

УДК 633.527.7

О. А. Селищева, Ю. А. Ларинина, А. В. Хвасько, В. В. Носников
Белорусский государственный технологический университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРЕВЬЕВ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ РАЗНЫХ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ

Липа мелколистная широко используется как при озеленении городов, так и при производстве лесных культур. Насаждения, созданные с липой мелколистной, отличаются высокой продуктивностью, устойчивостью к неблагоприятным факторам и качеством выращиваемой древесины. Липа мелколистная относится к группе пород, имеющих семена с длительным периодом прорастания, поэтому при заготовке лесосеменного сырья необходимо учитывать не только сроки сбора, но и качество семян. Древесина липы мелколистной отличается однородностью, легкостью обработки, мягкостью, поэтому ее широко используют не только в народном хозяйстве (при изготовлении деревянной посуды, мебели, музыкальных инструментов), но и в строительстве (в круглом виде, для выработки пиломатериалов и заготовок общего назначения). Данная древесная порода имеет раннюю и позднюю формы. В связи с этим целью нашей работы было изучение качества семян и некоторых физико-механических свойств древесины (плотность, предел прочности при сжатии вдоль волокон, предел прочности при статическом изгибе, статическая твердость) липы разных фенологических форм. Результаты проведенных исследований показали, что лучшими посевными качествами обладают семена, собранные с поздней формы липы мелколистной; древесина поздней формы имеет большую среднюю ширину годичных слоев, а древесина ранней формы более твердая, плотная, имеет большие показатели предела прочности при сжатии вдоль волокон и статическом изгибе.

Ключевые слова: липа мелколистная, фенологическая форма, семена, древесина, влажность, годичный слой, физико-механические свойства.

O. A. Selishcheva, Yu. A. Larinina, A. V. Khvas'ko, V. V. Nosnikov
Belarusian State Technological University

PROPERTIES LINDEN DIFFERENT PHENOLOGICAL FORMS OF THE TREE

The small-leaved linden is widely used in the landscaping of cities, and the production of forest crops. Plantings created by small-leaved linden, have high productivity, resistance to unfavorable factors and the quality of cultivated wood. Small-leaved linden belongs to the group of species having seeds with a long germination period, so if the harvesting of forest raw materials must consider not only the time of collection, but the quality of the seeds. The wood of linden is uniformity, ease of processing, softness, so it is widely used not only in the national economy (in the manufacture of wooden utensils, furniture, musical instruments), but also in construction (in the round, for the production of lumber and blanks general purpose). This tree species has early and late forms. In this regard, the aim of our work was to study the seed quality and some physico-mechanical properties of wood (density, tensile strength under compression along the fibers, the ultimate strength in static bending, static hardness) linden different phenological forms. The results of the conducted researches have shown that the seeds collected from the late form of small-leaved Linden possess the best sowing qualities; wood late shape has a greater average width of the annual layers, and wood early forms are more solid, dense, has great tensile strengths in compression along the grain and static bending.

Key words: small-leaved linden, phenological form, seeds, wood, humidity, year layer, physical and mechanical properties.

Введение. В последнее время большое внимание уделяется воспроизводству лесных культур с участием липы мелколистной. Чистые насаждения создаются при формировании хозяйственно целевых нектароносных древостоев, в парках общего пользования, городских лесах, где в максимальной степени могут проявиться декоративно-эстетические и нектаропродуктивные свойства липы. В смешанных насаждениях данная порода обладает большим лесоводственным потенциалом – выступая в

качестве подгона, способствует росту и развитию главной породы за счет скорейшего разложения листового опада и снижения кислотности лесной подстилки, очищаемости стволов от сучьев, в результате чего увеличивается общая продуктивность насаждения и качество выращиваемой древесины. Объемы создания насаждений искусственного происхождения сдерживаются недостатком посадочного материала, получение которого во многом зависит от сроков сбора и высева семян липы.

Липа мелколистная – безъядровая, заболонная, рассеянно-сосудистая порода. Древесина белая, с легким розоватым или красноватым оттенком, имеет равномерную окраску по всему сечению ствола. По данным В. Е. Вихрова [1], древесина липы легкая (объемный вес менее $0,5 \text{ г/см}^3$), значительно усыхающая (полная объемная усушка составляет 18–22%, коэффициент объемной усушки – 0,56–0,65), малопрочная (значение предела прочности при сжатии вдоль волокон составляет в среднем менее 350 кг/см^2), очень мягкая (статическая твердость в торце менее 200 кг/см^2), умеренно хрупкая (сопротивление ударному изгибу – $0,15\text{--}0,30 \text{ кгм/см}^3$).

