

УДК 630*232:630*81

ДЁМИНА Надежда Александровна, младший научный сотрудник Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства (г. Архангельск), аспирант кафедры лесоводства и почвоведения лесотехнического института Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 10 научных публикаций

НАКВАСИНА Елена Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства и почвоведения лесотехнического института Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор более 220 научных публикаций, в т. ч. 5 монографий и 12 учебно-методических пособий

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КАЧЕСТВА ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ В ЦЕЛЕВОМ ЛЕСОВЫРАЩИВАНИИ

Проведена комплексная оценка показателей макроструктуры (ширины годичного кольца, содержания поздней древесины в годичных слоях) и плотности древесины ели в культурах, созданных из семян разного географического происхождения на территории Республики Коми. Отобраны географические расы, которые рекомендуются для выращивания целевых культур разного назначения.

Ключевые слова: ель, географические культуры, климатип, ширина годичного слоя, процент поздней древесины, плотность древесины, ранговая оценка, целевое выращивание.

В условиях современного развития промышленности и увеличения объемов переработки возрастает роль сырья и материалов. Древесное сырье, потребляемое различными отраслями промышленности, отличается своими физико-механическими свойствами (более мягкая древесина используется в целлюлозно-бумажной промышленности, а более плотная – в строительстве).

Различия в качестве древесины древесных пород, в том числе и ели, обусловленные широтными и экологическими факторами произрастания, отмечались многими авторами [1, 4, 5, 9–11]. Тогда как географическая изменчи-

вость макроструктуры и плотности древесины, обусловленная наследственными свойствами, сохранение их при интродукции изучены недостаточно [7, 15]. В то же время использование семенного материала разного географического происхождения открывает возможности для выращивания древесины с заданными свойствами в плантационных культурах.

Материал и методы. Изучение качества древесины и разработка предложений по подбору географических рас ели для выращивания древесины заданного качества проводилась в культурах разного географического происхождения в Корткеросском лесничестве Респу-

блики Коми (61°41' с. ш., 51°31' в. д.), которые созданы в 1977 году 3-летними сеянцами по единой программе и методике [14]. Курирует данный объект Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства. На момент исследования географические культуры ели достигли 36-летнего возраста.

Образцы древесины отбирали у 8 климатических типов на высоте 0,2 м с помощью возрастного бурава в период обследования культур по темплану СевНИИЛХа*. Модельные деревья в каждом климатическом типе подразделяли на категории крупности. Для изучения ширины годичного кольца, процента поздней древесины использовали микроскоп МИР-12, снабженный микрометром с точностью до 0,01 мм, микротом (для получения микротомных срезов древесины у мелкой категории древесины). Условную плотность древесины находили способом измерения выталкивающей силы образцов, погруженных в жидкость [13].

Полученный при исследовании географических культур ели материал позволил применить методы вариационной статистики с расчетом для каждого признака среднего значения, ошибки значений и т. д. [2]. При сравнении одноименных признаков проводили расчет достоверности различий.

Характеристика происхождений и результаты исследований приведены в *табл. 1*.

Результаты исследования. В пределах категорий крупности деревьев не зависимо от географического происхождения ели отмечаются некоторые различия. Крупные деревья имеют более широкие годичные слои, следовательно, меньшее их число в 1 см и ниже плотность древесины, тогда как у мелкой категории деревьев ширина годичного кольца снижается, а число годичных слоев в 1 см и плотность древесины возрастают.

В среднем по образцам наиболее широкие годичные слои формируются в потомствах популяций из Республики Карелия (1,70±0,09 мм) и Ленинградской области (1,64±0,09 мм)

(см. *табл. 1*), крайне западных по отношению к пункту испытания. Несмотря на дальность переброски семенного потомства (более чем на 12° в.д.) в условия с резкоконтинентальным климатом происхождение из Карелии отличается наследственной стабильностью показателей макроструктуры. Близкие значения ширины годичного кольца отмечены при выращивании потомства в плесецком (Архангельская область) пункте испытания географических культур [12, с. 80].

