



Научная статья

УДК 630*232

DOI: 10.37482/0536-1036-2025-4-9-19

Лесоводственные особенности деревьев лиственницы европейской разных классов Крафта в лесных культурах

М.Д. Мерзленко¹, д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр.; ResearcherID: [J-1359-2016](https://orcid.org/0000-0002-0887-3178),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0887-3178>

В.А. Брынцев², д-р с.-х. наук, доц., гл. науч. сотр.; ResearcherID: [O-4591-2019](https://orcid.org/0000-0002-6271-1444),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6271-1444>

П.Г. Мельник^{1,3}, канд. с.-х. наук, доц., ст. науч. сотр.; ResearcherID: [E-7644-2014](https://orcid.org/0000-0002-2802-7614),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2802-7614>

А.А. Коженкова², канд. с.-х. наук, доц., науч. сотр.; ResearcherID: [AAN-2228-2021](https://orcid.org/0000-0003-1518-7165),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1518-7165>

¹Институт лесоведения РАН, ул. Советская, д. 21, с. Успенское, Московская обл., Россия, 143030; md.merzlenko@mail.ru, melnik_petr@bk.ru

²Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, ул. Ботаническая, д. 4, Москва, Россия, 127276; bryntsev@mail.ru, kozhenkova_anna@mail.ru

³Мытищинский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, ул. 1-я Институтская, д. 1, г. Мытищи, Московская обл., Россия, 141005; melnik_petr@bk.ru

Поступила в редакцию 23.01.24 / Одобрена после рецензирования 18.04.24 / Принята к печати 21.04.24

Аннотация. Проведено сравнительное изучение лесоводственных особенностей роста деревьев различных классов Крафта в лесных культурах лиственницы европейской (*Larix decidua* Mill.), произрастающих в центре Русской равнины в лесорастительных условиях сосняка-черничника (*Pinetum myrtillosum*). Актуальность работы обусловлена отсутствием подобных исследований для искусственных дендроценозов на протяжении 25 лет. Рассмотрена динамика редуционных чисел, почвенно-световых приростов и относительных высот деревьев разных классов Крафта на стадии зрелости насаждения (124–149 лет). Установлено, что в возрасте 124, 134 и 149 лет редуционные числа и относительные высоты строго дифференцированы в разрезе разных классов Крафта и эта особенность сохраняется на протяжении 25 лет. При этом со 124 до 149 лет редуционные числа и относительные высоты у разных классов Крафта изменяются мало, а для деревьев I и II классов Крафта они практически стабильны. Деревья III класса Крафта наиболее близки к среднему диаметру и средней высоте всего насаждения: по диаметру они отличаются на 7 %, по высоте – на 2 %. Лесоводственной особенностью деревьев разных классов Крафта является не только специфика их рангового положения, но и характер функциональной реализации почвенно-световых приростов, как по диаметру, так и по высоте, в разные периоды времени. Например, во временной промежуток 124–134 года почвенно-световой прирост по диаметру у деревьев V класса Крафта был меньше по сравнению с I классом в 3,3 раза, а по высоте – в 3,9 раза.

В период 142–149 лет разница в почвенно-световом приросте в высоту не изменилась, а по диаметру увеличилась до 4,3 раза. В динамике почвенно-световые приросты и относительные высоты показывают депрессию ростовых процессов у деревьев V класса Крафта, которые становятся кандидатами на отпад. В целом расчленение насаждения на классы Крафта отражает функциональную иерархию и показывает на существование ранговых структур дендроценоза и их устойчивость во времени.

Ключевые слова: лесные культуры, лиственница европейская, классы Крафта, редукционное число, почвенно-световой прирост, относительная высота

Благодарности: Работа В.А. Брынцева, А.А. Коженковой выполнена в рамках госзадания ГБС РАН по теме № 122042700002-6.

Для цитирования: Мерзленко М.Д., Брынцев В.А., Мельник П.Г., Коженкова А.А. Лесоводственные особенности деревьев лиственницы европейской разных классов Крафта в лесных культурах // Изв. вузов. Лесн. журн. 2025. № 4. С. 9–19.