Согласно данным, приведенным Б. Н. Уголевым [2], В. Г. Атрохиным, К. К. Калущим, Ф. Т. Тюриковым [3], липа принадлежит к породам среднеусыхающим (коэффициент объемной усушки в пределах 0,46–0,55), малой плотности (при влажности 12% плотность составляет 495 кг/м^3 , в абсолютно сухом состоянии – 470 кг/м^3 , условная плотность – $400\text{--}410 \text{ кг/м}^3$).

Исследования свойств древесины липы, проведенные в последние годы, показали, что коэффициент усушки в радиальном направлении составляет 0,23, в тангенциальном – 0,33; объемный – 0,58. Влажность древесины свежесрубленного дерева колеблется от 60 до 80% [4]. Предел прочности при растяжении вдоль волокон при влажности 12% и 30,0% и более составляет 117 МПа и 89 МПа, при сжатии вдоль волокон – 46,0 и 24,0 МПа, при статическом изгибе – 86,0 МПа и 53,0 МПа, при скалывании в радиальной плоскости – 8,4 и 5,5 МПа, тангенциальной плоскости – 8,0 и 4,9 МПа соответственно [2].

Из-за легкости обработки древесину липы широко используют во многих странах для изготовления мебели, рисовальных столов и чертежных досок, музыкальных инструментов, моделей в литейном деле, деревянной посуды, карандашей, бочек, фанеры, резных изделий и игрушек, лаптей [5, 6].

В Беларуси согласно СТБ 1712-2007 [7], лесоматериалы из липы применяются в круглом виде для строительства, а также вспомогательных и временных построек различного назначения, выработки пиломатериалов и заготовок общего назначения, клепки заливных бочек, сухотарных бочек и деталей ящиков, протезов, получения строганого и лущеного шпона, производства спичек, сульфатной небеленой целлюлозы.

Известно, что липа мелколистная имеет ранние и поздние формы, различающиеся по срокам распускания почек и цветения [8], по

этому целью нашей работы было изучение качества семян и некоторых физико-механических свойств древесины (плотность, прочность при сжатии вдоль волокон, прочность при статическом изгибе, твердость и др.) липы разных фенологических форм.

Основная часть. В результате проведенных нами предварительных фенологических наблюдений установлено, что липа мелколистная имеет раннюю и позднюю формы, которые различаются по срокам распускания почек (5–7 дней), цветения (5–8 дней), созревания семян (6–8 дней).

Для анализа морфологических характеристик и показателей качества семян липы собирали плоды с деревьев разных фенологических форм. Среднюю длину и ширину семени определяли с помощью цифрового штангенциркуля ШЦЦ-150 с точностью до сотых (измерения проводили в мм), жизнеспособность и массу 1000 шт. – в соответствии с ГОСТ 13056.7-93, ГОСТ 13056.4-67 соответственно [9, 10].

Материал для исследования физико-механических свойств древесины липы мелколистной заготавливали в соответствии с ГОСТ 16483.6-80 [11]. Из комлевой части отобранных деревьев липы ранней и поздней форм были взяты кряжи длиной 1,5 м. Кряжи распиливались на доски, затем из досок изготавливались бруски, которые непосредственно использовались для получения образцов определенной формы и размеров.

Определение показателей физико-механических свойств древесины выполнялось согласно действующим стандартным методикам [12–15]. Испытания древесины на механические свойства проводились на испытательной машине MTS Insight 100. Вывод данных и их первичная обработка выполнялись в программе Test Works 4, впоследствии в программе Microsoft Excel, в том числе и статистически на 5%-ном уровне значимости. Полученные физико-механические показатели приводились к влажности 12%.

Результаты анализа семян и физико-механических свойств древесины в зависимости от фенологической формы дерева приведены в табл. 1, 2 и на рис. 1, 2.

В результате проведенных нами исследований установлено, что средняя длина семян у ранней формы за анализируемый период составила 6,49 мм, ширина – 4,60 мм, у поздней формы – 6,57 мм и 5,12 мм соответственно. Семена, собранные с поздней формы, имеют большие показатели массы 1000 шт. (на 4–6 г) и жизнеспособности (на 2–4%).

Таблица 1

Анализ морфологических характеристик и показателей качества семян (сбор в конце сентября)

Год учета	Средняя длина семени, мм			$t_{факт} / t_{теор}$	Средняя ширина семени, мм			$t_{факт} / t_{теор}$	Жизнеспособность, %	Масса 1000 шт., г
	среднее значение ± стандартная ошибка	уровень надежности, %	коэффициент вариации, %		среднее значение, стандартная ошибка	уровень надежности, %	коэффициент вариации, %			
Ранняя фенологическая форма дерева										
2015	6,36 ± 0,08	0,17	10,51	1,06 / 1,98	4,33 ± 0,08	0,15	14,26	5,97 / 1,98	82,1	41,29
2016	6,64 ± 0,18	0,39	10,70	0,20 / 2,13	4,35 ± 0,17	0,37	15,17	2,92 / 2,12	77,8	39,13
2017	6,46 ± 0,05	0,10	7,80	0,37 / 2,05	5,13 ± 0,04	0,08	7,92	0,96 / 2,03	76,4	36,95
Поздняя фенологическая форма дерева										
2015	6,49 ± 0,09	0,17	11,54	–	5,01 ± 0,08	0,17	14,57	–	86,4	47,42
2016	6,71 ± 0,31	0,70	14,3	–	5,30 ± 0,17	0,62	16,36	–	81,9	43,35
2017	6,52 ± 0,15	0,32	11,85	–	5,04 ± 0,08	0,17	8,26	–	78,1	40,15

Таблица 2

Основные физико-механические показатели древесины липы мелколистной разных фенологических форм

Вид испытания		Фенологическая форма дерева	
		ранняя	поздняя
Средняя ширина годичного слоя, мм	среднее значение ± стандартная ошибка	4,22 ± 0,19	4,76 ± 0,21
	уровень надежности, %	0,38	0,42
	коэффициент вариации, %	30,27	27,42
	$t_{факт}$	1,95	
	$t_{теор}$	1,99	
Процент поздней древесины от общего годичного слоя	среднее значение ± стандартная ошибка	22,14 ± 1,21	22,73 ± 1,36
	уровень надежности, %	2,46	2,79
	коэффициент вариации, %	32,39	32,28
	$t_{факт}$	0,32	
	$t_{теор}$	2,00	
Плотность, кг/м ³	среднее значение ± стандартная ошибка	537,01 ± 2,56	462,32 ± 10,39
	уровень надежности, %	5,09	21,49
	коэффициент вариации, %	4,50	11,01
	$t_{факт}$	6,98	
	$t_{теор}$	2,06	
Предел прочности древесины при сжатии вдоль волокон, МПа	среднее значение ± стандартная ошибка	34,78 ± 0,40	27,55 ± 1,43
	уровень надежности, %	0,80	3,06
	коэффициент вариации, %	10,88	20,83
	$t_{факт}$	4,86	
	$t_{теор}$	2,11	
Предел прочности древесины при статическом изгибе, МПа	среднее значение ± стандартная ошибка	64,23 ± 0,80	62,03 ± 2,44
	уровень надежности, %	1,60	5,13
	коэффициент вариации, %	8,76	17,16
	$t_{факт}$	0,86	
	$t_{теор}$	2,07	
Статическая твердость, МПа	среднее значение ± стандартная ошибка	33,68 ± 2,00	30,47 ± 1,36
	уровень надежности, %	4,16	2,91
	коэффициент вариации, %	27,16	17,24
	$t_{факт}$	1,33	
	$t_{теор}$	2,03	



Рис. 1. Особенности строения годичных слоев липы мелколистной:

а – средняя ширина годичного слоя и поздней древесины;