Узкие годичные кольца выявлены у самого восточного происхождения из Свердловской области (1,10±0,05 мм), у местного климатического типа из Республики Коми (1,10±0,05 мм) и у самого северного из Архангельской области потомства пинежского климатического типа (1,28±0,04 мм). Сопоставление значений ширины годичного кольца позволило выявить достоверные различия между большинством географических рас ($t=2,3\div 5,8$ при $t_{st5\%}=2,0$).

Процент поздней древесины в 36-летних географических культурах ели в среднем по представленным потомствам составляет 32,5–38,3 % (см. *табл. 1*). Наибольшее содержание поздних трахеид содержится в годичных кольцах популяций из Ленинградской области и Республики Коми (38,1 и 38,3 % соответственно), наименьшее – из Нижегородской и Московской областей (32,5 и 33,4 % соответственно).

В ходе анализа выявлены различия значений по проценту поздней древесины только у местного климатического типа и популяции из Ленинградской области с остальными испытываемыми происхождениями ($t=2,2\div 3,5$ при $t_{st5\%}=2,0$).

Различия значений по показателю число годичных слоев в 1 см по всем исследуемым вариантам происхождений практически не выявлены. Исключение составляет карельский климатический тип, который имеет меньшее количество годичных слоев (6,2 шт.) по сравнению с короткороским и свердловским потомствами ели

* Авторы выражают благодарность Д.Х. Файзулину за оказанную помощь в сборе материала.

Таблица 1

**ПОКАЗАТЕЛИ МАКРОСТРУКТУРЫ И ПЛОТНОСТИ ДРЕВСИНЫ В ЦЕЛОМ ПО ДРЕВОСТОЮ
В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ ЕЛИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

Номер климатина	Район заготовки семян: область, республика, лесхоз (лесничество)	Лесорастительная подзона (зона) по С.Ф. Курнаеву [6]	Таксационные показатели		Показатели макроструктуры и плотности			
			Н, м	Д, см	Ширина годичного слоя, мм	Процент поздней древесины	Число годичных слоев в 1 см, шт.	Условная плотность, кг/м ³
20	Архангельская, Пинежский	Северотаежная	4,8	4,5±0,23	1,28±0,04	34,6±1,0	8,6±1,0	415±5
4	Карелия, Пудожский	Среднетаежная	6,3	6,0±0,29	1,70±0,09	34,4±1,2	6,2±0,8	421±6
19	Архангельская, Плесецкий	Среднетаежная	3,5	3,1±0,16	1,35±0,07	34,8±1,0	8,6±1,1	402±8
25	Республика Коми, Коркеросский	Среднетаежная	8,5	8,2±0,34	1,13±0,05	38,1±1,1	10,7±1,4	391±6
41	Свердловская, Нижне-Тагильский	Южнотаежная	5,7	5,1±0,27	1,10±0,05	34,1±1,1	10,0±1,0	418±4
5	Ленинградская, Тосненский	Южнотаежная	4,6	4,5±0,27	1,64±0,09	38,3±1,0	8,0±1,5	376±10
31	Нижегородская, Шарангский	Северная подзона смешанных лесов	6,2	5,9±0,27	1,42±0,06	33,4±1,0	7,8±1,3	401±5
29	Московская, Солнечногорский	Южная подзона смешанных лесов	6,0	5,5±0,21	1,38±0,07	32,5±1,3	8,8±1,7	394±6

Примечание: Н – высота, Д – диаметр ствола.

БИОЛОГИЯ

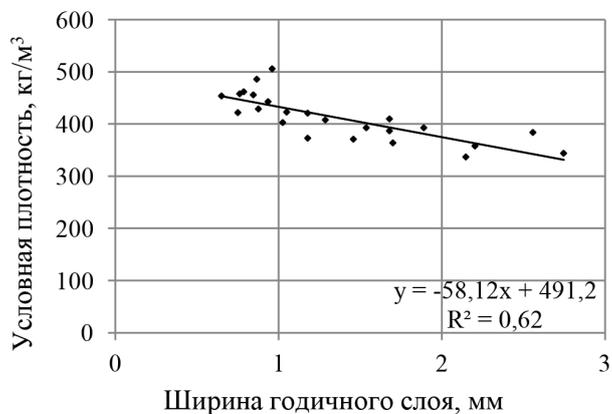
(10,7 шт. и 10,0 шт. соответственно); различия существенны ($t=2,8 \div 3,0$ при $t_{st5\%}=2,1$).

Средние значения условной плотности древесины в 36-летних географических культурах ели колеблются от 376 до 421 кг/м³ (табл. 1). Наиболее плотная древесина оказалась у ели из Республики Карелия (421 кг/м³), Свердловской (418 кг/м³) и Архангельской (Пинежский район) (415 кг/м³) областей. Самая рыхлая древесина отмечена у популяций из Ленинградской (376 кг/м³) и Московской (394 кг/м³) областей. Местная популяция ели не отличается высокой плотностью, ее показатель равен 391 кг/м³. Уступает местному происхождению только климатип из Ленинградской области. При сравнении показателей условной плотности древесины у большинства изучаемых происхождений между собой выявлены существенные различия ($t=2,2 \div 12,3$ при $t_{st5\%}=2,1$).

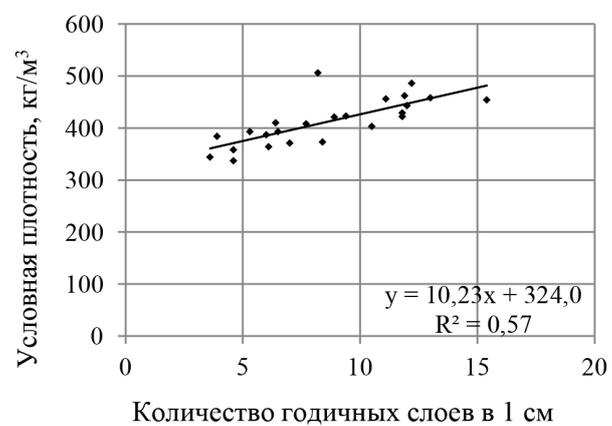
По результатам наших исследований выявлено, что в географических культурах ели сохраняется установленная ранее [12, с. 83; 13, с. 43; 15, с. 149] закономерность: при увеличении размерности ширины годичного кольца, плотность древесины снижается, а при увеличении количества годичных слоев в 1 см и процента поздней древесины происходит ее увеличение (см. рисунок). Наследственно обусловленные особенности интенсивности роста ели у потомства разного географического происхождения отражаются в качестве и макроструктуре древесины.

Для Республики Коми эти закономерности, прежде всего, сказываются в меридиональном направлении мест произрастания материнских насаждений. Так, с продвижением родины климатипа с запада на восток ширина годичного кольца снижается, а число годичных слоев в 1 см древесины и плотность увеличиваются.

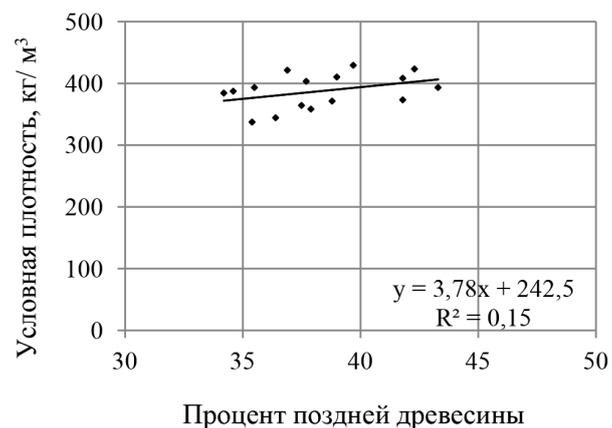
На процесс формирования ширины годичного кольца и числа годичных слоев в 1 см в большей степени влияние оказывает сохранность климатипа ($r = -0,56 \pm 0,24$). При высокой сохранности деревьев (повышении густоты стояния) в их древесине формируется большее количество узких годичных колец.



а



б



в

Зависимость условной плотности от ширины годичного слоя (а); количества годичных слоев в 1 см (б); процента поздней древесины (для крупной и средней категории деревьев, в).

