

Научная статья  
УДК 634.0.18:631.4  
DOI: 10.37482/0536-1036-2024-2-90-104

### Изменения дерново-подзолистой почвы в лесных культурах лиственницы европейской за длительный период

**А.Б. Лысиков<sup>1</sup>**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.; ResearcherID: [IUP-5414-2023](https://orcid.org/0009-0005-6355-2691),  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6355-2691>

**П.Г. Мельник<sup>1,2</sup>**, 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>

**М.Д. Мерзленко<sup>1</sup>**, 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>

**А.В. Колесников<sup>1</sup>**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.;  
ResearcherID: [J-6922-2018](https://orcid.org/0000-0003-0814-1812), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0814-1812>

<sup>1</sup>Институт лесоведения РАН, ул. Советская, д. 21, с. Успенское, Московская обл., Россия, 143030; lysikov@yandex.ru, melnik\_petr@bk.ru<sup>✉</sup>, md.merzlenko@mail.ru, wheelwrights@mail.ru

<sup>2</sup>Мытищинский 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<sup>✉</sup>

Поступила в редакцию 07.04.22 / Одобрена после рецензирования 03.07.22 / Принята к печати 05.07.22

**Аннотация.** Исследование проведено в лесных культурах лиственницы европейской (*Larix decidua* Mill.) с фиксацией изменений их лесоводственного эффекта и свойств дерново-подзолистой почвы под пологом насаждений более чем за 40-летний период. Цель работы – определить характер изменений морфологических и физико-химических свойств почв под пологом лесных культур лиственницы европейской за длительный период (45 лет) в условиях северо-восточного Подмосковья. Исследованию были охвачены 2 опытных объекта, расположенных в типе условий место-произрастания В<sub>2</sub> (простая свежая суборь), что соответствует соснякам-черничникам свежим. Первый опытный объект, постоянная пробная площадь 46, расположен в искусственном насаждении, созданном в 1871 г. методом посадки; второй, В-2, – в лесных культурах, созданных в 1870 г. посевом. На протяжении всего периода изучения лесные культуры росли по Ia классу бонитета и существенно повысили запас стволовой древесины. В лесных культурах пробной площади 46 запас увеличился на 470 м<sup>3</sup>/га (текущий прирост в течение 42 лет наблюдений составил 11,2 м<sup>3</sup>/га в год), а в культурах на пробной площади В-2 – на 417 м<sup>3</sup>/га (текущий прирост за 41 год – 10,2 м<sup>3</sup>/га в год). Это свидетельствует об отсутствии на данный момент распада в искусственных древостоях: они успешно функционируют до полуторавекового возраста. За 45 лет изменились морфологические и физико-химические свойства почвы. Установлено снижение содержания илистой фракции, особенно в верхней части почвенного профиля. Увеличились актуальная, обменная и гидролитическая кислотности почвы как показатели процесса подзолообразования. При этом возросли мощность лесной подстилки, содержание гумуса в гумусово-элювиальной толще, емкость поглощения, содержание обменных оснований и степень насыщенности основаниями, особенно в верхних горизонтах почвы, гидролитическая кислотность. В целом за 45-летний срок под пологом лесных культур лиственницы европейской не отмечено значительного ухудшения свойств дерново-подзолистых почв и даже наблюдаются тенденции улучшения некоторых показателей.

**Ключевые слова:** лиственница европейская, *Larix decidua* Mill., лесные культуры, динамика компонентов биоценоза, лесоводственная характеристика, почвенная характеристика

**Для цитирования:** Лысиков А.Б., Мельник П.Г., Мерзленко М.Д., Колесников А.В. Изменения дерново-подзолистой почвы в лесных культурах лиственницы европейской за длительный период // Изв. вузов. Лесн. журн. 2024. № 2. С. 90–104. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2024-2-90-104>

Original article

## The Changes in Sod-Podzolic Soil in European Larch Forest Plantations over a Long Period

*Andrey B. Lysikov*<sup>1</sup>, Candidate of Biology, Senior Research Scientist;

ResearcherID: [IUP-5414-2023](https://orcid.org/0009-0005-6355-2691), ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6355-2691>

*Petr G. Melnik*<sup>1,2</sup>✉, 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>

*Mikhail D. Merzlenko*<sup>1</sup>, 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>

*Aleksandr V. Kolesnikov*<sup>1</sup>, Candidate of Biology, Senior Research Scientist;

ResearcherID: [J-6922-2018](https://orcid.org/0000-0003-0814-1812), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0814-1812>

<sup>1</sup>Institute of Forest Science of the Russian Academy of Sciences, ul. Sovetskaya, 21, s. Uspenskoye, Moscow Region, 143030, Russian Federation; [lysikov@yandex.ru](mailto:lysikov@yandex.ru), [melnik\\_petr@bk.ru](mailto:melnik_petr@bk.ru)✉, [md.merzlenko@mail.ru](mailto:md.merzlenko@mail.ru), [wheelwrights@mail.ru](mailto:wheelwrights@mail.ru)

<sup>2</sup>Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi Branch), ul. 1-ya Institutskaya, 1, Mytishchi, Moscow Region, 141005, Russian Federation; [melnik\\_petr@bk.ru](mailto:melnik_petr@bk.ru)✉

Received on April 7, 2022 / Approved after reviewing on July 3, 2022 / Accepted on July 5, 2022

**Abstract.** The research has been carried out in European larch forest plantations (*Larix decidua* Mill.) with the recording of changes in their silvicultural effect and the properties of sod-podzolic soil under the canopy of plantations over a period of more than 40 years. The aim of this work is to determine the nature of changes in the morphological and physicochemical properties of soils under the canopy of European larch forest plantations over a long period (45 years) in the conditions of the north-eastern Moscow Region. The research has covered 2 sample plots located in the B<sub>2</sub> type of site conditions (simple fresh subor), which corresponds to fresh blueberry pine forests. The first sample plot (permanent sample plot 46) is located in an artificial plantation created in 1871 by planting. As for the second one (permanent sample plot B-2), it is located in forest plantations created in 1870 by sowing. Throughout the entire period of the research, the forest plantations have been growing according to the Ia quality class and have significantly increased the stock of stem wood. In forest plantations of the sample plot 46, the stock increased by 470 m<sup>3</sup>/ha (the current increase over 42 years of observation has equaled to 11.2 m<sup>3</sup>/ha per year), and in forest plantations of the sample plot B-2 – by 417 m<sup>3</sup>/ha (the current increase over 41 years of observations has equaled to 10.2 m<sup>3</sup>/ha per year). This indicates that there is currently no decay in the cultivated stands: they function successfully up to a century and a half old. Over 45 years, there have been changes in the morphological and physicochemical properties of the soil. A decrease in the



content of the clay fraction has been established, especially in the upper part of the soil profile. The actual, exchange and hydrolytic acidity of the soil have increased as indicators of the ongoing process of podzolization. At the same time, the thicknesses of the forest floor and the humus content in the humus-eluvial layer have risen. The absorption capacity, the content of the exchange bases and the degree of saturation with the bases have increased, especially in the upper horizons of the soil, and the hydrolytic acidity has risen. In general, over a 45-year period, there has been no significant deterioration in the properties of sod-podzolic soils under the canopy of European larch forest plantations, and there are even trends of improvement in some indicators.

**Keywords:** European larch, *Larix decidua* Mill., forest plantations, dynamics of biocenosis components, silvicultural characteristics, soil characteristics

**For citation:** Lysikov A.B., Melnik P.G., Merzlenko M.D., Kolesnikov A.V. The Changes in Sod-Podzolic Soil in European Larch Forest Plantations over a Long Period. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2024, no. 2, pp. 90–104. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-90-104>

### Введение

Лиственница европейская (*Larix decidua* Mill.) в лесокультурной практике на территории центра Русской равнины используется со 2-й половины XIX в. Эта хвойная порода – интродуцент в центре Русской равнины – в лесных культурах формирует быстрорастущие и высокопроизводительные древостои [9, 10, 14, 16–19, 28, 30, 46]. Аналогичные результаты роста и производительности лесных культур в условиях Центральной и Западной Европы получены в посадках лиственницы европейской судетской формы (*L. decidua* Mill. f. *Sudetica*) [32, 33, 35–38, 42, 43, 49]. В указанных регионах эта порода по эксплуатации и возможности разведения является наиболее перспективной [39–41, 48]. Хорошее естественное возобновление лиственницы европейской за пределами ареала распространения говорит об устойчивости и жизнеспособности интродуцента в новых условиях [15, 44, 45]. Явное преимущество в депонировании углерода лиственницей европейской над такой коренной породой, как сосна обыкновенная, которое выражается превышением почти в 2 раза по накопленному углероду, свидетельствует о желательности использования первой в качестве ценного интродуцента для создания лесных культур [20]. Более чем за полутора вековой период лесоводами созданы как чистые по составу насаждения лиственницы, так и смешанные с сосной и елью. К настоящему времени специалистами по лесному почвоведению проведено большое количество исследований по взаимовлиянию хвойных лесов и почв, причем лесов не только естественного происхождения, но и рукотворных, включая лиственничные [2, 4, 7, 8, 12, 13, 21, 26, 27, 29, 34, 47]. Вместе с тем сведений об изменении почв и в первую очередь – их плодородия за длительное время под пологом лиственничных лесных культур до сих пор нет.

Из указанных литературных источников наиболее близки к нашему исследованию 2 работы – М.В. Вайчиса [4] и А.Д. Янушко и К.Л. Забелло [34]. Однако данные изыскания не отражают динамику изменений в плодородии дерново-подзолистых почв за конкретный период времени на одних и тех же участках лиственничных лесных культур. Вместе с тем названные авторы единогласно пришли к выводу, что выращивание насаждений лиственницы спо-

собствует улучшению лесорастительных свойств почв. Аналогичного мнения придерживались такие видные лесоводы, как М.Е. Ткаченко [31] и В.П. Тимофеев [30].

Цель работы – определить характер изменений морфологических и физико-химических свойств почв под пологом лесных культур лиственницы европейской за длительный период (45 лет) в условиях северо-восточного Подмосковья.

#### *Объекты и методы исследования*

Исследование проведено на территории 2 стационарных объектов лесных культур лиственницы европейской судетской формы, произрастающей на Никольской лесной даче (северо-восток Московской области). Объекты характеризуются типом условий местопроизрастания  $B_2$  (простая свежая суборь), что соответствует соснякам-черничникам свежим. В этих лесорастительных условиях нами выбраны 2 постоянные пробные площади (ППП): ППП 46 расположена в искусственном насаждении, заложенном в 1871 г. методом посадки; ППП В-2 – в лесных культурах, созданных в 1870 г. посевом [17]. В начале 70-х гг. XX в. на этих ППП были сделаны почвенные описания, а из генетических горизонтов взяты образцы почвогрунтов для физико-химического анализа. Аналогичные работы выполнены спустя 45 лет.

На опытных объектах проводили инструментальную таксацию в соответствии с ОСТ 56-69–83. В ходе подеревных перечетов и обработки их результатов получены основные таксационные характеристики по 2 ППП: средняя высота, средний диаметр, число стволов, сумма площадей сечений. По взятым в 1973 г. средним модельным деревьям выполнен полный анализ древесного ствола, в т. ч. с определением видового числа [1]. Запас стволовой древесины ( $m^3/га$ ) находили по формуле

$$M = H_{\text{ср}} FG,$$

где  $H_{\text{ср}}$  – средняя высота насаждения, м;  $F$  – видовое число;  $G$  – сумма площадей сечений,  $m^2/га$ .

Морфологическое описание почв, а также определение физико-химических свойств почвенно-грунтовой толщи осуществлялись согласно общепринятым методикам. Из генетических горизонтов почв на ППП отбирались образцы на исследование их гранулометрического состава пипет-методом Н.А. Качинского [3]. Исследовались некоторые химические показатели: рН водной и солевой вытяжки, количество подвижных фосфора и калия, степень насыщенности основаниями [6], содержание обменного алюминия, гумуса по методу И.В. Тюрина и гидролитическая кислотность [5, 24]. Напочвенный покров характеризовался с указанием главных эдификаторов и индикаторов травянистых растений и мхов.

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

Изначально лесные культуры лиственницы европейской создавались с примесью сосны обыкновенной, но последняя оказалась не конкурентоспособной по отношению к лиственнице и на сегодняшний день почти не присутствует в составе искусственного древостоя (табл. 1).

Таблица 1

**Таксационная характеристика исследованных лиственничных лесных культур**  
**Taxation characteristics of the studied larch forest plantations**

Год перечета	<i>A</i>	Ярус	Состав	$H_{cp}$	$D_{cp}$	<i>N</i>	<i>G</i>	<i>M</i>
<i>ППП 46</i>								
1972	101	1-й	8Л	31,8	32,9	468	42,20	647
		1-й	2С	30,2	35,9	109	10,80	146
		1-й	+Е	28,5	27,7	40	1,80	44
		2-й	10Е	18,0	16,6	86	3,00	18
<i>Итого</i>						703	57,80	855
2014	143	1-й	9Л	37,0	48,9	337	68,65	1117
		1-й	1С	32,9	48,8	31	5,93	92
		1-й	ед. Е	25,6	37,3	6	0,68	8
		2-й	8Е	14,4	19,9	50	1,62	13
		2-й	2Кл	15,0	18,3	12	0,34	3
<i>Итого</i>						436	77,22	1233
<i>ППП В-2</i>								
1973	103	1-й	9Л	30,3	40,6	396	54,9	834
		1-й	1С	26,5	28,6	98	0,30	78
<i>Итого</i>						494	61,20	912
2014	144	1-й	10Л	37,5	49,1	355	74,57	1277
		1-й	ед. С	32,9	39,2	8	1,02	15
		2-й	10Е	16,1	17,4	8	0,21	2
<i>Итого</i>						371	75,80	1294

Примечание: *A* – возраст, лет;  $D_{cp}$  – средний диаметр, см; *N* – число деревьев, шт./га.

Ель (*Picea abies*) в обоих насаждениях, как правило, имеет естественное происхождение и располагается во 2-м ярусе. За последнее 2 десятилетия наблюдается инвазия клена остролистного (*Acer platanoides*), причем на ППП 46 он уже вошел во 2-й ярус. В напочвенном покрове лесных биоценозов стационарных объектов доминируют таежные виды растений и мхов с преобладанием кислицы (*Oxalis acetosella*), черники (*Vaccinium myrtillus*), брусники (*Vaccinium vitis-idaea*) и зеленых мхов.

Более чем за 40 лет в искусственных насаждениях лиственницы европейской произошло колоссальное увеличение запаса стволовой древесины. Так, в лесных культурах ППП 46 запас возрос на 470 м<sup>3</sup>/га (текущий прирост за 42 года наблюдений составил 11,2 м<sup>3</sup>/га в год), а в культурах ППП В-2 – на 417 м<sup>3</sup>/га (текущий прирост за 41 год – 10,2 м<sup>3</sup>/га в год). Это свидетельство того, что распада в искусственных древостоях пока не происходит: они успешно функционируют.

Теперь рассмотрим изменения морфологических свойств дерново-подзолистой почвы под пологом лиственничных лесных культур на изучаемых объектах за 45-летний период.

Почвенный разрез на ППП 46; 30.10.1972 г.:

$A_0$  – 0–3 см. Лесная подстилка, серовато-буроватая, влажная, состоит из опада хвои, веточек, травы, листвы, рыхлая, наполовину разложившаяся. Переход постепенный.

$A_1$  – 3–17 см. Супесчаный, серый, пылевато-комковатый, рыхлый, свежий почвенный горизонт, встречаются корни растений. Переход постепенный ( $A_2$  – небольшими морфонами по границе  $A_1$ – $B_1$ ).

$B_1$  – 17–36 см. Легкий суглинок, желтовато-бурый, пылевато-зернистый, рыхлый, свежий, присутствуют корни растений и марганцевые зерна. Переход постепенный.

$B_2$  – 36–70 см. Супесчаный, бурый, комковато-ореховатый, плотный, свежий, слоистый горизонт с вкраплениями марганцевых зерен и мелких камешков. Переход заметный.

$C$  – 70–200 см. Песчаный, беловато-серый, рыхлый, свежий горизонт.

Окончательное определение почвы на ППП 46 на момент 1972 г. – дерново-слабоподзолистая супесчаная на песке.

Почвенный разрез на ППП 46; 16.05.2019 г.:

$A_0$  – 0–6 см. Лесная подстилка, темно-коричневая, влажная, оторфованная, состоящая из опада хвои разной степени разложенности, кусочков коры, веточек, рыхлая, пронизана корнями. Переход ясный, граница ровная.

$A_1$  – 6–10 см. Темно-серый, супесчаный, комковато-порошистый, свежий, рыхлый почвенный горизонт, масса корней расположена в верхней части слоя, наблюдаются легкие признаки оподзоленности. Переход ясный по цвету и плотности, граница языковатая.

$A_2B$  – 10–17 см. Палево-бурый, с более темными пятнами, свежий, супесчаный, непрочно-комковатый горизонт, отдельные морфоны имеют более выраженную мелкоглыбистую структуру, уплотнен, встречаются черные марганцевые примазки. Переход постепенный по цвету и плотности.

$B_1$  – 17–40 см. Супесчаный, светло-бурый, комковато-порошистый горизонт, агрегаты непрочные, уплотнен, с отдельными темными и – в большем количестве – рыжими примазками. Переход постепенный по цвету и плотности.

$B_2$  – 40–60 см. Свежий, плотный, буро-палевый с отдельными более рыжими морфонами горизонт, опесчаненная супесь, структура – мелкоглыбистая. Переход ясный по цвету и плотности.

$BC$  – 60–105 см. Неоднородный по сложению и цвету, в основном мелкопесчаный, темно-рыжий, неясно-комковатый, почти порошистый горизонт, встречаются отдельные плотные ортзанды с кремнеземистой присыпкой по граням структурных отдельностей, железо-марганцевые конкреции, отдельные корни, тонкие прослой отмытого песка, слоистый. Переход постепенный по плотности и наличию включений.

