменяются количественные показатели зоны ранней ксилемы, а не поздней части годичного прироста. Путем дисперсионного анализа количественных данных выявлено, что наибольшее статистически значимое влияние на плотность древесины ели, выращиваемой по интенсивной технологии, на данном возрастном этапе оказывает количество клеток ранней ксилемы. При многофакторном дисперсионном анализе вклад других структурных показателей древесины менее значителен. На основании проведенного исследования можно сделать заключение, что выращиваемая по интенсивной технологии древесина ели как балансовое сырье для нужд целлюлозно-бумажного производства имеет ценные количественные и качественные характеристики. Преобладание зоны ранней древесины с более плотными стенками позволит увеличить выход целлюлозы при варке. Интенсивное лесовыращивание дает возможность получить большее количество балансовой древесины по сравнению с естественными древостоями того же возраста, т. е. сократить вдвое срок выращивания товарной хвойной древесины в условиях региона исследования.

Ключевые слова: плантационные культуры, плотность древесины ели, макро- и микростроение ксилемы, дисперсионный анализ

Ссылка для цитирования: Данилов Д.А., Тюрин Д.С. Строение и плотность древесины ели в плантационных культурах // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 4. С. 25–30.
DOI: 10.18698/2542-1468-2017-4-25-30

В настоящее время получение качественного хвойного балансового сырья для целлюлозно-бумажного производства в кратчайшие сроки является актуальнейшей задачей. Рассматривая вопрос качества древесины, получаемой по интенсивной технологии, необходимо отметить, что плантационное лесовыращивание может стать основным способом производства лесных ресурсов в регионах с интенсивным лесным хозяйством и развитой инфраструктурой, включая предприятия лесопромышленного комплекса [1–3]. Получение необходимого объема древесины в меньшие сроки, чем при выращивании естественных древостоев, и возможность размещения плантаций рядом с потребителями древесины делает плантации доходным лесохозяйственным предприятием. Для целлюлозно-бумажного производства важно, чтобы увеличение объемных показателей древесины сопровождалось увеличением и массовых показателей. Низкая плотность балансовой еловой древесины, используемой в целлюлозно-бумажном производстве, крайне нежелательна, так как ведет к получению менее качественной целлюлозы и меньшему ее выходу, что, в свою оче-

редь, увеличивает затраты на заготовку, доставку и переработку дополнительных объемов сырья.

Помимо экологических и наследственных факторов, влияющих на плотность древесины, большое значение имеют лесохозяйственные мероприятия: посадки с определенной густотой, размещение культур, рубки ухода, внесение удобрений, осушение и т. д. [1, 4–9]. Вопрос качественных показателей древесины, выращиваемой по интенсивной технологии, остается открытым, так как сравниваются объекты, несопоставимые по степени ухода за ними и по географическому расположению. Механизм формирования плотности древесины при ускоренном выращивании хвойных пород до конца не исследован, и не изучен компонентный состав такой древесины. Поэтому необходимо проводить исследования, в которых будет рассмотрено влияние структурных элементов ксилемы на плотность древесины ели в плантационных культурах.

Методика отбора модельных деревьев в пределах плантационных культур ели проводилась по ГОСТ 16483.6–80(СТ СЭВ 1141-78) «Метод отбора модельных деревьев и кражей для опреде-

ления физико-механических свойств древесины насаждений». Для анализа, как правило, использовались образцы в виде цилиндра диаметром 5 мм, извлеченного из дерева возрастным буром, или полосы древесины из шайб, выравненные до толщины 5 мм. Для дальнейших анатомических исследований образцы древесины подготавливались по стандартным методикам, изложенным в работах по данному направлению [5, 10–12]. Базисная плотность древесины определялась по методике О.И. Полубояринова [7]. Для изучения анатомической структуры древесины использовали цифровой электронный микроскоп LEICA DVM5000 с программным обеспечением Leica Application Suite на базе ресурсного центра «Геомодель» Санкт-Петербургского государственного университета.

Гистометрические замеры трахеид проводили вдоль радиальных рядов клеток. Ряды для измерений выбирали случайным образом. Минимальное допустимое количество измеряемых рядов клеток равно 5, так как в этом случае относительная погрешность измерения радиальных размеров клеток и толщины клеточной стенки не будет превышать 10 % [10, 11]. Полученный материал обрабатывался методами математической статистики с помощью приложения Microsoft Excel и пакета прикладных программ StatPlus 2011, WinGIS, GIS-Панорама 2008 версия 10.6.3, достоверность различия между показателями определялась на 95-процентном доверительном уровне.

Объектами исследования были плантационные культуры ели с разной густотой и разными режимами ухода, заложенные в Ленинградской области (1976 г.) в Сиверском лесхозе, на бывшем

заболоченном и заросшем сенокосе, после предварительной мелиорации и подготовки участка. Из уходов за насаждениями проводились уборка живого напочвенного покрова и кустарниковой поросли гербицидами и вносились, локально под корень, НРК-удобрения. Данный объект являлся опытным стационаром ЛенНИИЛХа (ныне СпбНИИЛХ). Одной из основных целей закладки этих опытных объектов было получение балансовой древесины для ЦБП за короткий оборот рубки — 40 лет.

В настоящее время на опытном объекте древо-стои достигли данного возраста и несомненный интерес представляют качественные характеристики выращиваемой древесины.

Приведенные в табл. 1 количественные характеристики выращиваемых культур ели по вариантам опыта с разной густотой посадки показывают, что данные насаждения произрастают по Ia–I классу бонитета и имеют запас, превышающий запас нормальных чистых древостоев ели данного возраста для региона исследования [13].

Густота снижена в 2000 г. до 1600 шт./га.

В ранее проведенных исследованиях было изучено влияние строения макроструктуры древесины ели на ее плотность. Полученные результаты показали значимую обратную взаимосвязь базисной плотности древесины с долей ранней древесины и шириной годичного слоя для ели и слабую — с долей поздней древесины. Авторами было выдвинута гипотеза о том, что на данном этапе развития этих пород количество ранней древесины в большей мере определяет базисную плотность древесины, чем доля поздней древесины [2, 14].

Т а б л и ц а 1

Таксационные показатели плантационных культур ели по вариантам опыта (2014 г.)
Inventory indices of plantation crops eaten by variants of experience (2014)

Вариант опыта	шт./га	Средние		Сумма площадей сечений, м ² /га	Запас, м ³ /га
		высота, м	диаметр, см		
Густота посадки 1 тыс. шт./га					
Контроль	774	16,3	20,5	25,5	208
Удобрения + гербициды	893	17,8	21,9	35,5	312
Густота посадки 2 тыс. шт./га					
Контроль	1825	15,9	16,5	36,8	294
Гербициды*	1012	17,2	21,2	35,6	304
Удобрения + гербициды*	965	17,1	20,7	32	272
Густота посадки 4 тыс. шт./га					
Контроль	2073	15,6	15,1	40,6	319
Гербициды*	1775	16,4	17,4	43,4	356
Удобрения + гербициды*	1589	16,7	18,2	41,4	345
* Густота снижена в 2000 г. до 1400 шт./га					

Т а б л и ц а 2

**Характеристики строения древесины ели в плантационных культурах
(за период 15–40 лет) по вариантам опыта**
Indicators of the structure of spruce wood in plantation crops (for the period 15–40 years)
according to variants of experience

Вариант опыта	Средняя базисная плотность древесины, кг/м ³	Среднее количество клеток поздней древесины в годичном приросте, шт.	Средняя толщина клеточной стенки поздней древесины, мкм	Среднее количество клеток ранней древесины в годичном приросте, шт.	Средняя толщина клеточной стенки ранней древесины, мкм
Густота посадки 1 тыс. шт./га					
Контроль	411	16	2,41	133	1,81
Гербициды	414	25	2,65	100	2,69
Удобрение + гербициды	429	15	2,88	92	2,19
Густота посадки 2 тыс. шт./га					
Контроль	384	17	2,60	100	1,90
Гербициды	400	19	2,34	65	2,09
Густота посадки 4 тыс. шт./га					
Контроль	383	20	2,85	66	2,4
Гербициды	412	20	3,31	54	2,81

Для подтверждения гипотезы о влиянии доли ранней древесины на плотность древесины в целом была проведена электронная микроскопия клеток ксилемы образцов древесины ели в плантационных культурах. В качестве образцов отбирались керны древесины из наиболее представительных деревьев на пробных площадях по вариантам опыта. Это позволило получить данные о количественном содержании клеток ранней и поздней древесины в годичных приростах, а также о толщине их клеточных стенок (табл. 2). Анализ полученных данных показывает, что за период опыта при любой густоте происходит уменьшение количества клеток ранней древесины в годичном приросте у елей в секциях с уходами по сравнению с елями контрольных секций. Необходимо отметить, что количество клеток поздней древесины после уходах возросло незначительно по сравнению с елями в секциях без ухода. Средняя толщина клеточных стенок поздней и ранней ксилемы увеличилась на плантациях с уходами при густоте 1 тыс. и 4 тыс. шт./га. В секции с густотой 2 тыс. шт./га толщина клеточной стенки возросла относительно контроля только у клеток поздней ксилемы. Одним из факторов изменений в строении древесины на опытных объектах является снижение густоты в возрасте 25 лет, проведенное в секциях с густотой 2 тыс. и 4 тыс. шт./га. В более ранних исследованиях отмечалось, что разреживание еловых насаждений не приводит к уменьшению плотности древесины или ста-

тистически недостоверно [2, 7, 14]. В наших опытах плотность древесины не уменьшилась по сравнению с таковой в секциях без ухода и разреживания. Плотность (базисная) древесины ели в секциях с уходами выше средних значений для этой породы в регионе исследования [7, 13].

Вариабельность плотности является одним из важных показателей однородности древесины ели, как балансового сырья для получения целлюлозы. Вариабельность плотности древесины по ступеням толщины выше в секциях с уходами ($C_v = 8,8 \dots 12,6 \%$), на контроле этот показатель ниже ($C_v = 5,7 \dots 10,5 \%$). По-видимому, это обусловлено большей густотой древостоя в секциях с уходами, а также более активным ростом и меньшей конкуренцией за минеральное питание в связи с заранее проведенным внесением удобрений и уборкой конкурирующего травяного покрова (табл. 3). Данная тенденция отмечалась и ранее как для лесокультурных насаждений, так и для естественных древостоев [1, 2, 7, 14, 15].

В целом ухода увеличивают вариабельность плотности древесины, но не настолько, что является положительным фактором для получения однородного по своим показателям древесного сырья.

Изменение количества клеток ранней и поздней древесины, а также толщины клеточных оболочек служат наглядным примером воздействия на древостой. Вариации этих показателей влияют на плотность древесины [7]. При этом возможны

Т а б л и ц а 3

**Вариабельность плотности древесины ели по вариантам уходов
в зависимости от количества стволов, %
Variability in density of spruce wood for options of care,
depending on the number of stems, %**

Cv, %	Густота насаждений, тыс. шт./га					
	1		2		4	
	Контроль	Гербициды + удобрения	Контроль	Гербициды + удобрения	Контроль	Гербициды + удобрения
	10,8	12,6	5,7	10,1	6,4	8,8

следующие варианты изменчивости размеров клеток и толщины их оболочек:

1) при равных размерах клеток варьируют толщина их оболочек и размер полостей;

2) при равной толщине клеточных стенок варьируют размеры клеток и их полостей;

3) одновременно варьируют размеры клеток и толщина их оболочек.

Вследствие этого разные комбинации параметров клеток древесины могут давать одинаковую плотность. С учетом данного обстоятельства проведен анализ отобранных образцов древесины, позволяющий делать выводы о влиянии тех или иных элементов ксилемы на плотность древесины.

В дальнейшем проведен однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ количественных данных о строении ксилемы ели, влияющих на плотность древесины.

Полученные результаты показали, что статистически значимое влияние на плотность древесины в целом оказывает только количество клеток ранней древесины во всех вариантах опыта на объектах в плантационных культурах ели. На долю этого фактора в контрольных секциях приходится 45...68 % (фактический критерий Фишера $F_{ф} = 1,6-9,5$ при теоретическом критерии $F_{т} = 1,45-1,88$, $p = 5$ %) от суммы влияния всех факторов, в секциях с уходами – от 40 до 78 % значимости ($F_{ф} = 1,6-9,5$; $F_{т} = 1,72-4,9$, $p = 5$ %).

Для качественной оценки тесноты связи между признаками было использовано соотношение Чэддока, которое показало заметную и тесную взаимосвязь между исследуемыми признаками (0,65–0,70).

Остальные структурные элементы ксилемы оказывают слабое влияние на плотность древесины ели, хотя и вносят общий вклад в формирование плотности древесины, что подтвердил многофакторный дисперсионный анализ количественных данных строения древесины ели.

Таким образом, при ускоренном выращивании плотность древесины ели в большей мере формируется за счет зоны ранней древесины, что можно рассматривать, как реакцию на внешние

воздействия на данном возрастном этапе этих насаждений.

На основании проведенного исследования можно сделать заключение, что выращиваемая по интенсивной технологии древесина ели как балансовое сырье для нужд целлюлозно-бумажного производства имеет ценные количественные и качественные характеристики. Преобладание зоны ранней древесины с более плотными стенками позволит увеличить выход целлюлозы при варке. Интенсивное лесовыращивание дает возможность получить большее количество балансовой древесины по сравнению с естественными древостоями того же возраста, т. е. сократить вдвое срок выращивания товарной хвойной древесины в условиях региона исследования.

Список литературы

- [1] Гелес И.С. Древесное сырье — стратегическая основа и резерв цивилизации. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 499 с.
- [2] Данилов Д.А., Степаненко С.М. Строение и плотность древесины ели и сосны в плантационных культурах Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2013. № 204. С. 35–45.
- [3] Global forest resources assessment 2005. FAO, Rome, Italy, 2006.
- [4] Антонов А.М., Коновалов Д.Ю., Чалых Д.Е., Корчагов С.А. О взаимосвязи влияния топографии анатомических элементов на показатели плотности и прочности древесины // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии, 2010. № 190. С. 25–34.
- [5] Вольинский В.Н. Взаимосвязь и изменчивость физико-механических свойств древесины. СПб.: Лань, 2012. 224 с.
- [6] Леонтьев Л.Л. Биологическое значение удельных характеристик механических свойств древесины // Строение, свойства и качество древесины – 2004. Тр. IV Международ. симп. СПб. ЛТА, 2004. Т. I. С. 288–292.
- [7] Полубояринов О.И. Плотность древесины. М.: Лесная пром-сть, 1976. 159 с.
- [8] Pretzsch Hans, Rais Andreas. Wood quality in complex forests versus even-aged monocultures: review and perspectives. Wood Sci Technol, 2016, v. 50, pp. 845–880.
- [9] Van der Maaten-Theunissen M., Boden S., Van der Maaten E. Wood density variations of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) under contrasting climate conditions in southwestern Germany Annals of Forest Research, 2013, v. 56 (1), pp. 91–103.

- [10] Ваганов Е.А., Шашкин А.В. Рост и структура годичных колец хвойных // Новосибирск: Наука, 2000. 232 с.
- [11] Ваганов Е.А., Круглов В.Б., Васильев В.Г. Дендрохронология // Красноярск: СФУ, 2008. 120 с.
- [12] Мелехов В.И., Корчагов С.А., Бабич Н.А. Комплексная оценка качества древесины хвойных пород в культурах: монография. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. 130 с.
- [13] Тетюхин С.В., Минаев В.Н., Богомоллова Л.П. Лесная таксация и лесоустройство. Нормативно-справочные материалы по Северо-Западу РФ // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2004. 369 с.
- [14] Тюрин Д.С., Данилов Д.А., Данилов Ю.И. Фитомасса и плотность древесины ели в 40летних плантационных культурах // Известия СанктПетербургской лесотехнической академии, 2016. № 214. С. 120–130.
- [15] Полубояринов О. И., Некрасова Г.Н. Плотность древесины ели по высоте ствола в связи с возрастной структурой древостоев // Лесоведение, 1986. № 2. С. 68–72.

Сведения об авторах

Данилов Дмитрий Александрович — канд. с.-х. наук, директор, ФГБНУ «Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»», stown200@mail.ru

Тюрин Дмитрий Сергеевич — соискатель кафедры лесных культур, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», djdimaturn@gmail.com

Статья поступила в редакцию 24.06.2017 г.

THE STRUCTURE AND DENSITY OF SPRUCE WOOD IN PLANTATION CROPS

D.A. Danilov¹, D.S. Tyurin²

¹ Leningrad Scientific Research Institute of Agriculture «Belogorka», 188338, Leningrad region, Gatchina district, vill. Belogorka, Institutskaya b.1 Russia

² St. Petersburg State Forestry University, 194021, St. Petersburg, Institutsky per., b. 5
stow200@mail.ru, djdimaturn@gmail.com

The effect of accelerated forest growing on both quantitative and qualitative indicators of wood is one of the key issues of intensive forest management. In different regions there was often received conflicting evidence on this issue. In the present study the influence of accelerated growth of spruce wood in the plantation crops under the age of 40 years established in Leningrad region. It is noted that grown fir wood in terms of density lower at sites with higher than average care data for this species in the region. Studies on the effect of structural elements of the xylem in wood density revealed that at this age stage the greatest influence on this indicator has area of early wood. A study of the microstructural elements of spruce wood showed that after treatments evolve more quantitative indicators of the area early in the xylem and not in the late part of the annual increment. Analysis of variance of quantitative data showed that the most statistically significant influence on the density of spruce wood cultivated on intensive technology in this age stage has a number of cells of early xylem. The contribution of other structural indices of wood by multivariate analysis of variance proved to be less significant. On the basis of the conducted research it can be concluded that cultivated on intensive technology fir wood has valuable features quantitative and qualitative, as carrying raw material for the needs of pulp and paper production. The predominance zones of early wood with more dense walls will increase the yield of pulp when cooked. Intensive short term plantations allows to obtain a greater amount of pulpwood in comparison with natural forest stands of the same age, i.e., to cut in two the period of commercial cultivation of coniferous wood in the conditions of the study region.

Keywords: plantation culture, the density of spruce wood, macro– micro construction xylem, analysis of variance

Suggested citation: Danilov D.A., Tyurin D.S. *Stroenie i plotnost' drevesiny eli v plantatsionnykh kul'turakh* [The structure and density of spruce wood in plantation crops]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2017, vol. 21, no. 4, pp. 25–30. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-4-25-30

References

- [1] Geles I.S. Drevesnoe syre – strategicheskaya osnova i rezerv tsivilizatsii [Wood raw materials – strategic basis and reserve of civilization]. Petrozavodsk: KarNTs RAN publ. [KarRC RAS publ.], 2007, 499 p.
- [2] Danilov DA, Stepanenko S.M. Stroenie i plotnost drevesiny eli i sosny v plantatsionnykh kulturakh Leningradskoy oblasti [The structure and density of spruce and pine wood in the plantation crops of the Leningrad Region] *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii* [Izvestia Saint-Petersburg State Forest Technical Academy], 2013, no. 204, pp. 35–45.
- [3] Global forest resources assessment 2005. FAO, Rome, Italy, 2006.
- [4] Antonov A.M., Konovalov D.Yu., Chalykh D.E., Korchagov S.A. O vzaimosvyazi vliyaniya topografii anatomicheskikh elementov na pokazateli plotnosti i prochnosti drevesiny [On the relationship of the influence of the topography of the anatomical elements on the indices of density and strength of wood]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy Gosudarstvennoy Lesotekhnicheskoy Akademii* [Izvestia Saint-Petersburg State Forest Technical Academy], 2010, no. 190, pp. 25–34.
- [5] Leontyev L.L. Biologicheskoe znachenie udelnykh kharakteristik mekhanicheskikh svoystv drevesiny [Biological significance of specific characteristics of mechanical properties of wood] *Stroenie, svoystva i kachestvo drevesiny-2004. Trudy IV Mezhdunarodnogo simpoziuma* [Structure, properties and quality of wood-2004. Proceedings of the IV International Symposium]. St. Petersburg: LTA publ., 2004, pp. 288–292.
- [6] Volynsky V.N. Vzaimosvyaz' i izmenchivost' fiziko-mekhanicheskikh svoystv drevesiny [Interrelation and variability of physical and mechanical properties of wood]. SPb.: Lan publ., 2012, 224 p.
- [7] Poluboyarinov O.I. Plotnost' drevesiny [Density of wood]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' publ. [Timber industry publ.], 1976, 159 p.
- [8] Pretzsch H., Rais A. Wood quality in complex forests versus even-aged monocultures: review and perspectives *Wood Sci Technol*, 2016, v. 50, pp. 845–880.
- [9] Van der Maaten-Theunissen M., Boden S., Van der Maaten E. Wood density variations of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) under contrasting climate conditions in southwestern. Germany *Annals of Forest Research*, 2013, v. 56(1), pp. 91–103.
- [10] Vaganov EA, Shashkin AV. Rost i struktura godichnykh kolets khvoynykh [Growth and structure of annual coniferous ring]. Novosibirsk: Nauka publ., 2000, 232 p.
- [11] Vaganov E.A., Kruglov V.B., Vasiliev V.G. Dendrokronologiya [Dendrochronology]. Krasnoyarsk: SFU, 2008, 120 p.
- [12] Melekhov V.I., Korchagov S.A., Babich N.A. Kompleksnaya otsenka kachestva drevesiny khvoynykh porod v kulturakh [Complex assessment of the quality of coniferous wood in cultures]. Arkhangel'sk: CPI SAFU publ., 2013, 130 p.
- [13] Tetyukhin S.V., Minaev V.N., Bogomolova L.P. Lesnaya taksatsiya i lesoustroystvo. Normativno-spravochnye materialy po Severo-Zapadu RF [Forest taxation and forest management. Reference materials for the North-West of Russia]. Spb.: LTA publ., 2004, 369 p.
- [14] Tyurin D.S., Danilov D.A., Danilov Yu.I. Fitomassa i plotnost drevesiny eli v 40-letnikh plantatsionnykh kulturakh [Phytomass and density of wood spruce in 40-year plantation crops]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii*. [Izvestiya St. Petersburg Forestry Academy], 2016, no. 214, pp. 120–130.
- [15] Poluboyarinov O.I., Nekrasova G.N. Plotnost drevesiny eli po vysote stvola v svyazi s vozrastnoy strukturoy drevostoev [Density of wood spruce on height of the trunk in connection with the age structure of stands] *Lesovedenie* [Forest Science], 1986, no. 2, pp. 68–72.

Author's information

Danilov Dmitry Aleksandrovich — Cand. Sci. (Tech.), Director, Federal State Scientific Institution «Leningrad Scientific Research Institute of Agriculture «Belogorka»», Federal Agency of Scientific Organizations, stow200@mail.ru

Tyurin Dmitry Sergeevich — pg. of Forest cultures Department, Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov», djdimaturn@gmail.com

Received 24.06.2017