При анализе 8 изученных климатипов обнаружена зависимость формирования поздней древесины от климатических факторов: суммы положительных температур более 5 С° ($r=-0,56\pm 0,24$), суммы осадков за год ($r=0,55\pm 0,25$), достоверная на 5 % уровне значимости. Связь показателя процента поздней древесины с бонитетом исходных насаждений и показателя плотности древесины с восточной долготой, с сохранностью насаждений и бонитетом материнского насаждения прослеживается на уровне коэффициентов корреляции $r=0,45-0,33$ при $t=1,2-1,6$, что отражает достоверность значений на уровне 20 %, что связано с малым набором исследуемых вариантов.

Для отбора потомств с целью выращивания древесины ели определенного качества провели оценку качества древесины исследуемых происхождений по признакам макроструктуры и плотности с использованием рангового распределения (табл. 2).

Распределение каждого показателя по рангам проводилось с учетом существенности различий. Наибольшее различие между климатипами выявлено по показателю ширины годичного кольца и плотности древесины.

Ранги присваивались с учетом влияния показателя на качество древесины. Для показателя

ширины годичного кольца первый ранг присваивался климатипу с самыми узкими годичными кольцами, для процента поздней древесины – с наибольшей долей поздней древесины, для показателя числа годичных слоев в 1 см – с самым многослойным показателем, по показателю плотности древесины первый ранг присваивался наибольшему значению.

По итогам ранговой оценки выявлены происхождения, имеющие наилучшее качество древесины: местное происхождение из Республики Коми и относительно близко расположенное к нему происхождение ели из Свердловской области. Худшими показателями качества древесины характеризуются географические расы из Ленинградской области и Республики Карелия.

Заключение. По итогам исследования выделены географические расы ели, древесина которых преимущественно могла бы использоваться в целлюлозно-бумажной промышленности и для получения высокосортных пиломатериалов и спецсортиментов. С целью предотвращения негативных последствий в обеднении производительности лесов на территории Республики Коми целевое выращивание инорайонных происхождений рекомендуется с учетом «Лесосеменного районирования...»

Таблица 2

РАНГОВАЯ ОЦЕНКА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РАС ЕЛИ В КОРТКЕРОССКОМ ПУНКТЕ ИСПЫТАНИЯ

Номер климатипа	Район заготовки семян: область, республика, лесхоз (лесничество)	Ранги по показателям макроструктуры и плотности				
		Ширина годичного слоя, мм	Процент поздней древесины	Число годичных слоев в 1 см, шт.	Условная плотность, кг/м ³	Сумма рангов
5	Ленинградская, Тосненский	3	1	1	3	8
25	Коми, Корткеросский	1	1	1	2	5
20	Архангельская, Пинежский	2	2	1	1	6
4	Карелия, Пудожский	3	2	2	1	8
41	Свердловская, Нижне-Тагильский	1	2	1	1	5
19	Архангельская, Плесецкий	2	2	1	1	6
29	Московская, Солнечногорский	2	2	1	2	7
31	Нижегородская, Шарангский	2	2	1	2	7

ЦЕЛЕВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ ИНОРАЙОННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Номер климатического типа	Район заготовки семян: область, республика, лесхоз (лесничество)	Использование древесины			
		По данным исследования		С учетом лесосеменного районирования*	
		Пиловочник и стройлес	Целлюлоза	Пиловочник и стройлес	Целлюлоза
5	Ленинградская, Тосненский	–	+	–	–
25	Республика Коми, Корткеросский	+	–	+	+
20	Архангельская, Пинежский	+	–	+	–
4	Карелия, Пудожский	–	+	–	–
41	Свердловская, Нижне-Тагильский	+	–	+	–
19	Архангельская, Плесецкий	+	–	+	–
29	Московская, Солнечногорский	–	+	–	–
31	Нижегородская, Шарангский	–	+	–	–

Примечание: *с учетом уточнения «Лесосеменного районирования...» [8], проведенного нами в 2011 году [3].

[3, 8], ограничивающего переборску семян (табл. 3).