$C$  – 105–140 см и более. Темно-бурый, плотный, свежий горизонт, присутствует глыбистый средний песок с включениями мелкой дресвы.

Окончательное определение почвы участка в 2019 г. – дерново-подзолистая супесчаная на флювиогляциальном песке. При сравнительном морфологическом изучении почв в разрезах, заложенных на ППП 46 в 1972 и 2019 гг., отмечается увеличение мощности лесной подстилки, снижение мощности горизонта  $A_1$ , отчетливое нарастание признаков оподзоливания в верхних горизонтах.

Почвенный разрез на ППП В-2; 21.09.1973 г.:



$A_0$  – 0–2 см. Лесная подстилка, бурая, свежая, из опада хвои, травы, рыхлая, наполовину разложившаяся.

$A_1$  – 2–18 см. Легкий суглинок, серо-коричневый, пылевато-комковатый, свежий, присутствуют корни растений. Переход постепенный.

$AB$  – 18–50 см. Горизонт песчаный, слоистый, светло-коричневый, рыхлый, свежий, иногда попадаются мелкие камешки. Переход постепенный.

$B$  – 50–100 см. Песчаный, буро-красноватый, слоистый горизонт, плотнее предыдущего, свежий. Переход заметный.

$C$  – 100 см и более. Песчаный, буро-коричневый, рыхлый почвенный горизонт.

Окончательное определение почвы на участке за 1973 г. – дерново-слабо-подзолистая легкосуглинистая на флювиогляциальном отложении.

Почвенный разрез на ППП В-2; 16.05.2019 г.:

$A_0$  – 0–4 см. Лесная подстилка, светло-бурая, свежая, из опада хвои, остатков осоки, рыхлая, уплотненная, характеризуется обилием корней, в нижней части отмечено большое количество кварцевых зерен.

$A_1$  – 4–9 см. Горизонт супесчаный, пылеватый, серо-коричневый, неясно-комковатый, свежий, наблюдаются отмытые зерна кварца, обилие корней, отдельные темные примазки в нижней части слоя. Граница языковатая, переход ясный по цвету.

$A_2B$  – 9–25 см. Коричневато-бурый, свежий, слабоуплотненный, супесчаный горизонт с непрочно-комковатой структурой. Отмечены потеки гумуса по корням и ходам червей, марганцевые примазки, редкие железистые пятна. Переход плавный по цвету.

$B_1$  – 25–53 см. Рыжевато-бурый, свежий, неясно-комковатый, мелкопесчаный с включениями дресвы, рыхлый горизонт. В нижней части встречаются непрочные красно-коричневые ортштейны размером до 10 см, ярко-рыжие пятна. Переход заметный по цвету и плотности, граница волнистая.

$BC$  – 53–95 (100) см. Свежий, мелкопесчаный, рыжевато-палевый, рыхлый горизонт, в нижней части разреза холоднее по оттенку, чем в верхней, мягкий, в верхней части наблюдаются отдельные бурые конкреции. Местами отмечены палевые морфоны со следами оглеения. Переход постепенный.

$C$  – 100–130 см. Свежий, рыхлый, бурый бесструктурный мелкозернистый песок с включениями мелкого щебня, присутствуют ярко-рыжие ортштейны и более светлые пятна (контрастные окислительно-восстановительные условия), конкреции разные по окраске – от ярко-рыжих до холодных палевых.

Окончательное определение почвы ППП В-2 в 2019 г. – дерново-слабо-подзолистая супесчаная на флювиогляциальном отложении. За период наблюдений на ППП в 2 раза увеличилась мощность лесной подстилки, существенно уменьшились выраженность гумусово-аккумулятивного горизонта и мощность переходного горизонта к иллювиальной толще. Несовпадение границ горизонтов может быть объяснено неоднородностью строения почвы на ППП. Вместе с тем в оба года исследований горизонт  $A_2$  не выделяется.

Результаты исследований физико-химических свойств почвы на ППП 46 и В-2 представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

**Гранулометрический состав исследованных почв**  
**Granulometric composition of the studied soils**

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание гранулометрических фракций (мм), %								
		>3	3–1	1– 0,5	0,5– 0,25	0,25– 0,05	0,05– 0,01	0,01– 0,005	0,005– 0,001	<0,001
<i>ППП 46 (1972)</i>										
A <sub>0</sub>	0–3	–	–	–	–	–	–	–	–	–
A <sub>1</sub>	5–15	0,6	0	–	32,4	30,3	23,3	4,0	5,6	4,4
B <sub>1</sub>	20–30	–	0	–	27,1	16,0	36,3	9,0	6,7	4,9
B <sub>2</sub>	40–60	–	0	–	32,8	20,5	30,2	5,8	5,2	5,5
C	80–160	0,3	4,5	–	42,4	48,3	1,7	0,8	0,4	1,9
<i>ППП 46 (2019)</i>										
A <sub>1</sub>	6–10	0,6	0,9	10,4	31,6	21,7	19,5	5,9	4,3	5,1
A <sub>2</sub> B	10–17	0,5	0,9	15,4	34,1	9,5	25,1	3,8	5,6	5,0
B <sub>1</sub>	17–40	0,4	0,9	16,6	22,4	12,5	30,8	5,7	5,7	5,2
B <sub>2</sub>	40–60	2,4	1,1	13,6	25,9	15,6	27,2	4,5	5,1	4,6
BC	60–105	0,2	1,3	20,8	45,9	26,1	2,2	0,8	0,5	2,2
C	105–140 и более	0,5	2,1	19,0	34,2	36,3	3,7	0,9	1,9	1,4
<i>ППП В-2 (1973)</i>										
A <sub>0</sub>	0–2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
A <sub>1</sub>	5–15	–	–	–	36,6	40,5	2,8	7,0	7,0	6,1
AB	20–30	0,9	0,4	–	35,5	5,4	32,9	18,1	2,8	4,9
B	60–70	–	3,4	–	59,0	9,1	18,6	3,3	3,0	3,6
C	115–125	0,5	2,0	–	14,7	30,4	7,7	38,1	2,0	5,1
<i>ППП В-2 (2019)</i>										
A <sub>1</sub>	4–9	0,5	2,4	22,0	40,1	13,0	1,8	6,3	6,6	7,3
AB	9–25	0,7	5,3	32,1	33,2	12,3	8,9	2,5	1,6	3,4
B	25–53	0,9	2,1	16,4	18,1	7,0	6,7	36,5	5,1	7,2
BC	53–95 (100)	2,3	3,7	12,3	33,8	2,2	4,6	34,1	0,3	6,7
C	100–130	0,6	4,2	15,2	21,8	16,8	4,5	21,3	5,1	10,5

Исследования гранулометрического состава почвы на ППП 46 обнаруживают его облегчение в толще нижнего гумусово-иллювиального горизонта, однако снижение содержания фракции физической глины невелико. Анализ гранулометрического состава почвы на ППП В-2 показывает уменьшение содержания илистой фракции в переходном горизонте АВ – свидетельство подзолообразования.



Таблица 3

Некоторые химические показатели исследованных почв  
Some chemical indicators of the studied soils

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	Подвижные, мг/100 г		рН		Сумма поглощенных оснований	Гидролитическая кислотность	Степень насыщенности основаниями, %	А1	
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	солевой	водный				ммоль(+)/100 г	ммоль(+)/100 г
<i>ППП 46 (1972)</i>											
A <sub>0</sub>	0-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A <sub>1</sub>	5-15	2,11	8,8	5,0	3,9	5,4	0,2	6,5	61,0	0,80	7,20
B <sub>1</sub>	20-30	0,52	8,8	5,0	4,3	5,7	8,0	3,5	69,0	0,55	4,95
B <sub>2</sub>	40-60	0,22	8,8	7,0	4,2	6,1	14,2	3,0	83,0	0,57	5,13
C	80-160	0,42	5,6	2,0	6,0	7,0	7,6	0,4	94,0	—	—
<i>ППП 46 (2019)</i>											
A <sub>1</sub>	6-10	4,89	3,3	7,3	3,7	4,3	8,3	8,3	49,9	1,90	17,10
A <sub>2</sub> B	10-17	0,98	2,7	5,3	4,0	4,2	7,6	6,1	55,4	2,05	18,45
B <sub>1</sub>	17-40	0,70	6,8	4,8	4,1	4,4	8,3	6,1	57,5	2,10	18,90
B <sub>2</sub>	40-60	0,18	7,1	4,8	4,3	4,8	7,6	5,4	58,6	2,10	18,90
BC	60-105	0,21	3,8	5,2	4,2	5,4	8,8	3,8	69,6	2,15	19,35
C	105-140 и более	0,21	9,3	5,2	4,2	5,4	9,1	2,9	75,7	1,15	10,35
<i>ППП В-2 (1973)</i>											
A <sub>0</sub>	0-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A <sub>1</sub>	5-15	4,28	5,3	6,0	4,0	5,2	6,7	10,7	38,5	0,79	7,11
AB	20-30	0,35	4,6	2,0	4,7	6,4	8,3	2,9	74,1	0,46	4,14
B	60-70	0,09	2,6	3,2	4,8	6,3	13,0	2,2	85,5	0,41	3,69
C	115-125	0,21	9,4	3,6	4,4	5,8	6,5	2,7	70,1	0,75	6,75
<i>ППП В-2 (2019)</i>											
A <sub>1</sub>	4-9	2,40	2,4	4,9	3,9	4,7	8,4	6,0	58,5	1,55	13,95
AB	9-25	1,20	2,3	3,5	4,1	4,6	8,8	4,5	66,0	2,20	19,80
B	25-53	0,41	4,8	2,2	4,4	5,1	7,4	2,4	75,5	0,85	7,65
BC	53-95 (100)	0,31	1,9	1,9	4,6	5,5	7,4	1,5	82,9	0,60	5,40
C	100-130	0,31	1,5	1,7	4,3	5,2	7,8	1,7	81,7	0,80	7,20

На ППП 46 во всех горизонтах заметно увеличилась гидролитическая кислотность. Несколько уменьшилась степень насыщенности основаниями, сумма поглощенных оснований понизилась только в иллювиальном горизонте  $B_2$ . Содержание подвижного алюминия в почве возросло во всех горизонтах профиля в 2–3 раза.

В верхней части профиля отмечается увеличение содержания гумуса – почву данного участка можно отнести к хорошо обеспеченной гумусом. Согласно мнению Л.О. Карпачевского [11], лиственница находится на 3-м месте в ряду древесных пород по их влиянию на накопление гумуса в горизонте  $A_1$  для лесной зоны. Почти по всему профилю почвы установлено снижение содержания подвижного фосфора (особенно в элювиальной толще), а в некоторых горизонтах – уменьшение количества подвижного калия, хотя в гумусовой толще оно возрастает. Сходное пространственное распределение фосфора обнаружено В.Д. Наумовым с соавторами [23] для почв опытной лесной дачи Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева: максимальное содержание подвижного фосфора наблюдается в почвах как под чистыми насаждениями лиственницы, так и под смешанными насаждениями с преобладанием лиственницы, а минимальное – в элювиальном горизонте [23]. Вместе с тем Е.С. Мигунова [22] не считает низкое количество в почве фосфора и калия лимитирующим фактором для произрастания хвойных насаждений. Несмотря на невысокое содержание подвижных форм основных элементов-биофилов, почвы хвойных насаждений могут обладать достаточно благоприятными лесорастительными свойствами [25].

На ППП В-2 зафиксировано увеличение кислотности солевой и, особенно, водной вытяжек из почвы по всем горизонтам профиля, что свидетельствует также о повышении интенсивности поступления органических кислот из подстилки в более зрелом насаждении. Гидролитическая кислотность растет в горизонтах АВ и В почвы и несколько уменьшается в пробе из горизонта  $A_1$ . Количество подвижного алюминия довольно резко повышается со временем, особенно в верхних горизонтах, что коррелирует с ростом кислотности.

Сумма поглощенных оснований незначительно увеличивается в почве из горизонта  $A_1$  и снижается в нижележащей толще профиля в 2019 г. по сравнению с разрезом 1973 г. Соответственно, сходным образом ведет себя степень насыщенности почвы основаниями. Она увеличивается в гумусовом горизонте, тогда как в нижележащих переходном и иллювиальном горизонтах отмечается ее снижение. Вероятной причиной повышения насыщенности почвы основаниями в горизонте  $A_1$  может быть изменение состава напочвенного покрова и подстилки.

Содержание гумуса в верхнем горизонте почвы уменьшается почти в 2 раза. Однако с глубиной его значение увеличивается по сравнению с разрезом 1973 г., что, видимо, соотносится с повышением подвижности органического вещества при росте кислотности почвенного профиля. Присущий дерново-подзолистым почвам фульватный характер гумуса в подобных условиях влечет за собой снижение содержания гумуса и более «размытый» тип его профильного распределения. Практически по всей толще почвы отмечается уменьшение содержания подвижного фосфора (за исключением средней части профиля), а также подвижного калия. Это может объясняться увеличением потребления этих макроэлементов древостоем. Известно, что лиственница по сравнению с сосной создает лесную подстилку с более быстрым темпом ее разложения [12], благодаря чему усиливается кругооборот зольных элементов.

*Заключение*

Исследование выявило, что за 45 лет почвы под лесными культурами лиственницы европейской претерпели некоторые изменения морфологических и физико-химических свойств. При этом, сравнивая почвенные показатели в разрезах 1972, 1973 и 2019 гг., следует учитывать как горизонтальную неоднородность почвенного покрова (разрезы находятся на одних и тех же постоянных пробных площадях, но не совсем в одной точке), так и изменение со временем границ залегания генетических горизонтов.

Установлено заметное снижение содержания илистой фракции в верхней части почвенного профиля, а иногда и почти всего профиля почвы. В большинстве случаев увеличилась мощность лесной подстилки в результате ежегодного сбрасывания хвои лиственницей, а также возросли биомасса опада и темпы развития напочвенного покрова. Существенно повысились гидролитическая кислотность и содержание подвижного алюминия, что свидетельствует о выраженности кислотного гидролиза в ходе подзолообразовательного процесса и вовлечении в него в ряде случаев материала из горизонта  $A_1$ .

В большинстве случаев в гумусово-элювиальной толще возросло количество гумуса и, как правило, увеличилась емкость поглощения почвы. На пробных площадях повысились содержание обменных оснований и степень насыщенности основаниями, особенно в верхних горизонтах почвы.

Можно сделать вывод, что в результате длительного произрастания лесных культур лиственницы европейской на фоне протекающего процесса подзолообразования не произошло существенного ухудшения химических и физико-химических свойств дерново-подзолистой почвы. И это при том, что искусственные насаждения на протяжении 4 десятилетий соответствовали Ia классу бонитета и интенсивно накапливали запас ствольной древесины.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. *Анучин Н.П.* Лесная таксация. 6-е изд. М.: ВНИИЛМ, 2004. 552 с.  
Anuchin N.P. *Forest Inventory*. Moscow, VNIILM Publ., 2004. 552 p. (In Russ.).
2. *Березин Л.В., Карпачевский Л.О.* Лесное почвоведение. Омск: Омск. ГАУ, 2009. 360 с.  
Berezin L.V., Karpachevskii L.O. *Forest Soil Science*. Omsk, OmSAU Publ., 2009. 360 p. (In Russ.).
3. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.  
Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. *Methods for Studying the Physical Properties of Soils*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1986. 416 p. (In Russ.).
4. *Вайчис М.В.* К вопросу о влиянии лиственницы европейской на изменение дерново-подзолистых почв // Почвоведение. 1958. № 5. С. 12–22.  
Vaichis M.V. To the Problem of European Larch Influence on the Sod-Podzol Soil Changes. *Pochvovedenie = Pedology*, 1958, no. 5, pp. 12–22. (In Russ.).
5. *Воробьева Л.А.* Химический анализ почв. М.: МГУ, 1998. 272 с.  
Vorob'yova L.A. *Chemical Analysis of Soils*. Moscow, MSU Publ., 1998. 272 p. (In Russ.).
6. *Добровольский В.В.* Практикум по географии почв с основами почвоведения. М.: Просвещение, 1982. 127 с.

Dobrovolskiy V.V. *Practical Course on Soil Geography with the Basics of Soil Science*. Moscow, Prosveshcheniye Publ., 1982. 127 p. (In Russ.).

7. Зайцев Б.Д. Почвы и производительность насаждений // Лесн. хоз-во. 1960. № 10. С. 16–19.

Zaitsev B.D. Soils and the Productivity of Plantations. *Lesnoe khozyaystvo*, 1960, no. 10, pp. 16–19. (In Russ.).

8. Зеликов В.Д. Почвы и бонитет насаждений. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 120 с.  
Zelikov V.D. *Soils and Forest Site Quality*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1971. 120 p. (In Russ.).

9. Ирошников А.И. Лиственницы России. Биоразнообразие и селекция. Ч. 1. М.: ВНИИЛМ, 2004. 182 с.

Iroshnikov A.I. *Larches of Russia. Biodiversity and Breeding*. Part 1. Moscow, VNIILM Publ., 2004. 182 p. (In Russ.).

10. Карасев Н.Н. Повышение продуктивности лесов Подмосковья путем интродукции лиственницы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2009. 21 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. 21 p. (In Russ.).

11. Карпачевский Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М.: МГУ, 1977. 312 с.

Karpachevskiy L.O. *The Diversity of the Soil Cover in the Forest Biogeocenosis*. Moscow, MSU Publ., 1977. 312 p. (In Russ.).

12. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 264 с.  
Karpachevskiy L.O. *Forest and Forest Soils*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1981. 264 p. (In Russ.).

13. Карпачевский Л.О., Ашинов Ю.Н., Березин Л.В. Курс лесного почвоведения. Майкоп: Аякс, 2009. 345 с.