<https://doi.org/10.37482/0536-1036-2025-4-9-19>

Original article

Silvicultural Characteristics of European Larch Trees of Different Kraft Classes in Forest Crops

Mikhail D. Merzlenko¹, Doctor of Agriculture, Prof., Chief Research Scientist;

ResearcherID: [J-1359-2016](https://orcid.org/0000-0002-0887-3178), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0887-3178>

Vladimir A. Bryntsev², Doctor of Agriculture, Assoc. Prof., Chief Research Scientist;

ResearcherID: [O-4591-2019](https://orcid.org/0000-0002-6271-1444), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6271-1444>

Petr G. Melnik^{1,3}, Candidate of Agriculture, Assoc. Prof., Senior Research Scientist;

ResearcherID: [E-7644-2014](https://orcid.org/0000-0002-2802-7614), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2802-7614>

Anna A. Kozhenkova², Candidate of Agriculture, Assoc. Prof., Research Scientist;

ResearcherID: [AAN-2228-2021](https://orcid.org/0000-0003-1518-7165), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1518-7165>

¹Institute of Forest Science of the Russian Academy of Sciences, ul. Sovetskaya, 21, s. Uspenskoye, Moscow Region, 143030, Russian Federation; md.merzlenko@mail.ru, melnik_petr@bk.ru

²Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences, ul. Botanicheskaya, 4, Moscow, 127276, Russian Federation; bryntsev@mail.ru, kozhenkova_anna@mail.ru

³Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi Branch), ul. 1-ya Institutskaya, 1, Mytishchi, Moscow region, 141005, Russian Federation; melnik_petr@bk.ru

Received on January 23, 2024 / Approved after reviewing on April 18, 2024 / Accepted on April 21, 2024

Abstract. A comparative study of silvicultural characteristics of the growth of trees of various Kraft classes has been conducted in the forest crops of European larch (*Larix decidua* Mill.) growing in the centre of the Russian Plain in the conditions of a blueberry pine forest (*Pinetum myrtillosum*). The relevance of the work is due to the absence of similar studies for artificial dendrocenoses over the past 25 years. The dynamics of reduction numbers, soil-light increments and relative heights of trees of different Kraft classes at the maturity stage of the stand (124–149 years old) has been considered. It has been established that at the age of 124, 134 and 149 years old, reduction numbers and relative heights are strictly differentiated in terms of different Kraft classes and this feature has been maintained for 25 years. Moreover, from 124 to 149 years of age, the reduction numbers and relative heights for different Kraft classes change little, and for trees of Kraft classes I and II they are almost stable. Trees of

Kraft class III are closest to the average diameter and average height of the entire stand: they differ by 7 % in diameter and by 2 % in height. The silvicultural peculiarity of trees of different Kraft classes is not only the specificity of their rank position, but also the nature of the functional implementation of soil-light increments, both in diameter and in height, in different periods of time. For example, in the time period of 124–134 years of age, the soil-light increment in diameter of trees of Kraft class V has been 3.3 times less than in class I, and in height – 3.9 times less. In the period of 141–149 years of age, the difference in soil-light increment in height has not changed, but in diameter it has increased to 4.3 times. In dynamics, the values of soil-light increment and relative height show a depression of growth processes in trees of Kraft classes V, which become candidates for mortality. In general, the division of the plantation into Kraft classes reflects the functional hierarchy and shows the existence of rank structures of the dendrocenosis and their stability over time.

Keywords: forest crops, European larch, Kraft classes, reduction number, soil-light increment, relative height

Acknowledgements: The research by V.A. Bryntsev and A.A. Kozhenkova was carried out within the framework of the state assignment of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences on the topic no. 122042700002-6.

For citation: Merzlenko M.D., Bryntsev V.A., Melnik P.G., Kozhenkova A.A. Silvicultural Characteristics of European Larch Trees of Different Kraft Classes in Forest Crops. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2025, no. 4, pp. 9–19. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2025-4-9-19>

Введение

Лиственницы (*Larix* Mill.), включая лиственницу европейскую (*Larix decidua* Mill.), относятся к ценным лесообразующим породам, характеризующимся быстротой роста, устойчивостью к неблагоприятным внешним воздействиям, высококачественной древесиной, что обуславливает интерес к вопросам их репродукции и выращивания в лесных культурах [4, 5, 13, 24, 26, 27, 29, 33–36], в т. ч. на европейской части России [3, 6–9, 14, 16, 17, 21, 23, 28, 32].

Классификация Крафта базируется на свойственной природе леса дифференциации деревьев по степени господства и угнетения. В чистых по составу хвойных лесных культурах такое распределение деревьев особенно четко выражено с их 30-летнего возраста [15]. Затем к 100–120 годам ситуация стабилизируется, т. е. переход из класса в класс, как правило, после достижения деревьями 100-летнего возраста почти прекращается.

Основную массу древесины образуют деревья высших (I и II) классов Крафта [10, 18]. Деревья I, II и III классов дают максимальное количество семян [20, 22]. Кроме того, деревья III класса являются самыми продуктивными в отношении работы хвои [2, 31]. Они более интенсивно расходуют ассимилянты на образование текущего прироста абсолютно сухой древесной массы ствола.

Классификация Крафта находит применение и в практике лесного хозяйства [12, 25]. Например, она используется в ходе выполнения рубок ухода по низовому методу, когда удаляются деревья V и частично IV классов.

Цель нашего исследования – на примере стационарного участка лесных культур лиственницы европейской проанализировать в разрезе разных классов Крафта динамику редуционных чисел, изменений почвенно-световых приростов по диаметру и высоте и относительных высот за 25-летний период.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования послужил стационарный участок лесных культур лиственницы европейской (см. рисунок), находящийся в зоне смешанных лесов Центра Русской равнины (северо-восток Московской области). Тип леса – сосняк-черничник свежий (В₂), почва дерновая-слабоподзолистая супесчаная, сформированная на флювиогляциальных отложениях – это типичные для сосны лесорастительные условия.

Лесные культуры лиственницы европейской созданы методом посева в 1870 г. и сегодня представляют собой монокультуры этой хвойной породы. При их выращивании удалялись только сухостойные деревья. В данном насаждении была заложена постоянная пробная площадь, на которой в возрасте лесокультур 124, 134, 141 и 149 лет выполнялась перечислительная таксация, позволившая получить таксационные показатели в динамике (табл. 1). На протяжении 25 лет наблюдений культуры представляли собой высокобонитетное и очень высокопроизводительное насаждение. После засухи 2010 г. случайно попавшая при посеве примесь сосны, а также почти вся естественно возобновившаяся ель выпали из состава насаждения.



Искусственное насаждение
лиственницы европейской
The artificial planting of European larch

Таблица 1

Динамика таксационных показателей лесных культур лиственницы европейской
The dynamics of the inventory indicators of European larch forest crops

Возраст, лет	Ярус	Состав	Среднее		N, шт./га	G, м ² /га	M, м ³ /га
			H, м	D, см			
124	1	10Л	37,0	45,5	363	58,5	1029
124	1	Ед. С	30,3	34,1	18	1,2	14
Итого					381	59,7	1043
134	1	10Л	37,8	46,2	359	65,3	1061
134	1	Ед. С	32,0	36,5	18	1,5	20
100	2	10Е	15,0	18,0	22	0,5	4
Итого					399	67,3	1065
141	1	10Л	38,2	47,9	343	69,9	1113

Окончание табл. 1

Возраст, лет	Ярус	Состав	Среднее		N, шт./га	G, м²/га	M, м³/га
			H, м	D, см			
141	1	Ед. С	35,0	38,0	8	0,9	13
90–110	2	10Е	15,8	18,2	20	0,5	4
Итого					371	71,3	1130
149	1	10Л	38,6	50,3	327	71,0	1162
100	2	10Е	21,0	19,1	4	0,1	1
Итого					331	71,1	1163

Примечание: H – высота; D – диаметр; N – число стволов; G – сумма площадей сечений; M – запас стволовой древесины.

В ходе таксации у каждого дерева не только замерялись диаметр и высота, но и фиксировался класс роста и развития по Крафту [30]. Это позволило рассчитать редукционные числа для каждого класса Крафта как по диаметру, так и по высоте, %:

$$R_d = \frac{d_n}{d_m} 100,$$

где R_d – редукционное число по диаметру конкретного класса; d_n, d_m – средние диаметры для конкретного класса и насаждения соответственно.

Аналогично рассчитывались редукционные числа по всем классам Крафта и по высоте.

Почвенно-световые приросты по диаметру (см/год) и высоте (м/год) устанавливались по следующей формуле:

$$Z = \frac{n - n_1}{a - a_1},$$

где $n - n_1$ – изменение диаметра, см (высоты, м); $a - a_1$ – разница в годах наблюдений, лет.

Фактически почвенно-световые приросты представляют собой среднепериодические текущие приросты [19].

Помимо редукционных чисел и почвенно-световых приростов в разрезе каждого класса Крафта также фиксировались относительные высоты (H/D) по Я.С. Медведеву [11].

Результаты исследования и их обсуждение

Таксационная характеристика каждого дерева в насаждении определяется его положением по отношению к другим деревьям, или, по выражению Шиффеля, его рангом в насаждении [19]. Классификация Крафта, предусматривающая условное расчленение совокупности всех деревьев насаждения на 5 классов, представляет собой ранжирование на основании оценки успешности роста и развития деревьев. В табл. 2–4 анализируются лесоводственные особенности такого ранжирования.

Возрастная динамика редукционных чисел у деревьев разных классов Крафта (табл. 2), как по диаметру, так и по высоте, свидетельствует об относительной стабильности этих значений в пределах каждого класса на протяжении 25 лет наблюдений. Максимальные отклонения от средних показателей –

до 12 % по диаметру (IV класс) и до 16 % по высоте (V класс) – отмечены только в подчиненной части искусственного насаждения. Лишь здесь есть сухостойные деревья.

Таблица 2

**Возрастная динамика редуccionных чисел у деревьев
лиственницы европейской разных классов Крафта**
**The age dynamics of reduction numbers in the European larch
trees of different Kraft classes**

Показатель, год (возраст насаждения)	Редуccionные числа (%) по классам Крафта				
	I	II	III	IV	V
<i>По диаметру</i>					
R_{d^*} 1994 г. (124)	153	119	86	69	44
R_{d^*} 2004 г. (134)	149	117	92	66	44
R_{d^*} 2011 г. (141)	148	118	97	76	51
R_{d^*} 2019 г. (149)	147	117	97	76	50
<i>Среднее</i>	149	118	93	78	47
<i>По высоте</i>					
R_h 1994 г. (124)	108	103	96	86	56
R_h 2004 г. (134)	119	106	93	73	47
R_h 2011 г. (141)	118	106	98	73	46
R_h 2019 г. (149)	110	104	97	88	71
<i>Среднее</i>	114	105	98	80	55

Примечание: R_h – редуccionное число по высоте.

Наиболее близки по средним диаметру и высоте к средним показателям насаждения деревья III класса Крафта: по диаметру они меньше на 7 %, а по высоте – на 2 %. Совокупность прегосподствующих деревьев насаждения (I класс Крафта) – самые развитые и крупные деревья – превышает средний диаметр на 49 % с отклонениями не более 4 %. Средняя высота деревьев I класса Крафта больше значений для насаждения на 14 %, с отклонениями не более чем на 6 %.

По диапазону значений редуccionных чисел от I до V класса можно судить о характере (степени) дифференциации диаметров и высот искусственного насаждения лиственницы европейской. Так, у деревьев I класса Крафта редуccionные числа по диаметру превышают редуccionные числа деревьев V класса в 3,2 раза, а по высоте – в 2,1 раза. Получается, что диапазон для диаметров значительно шире по сравнению с диапазоном высот.

Почвенно-световые приросты (табл. 3) в пределах каждого возрастного периода, как для диаметров, так и для высот, тоже строго дифференцированы по классам Крафта. В возрастной динамике происходит падение почвенно-световых приростов. Это связано с тем, что лесные культуры лиственницы европейской приближаются к фазе распада.

Деревья V класса, по терминологии А.В. Абатурова [1], находятся в естественной депрессии роста. По нашим данным, в последний период учета (142–149 лет) у деревьев V класса по сравнению с I классом почвенно-световой прирост оказался меньше по диаметру в 4,3 раза, по высоте – в 3,9 раза, а в более ранний период (124–134 года) по диаметру этот показатель был меньше в 3,3 раза, тогда как по высоте имел такое же значение. Это говорит об увели-

чении с возрастом разрыва в почвенно-световом приросте по диаметру между деревьями V и I классов. Что касается самой депрессии роста, то она вызвана как воздействием фитоценоотического положения, так и влиянием абиотических факторов, причем в их числе наиболее сильное влияние оказала на деревья V класса Крафта засуха 2010 г. Это впоследствии приведет к повышению их отпада. Следует отметить, что в искусственном древостое лиственницы европейской сухостой может сохраняться до 15 и (реже) более лет, прежде чем перейдет в валежник.

Таблица 3

**Почвенно-световой прирост по диаметру и высоте у деревьев
лиственницы европейской разных классов Крафта**
**The soil-light increment in diameter and height of the European larch
trees of different Kraft classes**

Возрастные периоды, лет	Приросты по классам Крафта				
	I	II	III	IV	V
<i>По диаметру, см/год</i>					
124–134	0,52	0,39	0,29	0,26	0,16
135–141	0,46	0,34	0,29	0,20	0,11
142–149	0,39	0,22	0,21	0,15	0,09
<i>По высоте, м/год</i>					
124–134	0,35	0,18	0,15	0,10	0,09
135–141	0,24	0,19	0,12	0,09	0,06
142–149	0,14	0,13	0,13	0,10	0,04

Относительные высоты четко увеличиваются от I класса к V (табл. 4). При этом на протяжении 25 лет прегосподствующие и господствующие деревья (I и II классы Крафта) меньше варьируют по относительным высотам, чем деревья других классов, и особенно V.

Таблица 4

Относительные высоты в разрезе классов Крафта
The relative height values by Kraft classes

Возраст лесных культур, лет	Относительные высоты по классам Крафта					Среднее
	I	II	III	IV	V	
124	57	71	91	88	88	79
134	65	74	83	90	87	80
141	64	71	80	77	72	73
149	59	68	77	89	119	82
Среднее	61	71	83	86	92	79
Отклонение: максимальное	+4	+3	+8	+4	+27	+3
минимальное	–4	–3	–6	–9	–20	–6

Считается, что относительная высота не должна превышать 115. Если же она больше этой величины (у нас для V класса это 119), то деревья оказываются совершенно неустойчивыми против воздействий неблагоприятных внешних факторов и погибают, образуя так называемый низовой отпад. В целом по насаждению лиственницы европейской деревья I и II классов Крафта со 124

по 149 лет обладают самыми хорошими относительными высотами, что в сочетании с почвенно-световыми приростами является свидетельством их стабильного жизненного потенциала.

Выводы

1. Редукционные числа, почвенно-световые приросты и относительные высоты строго дифференцированы по классам Крафта. Характер распределения этих показателей по классам Крафта сохранялся на протяжении 25 лет – с возраста насаждения от 124 до 149 лет.

2. Лесоводственной особенностью деревьев разных классов Крафта является не только специфика их рангового положения в насаждении, но и характер реализации ими почвенно-световых приростов.

3. Прегосподствующие и господствующие деревья (I и II классы) по редукционным числам и относительным высотам, основанным на биометрии диаметров и высот, сохраняли свои показатели без существенного варьирования на протяжении 25 лет наблюдений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Абатуров А.В. Толерантность основных лесообразующих пород в условиях рекреационного лесопользования // Динамика и устойчивость рекреационных лесов: сб. ст. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2006. С. 25–65.

Abaturov A.V. Tolerance of the Main Forest-Forming Species in the Conditions of Recreational Forest Management. *Dynamics and Sustainability of Recreational Forests: Collection of Articles*. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2006, pp. 25–65. (In Russ.).

2. Бабич Н.А., Мерзленко М.Д., Евдокимов И.В. Фитомасса сосны и ели в Европейской части России. Архангельск: АГТУ, 2004. 112 с.

Babich N.A., Merzlenko M.D., Evdokimov I.V. *Phytomass of Pine and Spruce in the European part of Russia*. Arkhangelsk, Arkhangelsk State Technical University Publ., 2004. 112 p. (In Russ.).

3. Брынцев В.А., Лавренов М.А. Оценка результатов интродукции видов рода *Larix* Mill. в центр Европейской части России // Хвойные бореал. зоны. 2019. Т. 37, № 6. С. 385–395.

Bryntsev V.A., Lavrenov M.A. Assessment of Results of Introduction of Species of the Genus *Larix* Mill. in the Centre of the European Part of Russia. *Khvojnye boreal'noj zony = Conifers of the Boreal Area*, 2019, vol. 37, no. 6, pp. 385–395. (In Russ.).

4. Брынцев В.А., Лавренов М.А., Коженкова А.А. Исследование морфологических признаков и посевных качеств семян видов рода *Larix* Mill. в условиях интродукции // Изв. вузов. Лесн. журн. 2022. № 2. С. 26–38. (In Russ.).

Bryntsev V.A., Lavrenov M.A., Kozhenkova A.A. Studying Morphological Characteristics and Sowing Qualities of Seeds of Species of the Genus *Larix* Mill. in the Conditions of Introduction. *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*, 2022, no. 2, pp. 26–38. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-2-26-38>

5. Ирошников А.И. Лиственницы России. Биоразнообразие и селекция. М.: ВНИИЛМ, 2004. 182 с.

Iroshnikov A.I. *Larches of Russia. Biodiversity and Breeding*. Moscow, All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry Publ., 2004. 182 p. (In Russ.).

6. Карасев Н.Н. Повышение продуктивности лесов Подмосковья путем интродукции лиственницы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Москва, 2009. 20 с.

Karasev N.N. *Increasing the Productivity of Forests in the Moscow Region through the Introduction of Larch*: Cand. Agric. Sci. Diss. Abs. Moscow, 2009. 20 p. (In Russ.).

7. Качанова Ю.П. Исследование особенностей семеношения лиственниц в условиях северо-запада России // Современ. науч. исследования и инновации. 2017. № 5(73). С. 32.

Kachanova Yu.P. Studying the Features of Larch Seed Formation in the North-West of Russia. *Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i innovatsii* = Modern Scientific Researches and Innovations, 2017, no. 5(73), p. 32. (In Russ.).

8. Коженкова А.А., Мерзленко М.Д. Географические культуры лиственницы в Серебряноборском опытном лесничестве // Лесн. комплекс: состояние и перспективы развития: сб. по итогам XVII Междунар. науч.-техн. конф. № 49. Брянск, 2017. С. 99–101.

Kozhenkova A.A., Merzlenko M.D. Geographical Cultures of Larch in the Serebryanobor Experimental Forestry. *Forestry Complex: Status and Development Prospects*: Collection of the Results of the XVII International Scientific and Technical Conference. Bryansk, 2017, no. 49, pp. 99–101. (In Russ.).

9. Логунов Д.В. Экологические особенности роста и развития представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) в условиях антропогенных ландшафтов Нижегородской области: дис. ... канд. биол. наук. Нижний Новгород, 2002. 287 с.

Logunov D.V. *Ecological Features of Growth and Development of Representatives of the Genus Larch (Larix Mill.) in the Conditions of Anthropogenic Landscapes of the Nizhny Novgorod Region*: Cand. Biol. Sci. Diss. Nizhniy Novgorod, 2002. 287 p. (In Russ.).

10. Маслаков Е.Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 168 с.

Maslakov E.L. *Formation of Young Pine Stands*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1984. 168 p. (In Russ.).

11. Медведев Я.С. К учению о влиянии света на развитие древесных стволов // Лесн. журн. 1884. Вып. 5 и 6. С. 326–373.

Medvedev Ya.S. On the Doctrine of the Influence of Light on the Development of Tree Stems. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 1884, iss. 5 and 6, pp. 326–373. (In Russ.).

12. Мелехов И.С. Лесоводство. 2-е изд. М.: МГУЛ, 2002. 320 с.

Melekhov I.S. *Forestry*: 2nd ed. Moscow, Moscow State Forest University Publ., 2002. 320 p. (In Russ.).

13. Мельник Л.П. Естественное возобновление лиственницы европейской за пределами ареала при минимальном количестве семенников // Лесн. вестн. / Forestry Bulletin. 2021. Т. 25, № 6. С. 39–44.

Melnik L.P. Natural Regeneration of European Larch Outside Natural Area with Minimum of Seed Trees. *Lesnoy Vestnik* = Forestry Bulletin, 2021, vol. 25, no. 6, pp. 39–44. (In Russ.). <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2021-6-39-44>

14. Мельник П.Г., Мерзленко М.Д., Лобова С.Л. Результат выращивания климатипов лиственницы в географических культурах северо-восточного Подмосковья // Вестн. Алтайск. гос. аграр. ун-та. 2016. № 2(136). С. 62–67.

Melnik P.G., Merzlenko M.D., Lobova S.L. The Result of Growing Larch Climates in Geographical Cultures of the North-Eastern Moscow Region. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University, 2016, no. 2(136), pp. 62–67. (In Russ.).

15. Мерзленко М.Д. Эталон деятельности лесовода. М.: Изд. дом Рученькиных, 2022. 174 с.

Merzlenko M.D. *The Standard of Forestry Activity*. Moscow, Ruchen'kin Publ. House, 2022. 174 p. (In Russ.).

16. Мерзленко М.Д., Коженкова А.А., Брынцев В.А. Лесокультурно-лесоводственные особенности уникального типа лесных культур лиственницы европейской. // Вестн. Алтайск. гос. аграр. ун-та. 2016. № 12(146). С. 50–54.

Merzlenko M.D., Kozhenkova A.A., Bryntsev V.A. Silvicultural Features of the Unique Type of Forest Crops of European Larch. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University, 2016, no. 12(146), pp. 50–54. (In Russ.).

17. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Коженкова А.А. Результаты выращивания климатипов лиственницы в географических культурах Западного Подмосковья // Вестн. Алтайск. гос. аграрн. ун-та. 2018. № 1(159). С. 72–77.

Merzlenko M.D., Melnik P.G., Kozhenkova A.A. Growth Results of Larch Climotypes in Geographical Plantations of the Western Part of the Moscow Region. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University, 2018, no. 1(159), pp. 72–77. (In Russ.).

18. Морозов Г.Ф. Основания учения о лесе: лекции, читанные в Таврическом Университете. Репринтное издание. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2011. 330 с.

Morozov G.F. *Foundations of the Doctrine of Forest: Lectures Given at the Taurida University*: reprint. ed. Moscow, Moscow State Forest University Publ., 2011. 330 p. (In Russ.).

19. Орлов М.М. Лесная таксация. Л.: Ленинградск. лесн. ин-т, 1925. 510 с.

Orlov M.M. *Forest Inventory*. Leningrad, Leningrad Forestry Institute Publ., 1925. 510 p. (In Russ.).

20. Редько Г.И., Мерзленко М.Д., Бабич Н.А. Лесные культуры. СПб.: ГЛТА, 2005. 366 с.

Red'ko G.I., Merzlenko M.D., Babich N.A. *Forest Crops*. St. Petersburg, State Forestry Academy Publ., 2005. 366 p. (In Russ.).

21. Рубцов М.В., Глазунов Ю.Б., Николаев Д.К. Лиственница европейская в центре Русской равнины // Лесн. хоз-во. 2011. № 5. С. 26–29.

Rubtsov M.V., Glazunov Yu.B., Nikolaev D.K. European Larch in the Centre of the Russian Plain. *Lesnoe khozyajstvo*, 2011, no. 5, pp. 26–29. (In Russ.).

22. Соболев А.Н. Плодоношение лесных насаждений // Плодоношение лесных насаждений. СПб.: Типо-литография М.П. Фроловой, 1908. С. 1–62. (In Russ.).

Sobolev A.N. Fruiting of Forest Plantations. *Fruiting of Forest Plantations*. St. Petersburg, M.P. Frolova Typography, 1908, pp. 1–62. (In Russ.).

23. Abaimov A.P., Barzut V.M., Berkutenko A.N., Buitink J., Martinsson O., Milyutin L.I., Polezhaev A., Putenikhin V.P., Takata K. Seed Collection and Seed Quality of *Larix* spp. from Russia: Initial Phase on the Russia-Scandinavian Larch Project. *Eurasian Journal of Forest Research*, 2002, no. 4, pp. 39–49.

24. Bryntsev V.A., Lavrenov M.A., Vasiliev S.B., Savchenkova V.A., Nikitin V.F. Comparative Analysis of Variability of Morphological Characteristics of European and Japanese Larches with Their Hybrids. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, vol. 574, art. no. 012007. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/574/1/012007>

25. Burschel P., Huss J. *Grundriß des Waldbaus*. Berlin: Parey Buchverlag, 1977. 487 p. (In Germ.).

26. Danek M., Chuchro M., Danek T. Extreme Growth Reaction of Larch (*Larix decidua* Mill.) from the Polish Sudetes and Carpathians: Spatial Distribution and Climate Impact. *Trees*, 2021, vol. 35, pp. 211–229. <https://doi.org/10.1007/s00468-020-02029-z>

27. Dušek D., Novák J. The Effect of Thinning on the Growth of a Substitute Forest Stand of European Larch (*Larix decidua* Mill.). *Zprávy Lesnického Výzkumu*, 2024, vol. 69, no. 2, pp. 136–142. (In Czech with Eng. Summary). <https://doi.org/10.59269/zlv/2024/2/728>

28. Fedorkov A. Stem Growth and Quality of Six Provenances of *Larix sukaczewii* Dyl. and *Larix sibirica* Ledeb. in a Field Trial Located in North-West Russia. *Baltic Forestry*, 2017, vol. 23, no. 3(46), pp. 603–607.

29. Izworska K., Muter E., Fleischer P., Zielonka T. Delay of Growth Release after a Windthrow Event and Climate Response in a Light-Demanding Species (European Larch *Larix decidua* Mill.). *Trees*, 2022, vol. 36, pp. 427–438. <https://doi.org/10.1007/s00468-021-02218-4>

30. Kraft G. *Beiträge zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben*. Hannover, Klindworth's Verlag, 1884. 148 p. (In Germ.).

31. Lewandowski A. *Modrew Polski (L. decidua Mill. subsp. polonica (Racib.) Domin): Struktura Genetyczna Populacji oraz jego Pochodzenie w Swietle Badan Izoenzymowych*. Kornik, 1995. 72 p. (In Pol.).

32. Pfalz W. Die Europäische Lärche in Zentrum der Russischen Tiefebene. *AFZ – der Wald*, 2014, no. 3, pp. 23–25. (In Germ.).

33. Slobodník B., Gутtenberger H. Zygotic Embryogenesis and Empty Seed Formation in European Larch (*Larix decidua* Mill.). *Annals of Forest Science*, 2005, vol. 62, no. 2, pp. 129–134. <https://doi.org/10.1051/forest:2005004>

34. Szaban Ja., Kowalkowski W., Łacka A., Karaszewski Z. Wood Density in European Larch (*Larix decidua* Mill.) from Selected Provenances Grown at the Siemianice Forest Experimental Station. *Drewno = Wood*, 2021, vol. 64, no. 207, pp. 27–41. <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.378.08>

35. Szymański N., Wilczyński S. Radial Growth Response of European Larch Provenances to Interannual Climate Variation in Poland. *Forests*, 2021, vol. 12, no. 3, art. no. 334. <https://doi.org/10.3390/f12030334>

36. Teodosiu M., Mihai G., Ciocîrlan E., Curtu A.L. Genetic Characterisation and Core Collection Construction of European Larch (*Larix decidua* Mill.) from Seed Orchards in Romania. *Forests*, 2023, vol. 14, no. 8, art. no. 1575. <https://doi.org/10.3390/f14081575>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest