

**М.А. Николаева, Л.В. Орлова, А.В. Жигунов, С.А. Николаев,
М.С. Беглецов**

ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ЛИСТВЕННИЦЫ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. Лиственница – одна из ценнейших лесообразующих пород России, быстрорастущая и высокопродуктивная, устойчивая к болезням, с высокими техническими характеристиками древесины. Произрастая в разных эколого-климатических и эдафических условиях, она обладает высокой экологической пластичностью. Лиственнице свойственна способность легко гибридизировать в природных условиях; в результате спонтанного переопыления наблюдается значительная изменчивость признаков и возникает генетическая нестабильность вида [Милютин, 2003; Ирошников, 2004; Багаев, 2015]. В то же время морфологические признаки генеративных органов являются определяющим средством для выявления дифференциации между видами и имеют большое таксономическое значение [Дылис, 1981; Ирошников, 2004]. Всё это создаёт предпосылки для изучения географической изменчивости и особенностей развития видов рода *Larix* Mill. в опытных географических культурах с целью дальнейшего внедрения перспективных климатипов в производственные посадки, в том числе за пределами ареала.

На северо-западе России, вне естественного ареала лиственницы, мировую известность имеет «Линдуловская роща», первым посадкам которой скоро исполнится 300 лет. В культурах 1743 г. посадки запас древесины лиственницы составлял более 1,5 тыс. м³/га [Тимофеев, 1961]. Одной из главных причин высокой продуктивности искусственно создаваемых лиственничных древостоев являются удачно подобранные условия местопроизрастания, причём наиболее хорошо развитые лиственницы находятся по краям участков и на крутых склонах оврагов [Редько, Мялкёнен, 2003].

К настоящему времени создана обширная база данных по географическим культурам лиственницы (ГКЛ) и накоплен немалый опыт по созданию лиственничных насаждений [Шутяев, 2011; Корешков, Царёва, 2021].

Проф. В. П. Тимофеев [1977] утверждал, что удалённость места заготовки семян лиственницы в направлении «запад-восток» не имеет большого значения. При культивировании лиственницы необходимо учитывать её вид, в пределах вида – географическое происхождение и наследственные особенности экотипов [Тимофеев, 1947; Шутяев, 2011]. В Западном Подмоскowie высокую продуктивность показывают *Larix polonica* Racib., *L. decidua* Mill. f. *sudetica* и *L. kaempferi* (Lamb.) Carrière [Мерзленко и др., 2018], в условиях Центральной лесостепи – *L. sukaczewi* Dylis, syn. *L. archangelica* Laws., *L. decidua* Mill. из Прибалтики и *L. sibirica* Ledeb. из Хакасии [Галдина, 2018], в Башкирском Предуралье – *L. archangelica* башкирского происхождения, в первую очередь, из Хамитовского района, а также *L. sibirica* хакасско-сонского климатипа; большое значение имеет соответствие высот над уровнем моря в районах заготовок и использования семян [Николаева и др., 2019]. В Приморском крае преимущество имеют «океанические» виды *L. olgensis* A. Henry и *L. amurensis* Kolesn. ex Dylis [Усов, Попков, 2020]. В Красноярской лесостепи потомства горных климатипов *L. sibirica* с факторами стресса (дефицит увлажнения, бедность почв и др.) показывают замедленный темп роста [Кузьмин и др., 2021].

Изучение ГКЛ широко проводится в Швеции, Германии, Дании, Чехии, Словакии, Словении, Японии, Канаде, на Украине [Шутяев, 2011; Martinsson, 1995; Karlman et al., 2011]. В северной части Финляндии (Kivalo) лучшая приживаемость отмечалась в культурах *L. sibirica* Ledeb. и *L. gmelinii*, syn. *L. dahurica* Laws. происхождением из России; лучший прирост в высоту – в потомстве *L. gmelinii* происхождением с севера Магаданской обл.; в южной части Финляндии (Punkaharju) превосходный рост по высоте имела *L. gmelinii* из южной части своего ареала [Lukkarinen et al., 2010]. В рамках международных проектов, ГКЛ, заложенные с использованием единого семенного материала, в том числе из 19 регионов России, известны в Норвегии, Китае, Исландии, Швеции, США, в нашей стране – в Коми и Архангельской обл. [Abaimov et al., 2002; Karlman and Martinsson, 2005].

Доказано, что отбор лучших климатипов может служить основой для организации лесосеменного дела на популяционном уровне [Шутяев, 2011]. Однако новое Лесосеменное районирование [Приказ МПР РФ от 2022 г.] не учитывает возможность создания лесных культур за пределами естественного распространения ареала лиственницы (согласно прежнему Лесосеменному районированию [1982] лиственница в Ленинградской обл. относилась к Ленинградскому лесосеменному району № 54и).

Цель исследований: оценка перспективности внедрения различных видов лиственницы в практику плантационного выращивания в Ленинградской обл.

Объект и методика исследований. Географические культуры лиственницы были заложены по программе Всесоюзной лесосеменной станции весной 1972 г. на территории Гостилицкого участкового лесничества Ломоносовского лесничества (59°40'16" с.ш. 29°39'15" в.д.).

Высота над уровнем моря – 140 м. Сумма температур выше 10°C – 1700–1800 °C. Среднегодовое количество осадков – 632–640 мм.

Объект площадью 13 га создан на землях бывших сельхозугодий и представлен в 2-кратной повторности. Рельеф – слабо выраженный склон северной экспозиции, с небольшим понижением во второй повторности. Почвы дерново-карбонатные свежие. Тип условий произрастания – С₂. Обработка почвы – сплошная вспашка осенью 1970–1971 гг. 3-отвальным плугом ПЛН-3-35 на глубину 25–30 см. Культуры были заложены семенными потомствами 23 климатипов. Посадка выполнялась 2-летними сеянцами под лопату, блоками; общее число блоков – 90. Площадь одного блока – 0,12 га; ширина междурядий – 3–4 м, шаг посадки – 3 м. Между блоками вдоль и поперек устроены разрывы шириной 6 м.

Уходы проводили в год посадки и на следующий год. Через год после закладки опыта приживаемость культур в среднем по объекту составила 30%. В 1980 г. участок был дополнен елью (*Picea abies* (L.) H. Karst.) по посадочным местам выпавших саженцев лиственницы. В последующие 10 лет рубками ухода удаляли поросль лиственных и самосев хвойных пород. К 1999 г. погибли или были на грани усыхания потомства климатипов *Larix sibirica* происхождением из Республик Бурятия, Тыва, Чувашия, Якутия, из Забайкалья, Восточного Казахстана, Московской обл., и *L. dahurica* – из Бурятии и Магаданской обл. [Николаева и др., 2011].

В 2022 г. выполнена инвентаризация сохранившихся 14 потомств.

В культурах представлены виды лиственницы: европейская (*Larix decidua* Mill.), архангельская (*L. archangelica* Laws., syn. *L. sukaczewi* Dylis), сибирская (*L. sibirica* Ledeb.), даурская (*L. dahurica* Laws., syn. *L. gmelini* (Rupr.) Kuzen.), Комарова (*L. komarovii* Kolesn.), амурская (*L. amurensis* Kolesn. ex Dylis), камчатская (*L. kamtschatica* (Rupr.) Carriere, syn. *L. kurilensis* Mayr), принца Рупрехта (*L. principis-rupprechtii* Mayr) (табл. 1).

Латинские названия и авторы таксонов выверены по международным электронным базам данных Plants of the World (POWO) и IPNI.

Таблица 1

Характеристика происхождений климатипов лиственницы, представленных в географических культурах Ломоносовского лесничества

Characteristics of the origins of larch climatypes represented in the provenance trials of the Lomonosov forestry

Количество учтенных блоков	Происхождение материнского климатипа				
	район заготовки шишек	насаждение*	высота над у.м., м	$\sum t > 10\text{ }^{\circ}\text{C }^{\circ}\text{C}$	\sum годовых осадков, мм
<i>Larix decidua</i> Mill.					
1	Республика Латвия	иск.	100–150	2100–2200	620
<i>Larix archangelica</i> Laws.					
3	Архангельская обл., Холмогорское леснич-во, Ломоносовское уч. л-во	ест.	≤ 40	1210	600–650
<i>Larix archangelica</i> Laws. и <i>Larix sibirica</i> Ledeb.					
9	Челябинская обл.	ест.	100–500	1800–2000	400–500
2	Владимирская обл.	иск.	~ 150	2100–2200	550
<i>Larix sibirica</i> Ledeb.					
3	Республика Башкортостан	ест.	400–800	1900–2300	450–600
6	Иркутская обл.	ест.	400–800	1200–1600	400–500
3	Республика Алтай	ест.	300–1000	1600–2000	200–600
3	Красноярский край	ест.	300–1000	800–1800	350–450
<i>Larix dahurica</i> Laws.					
4	Читинская обл.	ест.	500–900	1000–1700	300–800
<i>Larix komarovii</i> Kolesn.					
3	Хабаровский край	ест.	200–1000	800–1500	500–700
<i>Larix amurensis</i> Kolesn. ex Dylis					
3	Амурская обл., Зейский заповедник	ест.	400–1000	1420–1500	560–580
<i>Larix kamtschatica</i> (Rupr.) Carriere					
3	Сахалинская обл., южная часть (далее – ю)	ест.	50–400	1300–1700	800–1000
<i>Larix principis-rupprechtii</i> Mayr					
3	Амурская обл., Нюкжа	ест.	600–700	1300–1500	500–600
1	Сахалинская обл., северная часть (далее – с)	иск.	50–150	800–1600	600–800

Примечание: * – происхождение насаждения: иск. – лесные культуры, ест. – насаждение естественного происхождения; климатические данные и высота над уровнем моря приведены ориентировочно, на основании «Атласа России» [2008], Лесосеменного районирования [1982], с учётом сведений о происхождении климатипов из статей [Кузьмин и др., 2021; Пак, 2021].

До проведения полевых работ в 2022 г. дальневосточные потомства происхождением из Хабаровского края, Амурской и южной части Сахалинской обл. были причислены либо к *Larix sibirica*, либо к *L. dahurica*. Поэтому, для уточнения видового статуса и изучения генеративных особенностей лиственницы, в октябре 2023 г. впервые были собраны зрелые шишки в потомствах 10 климатипов. Шишки собирали в опаде и с нижних веток, иногда с веткой, в количестве 3–15 шт. на вариант; в блоке, представленном *L. principis-rupprechtii* происхождением из Сахалинской обл. – в количестве 50 шт. Морфологический анализ шишек выполнен на основании определения формы, опушения, размеров (в средней части) зрелых шишек и семенных чешуй, степени выпуклости и формы верхнего края семенной чешуи, числа семенных чешуй и числа парастих в шишке. При определении таксонов использованы 3d-изображения зрелых шишек [Галерея трехмерных...].

В 50-летних культурах (биологический возраст – 52 года), в пределах указанных вариантов, выполнен очередной сплошной перечёт всех живых и сухостойных деревьев. Анализ сохранности, роста, состояния, продуктивности потомств осуществлялся в зависимости от видовой принадлежности лиственницы и географического положения районов заготовки семян и района закладки культур.

Сохранность по потомству, выраженная в процентах, установлена как отношение числа живых деревьев к фактическому числу посадочных мест. На основании оценки комплекса визуальных признаков (густота и ажурность кроны, степень усыхания ветвей, качество ствола) выполнено детальное обследование культур; определена категория состояния каждого дерева и средневзвешенный балл R по каждому из потомств [Воронцов и др., 1991]. У всех живых деревьев на высоте 1,3 м замерен диаметр стволов с точностью до 1,0 см. Оценка уровня изменчивости диаметров дана по шкале С.А. Мамаева [1970]. Высота замерена высотомером *Suunto* с точностью до $\pm 0,1$ м, пропорционально числу деревьев по ступеням толщины, в количестве 15 шт.; в вариантах с меньшим числом лиственниц замерены все высоты. На основании средних значений диаметров $D_{1,3}$ и высот, с применением таблиц проф. Н.В. Третьякова [1952], по каждому варианту (потомству) определен средний объём ствола одного дерева, площадь сечения стволов и запас стволовой древесины в пересчёте на 1 га. Класс бонитета по потомству определён по шкале проф. М.М. Орлова. Ранговое положение потомств определено с учётом параметров их роста, сохранности и продуктивности.

Результаты исследований обработаны с помощью программы Excel 97-2003, с применением методов вариационной статистики [Бондаренко, Жигунов, 2016]. Значимость коэффициента корреляции определена по *t*-критерию Стьюдента.

Результаты исследований и обсуждение. Видовой состав лиственниц, представленных на данном объекте, довольно разнообразен. Так, согласно системе Е.Г. Боброва [1972], представленные виды относятся к разным видовым рядам (*Larix sibirica* и *L. archangelica* – к ser. *Eurasiaticae* Sukacz., *L. dahurica* и *L. principis-rupprechtii* – к ser. *Paucisquamatae* Sukacz., *L. komarovii* входит в ряд *Olgensiformes* Kolesn., *L. amurensis* и *L. kamtschatica* – *Kaempferianae*). Соответственно, они обладают различными ареалами распространения, разной морфологией генеративных органов, по-разному реагируют на интродукцию за пределы ареала.

Высокой урожайностью шишек характеризуется только сахалинское потомство *Larix principis-rupprechtii*. Среднюю урожайность имели челябинское, владимирское, иркутское и южно-сахалинское потомства; в башкирском, читинском, хабаровском и в амурских потомствах урожай шишек был слабый или очень слабый. Описание морфологических характеристик шишек, на основании которого уточнена видовая принадлежность лиственниц, соответствует более ранним опубликованным данным [Орлова 2012; Орлова, 2021].

Установлено, что потомства происхождением из Челябинской и Владимирской обл. представлены двумя видами – *L. archangelica* Laws. и *L. sibirica* Ledeb., и их гибридными формами. Шишки продолговатой или широкояйцевидной формы, размером 22–35 мм длиной (далее дл.), 19–25 мм толщиной (далее толщ.), с числом семенных чешуй 20–28, 4–5 рядов парастих. *L. archangelica* отличается от типичной *L. sibirica* более широкими (13–18 мм шир.), толстыми, отчетливо ложковидными, широкозакруглёнными семенными чешуями, загнутыми внутрь по верхнему краю, при основании шишки – гораздо более крупными, чем остальные чешуи. Семенные чешуи шишек *L. sibirica*, в том числе башкирского и иркутского происхождений, 11–14 мм шир., прямые или неясно ложковидные, по верхнему краю закруглённые, примерно одного размера, у старых шишек часто растрескавшиеся.

Шишки *L. dahurica* Laws. читинского климатипа отличаются от шишек *L. archangelica* и *L. sibirica* иной формой – цилиндрической или широкоцилиндрической, – более мелкими размерами (18–21 мм дл. и 0,8–13 мм толщ.), меньшим числом семенных чешуй (10–16) и парастих

(3–5 рядов). Семенные чешуи не сильно раскрывающиеся, отклонённые от оси шишки под небольшим углом, 5–8 мм дл. и 4–7 мм шир., зауженные кверху, по верхнему краю усечённые или слегка выемчатые, по спинке прямые.

Самое большое в России разнообразие видов и форм рода *Larix* наблюдается на Российском Дальнем Востоке, что осложняет их видовое описание [Адрианова и др., 2015].

Шишки *L. amurensis* Kolesn. ex Dylis, происхождением из Амурской обл., мельче, чем у *L. dahurica*, размером 12–17 мм дл., шаровидные или яйцевидно-шаровидные, с сильно раскрывающимися, зауженными кверху семенными чешуями, ложковидными по спинке, усечёнными и слегка выемчатыми по верхнему краю.

Ареал *L. komarovii* Kolesn. приурочен к восточному мегасклону Сихотэ-Алиня, между Тернейским и Шкотовским районами Приморского края. Одно из самых северных зарегистрированных мест произрастания находится в Хабаровском крае, в низовьях реки Амур, в окрестностях пос. Б. Санники [Егоров и др., 2019]. Шишки широкояйцевидные или шаровидные, 1,8–2,1 см дл. и толщ., рыхлые. Семенные чешуи очень слабо опушённые, по верхнему краю часто волнистые, прилегают к оси шишки под углом 45–60°.

Родина *Larix kamschatica* (Rupr.) Carrière – южный Сахалин и российские Курильские острова. Автор вида (Ф. Рупрехт) указывает на отличительные от лиственницы японской (*Abies leptolepis*, syn. *Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière) признаки: более мелкие шишки, иная форма семенных чешуй. Шишки южно-сахалинского климатипа широко раскрытые, почти шаровидные, 16–20 мм дл. и толщ., число семенных чешуй – 14–26, в 4–5 рядах парастих; семенные чешуи 9–12 мм дл. и 8–9 мм шир., со слабо выемчатым, закруглённым или усечённым, иногда немного наружу отогнутым верхним краем, по спинке немного выпуклые, голые.

Larix principis-rupprechtii Mayr естественно произрастает в Северном Китае (провинции Шаньси, Чжили и Жэхэ), причём встречается в природе нечасто [Бобров, 1972]. В «World Checklist and Bibliography of Conifers» [Farjon, 2001] принят в ранге разновидности как *L. dahurica* var. *principis-rupprechtii* (Mayr) Rehder & E.H.Wilson, в международной базе Plants of the World Online (POWO) – как *L. gmelinii* var. *principis-rupprechtii* (Mayr) Pilger. Е.Г. Бобров [1972] рассматривает *L. principis-rupprechtii* Mayr как самостоятельный вид с определенно очерченным ареалом и особой морфологией шишек. Нельзя не отметить факт, что бли-

жайшие местонахождения *L. dahurica* находятся на расстоянии 1000 км к северу, а западная граница распространения *L. olgensis* лежит восточнее на 600–800 км. Шишки *L. principis-rupprechtii* в потомстве северо-сахалинского климатипа продолговато-цилиндрические, крупные (20–28 мм дл., 20–25 мм толщ.) с большим числом чешуй (28–44) в 5–7 рядах парастих; семенные чешуи сильно отклонённые, 10–13 мм дл. и 8–12 мм шир. (рис. 1).



Рис. 1. Шишки дальневосточных видов рода *Larix* в географических культурах Ломоносовского лесничества (слева направо): *L. dahurica* (читинское потомство), *L. amurensis* (амурское-зейское), *L. kamtschatica* (южно-сахалинское), *L. komarovii* (хабаровское), *L. principis-rupprechtii* (северо-сахалинское)

Fig. 1. Cones of Far Eastern species of the genus *Larix* in the provenance trials of the Lomonosov forestry (from left to right): *L. dahurica* (Chita progeny), *L. amurensis* (Amur-Zeytskoe), *L. kamtschatica* (South-Sakhalin), *L. komarovii* (Khabarovsk), *L. principis-rupprechtii* (North-Sakhalin)

Сохранность, состояние и рост потомств. Учитывая данные предыдущих исследований [Николаева и др., 2011], известно, что в 5-летних культурах (1977 г.), в которых изначально было представлено 23 варианта, средняя сохранность по объекту составляла 22%, причём высокой сохранностью (38–49%) отличались потомства происхождения из Читинской обл. (*Larix dahurica*) и с Дальнего Востока (*L. principis-rupprechtii*). Сохранность в пределах 26–35% наблюдалась у *L. sibirica* и *L. archangelica* происхождением из Архангельской, Владимирской, Челябинской и Иркутской обл., из Башкирии и Красноярского края, *L. komarovii* – из Хабаровского края и *L. amurensis* – из Амурской обл.; потомства *L. decidua* латвийского, *L. sibirica* алтайского и *L. kamtschatica* сахалинского климатипов имели сохранность не более 21% (рис. 2).

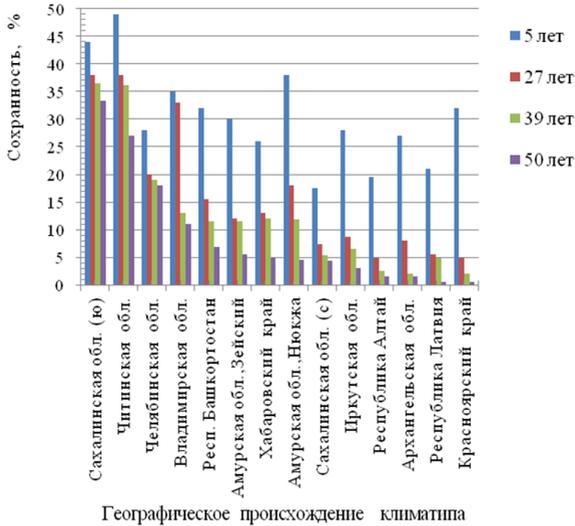


Рис. 2. Динамика сохранности потомств лиственницы
 Fig. 2. Dynamics of preservation of larch progeny

К 5–10-летнему возрасту культур сохранность практически стабилизировалась только в северо-сахалинском, читинском, владимирском и челябинском потомствах. В возрасте жердняка сохранность, в зависимости от варианта, варьировала в значительных пределах: от 4,8% до 38% (учёт 1999 г.) и от 2 до 36,5% (учёт 2010 г.). К 38–40-летнему возрасту культур сохранность более 30% наблюдалась только у северо-сахалинского и читинского потомств.

В культурах, достигших 50-летнего возраста, только в четырех потомствах (северо-сахалинское, читинское, челябинское и владимирское) сохранность выше 10%, причём северо-сахалинское и читинское на протяжении всего периода развития сохраняют позиции лучших. В потомствах латвийского (*Larix decidua*) и красноярского (*L. sibirica*) происхождений отмечены единичные живые особи. Оставшиеся варианты имеют сохранность менее 7%.

На основании рекогносцировочного обследования культур установлено, что большинство потомств (архангельское, владимирское, башкирское, иркутское, алтайское, хабаровское, южно-сахалинское, читинское, амурские), представленных в количестве, не превышающем 28 живых особей, характеризуются сильно ослабленным состоянием (табл. 2).

Таблица 2

Распределение потомств лиственницы по категориям состояния
Distribution of larch offspring by condition category

Район заготовки шишек	Кол-во деревьев (1–5 кат.), шт.	Категория состояния						Ср.- взвеш. балл R
		здоро- вые	ослаб- ленные	сильно ослаб- ленные	усыхающие	сухой		
						теку- щий	прошлых лет	
<i>Larix archangelica</i> Laws.								
Архангельская обл.	7	–	2	2	2	1	8	3,29
<i>Larix archangelica</i> Laws. и <i>Larix sibirica</i> Ledeb.								
Челябинская обл.	215	87	67	36	14	11	23	2,04
Владимирская обл.	32	6	4	12	6	4	14	2,94
<i>Larix sibirica</i> Ledeb.								
Респ. Башкортостан	28	5	8	8	5	2	23	2,68
Иркутская обл.	27	2	10	11	1	3	37	2,74
Респ. Алтай	7	–	4	2	–	1	8	2,71
<i>Larix dahurica</i> Laws.								
Читинская обл.	143	19	57	45	15	7	64	2,54
<i>Larix komarovii</i> Kolesn.								
Хабаровский край	12	1	3	6	2	–	18	2,75
<i>Larix amurensis</i> Kolesn. ex Dylis								
Амурская о., Зейский	23	1	8	8	4	2	36	2,91
<i>Larix kamtschatica</i> (Rupr.) Carriere								
Сахалинская обл. (ю)	21	2	7	9	–	3	18	2,76
<i>Larix principis-rupprechtii</i> Mayr								
Амурская о., Нюкжа	23	1	8	5	3	6	16	3,22
Сахалинская обл. (с)	42	16	16	10	–	–	7	1,86

Последняя особь *L. decidua* на данный момент не имеет повреждений; единственная лиственница (*L. sibirica*) красноярского климатипа – на грани усыхания. Северо-сахалинское и челябинское потомства, напротив, наиболее устойчивы и на 75–76% представлены здоровыми или незначительно угнетенными особями. Однако северо-сахалинские лиственницы зачастую имеют многовершинность или двустовность.

Наиболее часто встречаемый порок – ажурность кроны (без признаков пожелтения хвои в период обследования), реже – многовершинность, многоствольность и кривизна ствола. Многовершинность связана как с механическими повреждениями (в результате ветро- или снеголома), так и с индивидуальными особенностями формирования кроны. Образование нескольких стволов, формирующихся на высотах 0,5–1,5 м от уровня земли, объясняется обмерзанием верхушечной почки и центрального побега в раннем возрасте, что может привести к искривлению и наклону стволов в более старшем возрасте. Кривизна стволов, чаще выраженная саблевидной формой, отмечалась во всех вариантах (за исключением владимирского), с максимальной долей участия (17–24%) в сахалинских потомствах. Пасынок – редко, до 4% в читинском потомстве; морозобоина и сухобокость – единично, в иркутском и хабаровском потомствах. Раковые поражения ствола встречались тоже единично, в иркутском – одно, в читинском – три дерева. Есть вероятность, что это ступенчатый рак, вызываемый грибом *Lachnellula* P. Karst. Гриб *Lachnellula* поражает лиственницу возрастом до 20–25 лет; распространяется исключительно аскоспорами, попадая на стволовую рану (через повреждение морозом, животными и т. п.), прорастая и заражая живые ткани дерева; в результате этого заражения часть особей могла выпасть ко времени текущих исследований.

Прослежена достоверная связь между сохранностью и состоянием потомств ($r = -0,56 \pm 0,182$, $t_{\text{факт}} = 3,09$, при уровне значимости $p = 0,01$ $t_{\text{табл}} = 2,78$): чем выше сохранность, тем ниже доля участия сильно ослабленных и усыхающих деревьев; лучшее состояние лиственницы соответствует более успешному её росту ($r = -0,50 \div -0,60$, $t_{\text{факт}} = 2,49 \div 3,51$, при $p = 0,05$ $t_{\text{табл}} = 2,06$).

Первый раз оценка роста культур выполнялась в 39-летних культурах; выделялись потомства, имевшие лучшую сохранность [Николаева, 2011], но связь между сохранностью и ростом прослеживалась слабая. Текущие исследования (культурам 50 лет) достоверно свидетельствуют об усилении связи между этими показателями, особенно с ростом по высоте ($r = 0,67 \pm 0,147$, $t_{\text{факт}} = 4,56$, при $p = 0,001$ $t_{\text{табл}} = 3,71$). Самый преуспевающий рост наблюдается в потомствах *Larix principis-rupprechtii* и *L. kamschatica* происхождением с северной части о-ва Сахалин (табл. 3).

Северо-сахалинское потомство достоверно опережает по диаметру большинство вариантов ($t_{\text{факт}} = 3,84 \div 8,08$ при $p = 0,001$ и $t_{\text{табл}} = 3,45 \div 3,46$), но челябинское потомство при $p = 0,05$ ему не уступает.

Таблица 3

**Таксационная характеристика потомств лиственницы
в 50-летних географических культурах**
Taxation characterization of larch progeny in 50-year provenance trials

Район заготовки шишек	Средние параметры роста			Площадь сечения стволов S, м ² /га	Объём ствола V, м ³	Бони- тет
	диаметр		высота H, м min–max			
	N, шт.	D _{1,3} , см min–max				
<i>Larix decidua</i> Mill.						
Респ. Латвия	1	29,0*	20,7	–	0,640	–
<i>Larix archangelica</i> Laws.						
Архангельская обл., Холмогорское л-во	6	28,33* 19–29	18,9 14,0–23,2	1,05	0,560	I
<i>Larix archangelica</i> Laws. и <i>Larix sibirica</i> Ledeb.						
Челябинская обл.	204	31,39 ± 0,53 14–54	22,6 13,9–26,5	14,63	0,808	Ia
Владимирская обл.	28	27,96 ± 1,06 18–35	20,5 16,9 – 22,5	7,21	0,591	I
<i>Larix sibirica</i> Ledeb.						
Респ. Башкортостан	26	27,71 ± 1,18 20–48	20,0 17,0 – 25,0	4,35	0,566	I
Иркутская обл.	24	28,96 ± 0,88 22–36	21,5 19,0 – 24,5	2,19	0,663	Ia
Респ. Алтай	6	28,67* 23–35	19,2 17,5–21,6	1,11	0,582	I
Красноярский край	1	28,00*	20,8	–	0,599	-
<i>Larix dahurica</i> Laws.						
Читинская обл.	136	24,10 ± 0,53 14–39	20,5 13,5–26,0	12,94	0,449	I
<i>Larix komarovii</i> Kolesn.						
Хабаровский край	12	22,58* 14–40	17,8 11,0–22,5	1,33	0,349	II
<i>Larix amurensis</i> Kolesn. ex Dylis						
Амурская обл., Зей- ский заповедник	21	24,62 ± 0,88 18–33	18,2 14,0–21,5	2,76	0,417	I
<i>Larix kamschatica</i> (Rupr.) Carriere						
Сахалинская обл. (ю)	18	32,56* 17–48	21,1 18,0–24,5	4,16	0,812	Ia
<i>Larix principis-rupprechtii</i> Mayr						
Амурская обл., Нюкжа	17	25,16* 16 – 33	20,1 14,0–25,0	2,37	0,477	I
Сахалинская обл. (с)	42	34,64 ± 1,19 21–52	25,6 20,6–28,7	33,03	1,094	Ia

Примечание: * ошибка среднего > 5%

Уровень изменчивости диаметров чаще повышенный – 21–27% (башкирское, читинское, челябинское, сахалинские), реже средний – 15–18% (иркутское, владимирское), за исключением хабаровского варианта, в котором при малом числе живых лиственниц вариабельность данного признака высокая, достигающая 38%.

В обоих сахалинских и челябинском потомствах более половины лиственниц имеют толщину стволов не менее 30 см; эти же варианты оцениваются максимальными средними значениями объёма ствола. Максимальные высоты (28,0–28,7 м) были замерены только в северо-сахалинском потомстве *L. principis-rupprechtii*. Среди успешно растущих потомств *L. sibirica* следует выделить иркутское и башкирское, которые по диаметру мало различимы, но лиственница происхождения из Иркутской обл. в данных условиях в среднем выше, чем лиственница из Башкирии. Потомство *L. dahurica* из Читинской обл. сохраняет замедленный темп роста по диаметру, что закреплено на наследственном уровне. Самые отстающие по росту и объёму стволов лиственницы отмечены в потомствах *L. komarovii* и *L. amurensis*.

В 50-летних культурах потомство климатипа *L. principis-rupprechtii* происхождением из Сахалинской обл. обладает запасом стволовой древесины 352 м³/га и по всем параметрам является лидером. Сахалинские потомства – *L. principis-rupprechtii* и *L. kamschatica* (последнее имеет V ранг), демонстрируют разную адаптационную способность к новым условиям произрастания, что зависит как от факторов происхождения, так и от проявления признаков генотипа. II ранг занимает потомство из Челябинской обл. (152 м³/га), III – из Читинской обл. (127 м³/га). Оставшиеся потомства имеют запас менее 69 м³/га.

Larix sibirica внутри своего ареала размещена очень неравномерно, заселяя прежде всего южную часть, представленную горными системами Алтая, Саян, прибайкальских хребтов [Дылис, 1981]. Сильно ослабленное состояние лиственницы в потомствах *L. sibirica* из Иркутской обл. (VI ранг), Башкирии (VI), Алтая (VIII), Красноярского края (IX), а также *L. amurensis* и *L. principis-rupprechtii* из Амурской обл. (VI), *L. komarovii* из Хабаровского края (VII) определяется их происхождением: высокогорные районы и районы с недостаточным количеством осадков и тепла.

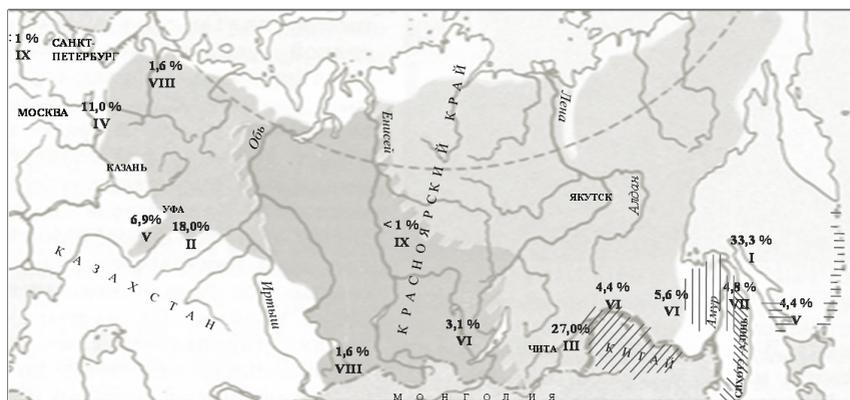
Полученные результаты соответствуют данным исследований на другом объекте ГКЛ Ленинградской обл., который был заложен в 1981 г. в Сиверском лесхозе. *L. dahurica* из Охотского лесхоза Хабаровского края к 20-летнему возрасту выпала полностью; очень низкая сохранность (1–3%) была у потомств *L. sibirica* из районов с высотами над у.м. 500–700 м, про-

исхождением из Учалинского и Белорецкого лесхозов Башкирии и из Кагугского лесхоза Иркутской обл. [Николаева и др., 2006].

Сильно ослабленное состояние *L. archangelica* в потомстве происхождения из Холмогорского лесничества Архангельской обл. (VIII ранг) является следствием местонахождения родительского климатипа севернее 64° с.ш. и меньшей теплообеспеченности по сравнению с районом испытания; возможно, имеет значение меньшая высота над уровнем моря. Так, лиственница в Линдуловской роще на самых старых участках посадок тоже имеет архангельское происхождение, однако роща расположена на высоте 50 м над у.м. и 23 м над уровнем р. Рощинки, что соответствует высоте над у.м. в местах заготовки семян.

L. decidua теряет свою устойчивость (IX ранг) вследствие расположения блока с высаженными растениями на участке с понижением рельефа и, как следствие, ухудшением условий произрастания.

Опираясь на данные о местонахождении родительских климатипов и учитывая их видовую принадлежность, на карте России показаны сохранность и ранговое положение исследованных потомств (рис. 3).



Ареалы распространения видов лиственницы
Larch species distribution areas

- – *Larix archangelica* Laws., ■ – *L. sibirica* Ledeb., □ – *L. dahurica* Laws.,
- //// – *L. principis-rupprechtii* Mayr, |||| – *L. amurensis* Kolesn. ex Dylis,
- \\\\\\\\ – *L. komarovii* Kolesn., |||| – *L. kamtschatica* (Rupr.) Carriere

Рис. 3. Сохранность (%) и ранговое положение (I-VIII) потомств различных видов лиственницы в 50-летних географических культурах Ленинградской обл.

Fig. 3. Preservation (%) and rank position (I-VIII) of progeny of different larch species in 50-year provenance trials of Leningrad region

Видно, что потомства, испытываемые в ГКЛ Ломоносовского лесничества Ленинградской обл. (ЛО), представлены происхождениями от крайне западных до восточных границ России с различной видовой принадлежностью. Несмотря на низкую сохранность в целом по объекту, получен важный результат, подтверждающий утверждение проф. В.П. Тимофеева [1977], что удалённость мест заготовок от места испытания семян лиственницы в направлении «запад-восток» не влияет на успешность развития потомств в будущем. Переброски семян в направлении «север-юг» имеют значение в совокупности с факторами климата.

Выводы. На основании исследований ГКЛ, заложенных в 1972 г. в Ломоносовском лесничестве ЛО, установлено, что по всем параметрам лучшим вариантом, устойчивым к физико-климатическим условиям региона, является потомство лиственницы принца Рупрехта (*Larix principis-rupprechtii* Mayr) происхождением из северной части Сахалинской обл. II ранг занимает потомство из Челябинской обл., которое представлено двумя видами – лиственницей архангельской (*L. archangelica* Laws.) и л. сибирской (*L. sibirica* Ledeb.), и их гибридными формами; III ранг принадлежит л. даурской (*L. dahurica* Laws.) из Читинской обл.

Для успешного выращивания лиственницы в плантационных культурах ЛО следует учитывать следующие положения:

- фактор географического происхождения; разница по широте в районе происхождения родительского климатипа и районе использования семян с удалением на север не должна превышать 4°, на юг – 6–8°; разница по долготе не имеет большого значения;
- высота над уровнем моря в местах заготовок семян должна приближенно соответствовать высоте над у.м. в районе их использования (ЛО); с удалением мест заготовок на юг разница высот в районах происхождения и использования семян, вероятно, может составлять до 400–450 м;
- тепло- и влагообеспеченность в районе происхождения семян должны быть близки по норме району создания культур;
- гидрологический режим почв; почвы должны быть свежими, хорошо дренированными, без признаков переувлажнения или недостатка влаги;
- имеющийся опыт лесоразведения лиственницы в ЛО.

При создании смешанных культур лиственницы в качестве сопутствующей породы целесообразна посадка ели европейской; лиственница светолюбива, растёт быстрее, чем ель, и занимает I ярус, ель – во II ярусе; обе породы – интродуцент и абориген – в благоприятных условиях произрастания могут иметь высокую продуктивность.

Рекомендуемая густота посадки чистых или смешанных культур в условиях ЛО – 1,7–2,2 тыс. шт./га, с шагом посадки 1,5–2 м и шириной междурядий 3 м. Впоследствии культуры лиственницы требуют проведения регулярных уходов.

Сведения о финансировании исследования. Работа выполнена в рамках государственного задания Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН по плановой теме № АААА-19-119031290052-1 «Сосудистые растения Евразии: систематика, флора, растительные ресурсы» и при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Соглашения No 075-15-2021-1056 от «28» сентября 2021 г.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Адрианова И.Ю., Реунова Г.Д., Журавлёв Ю.Н. Лиственницы континентальной и островной части российского Дальнего Востока: генетическая изменчивость и взаимоотношения // Вестник ДВО РАН. 2015. №1. С. 21–27.

Атлас России / под ред. Г.В. Поздняка, Н.В. Смуровой. 2008. 304 с.

Багаев С.С. К изучению климатипов лиственницы в условиях Южно-таёжного района европейской части Российской Федерации // Лесохозяйственная информация. 2015. № 2. С. 35–45.

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

Бондаренко А.С., Жигунов А.В. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований: учеб. пособие. СПб.: Политех. ун-т, 2016. 125 с.

Воронцов А.И., Мозолевская Е.Г., Соколова Э.С. Технология защиты леса: учебник. М.: Экология, 1991. 304 с.

Галдина Т.Е. Особенности произрастания лиственницы в географических культурах Центральной лесостепи // Успехи современного естествознания. 2018. № 11-2. С. 235–240.

Галерея трехмерных изображений шишек некоторых видов голосеменных. URL: <http://3d.botdb.ru/gymnospermae/>

Дылис Н.В. Лиственница. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 96 с.

Егоров А.А., Орлова Л.В., Нешатаев В.Ю., Дурова А.С. К распространению *Larix komarovii* Kolesn. на Дальнем Востоке // Инновации и традиции в современной ботанике: тез. докл. Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящённой 150-летию со дня рождения В.Л. Комарова. Санкт-Петербург, 21–25 октября 2019 г. СПб.: БИН им. В.Л. Комарова РАН, 2019. С. 38.

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

Корешков Н.В., Царёва Е.А. Географические культуры лиственницы. СПб.: Научоёмкие технологии, 2021. 414 с.

Кузьмин С.Р., Рубцов А.В., Барченков А.П., Карпюк Т.В. Дифференциация климатипов лиственниц (*Larix* spp.) в географических культурах в лесостепи Средней Сибири // Вестник Томского ГУ. Биология. 2021. № 56. С. 170–188. DOI: 10.17223/19988591/56/8

Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 368 с.

Мамаев С.А. Закономерности внутривидовой изменчивости семейства *Pinaceae* на Урале: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Свердловск: Институт экологии растений и животных Уральского ф-ла АН СССР, 1970. 54 с.

Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Коженкова А.А. Результаты выращивания климатипов лиственницы в географических культурах западного Подмосквья // Вестник Алтайского гос. аграрного ун-та. 2018. № 1 (159). С. 72–77.

Милютин Л.И. Биоразнообразии лиственниц России // Хвойные бореальной зоны. 2003. Т. 21. Вып. 1. С. 6–9.

Николаева М.А., Жигунов А.В., Пелевина Н.Н. Районирование семян хвойных пород как итог 30-летних исследований географических культур в Ленинградской области // Современные проблемы устойчивого управления лесами, инвентаризации и мониторинга лесов: Мат-лы междунаучно-технич. конф. Санкт-Петербург, 29–30 ноября 2006 г. СПб.: СПбГЛТА, Севзаплеспроект, 2006. С. 276–284.

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

Николаева М.А., Ходачек А.С., Ямалеев О.А. Результаты долгосрочных испытаний географических культур лиственницы в Ленинградской области // Повышение продуктивности, рациональное использование и охрана земель лесного фонда: тр. СПбНИИЛХ. 2011. Вып. 2 (25). С. 191–197.

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.

Орлова Л.В. Отдел Pinophyta. Голосеменные // Атлас сосудистых растений Северо-запада европейской части России. Т. 1 / под ред. И.А. Сорокиной и Г.Ю. Конечной. 2021. С. 48–75.

Пак Л.Н. Оценка выживаемости и роста потомств лиственницы (*Larix*) разного географического происхождения в Восточном Забайкалье // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 2. С. 189–195. DOI: 10.25750/1995-4301-2021-2-189-195

Редько Г.И., Мьялкёнен Э. Линдуловская лиственничная роща. Хельсинки: НИИ леса Финляндии, 2003. 90 с.

Тимофеев В.П. Лесные культуры лиственницы. М.: Лесн. пром-сть, 1977. 216 с.

- Тимофеев В.П. Лиственница в культуре. Л.: Гослестехиздат, 1947. 297 с.
- Тимофеев В.П. Роль лиственницы в поднятии продуктивности лесов. М.: Лесн. пром-сть, 1961. 160 с.
- Третьяков Н.В., Горский П.В., Самойлович Г.Г. Справочник таксатора: Таблицы для таксации леса. М.; Л.: Гослесбумиздат. 1952. 854 с.
- Усов В.Н., Попков Б.В. Рост различных видов лиственницы в опытных культурах на юге Приморского края // Хвойные бореальной зоны. 2020. Т. XXXVIII. № 3-4. С. 154–159.
- Шутяев А.М. Каким быть лесному семеноводству в XXI веке (Книга-обзор). Воронеж: Истоки, 2011. 248 с.
- Abaimov A.P., Barzut V.M., Berkutenko A.N., Buitink J., Martinsson O., Milyutin L.I., Polezhaev A., Putenikhin V.P., Takata R. Seed collection and seed quality of *Larix* ssp. from Russia: initial phase on the Russian-Scandinavian larch project // Eurasian Journal of Forest Research. 2002. No. 4. P. 39–49.
- Farjon A. World Checklist and Bibliography of Conifers. 2 ed. Kiew: The Royal Botanic Gardens, 2001. 309 p.
- Karlman L., Fries A., Martinsson O., Westin J. Juvenile growth of provenances and open pollinated families of four Russian larch species (*Larix* Mill.) in Swedish field tests // Silvae Genetica. 2011. Vol. 60, no. 5. P. 165–177. DOI: 10.1515/sg-2011-0023
- Karlman L., Martinsson O. Siberian larch family field trial survival and height three growing season after planting in Sweden // Status, monitoring and targets for breeding program Proceedings of the Meeting of Nordic Tree Breeders and Forest Geneticists, Syktyvkar, Komi Rep., Russia, Sept. 13–15, 2005. Syktyvkar, 2005. P. 17–23.
- Lukkarinen A.J., Ruotsalainen S., Nikkanen T., Peltola H. Survival, height growth and damages of Siberian (*Larix sibirica* Ledeb.) and Dahurian (*Larix gmelinii* Rupr.) Larch provenances in field trails located in Southern and Northern Finland // Silva Fennica. 2010. Vol. 44, no. 5. P. 727–746.
- Martinsson O. Systematics and differentiation in the genus *Larix* in Eurasia / Proposal for international research project. Larch genetics and breeding // Proceeding IUFRO working party S2.02-07. Umea, July 31 – August 4, 1995. No. 39. P. 93–98.
- Plants of the World Online. URL: <http://powo.science.kew.org>

References

- Abaimov A.P., Barzut V.M., Berkutenko A.N., Buitink J., Martinsson O., Milyutin L.I., Polezhaev A., Putenikhin V.P., Takata R. Seed collection and seed quality of *Larix* ssp. from Russia: initial phase on the Russian-Scandinavian larch project. *Eurasian Journal of Forest Research*, 2002, no 4, pp. 39–49.
- Adrianova I. Yu., Reunova G.D., Zhuravlov Yu.N. Listvennitsy kontinental'noy i ostrovnoy chasti rossiyskogo Dal'nego Vostoka: geneticheskaya izmenchivost' i vzaimootnosheniya [Larches from mainland and islands of the Russian Far East: genetic variability and relationships]. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya RAN* [Bulletin of the Far Eastern Branch of the RAS], 2015, no. 1, pp. 21–27. (In Russ.)

- Atlas Rossii / pod red. G.V. Pozdnyaka, N.V. Smurovoi, 2008. 304 p. (In Russ.)
- Bagaev S.S. K izucheniyu klimatipov listvennitsy v usloviyah Yuzhno-tayozhnogo rayona evropeyskoy chasti Rossiyskoy Federatsii [To the study of larch climatetypes in the Southern taiga region of European part of Russia]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya [Forestry information]*, 2015, no. 2, pp. 35–45. (In Russ.)
- Bobrov E.G. Istoriya i sistematika listvennits [History and taxonomy of larches]. *Komarovskie chteniya XXV*. L.: Nauka. Leningr. otделение. 1972. 96 p. (In Russ.)
- Bondarenko A.S., Zhigunov A.V. Statisticheskaya obrabotka materialov lesovodstvennykh issledovaniy [Statistical processing of forestry research materials]. *Training manual*. SPb.: Polytech. University, 2016. 125 p. (In Russ.)
- Dylis N.V. Listvennitsa [Larch]. M.: Lesn, prom-st'. 1981. 96 p. (In Russ.)
- Egorov A.A., Orlova L.V., Neshataev V.Yu., Durova A.S. K rasprostraneniyu *Larix komarovii* Kolesn. na Dal'nem Vostoke [To the distribution *Larix komarovii* Kolesn. on the Far East]. Innovatsii i traditsii v sovremennoy botanike [Innovations and traditions in modern botany]: tezisy dokladov Vseross. nauchn. konf. s mezhdunar. uchastiyem, posvyashchennoy 150-letiyu so dnya rozhd. V.L. Komarova. Sankt-Peterburg, 21–25 okt. 2019 g. SPb.: BIN im. V.L. Komarova RAN, 2019. P. 38. (In Russ.)
- Farjon A. World Checklist and Bibliography of Conifers. 2 ed. Kew: The Royal Botan. Garden, 2001. 309 p.
- Galdina T.Ye. Osobennosti proizrastaniya listvennitsy v geograficheskikh kul'turah Tsentral'noy lesostepi [Peculiarities of larch growth in provenance trials of the Central forest-steppe]. *Uspехi sovremennogo yestestvoznaniya [Advances of modern natural science]*, 2018, no. 11-2, pp. 235–240. (In Russ.)
- Galereya trekhmerykh izobrazheniy shishek nekotorykh vidov golosemennykh. URL: <http://3d.botdb.ru/gymnospermae/> (In Russ.)
- Iroshnikov A.I. Listvennitsy Rossii. Bioraznoobrazie i selektsiya [Larches of Russia. Biodiversity and selection]. M.: VNIILM. 2004. 182 p. (In Russ.)
- Karlman L., Fries A., Martinsson O., Westin J. Juvenile growth of provenances and open pollinated families of four Russian larch species (*Larix* Mill.) in Swedish field tests. *Silvae Genetica*, 2011, vol. 60, no. 5, pp. 165–177. DOI: 10.1515/sg-2011-0023
- Karlman L., Martinsson O. Siberian larch family field trial survival and height three growing season after planting in Sweden. *Status, monitoring and targets for breeding program Proceedings of the Meeting of Nordic Tree Breeders and Forest Geneticists*. Syktyvkar, Komi Rep., Russia, Sept. 13–15, 2005. Syktyvkar, 2005, pp. 17–23.
- Koreshkov N.V., Tsareva E.A. Geograficheskie kul'tury listvennitsy [Provenance trials of the larch]. SPb.: Naukoyomkiye tekhnologii. 2021. 414 p. (In Russ.)
- Kuzmin S.R., Rubtsov A.V., Barchenkov A.P., Karpyuk T.V. Differentsiatsiya klimatipov listvennits (*Larix* spp.) v geograficheskikh kul'turah v lesostepi Sredney Sibiri [Differentiation of larch (*Larix* spp.) climatetypes in the Central Siberian forest-steppe provenance trials]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya [Tomsk State University Journal of Biology]*, 2021, no. 56, pp. 170–188. DOI: 10.17223/19988591/56/8. (In Russ.)

Lesosemennoe rayonirovanie osnovnyh lesoobrazuyushchih porod v SSSR [Forest seed zoning of the main forest-forming species in the USSR]. M.: Lesn. prom-st', 1982. 368 p. (In Russ.)

Lukkarinen A.J., Ruotsalainen S., Nikkanen T., Peltola H. Survival, height growth and damages of Siberian (*Larix sibirica* Ledeb.) and Dahurian (*Larix gmelinii* Rupr.) Larch provenances in field trails located in Southern and Northern Finland. *Silva Fennica*, 2010, vol. 44, no. 5, pp. 727–746.

Mamaev S.A. Zakonomernosti vnutrividovoy izmenchivosti semeystva Pinaceae na Urale [Patterns of intraspecific variability of the family Pinaceae in the Urals]. DSc. (Biol.) dissertation. Sverdlovsk: Institute of Ecology of Plants and Animals UF AH SSSR. 1970. 54 p. (In Russ.)

Martinson O. Systematics and differentiation in the genus *Larix* in Eurasia / Proposal for international research project. Larch genetics and breeding. *Proceeding IUFRO working party S2.02-07*. Umea, July 31 – August 4, 1995, no. 39, pp. 93–98.

Merzlenko M.D., Mel'nik P.G., Kozhenkova A.A. Rezul'taty vyrashchivaniya klimatipov listvennitsy v geograficheskikh kul'turah zapadnogo Podmoskov'ya [Results of growing larch climatypes in provenance trials of the western Moscow region]. *Vestnik Altayskogo gos. agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State. Agricultural University], 2018, no. 1 (159), pp. 72–77. (In Russ.)

Milyutin L.I. Bioraznoobraziye listvennits Rossii [Biodiversity of larches in Russia]. *Hvoynye boreal'noj zony* [Conifers of the boreal area], 2003, vol. 21, no. 1, pp. 6–9. (In Russ.)

Nikolaeva M.A., Hodachek A.S., Jamaleev O.A. Rezul'taty dolgosrochnykh ispytaniy geograficheskikh kul'tur listvennitsy v Leningradskoj oblasti [The results of long-term studies of provenance trials of larch in the Leningrad region]. *Povysheniye produktivnosti, ratsional'noye ispol'zovaniye i okhrana zemel' lesnogo fonda: trudy Sankt-Peterburgskogo NII lesnogo hozyajstva* [Saint-Petersburg forestry research institute proceedings], 2011, vol. 2 (25), pp. 191–197. (In Russ.)

Nikolaeva M.A., Orlova L.V., Krest'yanov A.A., Kamatov D.N. Geograficheskaya izmenchivost' listvennitsy v opytnykh lesnykh kul'turah Respubliki Bashkortostan [Geographical variability of larch in the experimental forest crops of the Republic of Bashkortostan]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian journal of forest science], 2019, no. 1, pp. 30–43. DOI: 10.15372/SJFS20190103. (In Russ.)

Nikolaeva M.A., Zhigunov A.V., Pelevina N.N. Rayonirovaniye semyan hvoynnykh porod kak itog 30-letnykh issledovaniy geograficheskikh kul'tur v Leningradskoy oblasti [Zoning of coniferous seeds as a result of 30 years of research of provenance trials in the Leningrad region]. *Sovremennyye problemy ustoychivogo upravleniya lesami, inventarizatsii i monitoringa lesov* [Modern problems of sustainable forest management, inventory and monitoring of forests]: mater. mezhdunar. nauch.-tehnic. konf. Sankt-Peterburg, 29–30 noyabrya 2006 g. SPb.: SPbGLTA, Sevzaplesproekt. 2006, pp. 276–284. (In Russ.)

Orlova L.V. Konspekt dikorastushchih i nekotoryh introdutsirovannykh vidov roda *Larix* Mill. (*Pinaceae*) flory Vostochnoy Evropy [The synopsis of wild and some introduced species of the genus *Larix* Mill. (*Pinaceae*) in the flora of the East Europe]. *Novosti sistematiki vysshih rasteniy* [*Novitates Systematicae Plantarum Vascularium*], 2012, vol. 43, pp. 5–19. DOI: <https://doi.org/10.31111/novitates/2012.43.5>. (In Russ.)

Orlova L.V. Otdel Pinophyta. Golosemnyye [Division Pinophyta. Gymnosperms]. *Atlas of vascular plants of the North-West of the European part of Russia*. T. 1. Ed. I.A. Sorokina and G.Yu. Konechnaya. 2021, pp. 48–75. (In Russ.)

Pak L.N. Otsenka vyzhivaemosti i rosta potomstv listvennitsy (*Larix*) raznogo geograficheskogo proishozhdeniya v Vostochnom Zabaykal'ye [Evaluation of survival and growth of larch (*Larix*) progeny of different geographical origin in Eastern Transbaikalia]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* [*Theoretical and applied ecology*], 2021, no. 2, pp. 189–195. DOI: 10.25750/1995-4301-2021-2-189-195. (In Russ.)

Plants of the World Online. URL: <http://powo.science.kew.org>

Red'ko G.I., Mälkönen E. Lindulovskaya listvennichnaya roshcha [Lindulovskaya larch grove]. Helsinki: Finnish Forest Research Institute. 2003. 90 p. (In Russ.)

Shutyayev A.M. Kakim byt' lesnomu semenovodstvu v XXI veke (Kniga-obzor) [What is forest seed production in the XXI century (Book-survey)]. Voronezh: Istoki, 2011. 248 p. (In Russ.)

Timofeev V.P. Lesnye kul'tury listvennitsy [Forest cultures of larch]. M.: Lesn. prom-st'. 1977. 216 p. (In Russ.)

Timofeev V.P. Listvennitsa v kul'ture [Larch in cultivation]. L.: Goslestehizdat. 1947. 297 p. (In Russ.)

Timofeev V.P. Rol' listvennitsy v podnyatii produktivnosti lesov [The role of larch in increasing forest productivity]. M.: Lesn. prom-st'. 1961. 160 p. (In Russ.)

Tret'yakov N.V., Gorskiy P.V., Samoylovich G.G. Spravochnik taksatora: Tablitsy dlya taksatsii lesa. [Taxator Reference Table]. M.; L.: Goslesbumizdat. 1952. 854 p. (In Russ.)

Usov V.N., Popkov B.V. Rost razlichnykh vidov listvennitsy v opytnykh kul'turakh na yuge Primorskogo kraya [Growth of different species of larch in experienced cultures in the south of Primorsky region]. *Hvojnye boreal'noj zony* [*Conifers of the boreal area*], 2020, vol. XXXVIII, no. 3-4, pp. 154–159. (In Russ.)

Vorontsov A.I., Mozolevskaya E.G., Sokolova E.S. Tekhnologiya zashchity lesa [Forest protection technology]. Manual. M.: Ecology. 1991. 304 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 12.04.2024

Николаева М.А., Орлова Л.В., Жигунов А.В., Николаев С.А., Беглецов М.С. Оценка развития лиственницы в географических культурах Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 249. С. 103-126. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.249.103-126

Представлены результаты 50-летних испытаний различных видов лиственницы в географических культурах Ломоносовского лесничества Ленинградской области. На объекте к настоящему времени сохранились семенные потомства 14 климатипов со следующей видовой принадлежностью: *Larix decidua* Mill., *L. archangelica* Laws., *L. sibirica* Ledeb., *L. dahurica* Laws., *L. amurensis* Kolesn. ex Dylis, *L. kamschatica* (Rupr.) Carriere, *L. komarovii* Kolesn. и *L. principis-rupprechtii* Mayr. Выполнена оценка сохранности, состояния, роста потомств, и отмечены их генеративные особенности. На основании полученных данных сделан вывод, что потомство *Larix principis-rupprechtii* происхождения из северной части Сахалинской области является лидером по сохранности (33%), продуктивности (352 м³/га) и репродуктивной способности. Второй и третий ранги занимают соответственно потомства происхождения из Челябинской (*L. archangelica*, *L. sibirica* и их гибридные формы) и Читинской (*L. dahurica*) областей. Единичные особи остались в потомствах *L. decidua* из Республики Латвия и *L. sibirica* из Красноярского края. При интродукции лиственницы в Ленинградскую область важно принимать во внимание особенности географического происхождения климатипов. Удалённость мест заготовки семян от района использования в направлении «запад-восток» не имеет большого значения; но в направлении «север-юг» не рекомендуется разница более чем на 4° в направлении «север» и 6–8° – «юг». Очень большое значение имеет высота над уровнем моря, тепло- и влагообеспеченность в районе происхождения семян. Данный опыт показал возможность создания смешанных культур лиственницы с елью при густоте посадки около 2 тыс. шт./га.

Ключевые слова: географические культуры, *Larix*, происхождение, потомство климатипа, сохранность, рост, шишки, семенная чешуя.

Nikolaeva M.A., Orlova L.V., Zhigunov A.V., Nikolaev C.A., Begletsov M.S. Assessment of larch development in provenance trials of the Leningrad region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnicoskoj Akademii*, 2024, iss. 249, pp. 103–126 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.249.103-126

The results of 50-year trials of different larch species in provenance trials of Lomonosov forestry of the Leningrad Region are presented. The site has now preserved seed progenies of 14 climatypes with the following species affiliation: *Larix decidua* Mill., *L. archangelica* Laws., *L. sibirica* Ledeb., *L. dahurica* Laws., *L. amurensis* Kolesn. ex Dylis, *L. kamschatica* (Rupr.) Carriere, *L. komarovii* Kolesn. and *L. principis-rupprechtii* Mayr. Preservation, condition, growth of progenies were evaluated and their generative features were noted. Based on the data obtained, it was concluded that the progeny of *Larix principis-rupprechtii* originating from the northern part of the Sakhalin region is the leader in terms of survival (33%), productivity (352 м³/ha) and reproductive capacity. The second and third ranks are occupied, respectively, by progeny originating from Chelyabinsk (*L. archangelica*,

L. sibirica and their hybrid forms) and Chita (*L. dahurica*) regions. Single individuals remained in the progenies of *L. decidua* from the Republic of Latvia and *L. sibirica* from Krasnoyarsk Krai. When introducing larch to the Leningrad Region, it is important to take into account the peculiarities of the geographical origin of climatypes. The remoteness of seed collection sites from the area of use in the «West-East» direction is not of great importance, but in the «north-south» direction, a difference of more than 4° in the «North» direction and 6-8° in the «South» direction is not recommended. Altitude, heat and moisture are very important.

Key words: provenance trials, *Larix*, origin, climatype progeny, preservation, growth, cones, seed scales.

НИКОЛАЕВА Марина Алексеевна – преподаватель кафедры защиты леса, древесиноведения и охотоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 6445-0694. ORCID: 0000-0002-1777-3937.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: marin.nikol_1060@mail.ru

NIKOLAEVA Marina A. – PhD (Agriculture), Teacher, St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 6445-0694. ORCID: 0000-0002-1777-3937.

194021. Institutsky per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: marin.nikol_1060@mail.ru

ОРЛОВА Лариса Владимировна – научный сотрудник Отдела Гербарий высших растений Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН, кандидат биологических наук. SPIN-код: 2351-1491. ORCID: 0000-0002-5046-0422.

197376, ул. Профессора Попова, д. 2, Санкт-Петербург, Россия.

E-mail: orlarix@mail.ru

ORLOVA Larisa V. – PhD (Biological). Research Scientist, Komarov Botanical Institute RAS. SPIN-код: 2351-1491. ORCID: 0000-0002-5046-0422.

197022. St. Professor Popov. 2. St. Petersburg. Russia. E-mail: orlarix@mail.ru

ЖИГУНОВ Анатолий Васильевич – профессор кафедры лесных культур Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 6704-5792. ORCID: 0000-0001-8707-7526.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: a.zhigunov@bk.ru

ZHIGUNOV Anatolii V. – DSc (Agriculture), Professor, St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 6704-5792. ORCID: 0000-0001-8707-7526.

194021. Institutsky per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: a.zhigunov@bk.ru

НИКОЛАЕВ Сергей Александрович – начальник отдела, Дирекция особо охраняемых природных территорий Ленинградской области.

191015, ул. Шпалерная, д. 52, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: serg_nik07@mail.ru

NIKOLAEV Sergey A. – Department head, Directorate of Specially Protected Natural Territories of the Leningrad region.

191015. Shpalernaya str. 52. St. Petersburg. Russia. E-mail: serg_nik07@mail.ru

БЕГЛЕЦОВ Максим Сергеевич – студент Института леса и природопользования Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия.

BEGLETSOV Maksim S. – student, St.Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institutsky per. 5. St. Petersburg. Russia.