

УДК 630*232

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИСТВЕННИЦЫ В ОПЫТНЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

М. А. Николаева¹, Л. В. Орлова², А. А. Крестьянов³, Д. Н. Каматов³

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5

² Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2

³ Филиал ФБУ «Российский центр защиты леса» «Центр защиты леса Республики Башкортостан»
450080, Уфа, ул. Менделеева, 148

E-mail: marin.nikol_1060@mail.ru, orlarix@mail.ru, czl102@rcfh.ru, deniskamatov@mail.ru

Поступила в редакцию 08.08.2018 г.

Приведены результаты исследований, выполненных в 48–50-летних географических культурах лиственницы в Уфимском лесничестве Республики Башкортостан. Средняя сохранность по объекту 25 %. Наиболее высокой сохранностью (30–50 %) и успешным ростом характеризуется потомство, происходящее из более южных районов (53°–54°10' с. ш.) по отношению к месту испытания. Оценка развития потомства 26 климатипов лиственницы архангельской *Larix archangelica* Laws., сибирской *L. sibirica* Ledeb. и гибридных форм этих видов, лиственницы Маргилинда *L. marschlinii* Coaz и европейской *L. decidua* Mill. показала, что для выращивания высокопродуктивных культур лиственницы в условиях Башкирского Предуралья целесообразно использование семян лиственницы архангельской и гибридных форм лиственницы архангельской и сибирской с допустимыми расстояниями переброски семян по отношению к району их использования ориентировочно: с юга – до 2°, с севера – до 1°, с востока – до 3°40'. Не уступает башкирским популяциям лиственница сибирская из Сонского лесхоза Республики Хакасия. Высокую адаптационную способность демонстрирует лиственница Маргилинда, страна происхождения которой Великобритания. Морфологический анализ шишек потомства из пос. Заповедник выявил присутствие гибридной формы лиственницы архангельской и сибирской с признаками лиственницы даурской *L. dahurica* Laws. Допустимая разность между высотой над уровнем моря в местах заготовок семенного материала и в районе создания культур не должна превышать 500–550 м. При создании смешанных насаждений в качестве сопутствующей породы предпочтение следует отдавать липе сердцевидной *Tilia cordata* Mill. В потомстве башкирских климатипов наблюдается прямая, а в потомстве сибирских – обратная зависимость между факторами географического происхождения и размерами шишек. С удалением мест происхождения климатипов на север и восток вероятность встречаемости шишек с широкочешуйной формой выше в пределах Башкирии, а с узкочешуйной – на территории Сибири.

Ключевые слова: лиственница, *Larix*, географические лесные культуры, потомство климатипа, географическое происхождение, сохранность, рост, шишки, морфометрические признаки, семенная чешуя.

DOI: 10.15372/SJFS20190103

ВВЕДЕНИЕ

Лиственница – одна из ценных лесообразующих пород России. Наиболее важное хозяйственное значение имеют 3 вида лиственниц: архангельская, или Сукачева *Larix archangelica* Laws., сибирская *L. sibirica* Ledeb. и даурская *L. dahurica* Laws.

Таксономический статус лиственницы архангельской, произрастающей на северо-востоке европейской части России, Урале и частично в Западной Сибири, является дискуссионным. Долгое время этот таксон трактовался как подвид лиственницы сибирской *Larix sibirica* subsp. *archangelica* (Laws.) Tzvel. или как ее синоним. Согласно «Флоре СССР» (1934), В. С. Гово-

рухину (1937) и «Определителю...» (1988), в Башкирии встречается один вид – лиственница сибирская. В настоящее время статус таксона лиственницы архангельской подтвержден популяционно-генетическими (Свистун, 1968; Путенихин и др., 2004) и молекулярными исследованиями (Шурхал и др., 1989; Semerikov et al., 2006; Polezhaeva et al., 2010). Н. Н. Цвелев (1994) убедительно доказал приоритет этого названия.

В соответствии с «Лесным планом Республики Башкортостан» (2016) лиственничные леса в Башкирии представлены лиственницей архангельской. В «Определителе...» (1988) отмечается, что лиственница произрастает на большей части территории республики, за исключением западных и юго-западных районов, совместно с сосной обыкновенной *Pinus sylvestris* L., березами повислой *Betula pendula* Roth и пушистой *B. pubescens* Ehrh., реже с елью сибирской *Picea obovata* Ledeb., пихтой сибирской *Abies sibirica* Ledeb., липой сердцевидной *Tilia cordata* Mill. и преимущественно на горно-лесных почвах. Однако хищнические рубки прошлого века стали причиной резкого сокращения площади ее произрастания. По преобладающему видовому составу лиственничные леса на сегодня составляют менее 1 % (44.47 тыс. га) площади, занятой основными лесобразующими породами, и около 4 % лесов, занятых хвойными породами. Состояние лесных культур лиственницы в большинстве случаев оценивается как удовлетворительное. Основные причины гибели культур лесохозяйственной практикой не установлены по причине неизученности генотипических особенностей создаваемых культур (Лесной план..., 2016).

Географическая изменчивость наследственных свойств лесных пород изучается преимущественно методом создания географических культур и долгосрочного испытания потомства климатипов по множеству параметров и показателей. Изучение лиственницы, происходящей из разных регионов бывшего СССР и России, показывает, что морфометрические и морфологические признаки генеративных органов закреплены наследственно (Дылис, 1947; Ефремов и др., 2006; Барченков, 2016), характеризуются высокой генотипической детерминированностью, в качестве фенотипических маркеров являются надежным средством для выявления внутри- и межвидовой дифференциации и имеют большое таксономическое значение (Абаимов, Коропачинский, 1984; Abaimov et al., 1998; Ирошников, 2004; Путенихин и др.,

2004; Биоразнообразие..., 2010; Синельникова, Пахомов, 2011).

Ряд авторов указывают на более успешный рост лиственницы в лесах Башкирии и Южного Урала в чистых насаждениях и при создании чистых лиственничных культур (Коновалов, Суринов, 1980; Хайретдинов, 1990). При создании смешанных культур лучшей сопутствующей породой является липа мелколистная. В условиях Оренбургской области с ухудшением условий произрастания лиственница растет лучше в чистых культурах, но при лучших почвенно-климатических условиях хорошо развивается и в смешанных культурах (Бастаева, 2005). Таким образом, при формировании будущих насаждений важно учитывать адаптационные способности «перемещаемых» популяций, каждая из которых обладает индивидуальной изменчивостью.

В 60-х гг. XX в. с целью определения оптимального видового состава при создании лиственничных культур в Башкирском Предуралье были заложены географические культуры, не утратившие своей значимости и в наши дни. Цель сегодняшних исследований – изучение географической изменчивости видов лиственницы, отбор лучшего потомства климатипов в географических культурах, достигших III класса возраста, и уточнение видового состава культур для выращивания устойчивых и высокопродуктивных насаждений в Башкирском Предуралье. В связи с большим формовым разнообразием видов лиственницы архангельской и сибирской и вероятностью образования гибридных форм между видами лиственницы в районах соприкосновения ареалов принято решение об уточнении видового разнообразия лиственницы в географических культурах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследовали географические культуры лиственницы, заложенные в Красноярском участковом лесничестве Уфимского лесничества Республики Башкортостан и в соответствии с Лесорастительным районированием (Об утверждении..., 2014) относящиеся к Южно-Уральскому лесостепному району, а согласно «Лесосеменному районированию...» (1982) – к Южно-Уральскому лесосеменному району, Башкирскому лесному подрайону (7а).