Так, древесина, которая может использоваться для получения высококачественного древесного сырья (для получения высококачественных пиломатериалов и спецсортиментов) может быть выращена из местных климатических типов из Республики Коми и географических районов, произрастающих в условиях, сходных с местом произрастания местной популяции из Архангельской и Свердловской областей. С целью получения целлюлозы может использо-

ваться только древесина ели местного происхождения из Республики Коми. Потомство более южных происхождений, несмотря на высокие объемы формирующихся стволов, не гарантирует выращивания высокопродуктивных древостоев из-за снижения сохранности культур. Интродукция нерегламентированных потомств может привести к загрязнению генофонда местных популяций в результате рассеивания с плантационных культур семян полусибирского межгеографического происхождения.

Список литературы

1. Антонов А.М. Изменчивость макроструктуры древесины сосны в культурах: автореф. дис. ... канд. с.-х. н. Архангельск, 2007.
2. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М., 1984.

3. Изучить географические и испытательные культуры сосны и ели, отобрать лучшие климатипы для интродукции в условиях северо-запада России в связи с глобальными климатическими изменениями и кандидатов в элиту для ускоренного лесовыращивания. Отчет о НИР (заключительный): 51 / СевНИИЛХ; рук. Файзулин Д.Х.; исполн. Демина Н.А., соисполн. Наквасина Е.Н. Архангельск, 2011.

4. Коновалов Д.Ю. Качество древесины культур сосны в северной и южной подзонах тайги: автореф. дис. ... канд. с.-х. н. Архангельск, 2007.

5. Коперин Ф.И. Зависимость строения и физико-механических свойств древесины хвойных пород от лесорастительных условий // Тр. АЛТИ. Архангельск, 1955. Т. XVI. С. 156–168.

6. Курнаев С.Ф. Лесорастительное районирование СССР. М., 1973.

7. Леонтьев Л.Л., Николаева М.А. Изучение свойств древесины ели в географических культурах на Северо-западе России // Лесные ресурсы таежной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления. Материалы Всерос. науч. конф. с международным участием (Петрозаводск 30 сентября – 3 октября 2009 года). Петрозаводск, 2009. С. 128–129.

8. Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР. М., 1982.

9. Львов П.Н. Природа лесов Европейского Севера и ведение в них хозяйства. Архангельск, 1971.

10. Мелехов В.И., Бабич Н.А., Корчагов С.А. Качество древесины сосны в культурах. Архангельск, 2003.

11. Мелехов В.И., Бабич Н.А., Корчагов С.А. Качественные характеристики древесины сосны в культурах. Архангельск, 2005.

12. Наквасина Е.Н., Минин Н.С. Изменчивость структуры годичных колец и плотности древесины в географических культурах ели в Архангельской области // Вестн. Поморского ун-та. 2007. № 2 (12). С. 78–85.

13. Полубояринов О.И. Плотность древесины. М., 1976.

14. Проказин Е.П. Изучение имеющихся и создание новых географических культур (программа и методика работ). Пушкино, 1972.

15. Тарханов С.Н. Изменчивость ели в географических культурах Республики Коми. Екатеринбург, 1998.

References

1. Antonov A.M. *Izmenchivost' makrostruktury drevesiny sosny v kul'turakh*: avtoref. dis. kand. s.-kh. n. [Variability of the Macrostructure of Pine Wood in Cultures: Cand. Agric. Sci. Diss. Abs.]. Arkhangelsk, 2007. 17 p.

2. Zaytsev G.N. *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noy botanike* [Mathematical Statistics in Experimental Botany]. Moscow, 1984. 424 p.

3. To study geographical and test cultures of pine and spruce, to select the best climatypes for introduction into the environment of the Northwest Russia in connection with global climate change as well as the elite candidates for accelerated forest growing. Research report (final). Scientific adviser Fayzulin D.Kh., reporter N.A. Demina, co-reporter E.N. Nakvasina. Arkhangelsk, 2011. 62 p.

4. Konovalov D.Yu. *Kachestvo drevesiny kul'tur sosny v severnoy i yuzhnoy podzonakh taygi*: avtoref. dis. kand. s.-kh. nauk [Pine Wood Quality in the Northern and Southern Sub-Zones of Taiga: Cand. Agric. Sci. Diss. Abs.]. Arkhangelsk, 2007. 16 p.

5. Koperin F.I. *Zavisimost' stroeniya i fiziko-mekhanicheskikh svoystv drevesiny khvoynykh porod ot lesorastitel'nykh usloviy* [Dependence of the Structure and Physicomechanical Properties of Softwoods on Forest Conditions]. *Trudy ALTI* [Proceedings of the Arkhangelsk Forest Engineering Institute]. Arkhangelsk, 1955, vol. 16, pp. 156–168.

6. Kurnaev S.F. *Lesorastitel'noe rayonirovanie SSSR* [Forest Vegetation Zoning of the USSR]. Moscow, 1973. 240 p.

7. Leont'ev L.L., Nikolaeva M.A. *Izuchenie svoystv drevesiny eli v geograficheskikh kul'turakh na Severo-zapade Rossii* [Studying the Properties of Spruce in Geographical Cultures of the Northwest Russia]. *Lesnye resursy taezhnoy zony Rossii: problemy lesopol'zovaniya i lesovosstanovleniya. Materialy Vseros. nauch. konf. s mezhdunarodnym uchastiem* [Forest Resources of the Taiga Zone of Russia: Problems of Forest Management and Reforestation. All-Russian Sci. Conf. with Int. Participation]. Petrozavodsk, 30 September – 3 October 2009.

8. *Lesosemennoe rayonirovanie osnovnykh lesobrazuyushchikh porod v SSSR* [Seed Zoning of the Main Tree Species in the USSR]. Moscow, 1982. 366 p.

9. L'vov P.N. *Priroda lesov Evropeyskogo Severa i vedenie v nikh khozyaystva* [Nature of the Forests of the European North and Their Management]. Arkhangelsk, 1971. 142 p.
10. Melekhov V.I., Babich N.A., Korchagov S.A. *Kachestvo drevesiny sosny v kul'turakh* [Quality of Pine Wood in Cultures]. Arkhangelsk, 2003. 110 p.
11. Melekhov V.I., Babich N.A., Korchagov S.A. *Kachestvennye kharakteristiki drevesiny sosny v kul'turakh* [Qualitative Characteristics of Pine Wood in Cultures]. Arkhangelsk, 2005. 116 p.
12. Nakvasina E.N., Minin N.S. *Izmenchivost' struktury godichnykh kolets i plotnosti drevesiny v geograficheskikh kul'turakh eli v Arkhangel'skoy oblasti* [Variability of the Annual Rings Structure and Wood Density in the Geographical Fir Cultures of the Arkhangelsk Region]. *Vestn. Pomorskogo un-ta*, 2007, no. 2 (12), pp. 78–85.
13. Poluboyarinov O.I. *Plotnost' drevesiny* [Wood Density]. Moscow, 1976. 160 p.
14. Prokazin E.P. *Izuchenie imeyushchikhsya i sozдание novykh geograficheskikh kul'tur (programma i metodika rabot)* [Study of the Existing Geographical Cultures and Creation of the New Ones (a Program and Methods)]. Pushkino, 1972. 52 p.
15. Tarkhanov S.N. *Izmenchivost' eli v geograficheskikh kul'turakh Respubliki Komi* [Variability of Spruce in Geographical Cultures of the Komi Republic]. Yekaterinburg, 1998. 195 p.

Demina Nadezhda Aleksandrovna

Northern Research Institute of Forestry; Postgraduate Student, Forestry Engineering Institute,
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Nakvasina Elena Nikolaevna

Forestry Engineering Institute, Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

IMPORTANCE OF GEOGRAPHICAL VARIABILITY OF SPRUCE QUALITY FOR TARGET CULTIVATION OF FORESTS

The paper focuses on the complex assessment of macrostructure indices (annual ring width, content of latewood in annual layers) and density of spruce wood in the cultures grown from the seeds of various geographical origins on the territory of the Komi Republic. Geographic races recommended for target cultivation of cultures for different purposes are selected.

Keywords: *spruce, geographic cultures, climatype, annual layer width, latewood content, wood density, ranking, target cultivation.*

Контактная информация:

Дёмина Надежда Александровна

адрес: 163062, г. Архангельск, ул. Никитова, д. 13

e-mail: deminadezhda2@rambler.ru

Наквасина Елена Николаевна

адрес: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17

e-mail: e.nakvasina@narfu.ru

Рецензент – *Беляев В.В.*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры географии и геоэкологии института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова