

Научная статья

УДК 631.527

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.1.04

Рост и продуктивность лиственницы в 67-летних коллекционно-географических культурах Учебно-опытного лесхоза ВГЛТУ

Евгений Евгеньевич Кулаков¹

кандидат сельскохозяйственных наук

Алексей Иванович Сиволапов²

кандидат сельскохозяйственных наук

Аннотация. Представлены результаты последней инвентаризации географических культур лиственницы Сукачева, которые были заложены в 1955 г. на территории учебно-опытного лесхоза Воронежского государственного лесотехнического университета им. Г.Ф. Морозова с целью оценки, отбора и использования наиболее перспективных экотипов для лесоразведения в условиях Воронежской обл. Чтобы установить степень устойчивости и продуктивности культур, на территории выбранных объектов проведена глазомерная и инструментальная оценка деревьев с помощью Resistograph. В результате исследований отмечено, что среди всех экотипов более 90 % составляют деревья без признаков ослабления. Инструментальный анализ состояния экотипов с помощью Resistograph показал отсутствие внутренних повреждений и гнилевых патологий.

Ключевые слова: селекция, географические культуры, лиственница Сукачева, санитарная оценка, Resistograph.

Для цитирования: Кулаков Е.Е., Сиволапов А.И. Рост и продуктивность лиственницы в 67-летних коллекционно-географических культурах Учебно-опытного лесхоза ВГЛТУ. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2023. № 1. С. 44–54. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.1.04

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, инженер отдела селекции и семеноводства (Воронеж, Российская Федерация), evgenyukulakov@yandex.ru

² Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, доцент кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации (Воронеж, Российская Федерация), aleksey-sivolapov@yandex.ru

Original article

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.1.04

Growth and Productivity of Larch in 67-year-old Collection and Geographical Cultures of the Educational and Experimental Forestry VGLTU

Evgeniy E. Kulakov¹

Candidate of Agricultural Sciences

Alexey I. Sivolapov²

Candidate of Agricultural Sciences

Abstract. *The article presents the results of the latest inventory of geographical cultures of Sukachev's larch, which were laid in 1955 on the territory of the educational and experimental forestry Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov in order to evaluate them, select and use the most promising ecotypes for afforestation in the Voronezh region. To establish the degree of stability and productivity on the territory of the selected objects, an eye-measuring and instrumental assessment of plantings was carried out using Resistograph. As a result of the research, it was noted that among all ecotypes, more than 90 % of trees are observed without signs of weakening. Instrumental analysis of the state of ecotypes using Resistograph showed the absence of internal injuries and the presence of rotten pathologies*

Key words: *breeding, geographical crops, Sukachev's larch, sanitary assessment, Resistograph.*

For citation: *Kulakov E., Sivolapov A. Growth and Productivity of Larch in 67-year-old Collection and Geographical Cultures of the Educational and Experimental Forestry VGLTU. – Text : electronic // Forestry information. 2023. № 1. P. 44–54. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.1.04*

¹ Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Engineer of the Department of Breeding and Seed Production (Voronezh, Russian Federation), evgenyykulakov@yandex.ru

² Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, Associate Professor of the Department of Forest Crops, Breeding and Forest Reclamation (Voronezh, Russian Federation), aleksey-sivolapov@yandex.ru

В условиях Воронежской обл. одной из задач повышения продуктивности лесов является развитие селекции лесных культур аборигенных и интродуцированных видов. Несмотря на то что селекции лесообразующих пород здесь уделяется большое внимание, ее результативность в отношении пород-интродуцентов недостаточна.

Опытные объекты древесных интродуцентов, расположенные на территории Воронежской обл., могут стать хорошей базой для обоснования эффективности этих видов. Среди интродуцируемых древесных пород лиственница зарекомендовала себя как одна из наиболее перспективных для лесовыращивания и озеленения. Культуры лиственницы характеризуются высокой производительностью, они в 1,2–2,0 раза превышают продуктивность насаждений сосны и ели [1–3]. Опыт выращивания лиственницы в условиях лесостепи показал не только ее высокую продуктивность, но и устойчивость к абиотическим и биотическим факторам среды. На территории учебно-опытного лесхоза (УОЛ) ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова культуры лиственницы достигли 67-летнего возраста, что позволяет выявить лучшие экотипы этой породы по продуктивности, устойчивости и качеству древесины для лесоразведения в Воронежской обл.

Цель исследования – анализ и оценка перспектив селекции лиственницы Сукачева 5-ти географических происхождений на примере созданных Р.И. Дерюжкиным коллекционно-географических культур.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в 2019 г. на объектах, расположенных в лесостепной части Воронежской обл., в Правобережном лесничестве УОЛ ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова (кв. 54). Район исследования находится в умеренном климатическом поясе между 52° и 49° с. ш. Среднегодовая температура в 2019 г. достигала +8,9 °С (при норме +6,1 °С). Климат умеренно-континентальный. Лето относительно жаркое, зима

умеренно-холодная. Климат формируется под влиянием умеренных, тропических и арктических воздушных масс. Количество осадков, выпадающих на территории области, изменяется с северо-запада на юго-восток и восток от 550 мм до 450 мм.

Площадь географических культур – 1,0 га, их посадку осуществляли в 1955 г. 2-летними сеянцами под меч Колесова с размещением посадочных мест 1,5 × 0,5 м. Растения на участке объединены в группы по 100 шт. по каждому географическому происхождению. В центре и по границам участка высажена рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), между секциями – клен татарский (*Acer tataricum*). Тип почв – серые лесные суглинистые. В качестве объектов исследований выбраны экотипы лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Djil. Dyl.) из Архангельской обл. (61–64° с. ш.); Латвии и Эстонии (57–58° с. ш.); Ивановской, Костромской, Тверской (57–58° с. ш.); Пермской и Челябинской (57–58° с. ш.); Свердловской (55–60° с. ш.) областей.

В процессе селекционной оценки осуществлен отбор лучших экотипов лиственницы Сукачева по продуктивности, среди них выделены кандидаты в плюсовые деревья [4]. Для определения устойчивости и продуктивности культур на территории отобранных объектов проведен сплошной перебор деревьев по 2-сантиметровым ступеням толщины. Диаметры измерены в двух взаимно перпендикулярных направлениях мерной вилкой, высоты – с использованием высотомера Blume-Leiss [5]. Категории санитарного состояния определяли по наличию сухих ветвей в кроне, приросту, степени охвоенности согласно шкале Правил санитарной безопасности в лесах [6].

Для оценки сохранности культур на момент обследования подсчитывали число живых и усохших деревьев, число пней и пустых посадочных мест. Полученные результаты сравнивали с числом высаженных сеянцев. Кроме того, устанавливали динамику отпада путем сопоставления начального количества деревьев с сохранившимися по учету в предыдущие годы. Учет сохранности культур сделан в 67-летнем возрасте; сохранность

в 5-, 10- и 15-летнем возрасте установлена по архивам Р.И. Дерюжкина.

В исследуемых экотипах выполнена инструментальная оценка древесины на наличие внутренних повреждений с помощью Resistograph 4452S. Принцип работы прибора Resistograph следующий: тонкая игла входит в древесину и по мере ее вращения измеряется сопротивление. При этом низкое сопротивление фиксируется в прогнившей и нарушенной зоне, а высокое сопротивление – в не поражённой краевой зоне. После получения резистограмм в рамках исследований были оценены и рассчитаны параметры плотности годовичных колец в программе TSAPWin [7].

Результаты и обсуждение

Значительный отпад растений наблюдался в первое 5-летие – в среднем 23 %. У отдельных экотипов (Черевсонский, Охтие, Григорьевское) он достигал 35,8–47,2 %. В последующее 5-летие отпад сеянцев в географических культурах снизился у экотипов из Яренского (16,4 %), Шенкурского (13,5), Серебрянского (21,5), Висимского (5,7), Наволокского (11,3) и Григорьевского

(15,5 %) лесхозов. При этом увеличился отпад растений у экотипов из Обозерского (19,9 %), Виноградского (11,2), Онежского (22,9), Невьянского (28,4), Н. Ляли (18,6), Гари (36,4), Юрьевского (23,5) и Цесвайского (10,9 %) лесхозов. С 10- до 15-летнего возраста у лиственницы Сукачева из Архангельской обл. наименьший отпад наблюдался у экотипов из Шенкурского (0,7 %), Яренского (1,0) и Обозерского (2,3 %) лесхозов. В 10–15-летнем возрасте среди экотипов из Свердловской обл. отпад колебался от 0,9 (Серебрянский) до 5,5 % (Н. Ляля), экотипов из Ивановской, Костромской, Тверской областей – от 1,2 (Юрьевский, Кострома) до 7,6 % (Катон-Карагач), Пермской и Челябинской областей – от 0,7 (Григорьевское) до 3,1 % (Осинский), Латвии и Эстонии – от 0 (Охтие) до 2,4 % (Ракверск).

На момент обследования (2019 г.) наибольшая сохранность культур отмечена у экотипов из Архангельской, Свердловской, Пермской и Челябинской областей. Динамика сохранности культур лиственницы в зависимости от географического происхождения представлена на рис. 1.

При одинаковых полноте и типе леса чистые лиственничники достаточно успешно растут в высоту, достигая к 67-летнему возрасту 21 м, что соответствует I классу бонитета. Таксационная

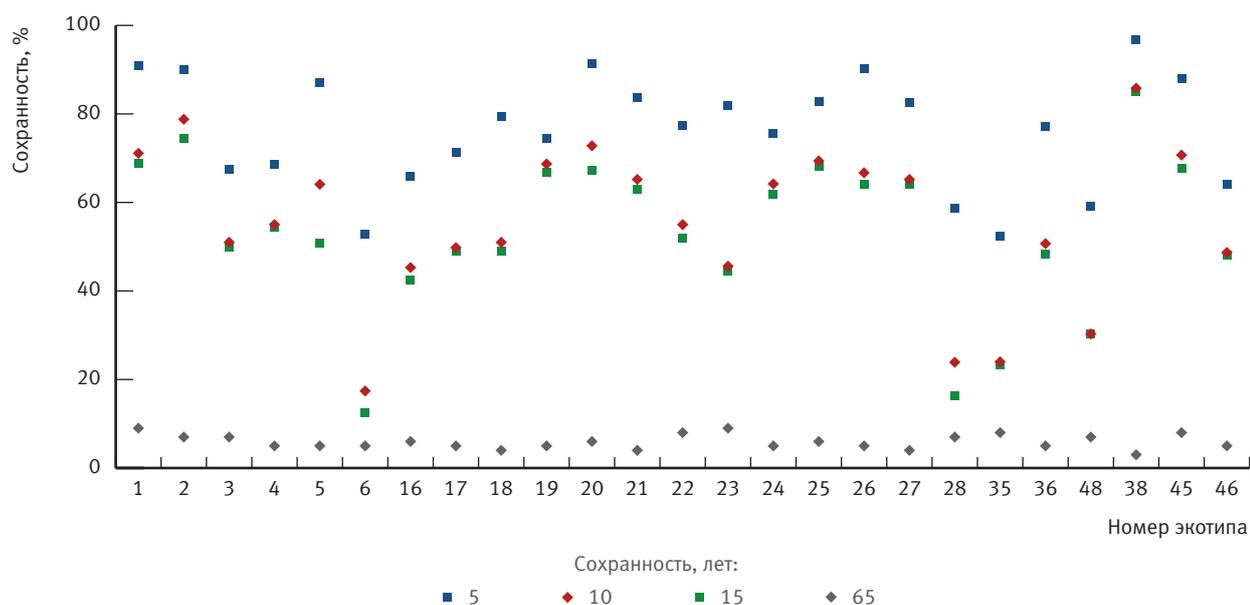


Рис. 1. Динамика сохранности географических культур лиственницы Сукачева (данные 5-, 10-, 15-летних культур из архива Р.И. Дерюжкина)

характеристика исследуемых экотипов представлена в табл. 1.

Наибольшей высотой, диаметром и запасом среди экотипов Архангельской обл. характеризуются лиственницы из семян Виноградского (средние диаметр – 22,6 см; высота – 21,7 м; запас – 246 м³/га) и Обозерского (23,6 см;

21,7 м; 294 м³/га соответственно) лесхозов, а наименьшими показателями – культуры из семян Шенкурского и Онежского лесхозов (см. табл. 1). У лиственниц из Свердловской обл. наиболее продуктивны образцы из Рож и Висимского лесхозов (средние диаметр – 21,6 и 20,1 см; высота – 20,3 и 20,1 м; запас – 485

ТАБЛИЦА 1. ТАКСАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ СУКАЧЕВА (2019)

№ ЭКОТИПА	ЛЕСХОЗ (ЛЕСНИЧЕСТВО)	СРЕДНИЙ ДИАМЕТР, СМ	СРЕДНЯЯ ВЫСОТА, М	КЛАСС БОНИТЕТА	ПОЛНОТА	СРЕДНИЙ ЗАПАС, М ³ /ГА
<i>Архангельская обл. 61–64° с. ш.</i>						
1	Обозерский	23,6±0,23	21,7±0,10	I	0,8	294
2	Виноградский	22,6±0,19	21,7±0,10	I	0,6	246
3	Яренский	20,7±0,18	20,5±0,10	I	0,8	157
4	Шенкурский	19,2±0,20	19,4±0,10	II	0,8	105
5	Онежский	18,9±0,23	19,4±0,10	II	0,7	105
6	Черевконский	20,9±0,23	20,2±0,10	I	0,6	163
<i>Свердловская обл. 55–60° с. ш.</i>						
16	Рож	21,6±0,11	20,3±0,20	I	1,0	485
17	Серебрянский	21,1±0,15	20,4±0,20	I	0,4	86
18	Невьянский	19,4±0,10	19,9±0,50	I	1,0	322
19	Висимский	21,8±0,47	20,1±0,30	I	0,8	465
20	Н. Ляля	18,8±0,17	19,1±0,10	II	0,7	206
21	Исовский	21,2±0,13	20,6±0,60	I	0,8	242
22	Березовский	18,0±0,16	18,5±0,10	II	0,7	160
23	Гари	18,4±0,20	18,5±0,10	II	1,0	345
<i>Ивановская, Костромская и Тверская области 57–58° с. ш.</i>						
24	Наволоцкий	23,3±0,32	21,5±0,10	I	1,0	325
25	Юрьевский	19,9±0,20	20,7±0,10	I	0,8	223
26	Юрьевский	18,7±0,15	19,0±0,10	II	0,7	183
27	Кострома	22,2±0,32	21,2±0,20	I	1,0	309
28	Катон-Карагач	21,7±0,18	21,1±0,10	I	1,0	466
<i>Латвия и Эстония 57–58° с. ш.</i>						
34	Судро-Янси	16,5±0,35	17,5±0,03	II	0,7	286
35	Эльза, Пуду	22,8±0,53	20,3±0,20	I	1,0	390
36	Ракверск	21,1±0,27	20,1±0,10	I	1,0	452
48	Охтие	28,6±0,25	23,4±0,10	Ia	0,3	567
37	Вирала	20,3±0,22	19,6±0,10	I	1,0	120
38	Цесвайский	18,3±0,17	19,0±0,10	II	0,5	152
<i>Пермская и Челябинская области 55–58° с. ш.</i>						
45	Осинский	23,9±0,18	22,3±0,10	I	1,0	385
46	Григорьевское	21,5±0,21	20,5±0,10	I	1,0	488

и 465 м³/га соответственно). Среди экотипов из Ивановской, Костромской и Тверской областей наибольшей продуктивностью характеризуются Наволокский и Кострома (средние диаметр – 23,3 и 22,2 см; высота – 21,5 и 21,2 м; запас – 325 и 309 м³/га соответственно), из Латвии и Эстонии – Охтие и Ракверск (средние диаметр – 28,6 и 21,1 см; высота – 23,4 и 20,4 м; запас – 567 и 452 м³/га соответственно). Экотипы из Пермской и Челябинской областей показывают высокую продуктивность: их средний диаметр достигает 23,9 см, средняя высота – 22,3 м, запас – 488 м³/га. В целом все экотипы произрастают по I–II классу бонитета при среднем диаметре 21,2±0,40 см и средней высоте 20,4±0,30 м.

Лиственницы Сукачева из семян, собранных в местах, близких по широте и высоте над ур. моря к Воронежской обл. (51,67° с. ш.; 39,18° в. д.; 200–400 м над ур. моря) – Пермская и Челябинская области, – имеют наибольшие средние высоту, диаметр, запас и прирост. А лиственница Сукачева из семян, собранных на высоте ниже 109 м над ур. моря (экотипы из Латвии и Эстонии, Архангельской и Свердловской областей), имеет наименьшие средние высоту, диаметр и запас. Лиственницы Сукачева других географических происхождений по высоте занимают промежуточное положение между названными провениенциями.

Это согласуется с исследованиями В.П. Тимофеева [8], которые показали, что перемещение семян лиственниц Сукачева и сибирской с востока на запад при близких значениях северной широты и высоты над уровнем моря не оказывает негативного влияния на рост растений в условиях умеренно континентального климата. Перемещение семян лиственниц в широтном направлении допустимо только в пределах 3–4°. Вне этих пределов замедляется рост, снижается сохранность насаждений. При этом с возрастом у медленнорастущих особей разница в показателях роста между климатипами сглаживается [8].

Категории санитарного состояния деревьев разных экотипов значительно отличаются. Ослабленными являются культуры из семян Яренского и Черевконского лесхозов Архангельской обл.,

средневзвешенная категория состояния которых составила 2,0 и 1,66 соответственно. У экотипов из Свердловской обл. к ослабленным отнесены деревья из Серебрянского лесхоза (1,51), у экотипов из Прибалтики – Судро-Янси (1,83), Вирала (1,51) и к сильно ослабленным – из Ракверска (3,28).

Лучшим санитарным состоянием характеризуются лиственницы Сукачева из Ивановской, Костромской и Тверской областей (1,23), а также Пермской и Челябинской (1,32) и Свердловской областей (1,37), среди которых встречается минимальное количество ослабленных и усохших деревьев.

Таким образом, 91 % деревьев всех исследуемых происхождений не имеет признаков ослабления, 4 % приходится на ослабленные деревья и 5 % – на свежий и старый сухостой.

Оценить санитарное состояние и биологическую устойчивость экотипов невозможно без выявления закономерностей распределения деревьев по ступеням толщины и категориям состояния, это распределение представлено на рис. 2.

Деревья без признаков ослабления в основном приходятся на ступени толщины от 12 до 44 см, среди них наибольшая доля здоровых выявлена у лиственницы Сукачева из Ивановской, Костромской, Тверской областей (96 %), из Свердловской обл. и Прибалтики (92 %), Пермской и Челябинской областей (90 %) и Архангельской обл. (86 %). Доля ослабленных деревьев со ступенями толщины от 12 до 44 см в среднем составляет 9 % у экотипов из Архангельской обл. (Виноградский лесхоз – 29 %, Яренский – 13, Онежский – 11 %), 7 % у Осинского экотипа из Пермской и Челябинской областей, 1 % у Висимского из Свердловской обл. У остальных экотипов ослабленные деревья не обнаружены. Из общего числа ослабленных деревьев около 10 % относится к ступеням толщины от 12 до 32 см.

Распределение по ступеням толщины и высоте показало, что у всех экотипов лиственницы Сукачева выделяются растения, которые существенно превосходят по высоте и диаметру средние деревья. Среди них были выделены кандидаты в плюсовые деревья (рис. 3).

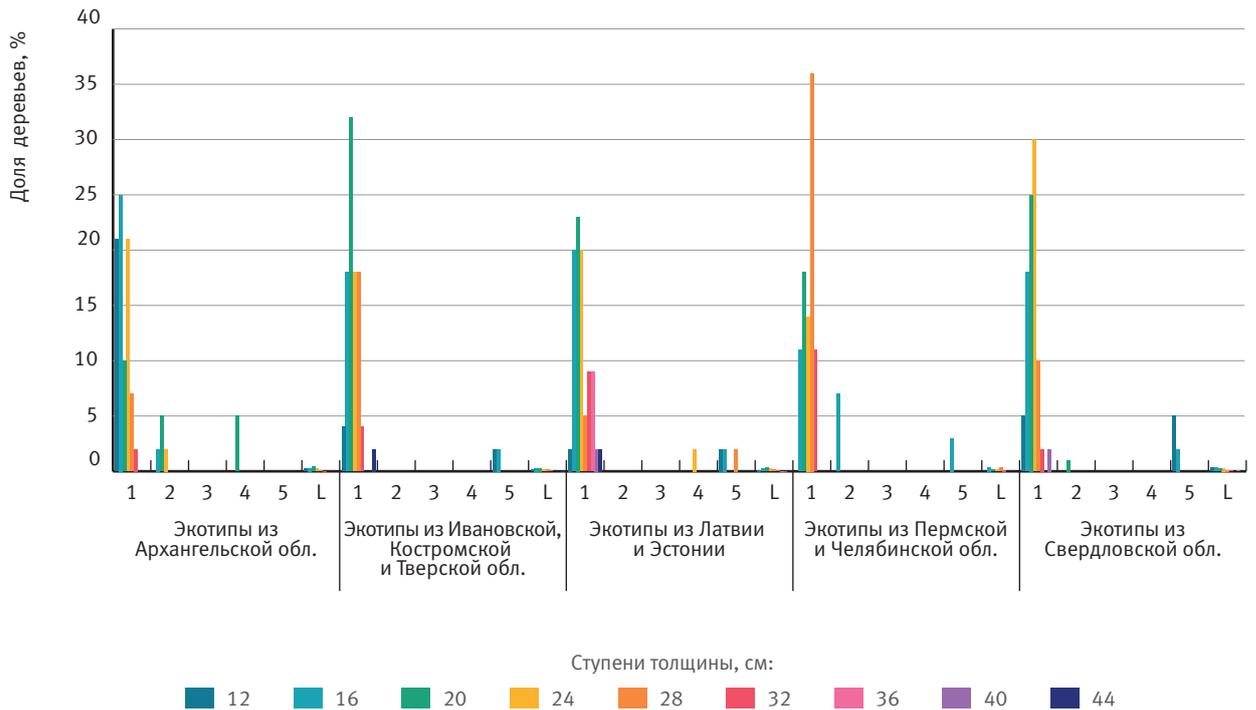


Рис. 2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ В ЭКОТИПАХ ПО СТУПЕНЯМ ТОЛЩИНЫ И КАТЕГОРИЯМ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ: 1, 2, 3, 4, 5 – КАТЕГОРИИ СОСТОЯНИЯ, L – СРЕДНЕВЗВЕШЕННАЯ КАТЕГОРИЯ СОСТОЯНИЯ

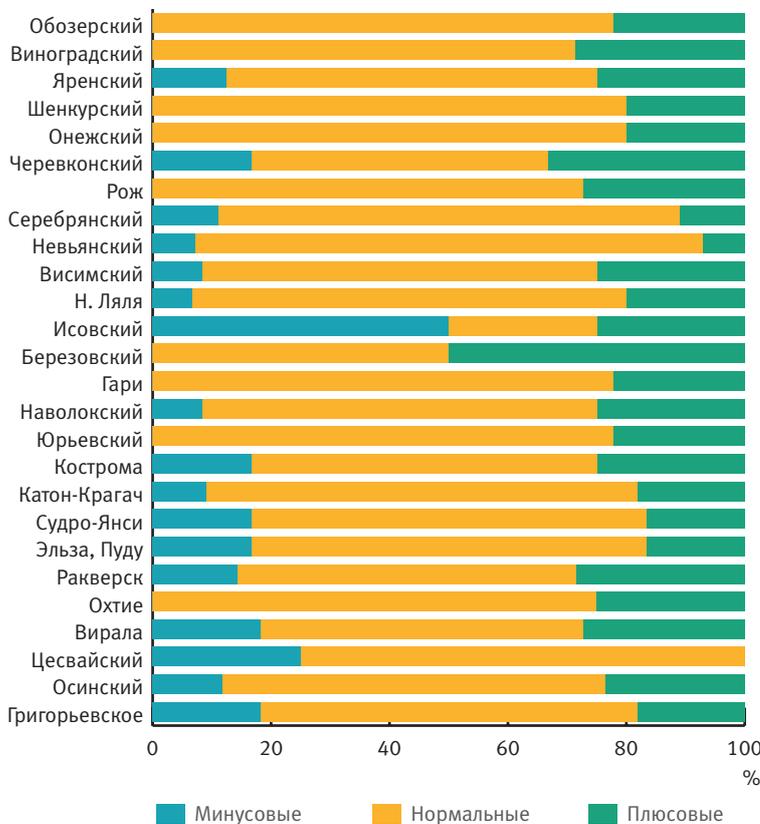


Рис. 3. СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА ЭКОТИПОВ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ

У деревьев лиственницы, выделенных в качестве кандидатов в плюсовые деревья, высота больше, чем у среднего дерева, на 20,1 %, а диаметр – на 30,6 %. Всего выделено 26 кандидатов в плюсовые деревья.

В ходе исследований, помимо глазомерной оценки санитарного состояния древостоя, была проведена инструментальная диагностика на наличие скрытых гнилей и повреждений с помощью Resistograph. Анализ состояния деревьев лиственницы с помощью Resistograph позволил изучить структуру древесины на корню, что по сравнению с традиционными методами менее деструктивно [9, 10]. Пример полученных резистограмм приведен на рис. 4. На резистограмме представлены 3 области древесины: 1 – кора, 2 – камбий, 3 – здоровая древесина без признаков гниения. В среднем на долю коры приходится 5 % всего объема ствола, камбия – 2 и древесины – 93 %. Полученные с помощью Resistograph профили свидетельствуют об отсутствии гнилевых повреждений во всех исследуемых экотипах.

Данные о плотности годичных колец отражают рост деревьев и влияние на него различных

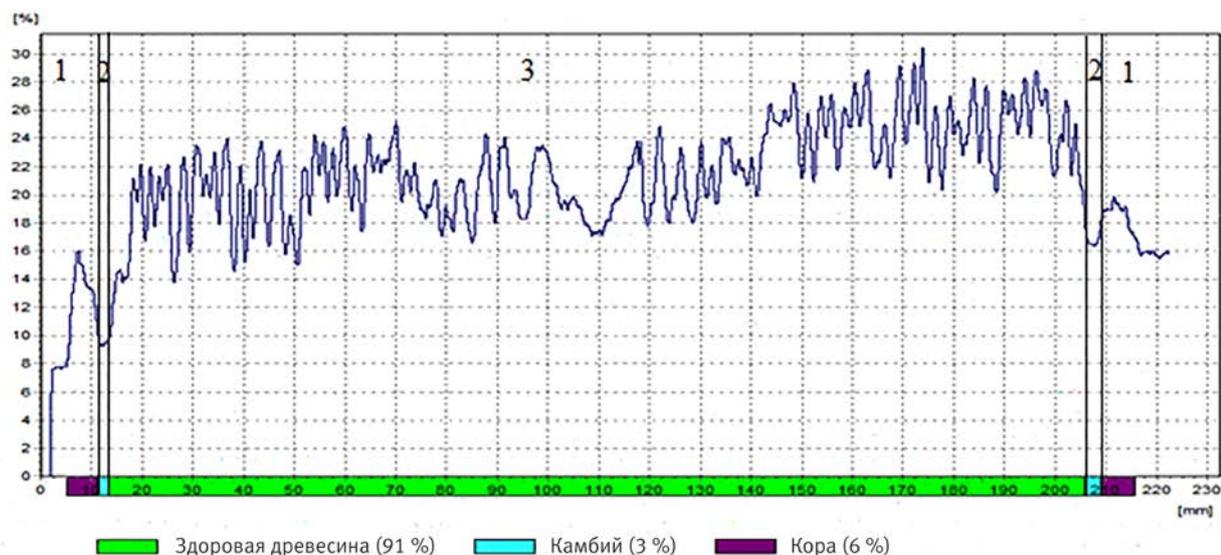


Рис. 4. Резистограмма экотипа лиственницы Сукачева из Свердловской обл.

факторов [11]. Применительно к лиственнице изучение качества древесины с учетом устойчивости к патогенам показало значительную изменчивость физико-механических свойств [12–16]. Результаты изучения структуры древесины различных экотипов лиственницы представлены в табл. 2.

Наибольшая ширина годичного кольца отмечена у экотипов из Пермской и Челябинской областей, у остальных экотипов она колеблется в пределах 9,7–9,8 мм. Плотность, как одна из характеристик макроструктуры древесины, имеет тесную связь с таким показателем, как процент поздней древесины. По исследованиям многих авторов у хвойных пород плотность поздней древесины в абсолютно сухом состоянии выше плотности ранней в 2–3 раза. В связи с этим при более высоком содержании поздней

древесины общая плотность возрастает. Наибольший процент поздней древесины выявлен у экотипа из Виноградского лесхоза Архангельской обл. (38%), наименьший – у экотипов из Ивановской, Костромской и Тверской областей (Юрьевский) – 35%. Поэтому экотип из Архангельской обл. можно рекомендовать в качестве постоянного лесосеменного участка, семена которого позволят создать лесные культуры с повышенными физико-механическими свойствами древесины.

Выводы

1. Изучение адаптационной способности лиственницы позволило выявить наиболее

Таблица 2. Структура древесины экотипов лиственницы

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ	Ширина годичного слоя, мм			Доля древесины, %		Число годичных слоев в 1 см
	СРЕДНЯЯ	MIN	MAX	РАННЕЙ	ПОЗДНЕЙ	
Свердловский	9,7	0,95	9,8	61	37	3,01
Пермский и Челябинский	9,9	0,94	10,7	63	36	3,13
Ивановский, Костромской, Тверской	9,7	0,95	9,9	65	35	3,00
Архангельский	9,8	0,96	9,9	62	38	2,96

перспективные экотипы для внедрения в лесные культуры Воронежской обл. Среди них можно отметить лиственницу Сукачева из Ивановской, Костромской, Тверской, Пермской, Челябинской областей. Учитывая высокую производительность и устойчивость к антропогенному влиянию экотипов лиственницы, выращивание насаждений этой породы в Воронежской обл. является целесообразным и перспективным. Поэтому при планировании работ по воспроизводству лесов необходимо предусмотреть увеличение доли площади лесов лиственницы.

2. Установлено, что среди всех исследуемых экотипов 91 % деревьев не имеет признаков ослабления, 4 % приходится на ослабленные деревья и 5 % на свежий и старый сухостой.

3. Инструментальная оценка с помощью Resistograph показала отсутствие скрытой гнили и повреждений.

4. Деревья лиственницы, выделенные кандидатами в плюсовые деревья, имеют превышение по высоте на 20,1 % и по диаметру на 30,6 % относительно средних. Всего выделено 26 кандидатов в плюсовые деревья, их следует аттестовать и использовать для создания лесосеменных плантаций.

Список источников

1. Кулаков, Е.Е. Современное состояние географических экотипов лиственницы в условиях лесостепи / Е.Е. Кулаков // Наука будущего – наука молодых : сб. тезисов участников форума. – Т. 2. – Казань, 2016. – С. 136–138.
2. Кулаков, Е.Е. 60-летние итоги интродукции экотипов лиственницы в условиях учебно-опытного лесхоза ВГЛТУ / Е.Е. Кулаков, А.И. Сиволапов // Лесная наука, молодежь, будущее : матер. междунар. школы-конференции молодых ученых. – Институт леса НАН Беларуси, 2017. – С. 166–170.
3. Мельник, П.Г. Естественное возобновление лиственницы в Центральной России / П.Г. Мельник, Н.Ю. Насыпайко // Лесной вестник. – 2012. – № 1. – С. 74–78.
4. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. – Москва, 2000. – 98 с.
5. ОСТ 56–69–83 «Площади пробные лесоустroительные. Метод закладки». – Москва : ЦБНТИлесхоз, 1984. – 10 с.
6. Правила санитарной безопасности в лесах. Постановление Правительства Российской Федерации от 20.05.2017 № 607.
7. Rinn, F. Ein neues Verfahren zur direkten Messung der Holzdicke bei Laub- und Nadelhölzern / F. Rinn, V. Becker, V. Kromer // Dendrochronologia. – 1990. – Vol. 7. – P. 159–168.
8. Тимофеев, В.П. Роль лиственницы в поднятии продуктивности лесов / В.П. Тимофеев. – Москва : изд-во АН СССР, 1961. – 169 с.
9. Древесина лиственницы плантационной как сырье для целлюлозно-бумажной промышленности / Ю.П. Непенин, Н.Н. Большаков, В.Н. Крылов, В.А. Жалина, Г.Н. Горбачева // Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное лесопользование : тез. докл. на всесоюз. науч.-практ. конф. (Архангельск, 22–23 ноября 1983 г.). – Архангельск, 1983. – С. 216–217.
10. Rinn, F. A new method for measuring tree-ring density parameters / F. Rinn. – Physics diploma thesis, Institute for Environmental Physics. – Heidelberg University, 1988. – 85 p.
11. Rinn, F. TSAP-Win: time series analysis and presentation for dendrochronology and related applications. Version 4.64. User reference / F. Rinn. – Heidelberg, Germany: Frank Rinn Distribution, 2013. – P. 100.
12. Panshin, A.J. Textbook of wood technology / A.J. Panshin, C. De Zeeuw. – New York, 1980. – 722 p.
13. Бирюков, В.И. Физико-механические свойства древесины лиственницы сибирской, выращенной на черномозгах / В.И. Бирюков // Лиственница : тр. СТИ. – Т. III. – Красноярск, 1973. – С. 66–70.
14. Antonova, G.F. The Reasons for Earlywood and Latewood Formation / G.F. Antonova // Forest and Society: the Role of Research. Poster Abstracts. – Vol. III. XXI IUFRO Congress (7–12 August 2000). – Kuala-Lumpur, Malaysia. – P. 47.
15. Filipiak, M. Quality of Japanese larch stands in Poland / M. Filipiak, Z. Pilarek // Dendrobiology. – 2003. – Vol. 49. – P. 25–30.
16. Курбатов, Н.А. Основные физико-механические свойства древесины лиственницы Южного Урала: тр. ЦНИИМОД. – Вып. III / Н.А. Курбатов. – Москва : Гослестехиздат, 1934. – С. 73–105.

References

1. Kulakov, E.E. Sovremennoe sostoyanie geograficheskikh ekotipov listvennicy v usloviyakh lesostepi / E.E. Kulakov // Nauka budushchego – nauka molodyh : sb. tezisov uchastnikov foruma. – T. 2. – Kazan', 2016. – S. 136–138.
2. Kulakov, E.E. 60-letnie itogi introduktsii ekotipov listvennicy v usloviyakh uchebno-opyt'nogo leskhozа VGLTU / E.E. Kulakov, A.I. Sivolapov // Lesnaya nauka, molodezh', budushchee : mater. mezhhdunar. shkoly-konferentsii molodyh uchenyh. – Institut lesа NAN Belarusi, 2017. – S. 166–170.

3. Mel'nik, P.G. Estestvennoe vozobnovlenie listvennicy v Central'noj Rossii / P.G. Mel'nik, N.Yu. Nasypajko // Lesnoj vestnik. – 2012. – № 1. – S. 74–78.
4. Ukazaniya po lesnomu semenovodstvu v Rossijskoj Federacii. – Moskva, 2000. – 98 s.
5. OST 56–69–83 «Ploshchadi probnye lesoustroitel'nye. Metod zakladki». Moskva : CBNTileskhoz, 1984. – 10 s.
6. Pravila sanitarnoj bezopasnosti v lesah. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 20.05.2017 № 607.
7. Rinn, F. Ein neues Verfahren zur direkten Messung der Holzdichte bei Laub- und Nadelh lzern / F. Rinn, B. Becker, B. Kromer // Dendrochronologia. – 1990. – Vol. 7. – P. 159–168.
8. Timofeev, V.P. Rol' listvennicy v podnyatii produktivnosti lesov / V.P. Timofeev. – Moskva : izd-vo AN SSSR, 1961. – 169 s.
9. Drevesina listvennicy plantacionnoj kak syr'e dlya cellyulozno-bumazhnoj promyshlennosti / Yu.P. Nepenin, N.N. Bol'shakov, V.N. Krylov, V.A. Zhalina, G.N. Gorbacheva // Problema povysheniya produktivnosti lesov i perekhoda na nepreryvnoe lesopol'zovanie : tez. dokl. na vsesoyuz. nauch.-prakt. konf. (Arhangel'sk, 22–23 noyabrya 1983 g.). – Arhangel'sk, 1983. – S. 216–217.
10. Rinn, F. A new method for measuring tree-ring density parameters / F. Rinn. – Physics diploma thesis, Institute for Environmental Physics. – Heidelberg University, 1988. – 85 p.
11. Rinn, F. TSAP-Win: time series analysis and presentation for dendrochronology and related applications. Version 4.64. User reference / F. Rinn. – Heidelberg, Germany: Frank Rinn Distribution, 2013. – R. 100.
12. Panshin, A.J. Textbook of wood technology / A.J. Panshin, C. De Zeeuw. – NewYook, 1980. – 722 p.
13. Biryukov, V.I. Fiziko-mekhanicheskie svojstva drevesiny listvennicy sibirskoj, vyrashchennoj na chernozemah / V.I. Biryukov // Listvennica : tr. STI. – T. III. – Krasnoyarsk, 1973. – S. 66–70.
14. Antonova, G.F. The Reasons for Earlywood and Latewood Formation / G.F. Antonova // Forest and Society: the Role of Research. Poster Abstracts. – Vol. III. XXI IUFRO Congress (7–12 August 2000). – Kuala-Lumpur, Malasia. – P. 47.
15. Filipiak, M. Quality of Japanese larch stands in Poland / M. Filipiak, Z. Pilarek // Dendrobiology. – 2003. – Vol. 49. – P. 25–30.
16. Kurbatov, N.A. Osnovnye fiziko-mekhanicheskie svojstva drevesiny listvennicy Yuzhnogo Urala: tr. CNIIMOD – Vyp. III / N.A. Kurbatov. – Moskva : Goslestekhizdat, 1934. – S. 73–105.