

С.А. Шибанов, К.Г. Ткаченко

**ОПЫТ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СЕМЯН
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЛИСТВЕННИЦ (*LARIX* MILL.)
БОТАНИЧЕСКОГО САДА СПБГЛТУ
МЕТОДОМ РЕНТГЕНОГРАФИИ**

Введение. Анализ и оценка качества семян древесных растений, интродуцированных в ботанических садах на Северо-Западе Российской Федерации, являются актуальной задачей. Создание, ведение, поддержание коллекций живых растений в ботанических садах требует привлечения новых видов вегетативными и генеративными диаспорами. Семенное размножение представителей рода *Larix* (семейство Pinaceae) является одной из основных проблем за пределами их ареалов. При самоопылении у видов этого рода очень часто наблюдается явление партеноспермии, когда в шишках образуются семена без зародышей, до 90 и более процентов [Бобров, 1972, 1978; Дылис, 1981; Козобородов, Кашин, 2002; Аверьянов и др., 2024]. В настоящее время неинвазивный (недеструктивный) метод определения качества семян – это микроволновая щадящая рентгенография [Грязнов и др., 2015; Староверов и др., 2015; Ткаченко, 2018; Ткаченко и др., 2019].

Глобальное изменение климата, включая потепление, наличие поллютантов и другие стрессовые факторы оказывают существенное влияние на репродуктивную сферу многих видов растений. Это проявляется в неоднозначных эффектах: у одних видов наблюдается ускорение вступления в репродуктивную фазу и повышение качества семян, у других, напротив, происходит снижение числа завязываемых плодов и семян. Основные причины этого – отрицательная реакция пыльцы на температурные колебания и неблагоприятные погодные условия [Павлов, Протопопова, 1985; Павлов, Миронов, 2003; Пименов и др., 2021; Фирсов и др., 2024а ; Tkachenko et al., 2022].

Наличие самосева видов рода *Larix* является одним из показателей успешной адаптации интродуцентов в ботанических садах к новым условиям произрастания. Начиная с 2010 г. на территории Ботанического сада (БС) Санкт-Петербургского государственного лесного университета

(СПбГЛТУ) отмечается самосев лиственниц. Наличие полноценных семян видов рода *Larix* – залог успеха при создании питомников по выращиванию посадочного материала, сохранению коллекционных видов *Larix* в ботанических садах на Северо-Западе Российской Федерации, возможность отправки качественных семян по обмену между ботаническими садами.

Вопрос о видовом составе рода *Larix* является спорным. Определение объёма видов рода затруднено ввиду значительной изменчивости морфологических признаков и гибридизации. Разные авторы выделяют разное число видов рода *Larix*. Так, в состав рода *Larix* Mill. входит от 9-11 до 20 видов из северного полушария [Милютин, 2003; Farjon, 2001]. Е.Г. Бобров [1972] рассматривает в составе рода 16 видов. В пределах России произрастает около 9 видов [Бобров, 1978], на территории Восточной Европы – только 2, это *Larix decidua* Mill. subsp. *polonica* (Racib.) Domin и *L. archangelica* C. Lawson, а также 11 культивируемых видов [Черепанов, 1995; Фирсов и др, 2016a, b; Николаева и др., 2019; Орлова и др., 2024]. На Северо-Запад европейской части (юго-восточная и западная Карелия) заходит лишь небольшая часть ареала лиственницы архангельской (*L. archangelica* C. Lawson). В Санкт-Петербурге, где лиственница встречается только в культуре, по последним данным произрастает 16 видов рода *Larix* [Орлова, 2012; Николаева и др., 2019]. По данным сайта ThePlantlist [Larix, 2025a], род включает 14 видовых названий и 89 синонимических. По данным сайта World Flora Online [Larix, 2025b] – 12 видов и 7 гибридов.

Все представители рода *Larix* естественно произрастают в северном полушарии (Северная Америка и Евразия). На Северо-Западе Российской Федерации большинство представителей рода являются интродуцентами и входят в состав искусственных насаждений различного функционального назначения (лесных культур, защитных и декоративных, городских насаждений). В ходе интродукционной работы, начиная с 1833 г., в Лесном институте (ныне СПбГЛТУ), именно в дендросадах, было испытано 23 таксона рода *Larix*. Одни хорошо акклиматизировались и дают самосев, некоторые из них являются редкими и мало распространёнными в культуре. Такие виды, как *L. komarovii* и *L. maritima*, в Лесном институте были впервые введены в культуру ещё в середине позапрошлого века. В коллекции сохранились старовозрастные деревья из посаженных ещё в XIX в. До настоящего времени сохранилось 68 экземпляров. По данным инвентаризации 2024-2025 гг., в дендросадах ЛТУ успешно произрастают 14 таксонов (табл. 1) [Шибанов и др., 2021].

Таблица 1

Виды рода *Larix* Mill. в коллекции дендрария БС СПбГЛТУSpecies of the genus *Larix* Mill. in the arboretum collection
of Botanical Garden of SPbFTU

По Боброву Е.Г., 1972, 1978	По WFO Plant list
<i>L. archangelica</i> Laws.	<i>L. sibirica</i> Ledeb.
<i>L. x czekanowskii</i> Szaf.	<i>L. czekanowskii</i> Szafer
<i>L. dahurica</i> Laws.	<i>L. gmelinii</i> (Rupr.) Kuzen.
<i>L. decidua</i> Mill.	<i>L. decidua</i> (L.) Mill.
<i>L. kaempferi</i> (Lamb.) Carriere	<i>L. kaempferi</i> (Lamb.) Carriere
<i>L. kamtschatica</i> (Rupr.) Carriere	<i>L. gmelinii</i> var. <i>gmelinii</i>
<i>L. komarovii</i> B. Kolesn.	<i>L. gmelinii</i> var. <i>gmelinii</i>
<i>L. maritima</i> Sukacz.	<i>L. gmelinii</i> var. <i>gmelinii</i>
<i>L. x marschlinii</i> Coaz.	<i>L. x marschlinii</i> Coaz.
<i>L. occidentalis</i> Nutt.	<i>L. occidentalis</i> Nutt.
<i>L. olgensis</i> A. Henry	<i>L. gmelinii</i> var. <i>Olgensis</i> (A. Henry) Ostenf. & Syrach.
<i>L. polonica</i> A. Henry	<i>L. polonica</i> (Racib. ex Woycicki) Racib. ex Woycicki
<i>L. principis-rupprechtii</i> Mayr	<i>L. gmelinii</i> var. <i>principis-rupprechtii</i> (Mayr) Pilg.
<i>L. sibirica</i> Ledeb.	<i>L. sibirica</i> Ledeb.

В современных международных таксономических базах (в частности, в WFO и The Plant List) ряд естественно произрастающих на территории РФ видов не признаётся в качестве самостоятельных таксонов и рассматривается в статусе синонимов. Например, *L. archangelica* Laws. сведён к *L. sibirica* Ledeb.; *L. kamtschatica* и *L. maritima* отнесены к *L. gmelinii* var. *gmelinii*; *L. olgensis* и *L. principis-rupprechtii* включены в *L. gmelinii* как var. *principis-rupprechtii* (Mayr) Pilg.

В последние два года в дендрарии был высажен таксон, который ранее выпал из коллекции, – это *Larix laricina* (Du Roi) K. Koch [Акимов, Булыгин, 1961; Андронов, 1962]. Посадка осуществлена в 2024 г., семена – из мест естественного обитания в США, саженцы, репродукция из частного питомника «Реликт» Ленинградская обл. Также был высажен новый таксон – *Larix mastersiana* Rehder & E. H. Wilson (посадка 2021 г., семена – от Л.П. Трофо-мука, собранные в местах естественного обитания в Китае, саженец получен

из питомника Научно-опытной станции БИН РАН «Отрадное», Приозерский район, Ленинградская обл., от А.Г. Хмарики).

Цель настоящего исследования – инструментальная (рентгеноскопическая) оценка качества семян (до посева семян) ряда представителей рода *Larix*, произрастающих в дендрарии БС СПбГЛТУ.

Вопросы оценки качества плодов и семян, как в растениеводстве, так и при ведении ботанических коллекций живых растений, не теряют своей актуальности, научной и практической значимости. Традиционные методы определения качества семян (морфофизиологический, биохимический, люминесцентный и др.) трудоёмки, часто деструктивны и продолжительны по времени. Появление современных модифицированных рентгеновских аппаратов, позволяющих снимать мелкие объекты невысокой плотности, дало возможность продвинуться в области применения инструментального неdestructивного метода контроля качества семян. Метод микрофокусной рентгенографии с использованием современных рентгеновских аппаратов даёт высокий уровень оценки качества и позволяет в каждой партии собранных плодов и/или семян как выбирать лучшие, так и удалять повреждённые. Выявление лимитирующих факторов введения новых видов в первичную культуру, наличие в семенах насекомых-вредителей, вызывающих различные поражения как растений, так и их репродуктивных диаспор, имеет ключевое значение в деле защиты и сохранения коллекционных растений в ботанических садах [Ткаченко и др., 2019; Ткаченко, 2024a, b; Фирсов и др., 2024b].

Объекты и методы исследований. Объекты исследования – виды рода *Larix*, произрастающие в Верхнем дендросаде БС СПбГЛТУ. Материалом для исследования послужили семена трех видов: *L. kamtschatica*, *L. komarovii*, *L. olgensis*. Для исследования были выбраны следующие экземпляры лиственниц:

- а) отдельно произрастающие экземпляры (что исключало возможность перекрёстного опыления);
- б) в местах выявления самосева;
- в) обильно плодоносящие.

Шишки этих видов были собраны в 2024 г. с ярусов на трёх разных высот (с нижних веток, в середине кроны и с верхних веток) (рис. 1, 2, 3). Шишки каждого яруса (было собрано одинаковое число шишек) были предварительно высушены, затем из них механическим способом были извлечены семена, число которых в шишках разных ярусов было различным (табл. 2).



Рис. 1. Шишки *L. kamtschatica*, собранные на разных ярусах кроны:

1 – нижний ярус; 2 – средний ярус; 3 – верхний ярус

Fig. 1. Cones of *L. kamtschatica*, cones collected in different tiers of the crown:

1 – lower tier; 2 – middle tier; 3 – upper tier



Рис. 2. Шишки *L. komarovii*, собранные на разных ярусах кроны:

1 – нижний ярус; 2 – средний ярус; 3 – верхний ярус

Fig. 2. Cones of *L. komarovii* collected in different tiers of the crown:

1 – lower tier; 2 – middle tier; 3 – upper tier



Рис. 3. Шишки *L. olgensis* собранные на разных ярусах кроны:
1 – нижний ярус; 2 – средний ярус; 3 – верхний ярус

Fig. 3. Cones of *L. olgensis* collected in different tiers of the crown:
1 – lower tier; 2 – middle tier; 3 – upper tier

Таблица 2

Параметры данных по ярусам сбора семян трёх видов *Larix*

Data parameters for tier collection of three types of *Larix* seeds

Вид	Общая высота растений, м	Нижние ветки, высота над уровнем почвы, м	Число семян, шт.	Середина кроны, высота над уровнем почвы, м	Число семян, шт.	Верхние ветки, высота над уровнем почвы, м	Число семян, шт.
<i>L. kamtschatica</i>	24,2	4,9	81	10,2	80	19,1	88
<i>L. komarovii</i>	11,7	5,9	42	6,5	45	9,2	8
<i>L. olgensis</i>	22,0	5,7	42	8,2	82	18,1	20

Дополнительно были собраны шишки (25 шт.) и семена (67 шт.) с нижних веток *L. czekanowskii*, с особи, которая также произрастает рядом с местом, где был выявлен самосев лиственниц.

Размеры (высоту) деревьев измеряли лазерным дальномером Nikon Forestry ProII.

Анализ качества семян трёх вышеперечисленных видов лиственниц проводили на базе семенной лаборатории Ботанического сада Петра Великого БИН РАН, на передвижной рентгеновской установке ПРДУ 1, предназначенной для рентгеновской дефектоскопии и радиационно-безопасного исследования с помощью микрофокусной рентгенографии. Параметры рентгеновского анализа плодов и семян ряда видов ранее были описаны в публикациях [Грязнов и др., 2015; Староверов и др., 2015; Ткаченко, 2018; Ткаченко и др.,

2015, 2016, 2018, 2020]. Параметры условий рентгеноскопии семян *Larix* были следующие: время экспозиции – 2 с, напряжение – 30 кВ, увеличение в 2,5 раза. Использование именно этого метода – рентгеноскопического анализа плодов и семян – позволяет после съёмки каждого образца анализируемых семян отобрать для проращивания и/или выращивания заведомо полноценные семена без их деструкции (взрезания для окрашивания тетразолом или индигокармином) и не использовать заведомо пустые и/или повреждённые вредителями. Методы определения семян деревьев и кустарников по ГОСТам предполагают разрезание плодов и семян, т. е. после такой оценки их уже никак нельзя использовать для выращивания новых растений, что важно для небольших партий семян [Грибов и др., 2015].

Результаты исследования. Как видно из представленных рентгенографических снимков семян изучаемых видов лиственницы (рис. 4, 5, 6, 7, 8), собранных на разных высотах, независимо от расположения на дереве основная их масса либо была повреждена насекомыми-вредителями, либо оказалась невыполненными (пустозёрными, шуплыми).

Рентгенография семян разных видов *Larix*, растущих в дендрарии, показала, что многие семена невыполненные (шуплые или пустозёрные), т. е. без зародышей, или даже поражены личинками энтомовредителей (рис. 8).

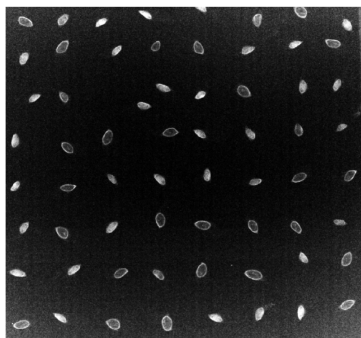


Рис. 4. Рентгеновский снимок семян *L. kamtschatica*, собранных из шишек нижнего яруса. Негатив. «Светлые» – выполненные семена, «тёмные» – пустые, шуплые

Fig. 4. X-ray image of *L. kamtschatica* seeds collected from the lower-tier cones. Negative. «Light» – full seeds, «dark» – empty, small seeds

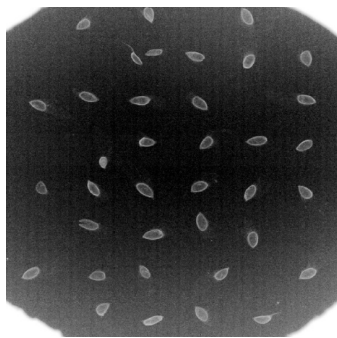


Рис. 5. Рентгеновский снимок семян *L. kamtschatica*, собранных из шишек среднего яруса. Негатив. «Тёмные» – пустые, шуплые. В этой партии лишь одно из семян выполненное

Fig. 5. X-ray of *L. kamtschatica* seeds, collected from middle-tier cones. Negative. «Dark» – empty, tentative. In this batch, only one seed is full

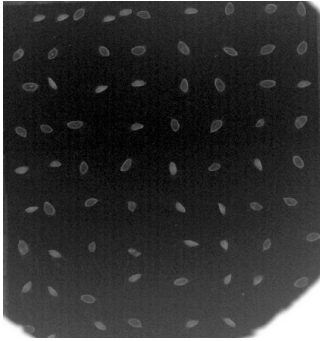


Рис. 6. Рентгеновский снимок семян *L. kamtschatica*, собранных из шишек верхнего яруса. Негатив. «Тёмные» – пустые, щуплые. Выполненные семена составляют меньше 30%.

Fig. 6. X-ray image of *L. kamtschatica* seeds collected from the upper-tier cones. Negative. «Dark» – empty, small. The completed seeds account for less than 30%

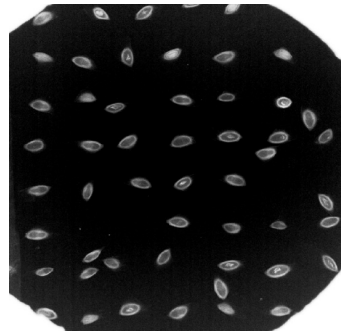


Рис. 7. Рентгеновский снимок семян *L. czezanowskii*. Негатив. «Тёмные» – пустые, щуплые. Выполненные («светлые») семена составляют меньше 10%

Fig. 7. X-ray image of *L. czezanowskii* seeds. Negative. «Dark» – empty, tentative. Completed («light») seeds are less than 10%

Это даёт основание утверждать, что в парке не всегда наблюдается самосев лиственниц, и объясняет, почему при посеве семян лиственниц в питомнике отмечается их очень низкая всхожесть. Процент жизнеспособных и выполненных семян во всех партиях не превышает 5-7%.

Во всех собранных образцах часто заметны лётные отверстия, оставленные по всей видимости семяежом *Eurytoma laricis* Yano, 1918 (рис. 9).



Рис. 8. Рентгеновский снимок семян *L. czezanowskii*. В ряде семян присутствуют личинки *Eurytoma laricis* Yano, 1918

Fig. 8. X-ray image of *L. czezanowskii* seeds. Some seeds contain larvae of *Eurytoma laricis* Yano, 1918

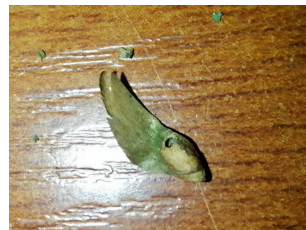


Рис. 9. Лётное отверстие в семени *L. czezanowskii*, оставленное имаго семяежом *Eurytoma laricis*

Fig. 9. The flight hole in the seed of *L. czezanowskii*, left by the imago of the seed eater *Eurytoma laricis*

Выводы. Условия Северо-Запада России благоприятны для произрастания видов рода *Larix*. Виды рода, выращиваемые в Ботаническом саду СПбГЛТУ, образуют доброкачественные (полноценные) семена, что свидетельствует об успешности адаптации этих видов растений в условиях Санкт-Петербурга.

Использование рентгенографического метода анализа семян ряда видов рода *Larix*, произрастающих на территории Верхнего дендросада СПбГЛТУ, позволило оценить их качество. Показано, что процент выполненных, полностью зёрных семян не превышает 20%. Тем не менее некоторые виды даже образуют самосев.

В семенах ряда видов рода выявлено присутствие видоспецифического энтомовредителя *Eurytoma laricis* Yano, наличие которого снижает процент жизнеспособных семян (за счёт того, что он поражает доброкачественные, полноценные семена).

Благодарности. авторы статьи выражают благодарность сотрудникам БС СПбГЛТУ В.В. Володину, Ю.С. Брянцевой и П.В. Гаврилову за помощь в сборе материала, а также сотрудникам кафедры защиты леса, древесиноведения и охотоведения СПбГЛТУ Б.Г. Поповичу и И.В. Денисовой за помощь в изучении и идентификации *Eurytoma laricis*.

Работа выполнена в рамках государственного задания БИН им. В.Л. Комарова РАН по плановой теме «История создания, состояние, потенциал развития живых коллекций растений Ботанического сада Петра Великого БИН РАН» Регистрационный номер – 124020100075-2.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Аверьянов А.С., Барченков А.П., Пименов А.В., Седельникова Т.С. Изменчивость морфологических особенностей шишек *Larix sibirica* Ledeb. на юге Сибири // Сибирский лесной журнал. 2024. №1. С. 13–20. DOI: 10.15372/SJFS20240102.

Акимов П.А., Булыгин Н.Е. Наиболее интересные деревья и кустарники дендрологического сада и парка Ленинградской лесотехнической академии им. С.М. Кирова. Л.: Изд-во ЛТА, 1961. 111 с.

Андронов Н.М. Деревья и кустарники дендрологического сада Ленинградской лесотехнической академии им. С.М. Кирова. Л.: Изд-во ЛТА, 1962. 112 с.

Бобров Е.Г. История и систематика лиственниц // Комаровские чтения. Л., 1972. Т. 25. 96 с.

Бобров Е.Г. Лесообразующие хвойные СССР. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1978. 180 с.

Грибов С.Е., Карбасникова Е.Б., Карбасников А.А. Сравнительная характеристика различных видов лиственницы на примере дендрологического сада ФГБОУ ВПО «ВГМХА им. Н. В. Верещагина» // Молочнохозяйственный вестник. 2015. №2 (18). С. 13–19.

Грязнов А.Ю., Староверов Н.Е., Жамова К.К., Холопова Е.Д., Ткаченко К.Г. Исследование качества репродуктивных диаспор видов рода Яблоня (*Malus* Mill.) с помощью микрофокусной рентгенографии // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. №55. С. 49–53.

Дылис Н.В. Лиственница. М.: Лесная промышленность, 1981. 97 с.

Козобородов А.С., Кашин В.И. К вопросу о плодоношении и качестве семян лиственницы сибирской на Европейском Севере // Лиственничные леса Архангельской области, их использование и воспроизводство: мат. регион. раб. совещ. Архангельск, 2002. С. 122–124.

Милютин Л.И. Биоразнообразие лиственниц России // Хвойные бореальной зоны. 2003. Т. 21, №1. С. 6–9.

Николаева М.А., Орлова Л.В., Крестьянов А.А., Каматов Д.Н. Географическая изменчивость лиственницы в опытных лесных культурах Республики Башкортостан // Сибирский лесной журнал. 2019. №1. С. 30–43. DOI: 10.15372/SJFS20190103.

Орлова Л.В. Конспект дикорастущих и некоторых интродуцированных видов рода *Larix* Mill. (Pinaceae) флоры Восточной Европы // Новости систематики высших растений. 2012. Т. 43. С. 5–19. DOI: 10.31111/novitates/2012.43.5.

Орлова Л.В., Бялт В.В., Фирсов Г.А. *Larix sibirica* Ledeb. f. *candelabriformis* L.V. Orlova, V.V. Byalt et G.A. Firsov, forma nova – новая форма лиственницы сибирской из Санкт-Петербурга // Hortus bot. 2024. Т. 19. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=9005> (дата обращения: 10.05.2025). DOI: 10.15393/j4.art.2024.9005.

Павлов И.Н., Миронов А.Г. Динамика посевных качеств семян *Larix sibirica* Ledeb. в насаждениях юга Сибири с 1936 по 2000 гг. // Хвойные бореальной зоны. 2003. №1. С. 14–21.

Павлов И.Н., Протопопова Е.Н. Влияние загрязнения воздуха на посевные качества семян и рост сеянцев ильмовых // Охрана и рациональное использование природных ресурсов Западной Сибири: мат. Всерос. науч. конф. Томск, 1985. С. 158–159.

Пименов А.В., Аверьянов А.С., Седельникова Т.С. Внутривидовая изменчивость качества семян и развития проростков *Larix sibirica* Ledeb. в посевном опыте // Сибирский лесной журнал. 2021. №3. С. 17–26. DOI: 10.15372/SJFS20210302.

Староверов Н.Е., Грязнов А.Ю., Жамова К.К., Ткаченко К.Г., Фирсов Г.А. Применение метода микрофокусной рентгенографии для контроля качества плодов и семян – репродуктивных диаспор // Биотехносфера. 2015. №6 (42). С. 16–19.

Ткаченко К.Г. Особенности латентного периода миндаля монгольского и миндаля черешчатого // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018. Т. 179, вып. 2. С. 77–84. DOI: 10.30901/2227-8834-2018-2-77-84.

Ткаченко К.Г. Инструментальный метод экспресс-оценки качества плодов и семян // Известия Воронежского отделения Русского ботанического общества. 2024а. Вып. 11. С. 159-165.

Ткаченко К.Г. Климат и репродуктивные усилия древесных растений // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: мат. XIII межд. конф. Благовещенск, 2024б. С. 10-20.

Ткаченко К.Г., Капелян А.И., Грязнов А.Ю., Староверов Н.Е. Качество репродуктивных диаспор *Rosa rugosa* Thunb., интродуцированных в Ботаническом саду Петра Великого // Бюлл. БСИ ДВО РАН. 2015. Вып. 13. С. 41-48.

Ткаченко К.Г., Фирсов Г.А., Грязнов А.Ю., Староверов Н.Е. *Abies semenovii* B. Fedtsch. в Ботаническом саду Петра Великого // Hortus bot. 2016. Т. 11. С. 111-119.

Ткаченко К.Г., Староверов Н.Е., Грязнов А.Ю. Рентгенографическое изучение качества плодов и семян // Hortus bot. 2018. Т. 13. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=5022> (дата обращения: 15.05.2025). DOI: 10.15393/j4.art.2018.5022.

Ткаченко К.Г., Староверов Н.Е., Варфоломеева Е.А., Капелян А.И., Грязнов А.Ю. Рентгенографический метод контроля качества орешков видов рода *Rosa* L., интродуцированных в Ботаническом саду Петра Великого // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. 2019. Вып. 21. С. 39–57.

Ткаченко К.Г., Фирсов Г.А., Волчанская А.В. Качество семян *Aristolochia macrophylla* Lam. и *A. manshuriensis* Kom. в Санкт-Петербурге // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181, №2. С. 14-22. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-14-22.

Фирсов Г.А., Орлова Л.В., Хмарик А.Г. Род лиственница (*Larix* Mill., Pinaceae) в Ботаническом саду Петра Великого // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 11. Естеств. науки. 2016а. №1 (15). С. 6-15. DOI: 10.15688/jvolsu11.2016.1.1.

Фирсов Г.А., Хмарик А.Г., Малышева Е.Ф., Малышева В.Ф. Оценка состояния лиственницы (*Larix* Mill., Pinaceae) в Ботаническом саду Петра Великого в Санкт-Петербурге // Hortus bot. 2016б. Т. 11. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=3063> (дата обращения: 15.05.2025). DOI: 10.15393/j4.art.2016.3063.

Фирсов Г.А., Ткаченко К.Г., Волчанская А.В., Фадеева И.В. Влияние короткопериодных колебаний климата на репродуктивные способности древесных растений в Санкт-Петербурге // Сибирский лесной журнал. 2024а. №2. С. 84–102. DOI: 10.15372/SJFS20240210.

Фирсов Г.А., Волчанская А.В., Орлова Л.В., Ткаченко К.Г., Староверов Н.Е., Грязнов А.Ю. Ель Шренка (*Picea schrenkiana* Fisch. et C.A. Mey.) в Ботаническом саду Петра Великого // Hortus bot. 2024б. Т. 19. С. 38-54. DOI: 10.15393/j4.art.2024.9165.

Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

Шибанов С.А., Орлова Л.В., Фирсов Г.А. Современная коллекция представителей рода *Larix* Mill. в дендросадах Ботанического сада Санкт-Петербургского

лесотехнического университете имени С.М. Кирова (СПбГЛТУ) // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 237. С. 16–41.

Farjon A. World Checklist and Bibliography of Conifers. 2nd ed. Kew, 2001. 309 p.

Larix // The Plant List. URL: <http://theplantlist.org/Larix> (дата обращения: 02.02.2025a).

Larix // World Flora Online. URL: <https://wfoplantlist.org/Larix> (дата обращения: 02.02.2025b).

Tkachenko K., Firsov G., Volchanskaya A. Climate Warming and Changes in the Reproductive Capacity of Woody Plants // Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2021). 2022. Vol. 1. P. 573–580. DOI: 10.1007/978-3-030-91402-8_64.

References

Akimov P.A., Bulygin N.E. The most interesting trees and shrubs of the arboretum and park of the Leningrad Forest Engineering Academy named after S. M. Kirov. Leningrad: LTA Publ., 1961. 111 p. (In Russ.)

Andronov N.M. Trees and shrubs of the arboretum of the Leningrad Forest Engineering Academy named after S. M. Kirov. Leningrad: LTA Publ., 1962. 112 p. (In Russ.)

Averyanov A.S., Barchenkov A.P., Pimenov A.V., Sedelnikova T.S. Variability of morphological features of *Larix sibirica* Ledeb. cones in the south of Siberia. *Siberian Forestry Journal*, 2024, no. 1, pp. 13–20. DOI: 10.15372/SJFS20240102. (In Russ.)

Bobrov E.G. History and taxonomy of larches. *Komarov readings*, 1972, vol. 25, 96 p. (In Russ.)

Bobrov E.G. Forest-forming conifers of the USSR. Leningrad: Nauka. Leningrad branch, 1978. 180 p. (In Russ.)

Cherepanov S.K. Vascular plants of Russia and adjacent states. St. Petersburg: Mir i semya, 1995. 992 p. (In Russ.)

Gryaznov A. Yu., Staroverov N.E., Zhamova K.K., Kholopova E.D., Tkachenko K.G. Study of the quality of reproductive diaspores of species of the genus Apple (*Malus* Mill.) using microfocus radiography. *Transactions of the Kuban State Agrarian University*, 2015, no. 55, pp. 49–53. (In Russ.)

Gribov S.E., Karbasnikova E.B., Karbasnikov A.A. Comparative characteristics of various larch species using the example of the arboretum of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education “VGMHA named after N.V. Vereshchagin”. *Dairy Farming Bulletin*, 2015, no. 2 (18), pp. 13–19. (In Russ.)

Dylis N.V. Larch. Moscow: Lesnaya Promyshlennost, 1981. 97 p. (In Russ.)

Farjon A. World Checklist and Bibliography of Conifers. 2nd ed. Kew, 2001. 309 p.

Firsov G.A., Orlova L.V., Khmarik A.G. The genus larch (*Larix* Mill., Pinaceae) in the Peter the Great Botanical Garden. *Vestn. Volgograd state University. Ser. 11. Natural sciences*, 2016a, no. 1 (15), pp. 6–15. DOI: 10.15688/jvolsu11.2016.1.1 (In Russ.)

Firsov G.A., Khmarik A.G., Malysheva E.F., Malysheva V.F. Assessment of the state of larch (*Larix* Mill., Pinaceae) in the Peter the Great Botanical Garden in St. Petersburg. *Hortus bot.*, 2016b, vol. 11. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=3063> (accessed: May 15, 2025) DOI: 10.15393/j4.art.2016.3063 (In Russ.)

Firsov G.A., Tkachenko K.G., Volchanskaya A.V., Fadeeva I.V. The influence of short-period climate fluctuations on the reproductive abilities of woody plants in St. Petersburg. *Siberian Forest Journal*, 2024a, no. 2, pp. 84-102. DOI: 10.15372/SJFS20240210. (In Russ.)

Firsov G.A., Volchanskaya A.V., Orlova L.V., Tkachenko K.G., Staroverov N.E., Gryaznov A.Y. Schrenk's spruce (*Picea schrenkiana* Fisch. et C.A. Mey.) in the Peter the Great Botanical Garden. *Hortus bot.*, 2024b, vol. 19, pp. 38-54. DOI: 10.15393/j4.art.2024.9165. (In Russ.)

Kozoborodov A.S., Kashin V.I. On the issue of fruiting and seed quality of Siberian larch in the European North. *Larch forests of the Arkhangelsk region, their use and reproduction*: mat. of the region. work. meet. Arkhangelsk, 2002, pp. 122-124. (In Russ.)

Larix. *The Plant List*. URL: <http://theplantlist.org/Larix> (accessed: February 02, 2025a).

Larix. *World Flora Online*. URL: <https://wfoplantlist.org/Larix> (accessed: February 02, 2025b).

Milyutin L.I. Biodiversity of Russian larches. *Conifers of the boreal zone*, 2003, vol. 21, no. 1, pp. 6-9. (In Russ.)

Nikolaeva M.A., Orlova L.V., Krestyanov A.A., Kamatov D.N. Geographic variability of larch in experimental forest plantations of the Republic of Bashkortostan. *Siberian Forest Journal*, 2019, no. 1, pp. 30-43. DOI: 10.15372/SJFS20190103. (In Russ.)

Orlova L.V. Abstract of wild and some introduced species of the genus *Larix* Mill. (Pinaceae) of the flora of Eastern Europe. *News of taxonomy of higher plants*, 2012, vol. 43, pp. 5-19. DOI: 10.31111/novitates/2012.43.5. (In Russ.)

Orlova L.V., Byalt V.V., Firsov G.A. *Larix sibirica* Ledeb. f. *candelabriformis* L.V. Orlova, V.V. Byalt et G.A. Firsov, forma nova – a new form of Siberian larch from St. Petersburg. *Hortus bot.*, 2024, vol. 19. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=9005>. (accessed: May 10, 2025). DOI: 10.15393/j4.art.2024.9005. (In Russ.)

Pavlov I.N., Mironov A.G. Dynamics of sowing qualities of *Larix sibirica* Ledeb seeds in the plantations of southern Siberia from 1936 to 2000. *Conifers of the boreal zone*, 2003, no. 1, pp. 14-21. (In Russ.)

Pavlov I.N., Protopopova E.N. The influence of air pollution on the sowing qualities of seeds and the growth of Ulmaceae seedlings. *Protection and rational use of natural resources of Western Siberia*: mat. of the All-Russ. sci. conf. Tomsk, 1985, pp. 158-159. (In Russ.)

Pimenov A.V., Averyanov A.S., Sedelnikova T.S. Intraspecific variability of seed quality and seedling development of *Larix sibirica* Ledeb. in the sowing experience. *Siberian Forest Journal*, 2021, no. 3, pp. 17-26. DOI: 10.15372/SJFS20210302. (In Russ.)

Shibanov S.A., Orlova L.V., Firsov G.A. Modern collection of representatives of the genus *Larix* Mill. in the arboretums of the Botanical Garden of the St. Petersburg Forest Engineering University named after S.M. Kirov (SPbSFTU). *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoj Akademii*, 2021, iss. 237, pp. 16–41. (In Russ.)

Staroverov N.E., Gryaznov A.Yu., Zhamova K.K., Tkachenko K.G., Firsov G.A. Application of the microfocus radiography method for quality control of fruits and seeds – reproductive diaspores. *Biotechnosphere*, 2015, no. 6 (42), pp. 16–19. (In Russ.)

Tkachenko K.G. Features of the latent period of Mongolian almond and English almond. *Works on applied botany, genetics and breeding*, 2018, vol. 179, iss. 2, pp. 77–84. DOI: 10.30901/2227-8834-2018-2-77-84. (In Russ.)

Tkachenko K.G. An instrumental method for rapid assessment of fruit and seed quality. *Bulletin of the Voronezh Branch of the Russian Botanical Society*, 2024a, iss. 11, pp. 159–165. (In Russ.)

Tkachenko K.G. Climate and reproductive effort of woody plants. *Protection and rational use of forest resources: mat. of the XIII int. conf. Blagoveshchensk*, 2024b, pp. 10–20. (In Russ.)

Tkachenko K.G., Kapelyan A.I., Gryaznov A.Yu., Staroverov N.E. Quality of reproductive diaspores of *Rosa rugosa* Thunb. introduced in the Peter the Great Botanical Garden. *Bulletin of the BSI FEB RAS*, 2015, iss. 13, pp. 41–48. (In Russ.)

Tkachenko K.G., Firsov G.A., Gryaznov A.Yu., Staroverov N.E. *Abies semenovii* B. Fedtsch. in the Peter the Great Botanical Garden. *Hortus bot.*, 2016, vol. 11, pp. 111–119. DOI: 10.15393/j4.art.2016.2783. (In Russ.)

Tkachenko K.G., Staroverov N.E., Gryaznov A.Yu. X-ray study of fruit and seed quality. *Hortus bot.*, 2018, vol. 13. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=5022> (accessed: May 15, 2025). DOI: 10.15393/j4.art.2018.5022. (In Russ.)

Tkachenko K.G., Staroverov N.E., Varfolomeeva E.A., Kapelyan A.I., Gryaznov A.Yu. X-ray quality control method for nuts of the genus *Rosa* L. introduced in the Botanical Garden of Peter the Great. *Bulletin of the BSI FEB RAS*, 2019, iss. 21, pp. 39–57. (In Russ.)

Tkachenko K.G., Firsov G.A., Volchanskaya A.V. Quality of *Aristolochia macrophylla* Lam. and *A. manshuriensis* Kom. seeds in St. Petersburg. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 2020, vol. 181, no. 2, pp. 14–22. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-14-22. (In Russ.)

Tkachenko K., Firsov G., Volchanskaya A. Climate Warming and Changes in the Reproductive Capacity of Woody Plants. *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2021)*. 2022, vol. 1, pp. 573–580. DOI: 10.1007/978-3-030-91402-8_64.

Материал поступил в редакцию 11.07.2025

Шибанов С.А., Ткаченко К.Г. Опыт оценки качества семян представителей лиственниц (*Larix* Mill.) ботанического сада СПбГЛТУ методом рентгенографии // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2026. Вып. 258. С. 128–143. DOI: 10.21266/2079-4304.2026.258.128-143

Семенная продуктивность и качество семян обуславливают выживание вида в местах его произрастания. Оценка выполненности (доброкачественности) семян некоторых видов рода *Larix* Mill., произрастающих в дендрарии Ботанического сада Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, является важным показателем успешности интродукции этих видов в условиях г. Санкт-Петербурга. Данное сообщение посвящено исследованию и оценке качества семян представителей рода *Larix* современным рентгеноскопическим методом. Показано, что на разных ярусах формируются семена разного качества; процент хороших, выполненных, жизнеспособных семян не превышает 10-15. Этот показатель мог бы быть выше, если бы семена не поражал наездник лиственничный *Eurytoma laricis*.

Ключевые слова: Ботанический сад, СПбГЛТУ, коллекция древесных растений, рентгеноскопия плодов и семян, вредители семян, энтомофаги, *Eurytoma laricis*, наездник лиственничный.

Shibanov S.A., Tkachenko K.G. The experience of assessing the seed quality of *Larix* Mill. representatives in the Botanical garden of St. Petersburg State Forest Technical University by X-ray method. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2026, iss. 258, pp. 128–143 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2026.258.128–143

Seed productivity and seed quality determine the survival of the species in the places of its growth. Evaluation of the seed maturity of some species of the genus *Larix* Mill. growing in the arboretum of the Botanical Garden of the St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov is an important indicator of the success of the introduction of these species in the conditions of St. Petersburg. This report is devoted to the study and evaluation of the seed quality of representatives of the genus *Larix* using a modern X-ray method. It was showing that seeds of different quality forming at different tiers; the percentage of good, mature, viable seeds does not exceed 10-15. This figure could be higher if the seeds were not affecting by the larch wasp *Eurytoma laricis*.

Keywords: Botanical Garden, St. Petersburg State Technical University, St. Petersburg, collection of woody plants, X-ray examination of fruits and seeds, seed pests, entomophages, *Eurytoma laricis*, larch rider.

ШИБАНОВ Сергей Александрович – заведующий отделом Дендросад Ботанического сада Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: s.schibanov2017@yandex.ru

SHIBANOV Sergey A. – Head of the Arboretum Department, Botanical Garden, St. Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: s.schibanov2017@yandex.ru

ТКАЧЕНКО Кирилл Гаврилович – заведующей семенной лабораторией Ботанического сада Петра Великого БИН РАН. ORCID: 0000-0001-6841-6561.

197022, ул. Профессора Попова, д. 2, Санкт-Петербург Россия. E-mail: Ktkachenko@binran.ru

TKACHENKO Kirill G. – Head of Seeds Laboratory, Peter the Great Botanical Garden, V.L. Komarov Botanical Institute of the RAS. ORCID: 0000-0001-6841-6561.

197022. Professora Popova str. 2. St. Petersburg. Russia. E-mail: Ktkachenko@binran.ru