б – процент поздней древесины от общего слоя

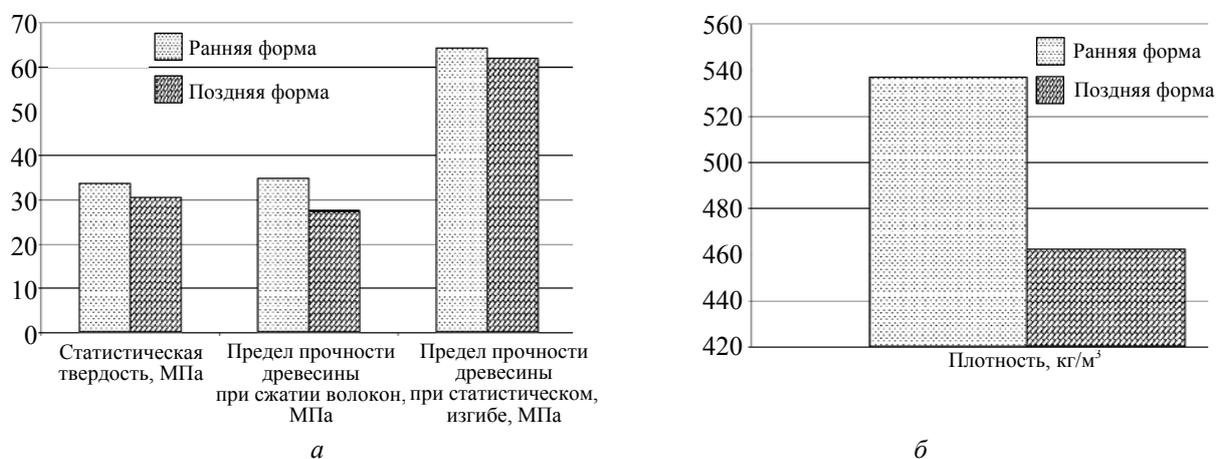


Рис. 2. Показатели свойств древесины ранней и поздней фенологической форм липы мелколистной:

а – механических; б – физических

Средний коэффициент вариации в пределах каждой группы (в зависимости от года сбора (2015, 2016 и 2017 гг.) и фенологической формы дерева липы мелколистной (ранняя и поздняя)) при определении средней длины орешка – 11,03%, 12,62% и 9,83%, средней ширины – 14,37%, 15,77% и 8,09% соответственно, что говорит о средней степени варьирования данных.

Рассчитанный критерий существенности разности показал, что различия в значениях средней длины орешка липы лежат в пределах случайных колебаний при принятом уровне значимости ($t_{\text{факт}} < t_{\text{теор}}$), а в значениях средней ширины – достоверно значимы ($t_{\text{факт}} > t_{\text{теор}}$) (за исключением 2017 г.).

Среднее значение ширины годичных слоев составило 4,22 мм (у ранней формы) и 4,76 мм (у поздней формы), в том числе ширина поздней древесины – 0,85 мм и 1,02 мм соответственно. Необходимо отметить, что годичные слои на всех разрезах в независимости от фенологической формы дерева заметны слабо.

Среднее число годичных слоев на 1 см поперечного разреза для ранней формы липы мелколистной – 2,37, поздней – 2,10.

У разных фенологических форм липы наблюдаются существенные различия в значениях плотности. Плотность древесины ранней формы, по нашим данным, составила 537,01 кг/м³, поздней – 462,32 кг/м³, среднее значение плотности – 499,67 кг/м³. Полученные результаты в целом согласуются с литературными данными [2], по которым средняя плотность древесины при влажности 12% составляет 495 кг/м³. Плотность древесины ранней формы на 8,5% больше, а поздней – на 6,6% меньше среднего показателя. Следует отметить, что древесина ранней формы более плотная, чем поздней.

Среднее значение предела прочности при сжатии вдоль волокон (влажность 12,0%) для липы мелколистной составляет 46,0 МПа [2]. В результате наших исследований установлено, что предел прочности древесины ранней

формы составил 34,78 МПа, поздней – 27,55 МПа, а это ниже среднего показателя на 24,4% и 40,1% соответственно. При этом прочность древесины ранней формы липы на 26,2% выше, чем поздней.

Наблюдаются различия при определении предела прочности древесины при статическом изгибе. Данный показатель у ранней формы составил 64,23 МПа, у поздней – 62,03 МПа, что меньше среднего показателя, приведенного в литературе (86,0 МПа при влажности 12,0% [2]) на 25,3 и 27,9% соответственно. Однако четкой разницы между фенологическими формами в данном показателе не установлено. Необходимо отметить, что при изгибе образца наблюдался зацепистый вид излома.

Статическая твердость липы мелколистной ранней формы составила 33,68 МПа, поздней – 30,47 МПа. Следовательно, древесина обеих форм дерева мягкая (что подтверждается литературными данными [2]), но ранняя форма липы мелколистной имеет более твердую древесину, чем поздняя форма.

Коэффициент вариации в пределах каждой группы (в зависимости от фенологической формы дерева – ранняя и поздняя) при определении плотности древесины – 4,50 и 11,0%, предела прочности при сжатии вдоль волокон – 10,9 и 20,8%, предела прочности при статическом изгибе – 8,8 и 17,2%, статической твердости – 27,2 и 17,2% соответственно, что говорит о средней степени варьирования данных. При определении средней ширины годичных слоев и доли поздней древесины коэффициент вариации больше 25%, что означает более значительное варьирование данных показателей. Точность определения данных практически во

всех случаях ниже 5% и является весьма высокой.

Рассчитанный критерий существенности разности показал, что различия в значениях средней ширины годичного слоя, процента поздней древесины, предела прочности при статическом изгибе, статической твердости статистически недостоверны и лежат в пределах случайных колебаний при принятом уровне значимости ($t_{\text{факт}} < t_{\text{теор}}$). Во всех остальных случаях установленные различия между физико-механическими показателями древесины ранней и поздней форм деревьев липы мелколистной достоверно значимы ($t_{\text{факт}} > t_{\text{теор}}$).

Заключение. Таким образом, средняя длина у плодов ранней фенологической формы липы мелколистной составляет 6,49 мм, ширина – 4,60 мм; поздней – 6,57 мм и 5,12 мм соответственно. Семена, собранные с поздней формы, имеют большие показатели массы 1000 шт. (на 4–6 г) и жизнеспособности (на 2–4%).

Существенные различия в определении физико-механических показателей древесины между ранней и поздней формами липы мелколистной заметны при определении средней ширины годичных слоев (4,22 и 4,76 мм соответственно), плотности (537,01 кг/м³ и 462,32 кг/м³ соответственно) и предела прочности древесины при сжатии вдоль волокон (34,78 МПа и 27,55 МПа соответственно). В целом прослеживается, что древесина ранней формы более твердая, плотная, имеет большие показатели предела прочности при сжатии вдоль волокон и статическом изгибе. Соответственно, в народном хозяйстве и строительстве предпочтение необходимо отдавать древесине ранних форм деревьев липы мелколистной.

Литература

1. Вихров В. Е. Диагностические признаки древесины главнейших лесохозяйственных и лесопромышленных пород СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 132 с.
2. Уголев Б. Н. Древесиноведение и лесное товароведение: учебник. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 351 с.
3. Древесные породы мира: в 3 т. / под ред. Г. И. Воробьева. М.: Лесная промышленность, 1979–1982. – Т. 3: Древесные породы СССР / В. Г. Атрохин, К. К. Калуцкий, Ф. Т. Тюриков. 1982. 266 с.
4. Чернышев А. Н., Ефимова Т. В. Физико-механические показатели и режимы сушки древесины липы без искусственного увлажнения // Лесотехнический журнал. 2014. № 4. С. 140–146.
5. Липа [Электронный ресурс] / Woodrow, 2014. URL: <http://richwood.ru/pages189.html> (дата обращения: 04.09.2017).
6. Различные виды древесины [Электронный ресурс] / drevesinas.ru, 2017. URL: <http://www.drevesinas.ru/protection/structure/20.html> (дата обращения: 04.09.2017).
7. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия: СТБ 1712-2007. Введ. 01.05.07 с доп. 01.01.14 (утвержден и введен в действие постановлением Госстандарта Респ. Беларусь от 30 января 2007 г. № 4). Минск: УП «Белгипролес», 2007. 26 с.
8. Рысин Л. П. Липовые леса Русской равнины. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 195 с.
9. Семена деревьев и кустарников. Методы определения жизнеспособности: ГОСТ 13056.7-93. Взамен ГОСТ 13056.7-68. Введ. СССР 01.01.95. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1995. 37 с.

10. Семена деревьев и кустарников. Методы определения массы 1000 семян: ГОСТ 13056.4-67. Взамен ГОСТ 2937-55. Введ. СССР 01.07.68. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1988. 3 с.
11. Древесина. Метод отбора модельных деревьев и краёв для определения физико-механических свойств древесины насаждений: ГОСТ 16483.6-80. Взамен ГОСТ 16483.6-80. Введ. СССР 01.01.81. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1986. 7 с.
12. Древесина. Методы определения влажности: ГОСТ 16483.7-71. Взамен ГОСТ 11486-65. Введ. СССР 01.01.73. М.: Стандартиформ, 2006. 3 с.
13. Древесина. Метод определения предела прочности при сжатии вдоль волокон: ГОСТ 16483.10-73. Взамен ГОСТ 16483.10-72. Введ. СССР 01.07.74. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. 6 с.
14. Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе: ГОСТ 16483.3-84. Введ. 01.07.85. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. 6 с.
15. Древесина. Метод определения статической твердости: ГОСТ 16483.17-81. Введ. 01.01.83. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. 6 с.

References

1. Vikhrov V. E. *Diagnosticicheskiye priznaki drevesiny glavneyshikh lesokhozyaystvennykh i lesopromyshlennykh porod SSSR* [Diagnostic features of the wood the main forestry and forest species of the USSR]. Moscow, AN SSSR Publ., 1959. 132 p.
2. Ugolev B. N. *Drevesinovedeniye i lesnoye tovarovedeniye* [Drivelinemedi and forest merchandising]. Moscow, GOU VPO MGUL Publ., 2007. 351 p.
3. Atrokhin V. G., Kalutskiy K. K., Tyurikov F. T. *Drevesnyye porody mira* [Timbers of the world]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 266 p.
4. Chernyshev A. N., Efimova T. V. Physico-mechanical properties and drying modes of Linden wood without artificial humidification. *Lesotekhnicheskiy zhurnal* [Forestry engineering journal], 2014, no. 4, pp.140–146 (In Russian).
5. *Lipa* [Linden]. Available at: <http://richwood.ru/pages189.html>. (accessed 04.09.2017).
6. *Razlichnyye vidy drevesiny* [Different types of wood]. Available at: <http://www.drevesinas.ru/protection/structure/20.html> (accessed 04.09.2017).
7. STB 1712-2007. Round timber of deciduous breeds. Specifications. Minsk, Belgiproles Publ., 2007. 26 p. (In Russian).
8. Rysin L. P. *Lipovyye lesa Russkoy ravniny* [Linden forests of the Russian plain]. Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 2012. 195 p.
9. GOST 13056.7-93. Seeds of trees and shrubs. Methods for determining viability. Moscow, IPK Publishing house of standards Publ., 1995. 37 p. (In Russian).
10. GOST 13056.4-67. Seeds of trees and shrubs. Methods of determination of mass of 1000 seeds. Moscow, IPK Publishing house of standards Publ., 1988. 3 p. (In Russian).
11. GOST 16483.6-80. Wood. The method of selection of model trees and logs for determination of physical and mechanical properties of wood plantations. Moscow, IPK Publishing house of standards Publ., 1986. 7 p. (In Russian).
12. GOST 16483.7-71. Wood. Methods for determination of moisture. Moscow, Standartinform Publ., 2006. 3 p. (In Russian).
13. GOST 16483.10-73. Wood. Method of determining ultimate strength in compression along fibres. Moscow, IPK Publishing house of standards Publ., 1999. 6 p. (In Russian).
14. GOST 16483.3-84. Wood. Method of determining ultimate strength in static bending. Moscow, IPK Publishing house of standards Publ., 1999. 6 p. (In Russian).
15. GOST 16483.17-81. Wood. Method for determination of static hardness. Moscow, IPK Publishing house of standards Publ., 1999. 6 p. (In Russian).

Информация об авторах

Селищева Оксана Александровна – младший научный сотрудник кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: oksana_selishchava@mail.ru

Ларинина Юлия Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент кафедры лесоводства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: lesya25106@mail.ru

Хвасько Андрей Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесозащиты и древесиноведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: Khvasko@belstu.by

Носников Вадим Валерьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: nosnikov@belstu.by

Information about the authors

Selishcheva Oksana Aleksandrovna – Junior Researcher, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: oksana_selishchava@mail.ru

Larinina Yuliya Aleksandrovna – PhD (Agriculture), assistant lecturer, the Department of Forest. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lesya25106@mail.ru

Khvas'ko Andrey Vladimirovich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Forest Protection and Wood Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Khvasko@belstu.by

Nosnikov Vadim Valer'yevich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nosnikov@belstu.by

Поступила 31.03.2018