Закладка культур состоялась в 1966 г. под руководством проф. В. П. Тимофеева и Г. Ф. Свистуна с целью обширных научных исследований

по изучению лесных культур лиственницы в европейской части России. Опытный объект площадью 14.0 га заложен на притеррасной пойме р. Белой на участке с географическими координатами 54°53' с. ш. и 55°47' в. д. Высота над ур. м. 240 м, тип лесорастительных условий – С₂, тип леса – снытьевый, микрорельеф ровный. Почвы участка слабовыщелоченные, тяжелосуглинистые луговые черноземы, сформировавшиеся на аллювиально-делювиальных карбонатных породах, недостаточно обеспеченные подвижными формами фосфора и калия на фоне повышенного содержания азота, обусловленного высокой гумусированностью (Андрианов и др., 2003).

Под посадку заняты земли из-под пашни. Культуры создавались двухлетними сеянцами после сплошной подготовки почвы, вручную, в однократной повторности. Каждый из вариантов представляет собой блок площадью 0.5 га (100 × 50 м) с ориентированием рядов по направлению север–юг и расстоянием между рядами 2.5 м. Культуры лиственницы заложены в смешении с липой сердцевидной и елью сибирской в составе 1Лц3Е2Лп. Сеянцы лиственницы высаживали в один ряд с липой (1Лц2Лп) с шагом посадки 0.65–0.7 м. Ряды лиственницы и липы чередуются с рядами ели, шаг посадки в рядах ели 0.75 м. Густота посадки культур 6 тыс. шт./га, в том числе лиственницы – 1.1, липы – 2.2, ели – 2.7 тыс. шт./га. Кроме того, сеянцы, выращенные из семян Кугарчинского лесхоза и пос. Заповедник, высажены при смешении рядами с липой мелколистной и ясенем обыкновенным *Fraxinus excelsior* L., без участия ели. Уход за культурами выполнялся в течение первых трех лет.

На объекте испытывается семенное потомство 26 климатипов с видовой принадлежностью:

- лиственница архангельская – 17 вариантов (потомства) башкирского происхождения и 1 – из Челябинской области;

- лиственница сибирская – 6 вариантов, в том числе происходящие из Иркутской области, Красноярского края, Горного Алтая, Республик Хакасия и Тыва и из географических культур Бронницкого лесхоза Московской области;

- лиственница европейская *Larix decidua* Mill. – 1 вариант из Украины;

- лиственница широкочешуйчатая (*Larix marschlinsii* Coaz × *Larix eurolepis* Henry); данный вариант – результат заготовки шишек в географических культурах Лесной опытной дачи Тимирязевской сельскохозяйственной академии,

созданных из семян Великобритании (Глазунов и др., 2017).

Заготовка семенного материала для создания объекта (за исключением московских вариантов) производилась в средневозрастных, приспевающих или спелых насаждениях, а в Узьянском лесхозе Башкирии – в перестойном насаждении.

Предыдущие исследования лесных культур проводились в 1995–1997 гг. под руководством П. Д. Андрианова (Андрианов и др., 2003). В 2013–2015 гг. сотрудниками Центра защиты леса Республики Башкортостан выполнено обследование объекта, на основании которого опубликованы краткие сведения о развитии участвующего в опыте потомства (Николаева и др., 2015). К настоящему времени по каждому варианту (потомству) уточнены сохранность и параметры роста лиственницы.

В пределах учетных рядов измерены на высоте 1.3 м диаметры стволов не менее чем 100 деревьев: при сохранности менее 20 % – всех деревьев, высота – у 50 деревьев на вариант, при сохранности менее 10 % – всех деревьев.

С целью изучения генеративных особенностей лиственницы в географических культурах осенью 2017 г. впервые собрали зрелые шишки: в пределах варианта – в центре блока, в опаде, не менее 50 шт. В числе учтенных: 4 из потомства лиственницы архангельской башкирского происхождения (заповедник, баймакское, белорецкое и абзелиловское) и 6 – лиственницы сибирской из районов Горного Алтая, Красноярского края, Республик Тыва и Хакасия, Иркутской области и из Бронницкого лесхоза Московской области. Для характеристики морфометрических признаков исследовали длину и толщину нераскрывшейся шишки с точностью до 1 мм, число семенных чешуек и число парастих (число рядов, идущих в шишке по спирали). Морфологический анализ шишек выполнен на основании изучения формы, опушения и окраски зрелых шишек, семенных и кроющих чешуек, степени выпуклости и формы верхнего края семенной чешуи. Кроме того, у десяти шишек каждого варианта определили линейные размеры семенных чешуек (наиболее крупных), отношение ширины чешуйки к ее длине (индекс конфигурации плоскости семенной чешуи).

Полевые материалы обработаны с применением методов вариационной статистики (Бондаренко, Жигунов, 2016). Уровень изменчивости признаков определен по шкале С. А. Мамаева (1970). Проведен корреляционный анализ между факторами географического происхождения,

таксационными характеристиками потомства и показателями морфологических особенностей шишек лиственниц архангельской и сибирской (при оценке географической изменчивости московское потомство не принималось в расчет, так как отсутствовали сведения о его исходном происхождении). Оценка значимости коэффициента корреляции выполнена с использованием *t*-критерия Стьюдента при $P = 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сохранность и рост лиственницы в 50-летних географических культурах. Сохранность потомства варьирует в пределах от 2 до 50 %, в среднем по объекту составляет 24.9 %. В вариантах с хорошей сохранностью лиственница вышла в I ярус, а липа и ясень либо выпали, либо находятся во II ярусе и не являются конкурирующими породами. В потомстве с низкой и очень низкой сохранностью на месте посадки смешанных культур преобладают береза, липа, ясень. Ель встречается единично. Смешение в посадках лиственницы архангельской башкирского происхождения с ясенем обыкновенным оказалось неэффективным (лиственница выпала).

Адаптация видов к изменению условий произрастания зависит от множества факторов: климатических, гидрологического режима, почвенного плодородия, соответствия новых мест произрастания исходным, качества семенного

материала, особенностей генотипа популяций, климатипа и отдельной особи и т. п. За последние 20 лет значительный отпад (40–60 %) отмечен в потомстве башкирских климатипов, в том числе кананикольском, абзелитовском, салаватском (до уровня сохранности 30–35 %), а также в челябинском (сохранность в настоящее время не превышает 10 %), что определяется не столько географическим происхождением семян, сколько сочетанием факторов – отсутствием осадков в результате засухи 1998 и 2010 гг. и особенностями почвенного плодородия.

Как отмечают П. Д. Андрианов и др. (2003), недостаточная обеспеченность почв подвижными формами элементов питания – фосфора и калия при повышенном содержании азота (что имеет место на объекте) в годы засухи приводит к сдерживанию процессов роста и развития лесных сообществ.

На рис. 1 показано, насколько сократилась сохранность челябинского и башкирского потомства лиственницы архангельской за 20-летний период 1997–2016 гг.

Наименее приспособленным к данным условиям оказалось украинское потомство (лиственница европейская), происхождение которого максимально удалено от места испытания на юго-запад, и башкирско-авзянское (лиственница архангельская), созданное семенным материалом, заготовленным в низкобонитетном насаждении на высоте 1000 м над ур. м. (в 1990-х гг.

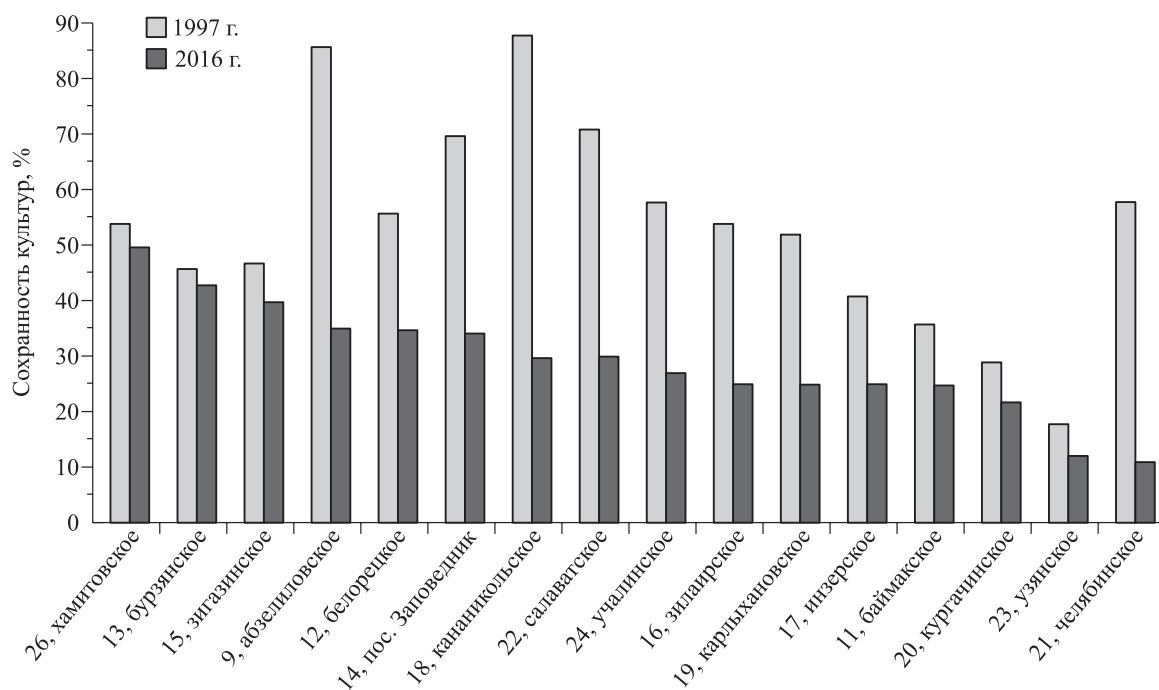


Рис. 1. Динамика возрастных изменений сохранности потомства лиственницы архангельской.

варианты считались выпавшими, в пределах блока сохранилось не более 10–15 особей).

Низкая сохранность (9–12 %) и сильное угнетение листовыми в потомстве горно-алтайского, тыва-тандинского, красноярского и иркутского климатипов листовницы сибирской закономерны. Основные причины этого – значительная удаленность на восток материнских климатипов от места испытания, а также высота над уровнем моря в районах происхождения. Кроме того, горные условия Усть-Канского (Горный Алтай, 1600 м над ур. м.) и Тандинского (Республика Тыва, 950 м над ур. м.) лесхозов не соответствуют месту закладки опыта. Башкирское узьянское и кугарчинское потомство к 1995–1997 гг. уже имело невысокую сохранность (18–28 %), при этом узьянское – единственное, семенной материал для создания которого заготавливался в перестойном насаждении, а кугарчинское (из числа башкирских вариантов) является крайне западным. На данный момент сохранность этих вариантов оценивается в 12 и 20–22 % соответственно.

Наиболее устойчивым к катаклизмам природы (с сохранностью 40–50 %) оказалось башкирское потомство хамитовского, бурзянского и зигазинского климатипов. Слабой степенью угнетения, составом 10Лц+Е, Б в I ярусе и сохранностью 25–35 % характеризуется башкирское потомство листовницы архангельской (хайбулинское, баймакское, инзерское, учалинское, белорецкое), созданное из приспевающих и средневозрастных насаждений, а также листовницы сибирской из Хакасии и Бронницкого лесхоза Московской обл. и листовницы Маргилинда из опытных культур Тимирязевского лесхоза.

На протяжении последних 20 лет прослеживается слабая доля влияния географического происхождения семян на развитие культур. С удалением мест происхождения климатипов от района испытания на восток рост потомства становится слабее (корреляция изменяется от $R = -0.18$ до $R = -0.27$). Однако заготовка семенного материала в высокопродуктивных насаждениях, произрастающих на высоте над уровнем моря, не превышающей допустимую для района испытания, способствует более успешной сохранности и росту будущих поколений культур.

Для большинства вариантов установлена достоверная прямая связь: лучше сохранность – выше параметры роста по диаметру и высоте ($R = 0.747 \pm 0.136$ при $t_{расч} = 5.50$; $R = 0.556 \pm 0.170$ при $t_{расч} = 3.28$ соответственно).

Средние показатели роста большей части потомства листовницы архангельской как по диаметру, так и по высоте варьируют преимущественно в узких пределах – 25.9–28.2 см и 19.4–20.5 м соответственно. Исключение составляют челябинский и башкирские (авзянский, узьянский, зилаирский) варианты (табл. 1).

На рис. 2 представлен один из лучших вариантов – башкирское потомство листовницы архангельской из Хамитовского лесхоза.

Среди башкирских вариантов авзянское потомство листовницы архангельской происходит из районов с наибольшей высотой над уровнем моря (1000 м), низким (IV) бонитетом в районе материнского климатипа и отличается не только очень низкой сохранностью, но и резко ослабленным ростом.

Башкирско-салаватское потомство – одно из наиболее низкорослых, характеризуется толщиной стволов, достоверно превышающей все другие варианты, что, вероятно, является проявлением генетических особенностей.

Московское потомство листовницы Маргилинда, исходно происходящей из Великобритании, уже испытало спонтанное переопыление в географических культурах Московской области, где в 60-летнем возрасте имело и имеет высокую продуктивность (Глазунов и др., 2017). Возможно, смешение генотипов в первом поколении культур и проявление гетерозисного эффекта оказали положительное влияние на развитие культур II поколения.

Описание образцов шишек. Исследования генеративных органов листовницы архангельской в географических культурах Башкирии свидетельствуют о фенотипической дифференциации этого вида (Путенихин и др., 2004), что прослежено и в наших исследованиях.

Листовница архангельская отличается, как известно, от типичной листовницы сибирской отчетливо ложковидными, толстыми и более широкими (12–20 мм) семенными чешуйками, широкозакругленными и загнутыми внутрь по верхнему краю, при основании шишки гораздо более крупными, чем остальные, с иной окраской (фиолетово-коричневой) старых шишек. У листовницы сибирской семенные чешуйки более узкие (6–15 мм), б. м. прямые или неясно ложковидные, по верхнему краю закругленные, все чешуйки в шишке примерно одного размера, у старых шишек часто растрескиваются (Цвелев, 2000; Фирсов, Орлова, 2008; Орлова, 2012). Трехмерные изображения зрелых шишек можно посмотреть в Галерее (2015).

Таблица 1. Характеристика происхождения популяций и рост потомства лиственницы в 47-летних географических культурах в Республике Башкортостан

№ происхождения по схеме опыта	Характеристика происхождения исходных популяций					Средние параметры роста	
	Район заготовки семян (область, республика, лесхоз)	Географические координаты		Высота над ур.м., м	Бонитет		
		с. ш.	в. д.			$D_{1,3}$, см	H , м
<i>Популяции лиственницы европейской</i>							
1	Ивано-Франковская обл., Украина, Болевский л-з	49°04'	29°52'	600	I	25.3	19.2
<i>Популяции лиственницы архангельской</i>							
16	Республика Башкортостан: Зилаирский л-з	52°04'	57°42'	600	III	23.0	17.5
25	Хайбуллинский л-з	52°15'	58°22'	400	I	26.4	18.2
11	Баймакский л-з	52°28'	58°21'	400	IV	24.6	20.0
20	Кугарчинский л-з	52°36'	56°54'	400	III	26.2	19.4
18	Кананикольский л-з	52°44'	57°52'	700	III	28.2	19.9
13	Бурзянский л-з	53°18'	57°26'	750	II	27.8	19.4
14	Пос. Заповедник	53°28'	57°50'	500	III	25.9	19.0
26	Хамитовский л-з	53°34'	58°02'	800	III	28.1	18.9
10	Авзянский л-з	53°38'	57°36'	1000	IV	14.4	13.3
23	Узянский л-з	53°39'	57°45'	600	III	22.4	17.3
9	Абзелиловский л.	53°39'	58°37'	500	III	28.0	20.3
15	Зигазинский л-з	53°51'	57°41'	700	II	28.2	20.0
12	Белорецкий л-з	54°05'	58°35'	750	II	27.8	20.4
17	Инзерский л-з	54°19'	57°44'	600	III	26.9	20.3
24	Учалинский л-з	54°27'	59°31'	400	III	26.3	20.5
22	Салаватский л-з	55°03'	58°45'	750	III	29.8	17.6
19	Карлыхановский л-з	55°30'	59°14'	600	III	26.1	18.9
21	Челябинская обл., Миасский л-з	54°56'	59°39'	850	III	23.6	19.3
Среднее по лиственнице архангельской						25.76	18.90
<i>Популяции лиственницы сибирской</i>							
3	Московская обл., Бронницкий л-з	55°25'	38°16'	200	I	24.0	20.0
8	Горный Алтай, Усть-Канский л-з	50°56'	84°47'	1600	III	23.3	18.2
5	Красноярский край, Ирбейский л-з	55°39'	95°26'	250	III	23.3	18.1
7	Респ. Тыва, Тандинский л-з	51°05'	94°36'	950	III	22.6	18.0
6	Респ. Хакасия, Сонский л-з	54°10'	90°14'	800	III	27.6	20.3
4	Иркутская обл., Илirский л-з	55°22'	100°56'	400	III	21.5	17.0
Среднее по лиственнице сибирской						23.72	18.60
<i>Популяции лиственницы Маргилинда</i>							
2	Московская обл., Лесная опытная дача ТСХА, Тимирязевский л-з	55°50'	37°14'	178	I	26.7	19.2

Образцы шишек, заготовленные в потомстве башкирских климатипов, место происхождения которых в границах 52°28'–54°05' с. ш. и 57°50'–58°37' в. д., согласно В. П. Путнихину и др. (2004), относятся к центральной южно-уральской популяции лиственницы архангельской. Однако в составе потомства выявлены два вида – лиственница архангельская и лиственница сибирская, встречаются также гибридные формы лиственниц архангельской и сибирской,

характеризующиеся промежуточными между этими видами признаками (рис. 3).

Баймакское потомство представлено шишками типичной лиственницы сибирской, но в пределах варианта встречаются гибриды лиственниц архангельской и сибирской (шишки, характерные для лиственницы архангельской, широкояцевидные, с крепкими, слабовыпуклыми семенными чешуйками, по верхнему краю широкозакругленными, немного внутрь загну-



Рис. 2. Потомство лиственницы архангельской хамитовского климатипа.

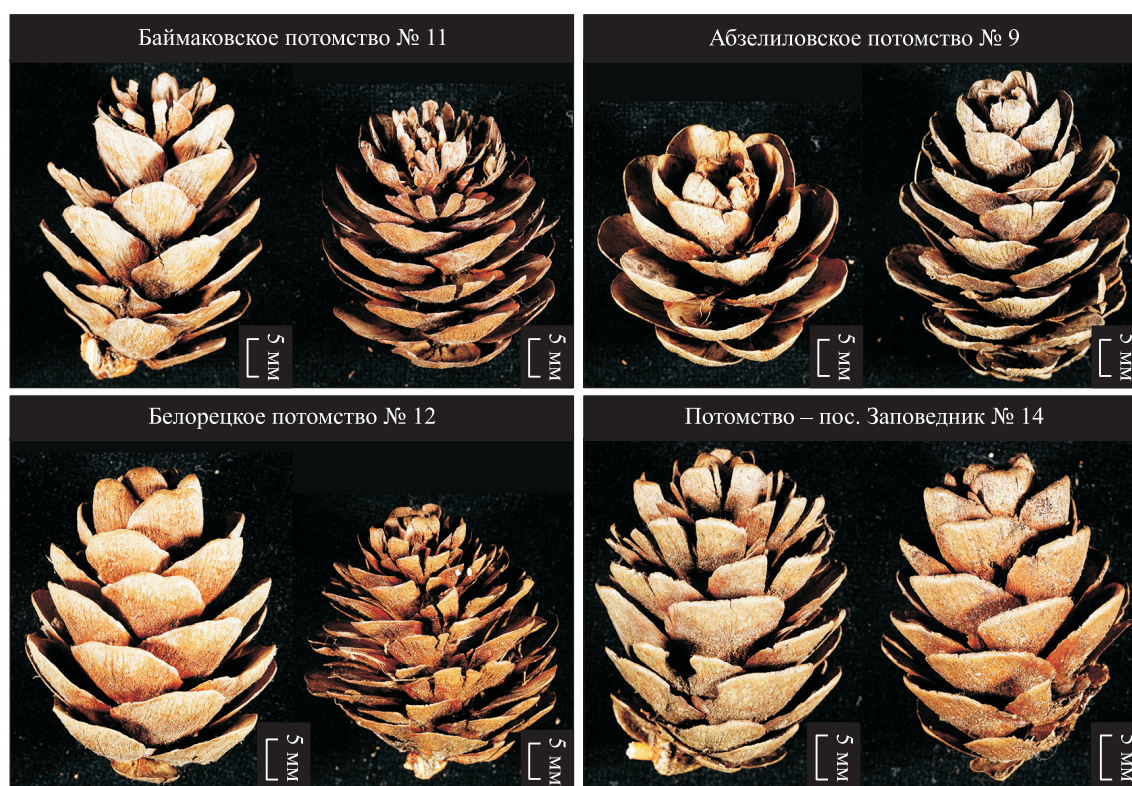


Рис. 3. Формовая изменчивость шишек рода *Larix* в потомствах башкирских климатипов: № 11 – *Larix sibirica* (слева) и *L. archangelica* × *L. sibirica* (справа); № 12 – *Larix archangelica* × *L. sibirica*; № 9 – *Larix archangelica* (слева) и *L. archangelica* × *L. sibirica* (справа); № 14 – *Larix archangelica* × *L. sibirica* с признаками *L. dahurica*.

тыми и в то же время часто расщепленными, что свойственно лиственнице сибирской). По форме шишки от яйце- до шаровидных.

В *белорецком* потомстве, представляющем гибриды лиственниц архангельской и сибирской, почти все шишки сильно расщепленные, от широкояйцевидных до почти шаровидных. В *абзелиловском* потомстве преобладают шишки лиственницы архангельской с густоопушенными, ложковидными и широкозакругленными по верхнему краю семенными чешуйками. В составе образцов отмечены шишки гибридов лиственниц архангельской и сибирской (со слегка выпуклыми семенными чешуйками, закругленными по верхнему краю). Шишки от широкояйцевидных до шаровидных.

Шишки в потомстве климатипа из *пос. Заповедник*, также представляющем собой гибрид лиственниц архангельской и сибирской, имеют почти цилиндрическую или яйцевидно-цилиндрическую форму, более свойственную шишкам лиственницы даурской, что позволяет предположить присутствие в данном потомстве гибридных форм лиственниц архангельской и сибирской с признаками лиственницы даурской. Семенные чешуйки по верхнему краю сильно усеченные, без выемки, цельные, с сильно расщепленными, почти прямыми и почти голыми по спинке чешуйками.

Выявление гибридов лиственниц архангельской и сибирской с признаками лиственницы даурской не является единичным случаем. В гербариях Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН в Санкт-Петербурге (LE) и Института экологии растений и животных в Екатеринбурге (SVER) отмечены подобные гибриды, а также гибриды лиственниц архангельской и даурской из Белорецкого и Баймакского районов Башкирии и из Свердловской области в пределах Урала (Лебедева, Орлова, 2015).

Ниже представлены шишки потомства сибирских климатипов из районов в границах $50^{\circ}56' - 55^{\circ}39'$ с. ш. и $84^{\circ}47' - 100^{\circ}56'$ в. д. (рис. 4).

Потомство *горно-алтайского усть-канского* климатипа характеризуется шишками типичной лиственницы сибирской, яйцевидными, с расщепленными, густоопушенными, прямыми или слегка выпуклыми по спинке семенными чешуйками и не загнутым внутрь, закругленным или, реже, широкозакругленным верхним краем.

В потомстве более восточных сибирских климатипов на внешней стороне семенных чешуек шишек опушение менее выраженное и более короткое.

В *хакасско-сонском* потомстве преобладают шишки типичной лиственницы сибирской. Морфология шишек и семенных чешуек аналогична алтайскому, однако здесь чаще встречаются чешуйки, широкозакругленные по верхнему краю. Шишки в *тыва-тандинском* потомстве яйцевидные и широкояйцевидные. Большинство семенных чешуек слегка выпуклые, закругленные по верхнему краю, немного расщепленные. В потомстве *иркутско-илирского* климатипа – самого восточного из исследуемых вариантов – шишки относятся к лиственнице сибирской, однако семенные чешуйки широкозакругленные по верхнему краю и более крепкие, чем у других сибирских популяций, но с тенденцией к расщеплению.

Красноярско-ирбейское потомство по сравнению с предыдущими включает неоднородные по своей морфологии шишки, относящиеся в основном к лиственнице сибирской. Однако отмечены гибридные формы между видами лиственниц сибирской и даурской (Чекановского) с более мелкими, чем у лиственницы сибирской, почти цилиндрическими шишками и семенными чешуйками, почти прямыми по спинке, светло-желтыми, слегка опушенными.

В потомстве климатипа из географических культур *Бронницкого лесхоза Московской обл.* ($55^{\circ}25'$ с. ш., $38^{\circ}16'$ в. д.) (не имеющем сведений об исходном географическом происхождении) все шишки принадлежат лиственнице сибирской.

Изменчивость морфометрических признаков зрелых шишек и семенной чешуи. Среди исследованных вариантов лиственница архангельская и гибридные формы (башкирское потомство) в сравнении с лиственницей сибирской в среднем представлены более крупными шишками. Самые крупные – в белорецком потомстве, самые мелкие – в иркутском. Последнее потомство из числа 10 учтенных является самым отстающим как по сохранности, так и по росту (табл. 2).

Наблюдается преимущественно низкий, в отдельных случаях очень низкий или средний уровень изменчивости линейных размеров шишек, числа семенных чешуек и парастих в шишке. Параметры шишек изменяются сопряженно: более крупные шишки имеют большее число семенных чешуек и парастих. И хотя в среднем размеры шишек башкирских лиственниц превышают таковые лиственницы сибирской, максимальное количество семенных чешуек (48–52 шт.) выше в потомстве, происходящем из Хакасии, Горного Алтая и Красноярского края.

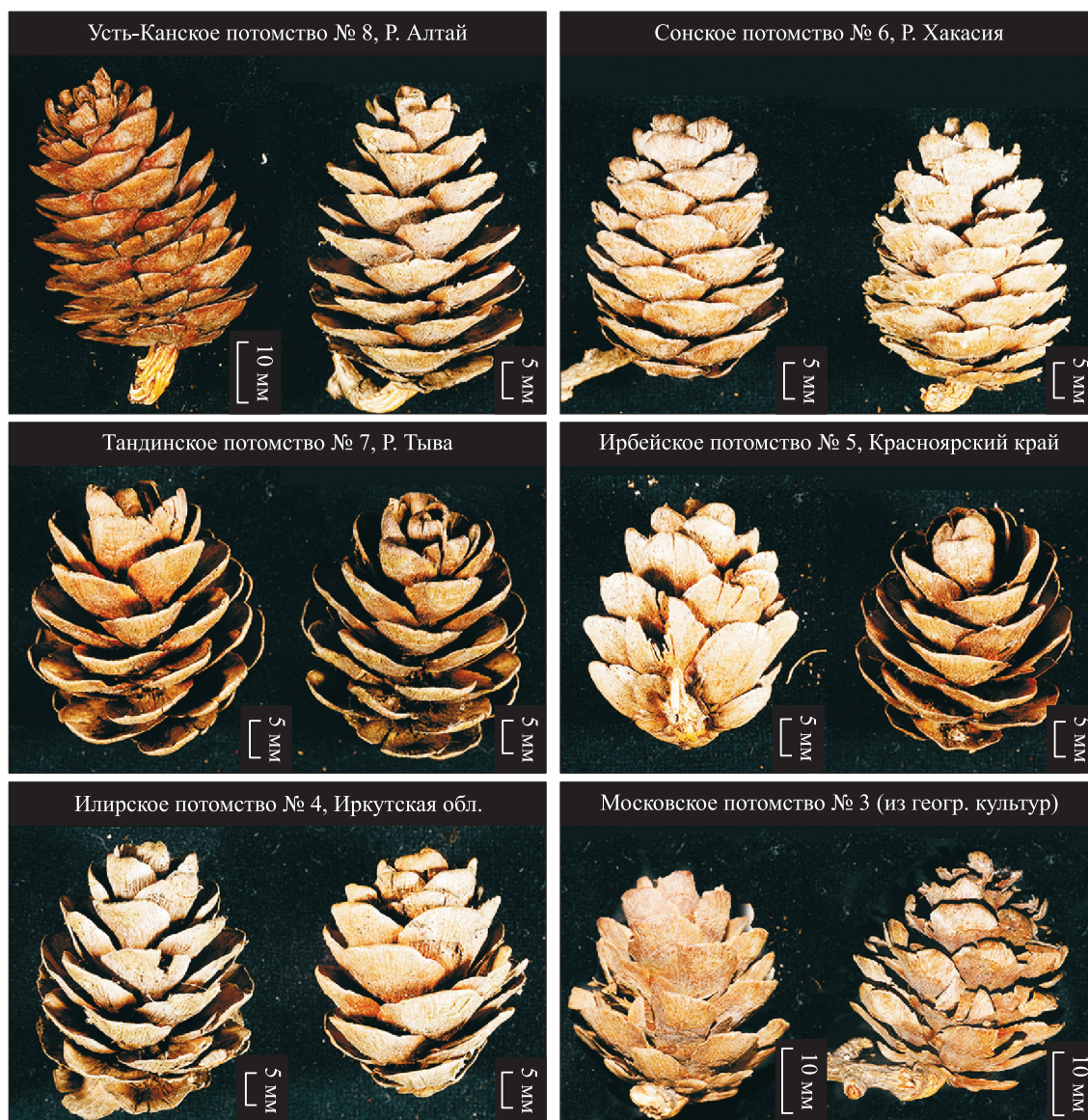


Рис. 4. Изменчивость формы шишек рода *Larix* в потомстве климатипов, происходящих из разных районов Сибири. № 8, 6, 7, 4, 3 – *Larix sibirica*; № 5 – *Larix sibirica* и *L. czekanowskii* (*L. sibirica* × *L. dahurica*).

Среди башкирских вариантов максимальное число семенных чешуек (47) только в потомстве климатипа из Белорецкого лесхоза, представленного, как выяснилось, гибридной формой лиственниц архангельской и сибирской.

Число парастих в шишке – одного из генетически закрепленных признаков – среди исследованных вариантов варьирует в очень узких пределах – от 4 до 7. Наиболее высокий уровень изменчивости (10.7–12.0 %) установлен в потомстве лиственницы сибирской (хакасское, горно-алтайское, иркутское).

Результаты наших исследований, как и работа В. П. Путенихина и др. (2004), показали, что в потомстве лиственницы сибирской прослеживается клинальная изменчивость параметров

шишек: с удалением мест заготовок семян на север и восток шишки становятся мельче, особенно по длине ($R = -0.65$ и $R = -0.912 \pm 0.236$ при $t_{расч} = 3.85$), уменьшается число семенных чешуек ($R = -0.40$ и $R = -0.821 \pm 0.329$ при $t_{расч} = 2.49$) и парастих ($R = -0.40$ и $R = -0.958 \pm 0.166$ при $t_{расч} = 5.79$). Однако в узких границах (52°28'–54°05' с. ш., 57°50'–58°37' в. д.) изучения генеративных органов шишки башкирского потомства – лиственницы архангельской и гибридных форм характеризуются увеличением линейных размеров, числа семенных чешуек и парастих с удалением местонахождения материнских климатипов к северу (от $R = 0.76$ до $R = 0.90$) и на восток (от $R = 0.62$ и до $R = 0.945 \pm 0.231$ при $t_{расч} = 4.09$) (табл. 3).

Таблица 2. Морфометрические показатели шишек лиственницы в географических культурах

№ происхождения по схеме	Район заготовки семян	Средние линейные размеры шишек, мм		Среднее число, шт.	
		длина ($L_{ш}$)	толщина ($D_{ш}$)	семенных чешуек	паразитих
<i>Популяции лиственницы архангельской и ее гибридные формы (Башкортостан)</i>					
14	Пос. Заповедник	36.3 ± 0.64 28–45 12.4	20.4 ± 0.24 17–23 8.2	31.8 ± 0.75 21–40 16.6	4.9 ± 0.06 4–5 6.0
11	Баймакский л-з	35.3 ± 0.69 26–44 13.7	19.7 ± 0.29 15–24 10.5	32.2 ± 0.57 25–41 12.4	5.1 ± 0.06 5–6 6.7
12	Белорецкий л-з	39.8 ± 0.56 32–51 9.9	23.2 ± 0.23 21–28 6.9	37.7 ± 0.67 25–47 12.5	5.1 ± 0.06 5–6 6.0
9	Абзелиловский л-з	38.9 ± 0.55 34–49 9.9	21.9 ± 0.28 18–26 8.9	35.2 ± 0.67 25–40 13.3	5.1 ± 0.05 5–6 5.8
<i>Популяции лиственницы сибирской</i>					
3	Московская обл.	35.1 ± 0.51 28–51 10.3	18.8 ± 0.23 16–22 8.8	31.4 ± 0.61 25–40 13.8	4.9 ± 0.04 4–6 6.2
8	Горный Алтай	39.3 ± 0.82 29–59 15.9	20.4 ± 0.27 18–26 10.2	37.8 ± 0.62 30–50 12.6	5.3 ± 0.10 4–7 12.0
5	Красноярский край	36.5 ± 0.56 28–46 12.2	20.5 ± 0.25 16–25 9.8	32.7 ± 0.69 25–48 16.3	5.1 ± 0.05 5–6 6.4
7	Республика Тыва	37.9 ± 0.62 33–49 11.5	21.0 ± 0.22 19–24 7.4	34.2 ± 0.40 26–36 8.2	5.0 ± 0.03 5–6 3.9
6	Республика Хакасия	39.1 ± 0.69 28–53 13.5	21.6 ± 0.27 18–28 9.7	40.1 ± 0.73 25–52 14.0	5.2 ± 0.08 4–7 11.1
4	Иркутская обл.	33.4 ± 0.63 25–44 13.1	19.9 ± 0.25 17–25 8.7	31.7 ± 0.67 23–40 17.9	4.9 ± 0.08 4–6 10.7

Примечание. В числителе – среднее значение, в знаменателе – лимиты; нижняя строка – уровень изменчивости (CV), %.

Таблица 3. Корреляционные зависимости между факторами происхождения, таксационными характеристиками потомства и морфометрическими показателями шишек лиственниц архангельской и сибирской

Фактор, показатель	$L_{ш}$	$D_{ш}$	$N_{\text{сем.чеш}}$	$N_{\text{паразитих}}$	$L_{ш}$	$D_{ш}$	$N_{\text{сем.чеш}}$	$N_{\text{паразитих}}$
	Лиственница архангельская (Башкортостан)				Лиственница сибирская			
Северная широта	0.886	0.903	0.762	0.0	-0.647	-0.228	0.402	0.400
Восточная долгота	0.675	0.616	0.775	0.945	-0.912	-0.425	0.821	0.958
Высота над ур. м.	0.820	0.911	0.863	0.167	0.762	0.464	0.704	0.743
Средние:								
диаметр ствола ($D_{1,3}$)	0.965	0.913	0.837	0.278	0.569	0.471	0.727	0.476
высота дерева (H)	0.640	0.599	0.774	0.964	0.364	0.044	0.418	0.182
Длина шишки ($L_{ш}$)	1	–	0.950	0.413	1	–	0.871	0.759
Толщина шишки ($D_{ш}$)	0.983	1	0.966	0.367	0.715	1	0.740	0.396
Число семенных чешуек ($N_{\text{сем.чеш}}$)	–	–	1	0.586	–	–	1	0.847

Таблица 4. Морфометрические показатели семенных чешуек лиственниц архангельской и сибирской в географических культурах

№ происхождения, район заготовки семян	Средние линейные размеры семенных чешуек шишек, мм				Индекс конфигурации плоскости семенных чешуек (D/L)	
	Длина (L)		Ширина (D)		$X \pm m$	$CV, \%$
	$X \pm m$	$CV, \%$	$X \pm m$	$CV, \%$		
<i>Популяции лиственницы архангельской (Башкортостан)</i>						
14, пос. Заповедник	16.35 ± 0.09	1.6	13.45 ± 0.21	4.7	0.82 ± 0.01	4.4
11, Баймакский л-з	15.68 ± 0.15	2.9	13.38 ± 0.55	12.4	0.85 ± 0.04	12.7
12, Белорецкий л-з	14.94 ± 0.38	7.6	14.92 ± 0.23	4.5	1.00 ± 0.03	9.4
9, Абзелиловский л-з	15.18 ± 0.48	9.5	13.45 ± 0.33	7.3	0.89 ± 0.01	4.1
<i>Популяции лиственницы сибирской</i>						
3, Московская обл., Бронницкий л-з	18.32 ± 0.37	7.6	13.15 ± 0.37	10.5	0.72 ± 0.02	10.4
8, Горный Алтай	15.48 ± 0.31	6.6	13.53 ± 0.32	7.9	0.87 ± 0.01	4.8
5, Красноярский край	14.12 ± 0.33	7.0	12.42 ± 0.34	8.6	0.88 ± 0.03	9.2
7, Республика Тыва	13.60 ± 0.27	5.9	12.48 ± 0.48	7.2	0.92 ± 0.04	11.5
6, Республика Хакасия	16.83 ± 0.25	4.9	14.83 ± 0.25	5.5	0.88 ± 0.01	5.2
4, Иркутская обл.	15.20 ± 0.17	4.3	12.45 ± 0.18	4.2	0.82 ± 0.02	6.3

Более крупные шишки с ббльшим числом семенных чешуек встречаются в потомстве с лучшей сохранностью и более высокими показателями роста. В башкирском потомстве размеры шишек имеют прямую связь с диаметром стволов (коэффициент корреляции изменяется от $R = 0.913 \pm 0.288$ при $t_{расч} = 2.99$ до $R = 0.965 \pm 0.185$ при $t_{расч} = 5.20$).

Уровень изменчивости линейных размеров семенных чешуек шишек лиственниц архангельской и сибирской в большей части потомства оценивается как низкий или очень низкий ($CV = 1.6\text{--}10.5\%$). Аналогичные результаты исследований получены многими авторами (Круклис, Милютин, 1977; Путенихин и др., 2004; Барченков, 2016). Исключение составляет баймакское потомство, в котором ширина самых крупных чешуек варьирует в пределах 11.2–15.5 мм и уровень изменчивости достигает 12.4 %. Наиболее стабильная индивидуальная изменчивость размеров семенной чешуи прослежена в потомстве из Иркутской обл. и пос. Заповедник (табл. 4).

Самые длинные семенные чешуйки (с максимальным значением 20.3 мм) отмечены в московском потомстве, самые широкие (до 16.2–163 мм) – в белорецком и хакасском, причем существенно превышающие по данным показателям другие варианты.

Для потомства лиственницы архангельской и гибридных форм, происхождение которых ограничено $57^{\circ}50'\text{--}58^{\circ}37'$ в. д., прослежена географическая изменчивость размеров семенной

чешуи: с удалением материнских климатипов на восток семенная чешуя достоверно короче ($R = -0.968 \pm 0.177$ при $t_{расч} = 5.46$). Для лиственницы сибирской из районов $84^{\circ}47'\text{--}100^{\circ}56'$ в. д. выявлена тенденция: чем восточнее материнский климатип, тем чешуя в его потомстве короче ($R = -0.39$) и уже ($R = -0.64$).

Индекс конфигурации плоскости семенной чешуи как комплексный показатель ее ширины и длины позволяет определить форму семенной чешуи, которая является наследственно закрепленным признаком особи. Так, значительно отличается от других вариантов и характеризуется широкочешуйной формой потомство белорецкого климатипа, узкочешуйной – московского. Большинство шишек по данному признаку представлено переходной формой (индекс – 0.82–0.92).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях Башкирского Предуралья при создании смешанных культур лиственницы в качестве сопутствующей породы целесообразно использовать липу мелколистную. Смешение с ясенем не дает хороших результатов, а смешение с елью привело к полному выпадению последней. Использование семян лиственницы европейской нецелесообразно. С целью создания высокопродуктивных культур лиственницы рекомендуется использование семян лиственницы архангельской и гибридных форм лиственниц архангельской и сибирской. К середине III класса возраста лучшей сохранностью (40–50 %) и

успешным ростом характеризуются башкирские популяции из Хамитовского (лидер по числу сохранившихся лиственниц), Бурзянского и Зигазинского лесхозов. Рангом ниже оценивается потомство абзелиловского, белорецкого, салаватского и кананикольского климатипов и выращенное из семян пос. Заповедник (30–35 %). Допустимые максимальные расстояния переброски семенного материала по отношению к району их использования: с юга – не более чем на 2° (до 200–220 км), с севера – не более чем на 1° (до 100 км), с востока – не более чем на 3°40' (до 240 км).

Среди потомства лиственницы сибирской выделяется сонское из Республики Хакасия, которое не уступает по продуктивности лучшим башкирским. Семенной материал этого климатипа требует дополнительных испытаний и может оказаться перспективным. Гибридные формы лиственницы Маргилинда, характеризующиеся сложной гено- и фенотипической наследственностью, в данной ситуации проявляют высокую адаптационную способность при значительных географических перемещениях.

Разница в высоте над уровнем моря в районе заготовок семян и в районе их использования не должна превышать 550 м.

Отмечен высокий уровень полиморфизма признаков генеративных органов лиственниц архангельской и сибирской и их гибридных форм.

Анализ морфологических особенностей шишек показал, что в Башкирском Предуралье произрастают лиственницы архангельская и сибирская и гибридные формы этих видов с различной долей участия генов одного или другого вида. Так, в потомстве, происходящем из Баймакского лесхоза, отмечено преобладание лиственницы сибирской, из Абзелиловского лесхоза – лиственницы архангельской, причем в том и другом потомстве встречаются гибридные формы лиственниц архангельской и сибирской. Потомство из Белорецкого лесхоза представлено исключительно гибридами лиственниц архангельской и сибирской. В образцах шишек из пос. Заповедник отмечено влияние гибридизации с лиственницей даурской, что согласуется с исследованиями в естественных популяциях на Урале и в Западной Сибири (Лебедева, Орлова, 2015). Обнаруженный в границах центральной южноуральской популяции гибрид с признаками лиственницы даурской является, по-видимому, еще одним доказательством существования в далеком прошлом обширной зоны гибридизации лиственницы архангельской (с за-

пада) и даурской (с востока), которая охватывала северную часть лесной зоны Западной Сибири (Ямало-Ненецкий автономный округ) от ее западной части восточного макросклона Уральских гор до левого берега р. Таз (Дылис, 1959, 1961, 1981).

В связи с вышеизложенным есть основание предполагать, что отмеченные особенности лиственниц, растущих в составе географических культур Башкирии, неслучайны и требуют дальнейших и более тщательных исследований в природе.

Наличие шишек лиственницы Чекановского *L. czekanowskii* Szafer (*L. sibirica* × *L. dahurica*) в потомстве климатипа из Ирбейского лесхоза Красноярского края, возможно, свидетельствует о доле участия лиственницы Чекановского в составе лесов по правобережью Енисея севернее 55°30' с. ш. и восточнее 95°20' в. д.

Прослежена прямая связь между сохранностью, параметрами роста деревьев и морфометрическими признаками шишек, что в пределах вида косвенно указывает на успешность семенования деревьев с более крупными шишками. С удалением мест заготовок семян на север и восток шишки в потомстве лиственницы сибирской становятся мельче, особенно по длине, в них меньше семенных чешуек и парастих. В узких границах изучения башкирских климатипов – лиственницы архангельской и гибридных форм лиственниц архангельской и сибирской, наоборот, отмечено увеличение размеров шишек. Чем севернее и восточнее происхождение башкирских климатипов, тем выше вероятность встречаемости шишек с широкочешуйной формой, а для сибирских климатипов – с узкочешуйной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абаимов А. П., Коропачинский И. Ю. Лиственницы Гмелина и Каяндера. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. 121 с.
- Андреанов П. Д., Камалов Р. Г., Сабирзянов И. Г., Ситдигов Р. Г. Географические культуры лиственницы в Учебно-опытном лесхозе Башкирского государственного аграрного университета. М.: МГУЛ, 2003. 38 с.
- Барченков А. П. Внутривидовая изменчивость семенных чешуек лиственницы сибирской *Larix sibirica* Ledeb. // Сиб. лесн. журн. 2016. № 6. С. 126–132.
- Бастаева Г. Т. Особенности роста лесных культур лиственницы сибирской на черноземных почвах // Изв. Оренбург. гос. агр. ун-та. 2005. № 1(5). С. 95–96.
- Биоразнообразие лиственниц Азиатской России / Отв. ред. С. П. Ефремов, Л. И. Милютин. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2010. 159 с.

- Бондаренко А. С., Жигунов А. В. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований: учеб. пособие. СПб.: Политех. ун-т, 2016. 125 с.
- Галерея трехмерных изображений шишек некоторых видов голосеменных / Л. Орлова, Д. Сластунов, 2015. <http://3d.taxon.pro/plantae/gymnospermae/001/>
- Глазунов Ю. Б., Мерзленко М. Д., Лобова С. Л. Результат 60-летнего опыта уникальных географических посадок лиственницы // Учен. зап. Петрозаводск. гос. ун-та. 2017. № 8(169). С. 44–48.
- Говорухин В. С. Флора Урала. Определитель растений, обитающих на горах Урала и в его предгорьях от берегов Карского моря до южных пределов лесной зоны. Свердловск: Обл. изд-во, 1937. 535 с.
- Дылис Н. В. Сибирская лиственница. М.: МОИП, 1947. 137 с.
- Дылис Н. В. О генетико-селекционном и ботанико-географическом значении контактов ареалов лиственниц сибирской и даурской // Сообщ. Ин-та леса АН СССР. Вып. 11. М.: Наука, 1959. С. 3–13.
- Дылис Н. В. Лиственница Восточной Сибири и Дальнего Востока. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 209 с.
- Дылис Н. В. Лиственница. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 96 с.
- Ефремов С. П., Седельникова Т. С., Пименов А. В. Морфологические особенности шишек лиственницы сибирской в условиях болотной согры и суходола // Хвойные бореальной зоны. 2006. Т. XXIII. № 2. С. 223–227.
- Ирошников А. И. Лиственницы России. Биоразнообразие и селекция. М.: ВНИИЛМ, 2004. 182 с.
- Коновалов Н. А., Суринов М. М. Лиственница в лесных культурах // Информ. листок Урала. Свердловск, 1980. № 600.
- Круклис М. В., Милютин Л. И. Лиственница Чекановского. М.: Наука, 1977. 212 с.
- Лебедева М. В., Орлова Л. В. Гибридизация лиственниц в Ямало-Ненецком автономном округе // Современные проблемы ботаники, микробиологии и природопользования в Западной Сибири и на сопредельных территориях: мат-лы Всерос. науч. конф. с междунар. участ., посвящ. 10-летию создания каф. ботаники и экологии растений и каф. микробиологии СурГУ, Сургут, 28–29 мая 2015 г. Сургут: Сургут. гос. ун-т, 2015. С. 18–20.
- Лесной план Республики Башкортостан (в ред. Указа главы Республики Башкортостан от 11.11.2016 № УГ-276). Кн. 1. <http://docs.cntd.ru/document/935110326>
- Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. М.: Лесная пром-сть, 1982. 368 с.
- Мамаев С. А. Закономерности внутривидовой изменчивости семейства Pinaceae на Урале: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Свердловск: Ин-т экол. раст. и животн. Уральск. филиала АН СССР, 1970. 58 с.
- Николаева М. А., Крестьянов А. А., Каматов Д. Е., Ямалеев О. А. Использование географической изменчивости в селекции хвойных пород в Республике Башкортостан // Хвойные бореальной зоны. 2015. Т. XXXIII. № 1–2. С. 30–37.
- Определитель высших растений Башкирской АССР. Т. 1 / Алексеев Ю. Е., Алексеев Е. Б., Габбасов К. К., Горчаковский П. Л., Губанов И. А., Гуфранова И. Б., Кузьяхметов Г. Г., Кулагин Ю. З., Кучеров Е. В., Минибаев Р. Г., Наумова Л. Г., Назирова З. М., Шурова Е. А., Хайретдинов С. С. / Отв. ред. Е. В. Кучеров, А. А. Мулдашев. М.: Наука, 1988. 316 с.
- Орлова Л. В. Конспект дикорастущих и некоторых интродуцированных видов рода *Larix* Mill. (Pinaceae) флоры Восточной Европы // Новости систематики высших растений. Т. 43. М.; СПб.: Тов-во науч. изд. КМК, 2012. С. 5–19.
- Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации (с изм. на 18 октября 2018 г.). Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Приказ от 18.08.2014 № 367. М.: Минприроды России, 2014. <http://docs.cntd.ru/document/420224339>
- Путенихин В. П., Фарукишина Г. Г., Шуганов З. Х. Лиственница Сукачева на Урале: изменчивость и популяционно-генетическая структура. М.: Наука, 2004. 275 с.
- Свистун Г. Ф. Влияние расового состава лиственницы Сукачева (русской) на ее рост в условиях Башкирии // Лесоведение. 1968. № 2. С. 54–59.
- Синельникова Н. В., Пахомов М. Н. Морфологическая изменчивость лиственницы Каяндера (*Larix sibirica*) в Оротукской котловине (долина р. Колыма) // Turczaninowia. 2011. Т. 14. № 3. С. 62–68.
- Фирсов Г. А., Орлова Л. В. Хвойные в Санкт-Петербурге. СПб.: Росток, 2008. 336 с.
- Флора СССР: в 30 т. Род 40. Лиственница – *Larix* Mill. Т. 1 / Ред. тома М. М. Ильин / Гл. ред. В. Л. Комаров. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. С. 154–155.
- Хайретдинов А. Ф. Повышение продуктивности рекреационных лесов Южного Урала. Уфа: Башкиргиздат, 1990. 280 с.
- Цвелев Н. Н. О названиях некоторых лиственниц (*Larix*, Pinaceae) России // Ботан. журн. 1994. Т. 79. № 11. С. 90–91.
- Цвелев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб.: Изд-во СПб. хим.-фарм. акад., 2000. 781 с.
- Шурхал А. В., Подогас А. В., Семериков В. Л., Животовский Л. А. Аллозимный полиморфизм лиственницы сибирской *Larix sibirica* // Генетика. 1989. Т. 25. № 10. С. 1899–1901.
- Abaimov A. P., Lesisnski J. A., Martinsson O., Milyutin L. I. Variability and ecology of Siberian larch species // Variability and ecology of Siberian larch species. Swed. Univ. Agri. Sci. (Umeå), Dep. Silviculture, Rep. 43, 1998. 123 p.
- Polezhaeva M. A., Lascoux M., Semerikov V. L. Cytoplasmic DNA variation and biogeography of *Larix* Mill. in Northeast Asia // Molecul. Ecol. 2010. V. 19. Iss. 6. P. 1239–1252.
- Semerikov V. L., Vendramin G. G., Sebastiani F., Lascoux M. RAPD-derived, PCR-based mitochondrial markers for *Larix* species and their usefulness in phylogeny // Conserv. Genet. 2006. V. 7. Iss. 4. P. 621–625.

GEOGRAPHICAL VARIABILITY OF LARCH IN THE EXPERIMENTAL FOREST CROPS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

M. A. Nikolaeva¹, L. V. Orlova², A. A. Krest'yanov³, D. N. Kamatov³

¹ S. M. Kirov Saint-Petersburg State Forest Technical University
Institutskiy per. 5, Saint-Petersburg, 194021 Russian Federation

² Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences
Professor Popov str. 2, Saint-Petersburg, 197376 Russian Federation

³ Branch of the Federal State Institution Russian Centre of Forest Health
Centre of Forest Health of the Republic of Bashkortostan
Mendeleev str. 148, Ufa, 450080 Russian Federation

E-mail: marin.nikol_1060@mail.ru, orlarix@mail.ru, czl102@rcfh.ru, deniskamatov@mail.ru

The results of studies carried out in 48-50-year-old geographical crops of larch in the Ufa forestry district of the Republic of Bashkortostan are presented in the article. The average capacity for survival of the object is 25 %. The highest capacity for survival (30–50 %) and successful growth have been shown by offspring originating from more southern regions (53°–54°10'N) relative to the test site. Assessment of the development of progeny 26 climatypes with the species belonging to the Arkhangelsk larch *Larix archangelica* Laws., the Siberian larch *L. sibirica* Ledeb. and hybrid forms of these species, Margilind larch *L. marschlinsii* Coaz, European larch *L. decidua* Mill., shows that for growing high-yielding larch crops in the conditions of the Bashkir Urals, it is advisable to use *L. archangelica* seeds and *L. archangelica* × *L. sibirica*, with allowable distances for transferring seeds relative to the area of their use approximately: from the south – up to 2°, from the north – up to 1°, and from the east – up to 3°40'. It is not inferior to the Bashkir populations of *L. sibirica* obtained from the Sonsky forestry district of the Republic of Khakassia. *L. × marschlinsii* exhibits a high adaptive capacity with initial origin from Great Britain. Morphological analysis of cones obtained from the settlement of Zapovednik enabled to detect a hybrid form of *L. archangelica* × *L. sibirica* with characteristics of Dahurian larch *L. dahurica* Laws. It should be noted that in the forest crop areas and those of collecting seeds the permissible difference between the heights above the sea level should not exceed 500–550 m. Also when growing mixed stands with a companion species, the heart-shaped linden *Tilia cordata* Mill should be preferred. In the progeny of the Bashkir climate types, there is a direct relationship between the factors of geographical origin and the size of the cones, while for the Siberian progeny this relationship is inverse. With the moving of the climatic types of origin to the north and east, the cones with wide-chested forms were observed in Bashkortostan, while narrow-scaled forms were found in Siberia.

Keywords: larch, *Larix*, geographical forest crops, climatype progeny, geographical origin, capacity for survival, growth, cones, morphometric features, seed scale.

How to cite: Nikolaeva M. A., Orlova L. V., Krest'yanov A. A., Kamatov D. N. Geographical variability of larch in the experimental forest crops of the Republic of Bashkortostan // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2019. N. 1: 30–43 (in Russian with English abstract).

DOI: 10.15372/SJFS20190103