Karpachevskiy L.O., Ashinov Yu.N., Berezin L.V. *Forest Soil Science Course*. Майкоп, Ajax Publ., 2009. 345 p. (In Russ.).

14. Корешков Н.В., Царева Е.А. Географические культуры лиственницы. СПб.: Наукоем. технологии, 2021. 414 с.

Koreshkov N.V., Tsareva E.A. *Geographical Cultures of Larch*. St. Petersburg, Naukoemkiye tekhnologii Publ., 2021. 414 p. (In Russ.).

15. 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>

16. Мерзленко М.Д. Эталон деятельности лесоведа. М.: Изд. дом Рученькиных, 2022. 174 с.

Merzlenko M.D. *The Standard of the Forester's Activity*. Moscow, Ruchen'kins' Publ. House, 2022. 174 p. (In Russ.).

17. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче. М.: МГУЛ, 2015. 112 с.

Merzlenko M.D., Melnik P.G. *Experience of Silvicultural Monitoring in Nicholskaya Lesnaya Dacha*. Moscow, MSFU Publ., 2015. 112 p. (In Russ.).

18. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Глазунов Ю.Б., Коженкова А.А., Перевалова Е.А. Результаты изучения географических посадок сосны и лиственницы в Серебряноборском опытном лесничестве // Лесн. вестн. / Forestry Bulletin. 2020. Т. 24, № 6. С. 34–43.

Merzlenko M.D., Melnik P.G., Glazunov Yu.B., Kozhenkova A.A., Perevalova E.A. Study Results of Pine and Larch Provenance Trial in Serebryanoborsky Experimental Fo-

rest District. *Lesnoy vestnik* = Forestry Bulletin, 2020, vol. 24, no. 6, pp. 34–43. (In Russ.). <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2020-6-34-43>

19. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Маликов А.Н. Динамика роста лиственнично-еловых лесных культур К.Ф. Тюрмера // Лесн. вестн. / Forestry Bulletin. 2020. Т. 24, № 2. С. 11–16.

Merzlenko M.D., Melnik P.G., Malikov A.N. Growth Dynamics of Larch-Spruce Mixed Stands Established by K.F. Turmer. *Lesnoy vestnik* = Forestry Bulletin, 2020, vol. 24, no. 2, pp. 11–16. (In Russ.). <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2020-2-11-16>

20. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Мельник Л.П. Депонирование углерода стволовой фракцией в 100-летних лесных культурах хвойных пород // Лесн. вестн. / Forestry Bulletin. 2023. Т. 27, № 2. С. 5–10.

Merzlenko M.D., Melnik P.G., Melnik L.P. Carbon Deposit by Stem Fraction in 100-Year-Old Coniferous Species. *Lesnoy vestnik* = Forestry Bulletin, 2023, vol. 27, no. 2, pp. 5–10. (In Russ.). <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2023-2-5-10>

21. Мигунова Е.С. Леса и лесные земли (количественная оценка взаимосвязей). М.: Экология, 1993. 364 с.

Migunova E.S. *Forests and Forest Lands (a Quantitative Assessment of Mutual Relations)*. Moscow, Ecology Publ., 1993. 364 p. (In Russ.).

22. Мигунова Е.С. Лесоводство и естественные науки (ботаника, география, почвоведение). М.: МГУЛ, 2007. 592 с.

Migunova E.S. *Forestry and Natural Sciences (Botany, Geography, Soil Science)*. Moscow, MSFU Publ., 2007. 592 p. (In Russ.).

23. Наумов В.Д., Родионов Б.С., Гемонов А.В. Сравнительная оценка почв и растительности на пробных площадях лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Изв. ТСХА. 2014. Вып. 2. С. 5–18.

Naumov V.D., Rodionov B.S., Gemonov A.V. Comparative Evaluation of Soils and Vegetation on Test Plots of Forest Experimental Station of RSAU-MAA Named after K.A. Timiryazev. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyajstvennoy akademii* = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy, 2014, iss. 2, pp. 5–18. (In Russ.).

24. Орлов Д.С. Химия почв. М.: МГУ, 1992. 399 с.

Orlov D.S. *Soil Chemistry*. Moscow, MSU Publ., 1992. 399 p. (In Russ.).

25. Полякова Г.А., Меланхолин П.Н., Лысиков А.Б. Динамика состава и структуры сложных боров Подмосковья // Лесоведение. 2011. № 2. С. 42–50.

Polyakova G.A., Melankholin P.N., Lysikov A.B. Dynamics of the Composition and Structure of Complex Pine Forests in Moscow Region. *Lesovedenie* = Russian Journal of Forest Science, 2011, no. 2, pp. 42–50. (In Russ.).

26. Ремезов Н.П., Погребняк П.С. Лесное почвоведение. М.: Лесн. пром-сть, 1965. 324 с.

Remezov N.P., Pogrebnyak P.S. *Forest Soil Science*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1965. 324 p. (In Russ.).

27. Роде А.А., Смирнов В.Н. Почвоведение. М.: Высш. шк., 1972. 480 с.

Rode A.A., Smirnov V.N. *Soil Science*. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1972. 480 p. (In Russ.).

28. 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 Center of the Russian Plain. *Lesnoe khozyaystvo*, 2011, no. 5, pp. 26–29. (In Russ.).

29. Самусенко В.Ф. Изменение лесорастительных свойств подзолистых почв под влиянием еловых и лиственничных культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М.: ТСХА, 1959. 22 с.

- Samusenko V.F. *Changes in Forest Vegetation Properties of Podzolic Soils under the Influence of Spruce and Larch Crops*: Cand. Agric. Sci. Diss. Abs. Moscow, 1959. 22 p. (In Russ.).
30. Тимофеев В.П. Лесные культуры лиственницы. М.: Лесн. пром-сть, 1977. 216 с.  
Timofeev V.P. *Forest Crops of Larch*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1977. 216 p. (In Russ.).
31. Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. 2-е изд. / под ред. И.С. Мелехова. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. 598 с.  
Tkachenko M.E. *General Forestry*. 2nd ed. Ed. by I.S. Melekhov. Moscow, Leningrad, Goslesbumizdat Publ., 1952. 598 p. (In Russ.).
32. Турик П.В., Ребко С.В. Селекция лиственницы европейской на семенную продуктивность // Тр. БГТУ. 2015. № 1(174). С. 170–173.  
Turik P.V., Rebko S.V. Selection of European Larch for Seed Productivity. *Trudy BGTU* = Proceedings of BSTU, 2015, no. 1(174), pp. 170–173. (In Russ.).
33. Штукун С.С., Волович П.И., Клыш А.С. Сохранность и продуктивность лесных культур лиственницы польской, созданных на раскорчеванной вырубке // Тр. БГТУ. 2015. № 1(174). С. 107–110.  
Shtukin S.S., Volovich P.I., Klysh A.S. Safety and Efficiency of Polish Larch Forest Cultures Created on the Uprooted Glade. *Trudy BGTU* = Proceedings of BSTU, 2015, no. 1(174), pp. 107–110. (In Russ.).
34. Янушко А.Д., Забелло К.Л. Влияние культур сосны и лиственницы на плодородие дерново-подзолистых почв на мощном пылеватом суглинке // Лесоведение и лесн. хоз-во. Минск, 1969. Вып. 2. С. 36–40.  
Yanushko A.D., Zabello K.L. The Influence of Pine and Larch Crops on the Fertility of Sod-Podzolic Soils on Thick Silty Loam. *Lesovedenie i lesnoe khozyaystvo*, 1969, iss. 2, pp. 36–40. (In Russ.).
35. Дебрюнюк Ю.М. Лісівничо-таксаційні аспекти культивування ялиново-модринових насаджень у Західному Лісостепу України // Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2014. Вип. 12. С. 99–108.  
Debryniuk Yu. Forestry and Taxation Aspects of the Cultivation of Spruce and Larch Plantations in the Western Steppe of Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 2014, iss. 12, pp. 99–108. (In Ukr.).
36. Дебрюнюк Ю.М., Белеля С.О. Формова різноманітність і життєвий стан модрини у насадженнях Західного Полісся // Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2016. Вип. 14. С. 117–125.  
Debryniuk Yu., Beleya S. Variety of Forms and Vitality of the Larch in the Stands of Western Polissia. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 2016, iss. 14, pp. 117–125. (In Ukr.).
37. Заїка В.К., Керімов Е.І., Іваницький Р.С. Поширення та ріст модрини європейської в умовах Кременецького горбогір'я // Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2016. Вип. 14. С. 45–51.  
Zaika V., Kerimov E., Ivanytskii R. European Larch Expansion and Growth in Conditions of Kremenetsk Hilly Region. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 2016, iss. 14, pp. 45–51. (In Ukr.).
38. Chylarecki H. *Modrzewie w Polsce*. Warszawa, 2000. 148 p. (In Pol.).
39. Esper J., Riechelmann D.F.C., Holzkämper S. Circumferential and Longitudinal  $\delta^{13}\text{C}$  Variability in a *Larix decidua* Trunk from the Swiss Alps. *Forests*, 2020, vol. 11, no. 1, art. no. 117. <https://doi.org/10.3390/f11010117>
40. Fellner H., Dirnberger G.F., Sterba H. Specific Leaf Area of European Larch (*Larix decidua* Mill.). *Trees*, 2016, vol. 30, pp. 1237–1244. <https://doi.org/10.1007/s00468-016-1361-1>



41. Kain G., Lienbacher B., Barbu M.-C., Richter K., Petutschnigg A. Larch (*Larix decidua*) Bark Insulation Board: Interactions of Particle Orientation, Physical–Mechanical and Thermal Properties. *European Journal of Wood and Wood Products*, 2018, vol. 76, pp. 489–498. <https://doi.org/10.1007/s00107-017-1271-y>
42. Lewandowski A., Burczyk J. Mating System and Genetic Diversity in Natural Populations of European Larch (*Larix decidua*) and Stone Pine (*Pinus cembra*) Located at Higher Elevations. *Silvae Genetica*, 2000, vol. 49, no. 3, pp. 158–161.
43. Matras J. Badania proveniencyjne modrzewia prowadzone przez Instytut Badawczy Leśnictwa w latach 1948–2000. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa. Seria A*, 2001, no. 908–912, pp. 41–63. (In Pol.).
44. Melnik L.P. Dissemination and Natural Regeneration Dynamics of Larch in Nikolskaya Forest Estate. *56th Student's Scientific International Conference*. Slovak Republic, Technical University in Zvolen, 2015, pp. 1213–1223.
45. Melnik L.P. Dissemination of Larch and its Natural Regeneration Composition Dynamics under the Conditions of Simple Fresh Subor of the Nikolskaya Lesnaya Dacha. *Eurasian Forests – Serbian Forests: Materials of the XVIII International Conference of Young Scientists, Dedicated to the Academician Prof. Žarko Miletić (1891–1968)*. Belgrade, University of Belgrade Faculty of Forestry, 2019, pp. 135–139.
46. Melnik P.G., Karasyov N.N. Productivity of Different Larch Types in Moscow Region. *Eurasian Forests – Hungarian Forests: Materials of the VI International Conference of Young Scientists*. Moscow, MSUF, 2006, pp. 83–85.
47. Nebe W., Hofmann W. Der Gesamt Ca-Gehalt des Bodens als wesentliche Fruchtbarkeitskennziffer forstlicher Standorte. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung*, 1982, vol. 22, iss. 1, pp. 19–25. (In Germ.). <https://doi.org/10.1515/9783112532522-004>
48. Novak K., de Luis M., Škrk N., Straže A., Čufar K. Tree-Ring Chronologies of *Picea abies*, *Larix decidua* and *Fagus sylvatica* along Altitudinal Gradients. *Les/Wood*, 2022, vol. 71, no. 1, pp. 31–46. <https://doi.org/10.26614/les-wood.2022.v71n01a04>
49. Szeligowski H. The Assessment of Polish Provenances of European Larch at an Experimental Plot in Rogyw (Central Poland). *Folia Forestalia Polonica, Seria A – Forestry*, 2001, no. 43, pp. 53–68.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов  
**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest