

DOI 10.17516/1997-1389-0341

УДК 630.1

## Growth and Development of Introduced *Larix* Mill. Species in the Taiga Zone (Karelia)

Ivan T. Kishchenko\*

*Petrozavodsk State University  
Petrozavodsk, Russian Federation*

Received 15.10.2019, received in revised form 18.11.2020, accepted 25.12.2020

---

**Abstract.** The study reports results of research carried out from April to October during 1988–2016 at the Botanical Garden of Petrozavodsk State University (South Karelia, middle taiga subzones). Three introduced species of the genus *Larix* (*Larix sibirica* Ledeb., *L. leptolepis* (Sieb. et Zucc.) Gord, and *L. dahurica* Turcz. ex Trautv.) were studied. The growth of shoots and needles in different species begins, reaches its culmination, and ends almost simultaneously, differing by no more than one week across the species. *L. sibirica* shows the highest growth rate. The timing of growth, culmination, and the dynamics of growth of shoots and needles are largely determined by variations in precipitation, temperature, and humidity. The direction and strength of such an effect may vary from year to year. The dates of phenological phases of the *Larix* species studied here are chiefly determined by the air temperature in the current growing season and the dates of formation of wintering buds in the previous growing season. Bud swelling and opening begins almost simultaneously in the studied species. Most of the other phenological phases begin and end earliest in *L. sibirica* and latest in *L. leptolepis*. All the studied species, primarily *L. sibirica*, are promising for residential landscaping and creation of artificial plant communities in Karelia.

**Keywords:** introduction, *Larix*, growth, development, Karelia.

---

Citation: Kishchenko I.T. Growth and development of introduced *Larix* Mill. species in the taiga zone (Karelia). J. Sib. Fed. Univ. Biol., 2021, 14(1), 61–83. DOI: 10.17516/1997-1389-0341

---

---

© Siberian Federal University. All rights reserved

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

\* Corresponding author E-mail address: ivanki@karelia.ru

ORCID: 0000-0002-1039-1020 (Kishchenko I.)

## Рост и развитие интродуцированных видов *Larix* Mill. в таежной зоне (Карелия)

И. Т. Кищенко

Петрозаводский государственный университет  
Российская Федерация, Петрозаводск

**Аннотация.** Приведены результаты исследований, выполненных с апреля по октябрь в 1988–2016 гг. в Ботаническом саду Петрозаводского государственного университета (Южная Карелия, подзона средней тайги). Объектами исследований служили представители трех интродуцированных видов рода *Larix* (*Larix sibirica* Ledeb., *L. leptolepis* (Sieb. et Zucc.) Gord, *L. dahurica* Turcz. ex Trautv.). Рост побегов и хвои у разных видов начинается, достигает кульминации и заканчивается почти одновременно, сроки различаются по видам не более чем на одну неделю. При этом наибольшая величина прироста характерна для *L. sibirica*. Сроки начала роста, кульминации и динамики прироста побегов и хвои в значительной степени определяются изменчивостью атмосферных осадков, температуры и влажности воздуха. Направление и сила такого влияния из года в год могут изменяться. Сроки прохождения фенологических фаз у изучаемых видов рода *Larix* в наибольшей степени определяются температурным режимом воздуха текущей вегетации, а также периода заложения зимующих почек предшествующей вегетации. Набухание и разverzание почек у исследуемых видов начинаются почти одновременно. Большинство остальных фенофаз начинаются и заканчиваются раньше всего у *L. sibirica*, а позже всего – у *L. leptolepis*. Все изученные виды, и в первую очередь *L. sibirica*, перспективны для озеленения населенных пунктов и создания культурценозов в Карелии.

**Ключевые слова:** интродукция, *Larix*, рост, развитие, Карелия.

Цитирование: Кищенко, И. Т. Рост и развитие интродуцированных видов *Larix* Mill. в таежной зоне (Карелия) / И. Т. Кищенко // Журн. Сиб. федер. ун-та. Биология, 2021. 14(1). С. 61–83. DOI: 10.17516/1997-1389-0341

### Введение

Изучению сезонного роста и развития растений, в том числе древесных видов, уделяется большое внимание, как в России, так и за рубежом. И это понятно, так как познание этих важнейших биологических процессов имеет решающее значение в теории и практике выращивания растений. При этом объектами исследований служат аборигенные и интродуцированные древесные растения, в частности хвойные.

Известно, что большинство аборигенных видов древесных растений таежной зоны

России плохо переносят прогрессирующее загрязнение окружающей среды. Между тем многие виды хвойных растений, в т. ч. и представители рода *Larix*, других географических районов устойчивы к загазованности и задымленности и отличаются долговечностью (Встовская, 1983; Плотникова, 1983; Паутова, 2011; Гончарова, Полоскова, 2014; Попова и др., 2016). Кроме того, многие из них более продуктивны, чем местные виды, и нередко способны к натурализации (Лукин, 1977; Калущкий, Болотов, 1983; Мамаев, Махнев, 1996; Ботенков, Попова, 1997; Гаврилова,

Юрьева, 2014; Карасева, 2016; Попова и др., 2016; Мерзленко и др., 2017). Повышение биологического разнообразия естественных и искусственных фитоценозов, по мнению многих исследователей (Мамаев, Махнев, 1996; Bradshaw, 1995; Исаев и др., 1997; Буданцев, 1999; Морякина, 1998; Сикура, 1998; Esper et al., 2010; Когорачинский et al., 2011; Мухина и др., 2014; Фирсов, 2016), возможно только через интродукцию древесных растений. Все это свидетельствует о необходимости интродукции хвойных растений и оценки их перспективности. Последняя может быть установлена лишь на основе всестороннего изучения адаптаций, происходящих у испытываемых растений в новых условиях (Ворошилов, 1960; Базилевская, 1964). Главнейшими процессами, характеризующими состояние интродуцированных растений, являются особенности их роста и развития, которые определяются не только генотипом, но и динамикой экологических факторов (Булыгин, 1979; Встовская, 1983; Плотникова, 1983; Трулевич, 1991; Шкутко, 1991; Esper et al., 2010; Когорачинский et al., 2011).

Между тем выяснилось, что вопросы роста и развития хвойных интродуцентов изучены далеко не полно и нуждаются в уточнении и дальнейшем изучении. Характер и степень влияния экологических факторов на рост и развитие многих интродуцированных рас-

тений до сих пор не установлены. В Карелии такие детальные исследования до настоящего времени не проводились.

Целью данной работы являлось выяснение особенностей роста и развития некоторых интродуцированных видов *Larix Mill.* под влиянием главнейших климатических факторов и оценка их перспективности.

### Материалы и методы

Изучение интродуцированных видов хвойных растений проводили в Ботаническом саду Петрозаводского государственного университета. Объектами исследований служили три вида рода *Larix*: *Larix sibirica* Ledeb., *L. leptolepis* (Sieb. et Zucc.) Gord [*L. kaempferi* (Lamb.) Carrière], *L. dahurica* Turcz. ex Trautv. [*L. gmelinii* (Rupr.) Rupr.]. Посадки граничат с сосняком черничным. Характеристика объектов исследований приведена в табл. 1.

Наблюдения за развитием растений проводили с 1988 по 2016 г., а за ростом – в 1989–1991 гг. (рост *L. dahurica* не изучали в связи с гибелью в 1990 г.). Каждый изучаемый вид представлен групповой посадкой из 10–25 деревьев. Условия водного, минерального и светового режимов у всех изучаемых видов одинаковые. Размещение и густота посадок в каждой группе идентичны.

*L. sibirica* имеет обширный евроазиатский ареал: в европейской части России

Таблица 1. Характеристика объектов исследований

Table 1. Characteristics of research objects

Виды	Место происхождения саженцев (ботсад–город)	Возраст, лет	Средняя высота, м	Наличие семеношения
<i>Larix sibirica</i> Ledeb.	С.-Петербург	44	14,0	есть
<i>L. leptolepis</i> (Sieb. et Zucc.) Gord [ <i>L. kaempferi</i> (Lamb.) Carrière]	Москва	38	17,5	есть
<i>L. dahurica</i> Turcz. ex Trautv. [ <i>L. gmelinii</i> (Rupr.) Rupr.]	С.-Петербург	30	11,3	нет

она распространена к востоку от Онежского озера (Карелия) и Белого моря, захватывает Урал, спускаясь до южных его предгорий; в Сибири ее ареал простирается до низовьев Енисея на севере и до Южного Забайкалья на востоке, а на юге – по всему Алтаю. Широкий ареал *L. sibirica* обусловлен ее довольно широкой экологической амплитудой. У северной границы ареала и в высокогорьях она переносит весьма низкую температуру зимы, мирится с недостатком тепла летом и коротким безморозным периодом. *L. dahurica* имеет ареал, охватывающий Восточную Сибирь и Дальний Восток. Его западная граница совпадает с восточной границей ареала лиственницы сибирской, северная от р. Пясины идет в низовья р. Хатанги (на 72°40' с. ш. находится самый северный остров редколесий этого вида, как и хвойных вообще) и далее на восток по границе с тундрой. Восточная граница ареала *L. dahurica* проходит к побережью Охотского моря. В целом ареал *L. dahurica* охватывает район России с наиболее суровым континентальным климатом. *L. leptolepis* растет на солнечных сухих склонах гор острова Хонсю (Япония) на высоте 1600–2700 м над ур. моря с прохладным и сухим климатом.

Наблюдения за ростом побегов и хвои *L. sibirica* и *L. leptolepis* проводили по методике А. А. Молчанова и В. В. Смирнова (1967). С помощью линейки измеряли длину осевых побегов (ауксибластов второго порядка ветвления) с юго-западной части кроны на высоте около 2 м с момента набухания почек до заложения зимующих почек через каждые 2–3 сут. По каждому виду выбирали по 10 учетных деревьев, у каждого из них промаркировали по 25 побегов. Таким образом, объем выборки по каждому сроку наблюдения составлял 250 побегов. Рост промаркированной хвои с помощью линей-

ки изучали в верхней части тех же побегов, с тем же временным интервалом. Объем выборки тот же, что и для побегов. Величину суточного прироста побегов и хвои определяли как разницу в их длине (среднеарифметической) между последующим и предшествующим наблюдениями, деленную на число суток этого периода.

Фенологические наблюдения проводили, используя методические указания Н. Е. Булыгина (1979), через каждые 2–3 сут. Фиксировали время прохождения таких фенофаз, как набухание и разverzание вегетативных почек, начало и окончание линейного роста побегов, опробкование ростовых побегов, обособление хвои на побегах, завершение роста и вызревание, расцветивание и опадение хвои, обособление на побегах почек возобновления, набухание и разverzание репродуктивных почек, обособление на побегах стробилов, начало и окончание пыления, смыкание семенных чешуй, созревание шишек и высыпание семян из шишек. Фенофаза считалась наступившей, если она отмечалась не менее чем у 30 % побегов всех особей исследуемого вида.

Оценку перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений проводили по методике П. И. Лапина и С. В. Сидневой (1973). При этом учитывали такие показатели, как степень ежегодного вызревания побегов, зимостойкость, сохранение габитуса, побегообразовательная способность, регулярность прироста осевых побегов, способность к генеративному развитию, возможность размножения в культуре, общая оценка перспективности.

Климатические данные (суммарная солнечная радиация; атмосферные осадки; среднесуточная, минимальная и максимальная относительная влажность воздуха; среднесуточная, минимальная и максимальная температура воздуха) регистрировались

на Сулажгорской метеостанции (Карельская гидрометеорологическая обсерватория), расположенной в 3 км к юго-западу от Ботанического сада. Сумму положительных температур рассчитывали как сумму среднесуточных температур с момента перехода температуры через 0 °С до начала или прекращения какой-либо фазы.

Статистическая обработка материалов наблюдений за интродуцентами показала, что при определении среднеарифметической величины прироста побегов ошибка среднего значения составляет 3–6 %, а коэффициент вариации – 15–22 %; хвои – соответственно 4–5 и 12–18 %; фенодат – 5–6 и 20–26 %.

По результатам наблюдений за ростом и развитием растений, а также метеорологических условий сформировали банк данных, обработанный с помощью рекомендуемых для этих целей корреляционного и регрессионного методов анализа (Зайцев, 1981). Длина корреляционного ряда при изучении роста побегов и хвои (число наблюдений за вегетацию) от 25 до 35, а при изучении развития (число лет) – 28.

## Результаты и обсуждение

### Рост растений

**Линейный рост побегов.** Проведенные исследования позволили установить, что сроки начала роста побегов изучаемых видов рода *Larix* могут варьировать по годам в пределах 10 сут (табл. 2). Еще большую изменчивость (2–3 недели) в сроках начала роста побегов в разные годы наблюдал Н. В. Шкутко (1991). При сравнении отдельных видов лиственницы выяснилось, что рост их побегов начинается в третьей декаде мая – начале июня (23 V–3 VI) почти одновременно. Максимальные различия при этом не превышают 2 сут (табл. 2).

Установлено, что время кульминации прироста побегов довольно существенно меняется по годам (16 VI–5 VII). Однако различия между видами при этом не превышают 8 сут. Величина максимального прироста у разных видов почти одинакова (табл. 3). Его наибольшая величина (в среднем 5,9 мм/сут) обнаружена у *L. sibirica*. У *L. leptolepis* этот показатель на 17–42 % меньше. Следует подчеркнуть, что погодичная изменчивость

Таблица 2. Температура воздуха в период роста побегов у различных видов рода *Larix*

Table 2. Air temperature in the period of growth of shoots of different *Larix* species

Виды	Годы наблюдений	Начало роста			Кульминация прироста			Окончание роста		
		Дата	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма положит. температур, °С	Дата	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма положит. температур, °С	Дата	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма положит. температур, °С
<i>Larix sibirica</i>	1989	23 V	8,4	375	17–19 VI	16,0	730	13 VII	14,7	1208
	1990	3 VI	10,7	405	5–8 VII	16,1	805	20 VII	16,1	1041
	1991	28 V	10,4	274	16–19 VI	13,1	528	15 VII	17,6	1142
<i>L. leptolepis</i>	1989	24 V	9,4	365	17–19 VI	16,0	730	17 VII	14,5	1270
	1990	2 VI	8,9	391	5–7 VII	16,1	805	23 VII	16,9	1092
	1991	30 V	10,0	294	24–26 VI	15,0	635	22 VII	17,5	1093

Таблица 3. Основные характеристики линейного прироста побегов у различных видов рода *Larix*Table 3. The main characteristics of the growth of shoots in different *Larix* species

Виды	Годы наблюдений	Максимальный суточный прирост, мм	Годичный прирост, мм	Продолжительность роста, сут
<i>Larix sibirica</i>	1989	5,9±0,3	132±5	49±3
	1990	4,6±0,2	102±4	47±2
	1991	4,7±0,2	112±4	48±2
<i>L. leptolepis</i>	1989	4,9±0,3	101±3	54±3
	1990	3,5±0,3	76±3	51±3
	1991	2,7±0,2	84±3	53±3

величины максимального прироста побегов может достигать 30–80 % (табл. 3).

Оказалось, что сроки прекращения роста побегов также незначительно варьируют за годы исследований и различаются не более чем на 1 неделю. При этом разница в сроках у отдельных видов лиственницы может составлять от 3 до 7 сут. По среднесуточным данным, ранее всего рост побегов прекращается у *L. sibirica* (13–20 VII). У *L. leptolepis* эта фенофаза заканчивается на неделю позже.

Вполне понятно, что незначительная погодичная вариация в сроках начала и окончания роста побегов определяет и небольшие различия в продолжительности их формирования. В зависимости от вида растения она варьирует от 47 до 54 сут (табл. 3). Наиболее длительный рост характерен для *L. leptolepis* (51–54 сут).

Обнаруженная изменчивость в продолжительности и интенсивности роста побегов обуславливает и соответствующие различия в величине их годичного прироста. При этом погодичная вариабельность длины побегов у изучаемых видов средняя и не превышает 25 %. Из данных табл. 3 следует, что более длинные побеги (в среднем 115 мм) формируются у *L. sibirica*. У *L. leptolepis* они на 30 % короче. При этом скорость роста побегов у первого вида на 20 % больше, а продолжи-

тельность их роста даже на неделю меньше, чем у второго вида. Поэтому различия в величине годичного прироста побегов связаны главным образом с различиями в интенсивности их роста.

По данным 3-летних наблюдений, рост побегов у изучаемых видов рода *Larix* начинается при среднесуточной температуре воздуха 8,4–10,7 °С (табл. 2). Кроме того, начало этой фенофазы зависит и от температуры воздуха предшествующего периода. На это указывают и довольно стабильные значения суммы положительных температур (СПТ) начала роста побегов (274–405 °С). Связь сроков начала роста побегов рода *Larix* с температурой воздуха 6–10 °С была отмечена ранее (Гроздова, Кабанова, 1979; Верзунов, 1982). Выяснилось, что период кульминации прироста побегов может наступать при широком диапазоне температуры воздуха (13–16 °С). Однако для *L. sibirica* она должна быть не менее 13 °С, а для *L. leptolepis* – не менее 15 °С. Между тем сумма положительных температур этого периода варьирует незначительно (528–805 °С), что указывает на возможное влияние данного параметра на сроки кульминации прироста у двух изучаемых видов рода *Larix*.

Исследования показали, что в период прекращения роста побегов температура воздуха остается вполне благоприятной для его



продолжения (14,5–17,6 °С). К этому времени теплообеспеченность среды (СПТ) достигает примерно 1000–1200 °С, ее погодичные различия для каждого вида не превышают 20 %. Все это указывает на возможную зависимость сроков окончания данной фенофазы от этого параметра. Полученные значения температуры прекращения роста побегов видов рода *Larix* близки значениям, приведенным А. С. Лантратовой (1965).

Анализ результатов исследований показал наличие достоверной корреляции между динамикой прироста побегов изучаемых видов и среднесуточной температурой воздуха за текущий и предшествующий периоды. При этом оказалось, что направление и сила корреляции варьируют в зависимости от года наблюдения и биологических особенностей вида. Положительная и наиболее тесная сопряженность, по данным 1989–1990 гг., установлена в отношении *L. sibirica* ( $r = +0,67$ – $+0,96$ ), для *L. leptolepis* она слабее ( $r = +0,58$ – $+0,68$ ). По результатам наблюдений 1991 г., направление корреляции меняется на отрицательное, причем для первого вида она продолжает оставаться довольно сильной ( $r = -0,62$  –  $-0,72$ ), а для второго слабеет до недостоверной. Обнаруженное изменение в направлении корреляции объясняется исключительно теплой погодой вегетационного периода третьего года исследований. Как было показано выше, кульминация прироста побегов может наблюдаться уже при температуре 13 °С, а в данный год наблюдений в период их роста температура не опускалась ниже 14 °С. Кроме того, появление отрицательной корреляции обусловлено еще и тем, что в период затухания ростовых процессов температура воздуха неуклонно повышалась. Таким образом, в районе интродукции в отдельные вегетационные периоды максимальная температура воздуха может довольно существенно

превысить оптимальные значения для реализации программы роста побегов у изучаемых видов лиственницы. О влиянии температуры воздуха на рост побегов видов рода *Larix* в период до наступления их кульминации ранее писали Д. А. Усова (1972), А. С. Лантратова (1973) и С. А. Потапова (1985). Целый ряд исследователей установили зависимость интенсивности роста также и древесины ствола от температурного режима воздуха (Елагин, 1962; Briffa et al., 1995; Graybill, Shiyatov, 1997; Bengtsson et al., 2004; Esper et al., 2010; Nikolaev et al., 2011b; Babushkina, Belokopytova, 2014; Belokopytova et al., 2018).

Изучение корреляционных связей между интенсивностью роста побегов и динамикой выпадения атмосферных осадков показало, что их направление и сила тоже непостоянны по годам и зависят от систематического положения вида. Так, за вегетационный период 1989–1990 гг. обнаружена довольно значительная положительная корреляция ( $r = +0,76$  –  $+0,84$ ) у *L. sibirica*, отрицательная ( $r = -0,52$  –  $-0,54$ ) – у *L. leptolepis*. По данным 1991 г., все искомые корреляции оказались недостоверными. Зависимость скорости роста годичного кольца от гидрологического режима установлена многими исследователями (Ваганов и др., 1990; Ваганов, Шиятов, 2005; Esper et al., 2010; Koropachinskii et al., 2011; Nikolaev et al., 2011a).

Исследованиями выявлено, что влияние влажности воздуха на рост побегов, так же как и температуры воздуха, из года в год существенно изменяется. Так, по данным первых двух лет наблюдений, искомое влияние для изучаемых видов характеризуется отрицательной корреляцией средней силы ( $r = -0,48$  –  $-0,71$ ). На третий год исследований эта корреляция для *L. sibirica* становится положительной, а для *L. leptolepis* она оказывается недостоверной. Нетрудно

заметить (табл. 2), что положительное воздействие относительной влажности воздуха отмечается в теплый вегетационный период с температурой воздуха, постоянно превышающей оптимальные значения для роста побегов. В прохладные вегетационные периоды со значительными температурными перепадами повышенная влажность воздуха, наоборот, тормозит рост побегов. По всей вероятности, ее воздействие реализуется через изменение интенсивности транспирации, отражающейся на скорости поступления воды и растворенных в ней минеральных веществ в хвою. В свою очередь это сказывается и на скорости снабжения продуктами фотосинтеза растущих побегов.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что состояние среды за предшествующие несколько суток оказывает почти идентичное воздействие на рост побегов, что и за текущий период. Учет суммарного эффекта изучаемых экологических факторов за эти два периода приводит к заметному возрастанию величины коэффициента корреляции.

**Линейный рост хвои.** Проведенные исследования позволили установить (табл. 4), что сроки начала роста хвои изучаемых видов рода *Larix* могут варьировать по годам в пределах 2 недель (19 IV – 5 V). Выяснилось, что данная фенофаза у изучаемых видов начинается почти одновременно. Близкие к нашим данным по срокам начала роста хвои этих видов получены К. А. Андреевым (1977), Р. И. Дерюжкиным и В. М. Горбок (1977).

Установлено, что время кульминации прироста хвои из года в год может очень существенно варьировать (27 IV – 31 V). Величина максимального прироста хвои у разных видов рода *Larix* изменяется весьма незначительно (табл. 5), она выше (в среднем 2,3 мм/сут) у *L. sibirica*. У *L. leptolepis* она меньше на 15 %. Следует отметить, что погодичная изменчивость максимального прироста хвои исследуемых видов может достигать 25–110 %. При этом наибольшей стабильностью данного показателя отличается *L. sibirica*. Сроки прекращения роста хвои могут изменяться по годам не более чем на 2–7 сут (9–16

Таблица 4. Температурный режим воздуха в период роста хвои у различных видов рода *Larix*

Table 4. Air temperature during the growth of needles in different *Larix* species

Виды	Годы наблюдений	Начало роста			Кульминация прироста			Окончание роста		
		Дата	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма положит. температур, °С	Дата	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма положит. температур, °С	Дата	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма положит. температур, °С
<i>Larix sibirica</i>	1989	3 V	5,2	88	28–29 V	13,0	278	16 VI	14,6	542
	1990	21 IV	6,7	77	27–29 IV	8,7	133	9 VI	10,1	463
	1991	5 V	5,9	102	30–31 V	10,0	294	16 VI	13,1	502
<i>L. leptolepis</i>	1989	2 V	5,0	82	28–29 V	13,0	278	13 VI	12,0	493
	1990	19 IV	6,9	62	27–29 IV	8,7	133	11 VI	9,5	482
	1991	4 V	4,7	96	30–31 V	10,0	294	15 VI	12,3	489



Таблица 5. Основные характеристики линейного прироста хвои в длину у различных видов рода *Larix*Table 5. The main characteristics of the length growth of needles in different *Larix* species

Виды	Годы наблюдений	Максимальный суточный прирост, мм	Годичный прирост, мм	Продолжительность роста, сут
<i>Larix sibirica</i>	1989	2,8±0,14	48±3	44±2
	1990	1,3±0,07	32±2	48±3
	1991	2,9±0,14	45±3	43±2
<i>L. leptolepis</i>	1989	2,4±0,13	36±2	42±2
	1990	1,4±0,06	34±2	54±2
	1991	2,1±0,09	31±2	42±2

VI). При этом различия между видами, как правило, не достоверны и не превышают 1–3 сут.

Вполне понятно, что незначительные погодические различия в сроках начала и окончания роста хвои вызывают и незначительные различия в продолжительности ее формирования. В зависимости от вида растения последняя составляет от 42 до 54 сут (табл. 5). Более продолжительный рост (в среднем 46 сут) характерен для *L. leptolepis*.

Обнаруженная изменчивость в продолжительности и интенсивности роста хвои приводит к различиям в величине ее годового прироста. Длина хвои у изучаемых видов по годам может различаться на 15–30 %. Из данных табл. 5 следует, что длинная хвоя (в среднем 42 мм) формируется у *L. sibirica*, у *L. leptolepis* она составляет в среднем 33 мм. Анализ результатов исследований свидетельствует о том, что различия в величине годового прироста хвои связаны в основном с различиями в интенсивности ее роста. Так, длина хвои у *L. sibirica* больше чем у *L. leptolepis* почти на 30 %, а продолжительность ее роста даже на 1 сут меньше.

По данным 3-летних наблюдений, начало роста хвои у всех изучаемых видов отмечается при близких значениях температуры воздуха – 4,7–6,9 °С. Наблюдаемые при

этом различия связаны лишь с погодической изменчивостью данного фактора. Исследования Н. Е. Булыгина и З. Н. Довгулевич (1980) свидетельствуют о том, что ведущая ритмулирующая роль в начальный период роста побегов деревьев принадлежит среднесуточной минимальной температуре воздуха. Как выяснилось, теплообеспеченность для начала роста хвои, так же как температура воздуха, довольно стабильна (62–102 °С). Погодичная вариация ее величины в этот момент не превышает 30 %.

Обнаружено, что в период кульминации прироста хвои различия в температуре воздуха варьируют в пределах 1–4 °С, а сумма положительных температур изменяется в 1,1–2,2 раза. Ее максимальный прирост может наступить уже при температуре около 9 °С.

Во время прекращения роста хвои температура воздуха и сумма положительных температур варьируют в широких пределах и составляют, соответственно, 9,5–14,6 и 463–542 °С. Эти данные свидетельствуют о том, что сроки прекращения роста хвои у представителей рода *Larix* не связаны с температурным режимом и, вероятнее всего, обусловлены наследственными различиями интродуцентов. Результаты исследований Л. А. Фроловой (1979) также показали, что для большинства хвойных интродуцен-

тов тепла вполне достаточно для завершения годового цикла развития вегетативных почек.

Проведение корреляционного анализа позволило обнаружить, что степень сопряженности динамики роста хвои и температуры воздуха у изучаемых видов примерно одинакова и ее характер постоянен ( $r = +0,53 - +0,63$ ). Анализ результатов корреляционного анализа свидетельствует о существенных различиях в ростовых реакциях на динамику температуры воздуха у изучаемых видов растений. Оказалось, что в одни (более теплые) вегетационные периоды искомая корреляция характеризуется отрицательным направлением и незначительной силой ( $r = -0,24 - -0,34$ ), а в другие (более холодные) – значения коэффициента корреляции изменялись от  $+0,12$  до  $+0,27$ . Обнаружено, что характер зависимости роста хвои от влажности воздуха из года в год остается неизменным, но ее сила может значительно меняться ( $r = -0,22 - -0,69$ ). При этом достоверные различия между видами не отмечены. Совершенно идентичные этим данным получены результаты по корреляции хода роста хвои и динамике выпадения атмосферных осадков ( $r = -0,12 - -0,57$ ).

#### Развитие растений

Анализ данных статистической обработки показал, что ошибка средней многолетней величины фенодат весьма незначительна и, как правило, не превышает 1–2 сут (табл. 6). Лишь для фазы расцветивания отмирающей хвои ее величина возрастает до 4–8 сут. Наибольшая вариабельность фенодат характерна тоже для этой фенофазы, а также для фазы начала линейного роста побегов. Среднеквадратическое отклонение в эти периоды развития достигает 13–20 сут. Для остальных фенофаз его величина значительно меньше (3–10 сут).

Проведенные исследования показали, что ритмика сезонного развития изучаемых видов рода *Larix* имеет специфические особенности (табл. 6). По среднемноголетним данным, набухание вегетативных почек у них начинается почти одновременно (29–31 IV). Линейный рост побегов начинается после этого через месяц (25–31 V), причем у *L. sibirica* на несколько суток раньше, чем у *L. leptolepis* и *L. dahurica*. Этот процесс заканчивается у *L. sibirica* на неделю раньше (14 VII), чем у двух других видов. Наиболее ранние сроки опробкования оснований побегов (13–14 VI) отмечены у *L. sibirica* и *L. leptolepis*, у *L. dahurica* – 18 VI.

Процесс опробкования побегов по всей длине у исследуемых видов завершается в одно время (18–20 VIII). Фаза обособления вегетативных почек на побегах у *L. sibirica* наступает на 3–5 сут раньше (13 VIII), чем у других видов (16–18 VIII). В фазу разverzания вегетативных почек изучаемые виды также вступают в одно время (7 V). Почти одновременно у различных видов лиственницы происходит обособление хвои на побегах (11–13 V) и завершается ее рост (21–23 VI). Первой в фазу расцветивания хвои (8 IX) вступает *L. leptolepis*, а последней (26 X) – *L. dahurica*. Быстрее всего (11 X) начинается опадение хвои у *L. sibirica*, а у других видов – на неделю позже.

Разverzание репродуктивных почек у изучаемых видов лиственницы отмечается 4–6 V. Примерно через неделю начинают обособливаться на побегах стробилы, причем раньше всего (9 V) у *L. sibirica*. Через несколько суток (12–17 V) наблюдается пыление. Эта фенофаза заканчивается примерно через неделю, причем быстрее всего у *L. sibirica*, а позже у *L. leptolepis*. Таким образом, при отсутствии репродуктивных барьеров между данными видами в условиях интродукции

Таблица 6. Среднемноголетние даты наступления фенофаз у различных видов рода *Larix*Table 6. Average long-term dates of the onset of phenophases in different *Larix* species

Фенофазы и стат. показатели		<i>Larix dahurica</i>	<i>L. sibirica</i>	<i>L. leptolepis</i>
Набухание вегетативных почек	M± m <sub>M</sub>	31 IV±1,4	31 IV±1,4	29 IV±2,6
	σ	5,4	5,6	9,7
Разверзание вегетативных почек	M± m <sub>M</sub>	7 V±1,6	7 V±1,7	7 V±1,8
	σ	5,8	6,5	6,9
Начало линейного роста побегов	M± m <sub>M</sub>	30 V±4,1	25 V±2,5	31 V±3,7
	σ	15,2	9,8	13,9
Окончание линейного роста побегов	M± m <sub>M</sub>	23 VII±1,0	14 VII±2,3	20 VII±1,3
	σ	3,6	9,0	4,8
Опробковение оснований побегов	M± m <sub>M</sub>	18 VI±2,8	13 VI±0,8	14 VI±1,1
	σ	10,3	3,3	4,3
Опробковение побегов по всей длине	M± m <sub>M</sub>	18 VIII±1,1	20 VIII±0,8	20 VIII±1,2
	σ	4,4	3,0	4,3
Обособление хвои на побегах	M± m <sub>M</sub>	11 V±1,3	13 V±1,7	13 V±1,7
	σ	5,0	6,6	6,5
Завершение роста и вызревание хвои	M± m <sub>M</sub>	21 VI±1,2	21 VI±1,7	23 VI±1,1
	σ	4,6	6,6	4,6
Расцветивание отмирающей хвои	M± m <sub>M</sub>	26 IX±3,7	22 IX±7,9	8 IX±3,6
	σ	13,8	20,6	13,1
Опадение хвои	M± m <sub>M</sub>	18 X±1,9	11 X±1,5	18 X±7,7
	σ	7,0	5,7	7,7
Обособление на побегах почек возобновления	M± m <sub>M</sub>	18 VIII±0,9	13 VIII±1,3	16 VIII±1,1
	σ	3,4	5,2	4,3
Набухание репродуктивных почек	M± m <sub>M</sub>	26 IV±2,0	28 IV±1,6	2 V±2,3
	σ	7,4	6,3	8,5
Разверзание репродуктивных почек	M± m <sub>M</sub>	4 V±1,3	4 V±1,0	6 V±1,5
	σ	4,9	3,9	5,6
Обособление на побегах стробиллов	M± m <sub>M</sub>	11 V±1,4	9 V±0,9	11 V±1,6
	σ	5,3	3,7	6,0
Начало пыления	M± m <sub>M</sub>	15 V±1,2	12 V±1,1	17 V±1,8
	σ	4,6	4,1	6,8
Окончание пыления	M± m <sub>M</sub>	21 V±1,1	19 V±1,3	25 V±1,5
	σ	4,2	4,9	5,9
Смыкание семенных чешуй в шишках	M± m <sub>M</sub>	15 VI±3,7	14 VI±2,0	12 VI±1,3
	σ	14,0	7,8	4,8
Шишки достигли зрелых размеров	M± m <sub>M</sub>	11 VII±1,2	17 VII±0,9	25 VII±1,2
	σ	9,5	3,5	4,7
Созревание шишек	M± m <sub>M</sub>	12 X±0,8	15 X±3,0	17 X±2,5
	σ	10,5	11,4	9,3
Высыпание семян из шишек	M± m <sub>M</sub>	21 X±2,4	28 X±1,2	31 X±2,5
	σ	9,0	4,2	9,4

Примечание: M – среднеарифметическая величина; m<sub>M</sub> – ошибка среднеарифметической величины; σ – среднеквадратическое отклонение.

они могут переопыляться (Polezhaeva et al., 2013).

Семенные чешуи смыкаются обычно через три недели после прекращения пыления (12–15 VI). Раньше всего в данную фенофазу вступает *L. leptolepis*, а позже – *L. dahurica*. Еще не созревшие шишки достигают максимальных размеров уже в июле (11–25 VII). Раньше всего данная фенофаза отмечается у *L. dahurica*, а позже – у *L. leptolepis*. Время наступления важнейшей фазы «созревание шишек» существенно различается у разных видов. Так, у *L. dahurica* она имеет место уже 12 X, у других видов – только 15–17 X. Высыпание семян из шишек происходит в конце октября. Быстрее всего эта фаза начинается также у *L. dahurica* (21 X), а позже всего (31 X) – у *L. leptolepis*.

Приведенные выше данные показывают, что при существенном погодичном различии

в фенодатах раньше всего они чаще отмечаются у *L. sibirica*, а позже – у *L. leptolepis*. При этом очередность прохождения фенофаз у изучаемых видов из года в год не меняется. Этот вывод согласуется с мнением Н. В. Трулевич (1991).

При анализе состояния среды во время начала фенофаз (табл. 7) обнаружена очень сильная погодичная вариабельность значений относительной влажности воздуха, атмосферных осадков и суммарной солнечной радиации. Между тем температурный режим воздуха в момент наступления очередной фенофазы за исследуемый период остается довольно стабильным и заметно отличается у разных видов растений. Так, набухание вегетативных почек у изучаемых видов начинается при повышении среднесуточной температуры до 5,3–5,6 °С и сумме положительных температур 74–80 °С (табл. 7).

Таблица 7. Среднесуточные значения экологических факторов в момент прохождения фенофаз у различных видов рода *Larix*

Table 7. Daily average values of environmental factors during different phenophases of various *Larix* species

Фенофазы и факторы		<i>Larix dahurica</i>	<i>L. sibirica</i>	<i>L. leptolepis</i>
Набухание вегетативных почек	Т	5,6	5,3	5,5
	СПТ	80	74	74
	В	64	66	66
	О	1,2	1,0	0,8
	Р	333	359	297
Разверзание вегетативных почек	Т	6,2	7,0	7,2
	СПТ	114	123	115
	В	66	65	62
	О	1,1	1,6	2,5
	Р	364	390	394
Начало линейного роста побегов	Т	10,2	12,1	11,9
	СПТ	351	292	360
	В	66	64	62
	О	1,9	1,6	0,8
	Р	390	397	394
Окончание линейного роста побегов	Т	12,1	14,3	13,0
	СПТ	1565	1466	1555

Продолжение табл. 7

Continuation of Table 7

Фенофазы и факторы		<i>Larix dahurica</i>	<i>L. sibirica</i>	<i>L. leptolepis</i>
	В	80	81	84
	О	0,2	1,7	3,2
	Р	276	266	260
Опробковение оснований побегов	Т	16,6	16,3	16,5
	СПТ	1035	966	982
	В	78	75	73
	О	4,9	1,1	2,0
	Р	350	409	428
Опробковение побегов по всей длине	Т	12,8	12,6	12,8
	СПТ	1507	1561	1558
	В	84	85	81
	О	2,2	2,6	4,0
	Р	250	240	255
Обособление хвои на побегах	Т	7,5	7,0	8,5
	СПТ	150	172	161
	В	56	61	66
	О	0,2	0,2	1,0
	Р	460	452	375
Завершение роста и вызревание хвои	Т	10,2	9,5	11,6
	СПТ	212	250	270
	В	70	69	66
	О	2,7	3,2	1,7
	Р	312	349	402
Расцветивание отмирающей хвои	Т	5,8	5,4	4,9
	СПТ	1860	1823	1903
	В	84	81	84
	О	8,4	1,9	1,7
	Р	554	1075	1655
Опадение хвои	Т	3,0	3,4	3,0
	СПТ	1928	1932	1919
	В	83	82	83
	О	4,1	8,4	1,2
	Р	2175	1956	2037
Обособление на побегах почек возобновления	Т	13,5	14,5	13,7
	СПТ	1501	1454	1500
	В	84	77	86
	О	1,9	0,4	2,3
	Р	286	372	324
Набухание репродуктивных почек	Т	2,6	3,2	4,3
	СПТ	57	62	87
	В	69	71	65
	О	0,7	1,0	0,3
	Р	347	308	603

Окончание табл. 7

End Table 7

Фенофазы и факторы		<i>Larix dahurica</i>	<i>L. sibirica</i>	<i>L. leptolepis</i>
Разверзание репродуктивных почек	T	7,6	8,1	6,4
	СПТ	100	101	103
	B	62	64	66
	O	0,3	0,7	1,5
	P	365	369	323
Обособление на побегах стробиллов	T	6,5	6,9	8,3
	СПТ	153	137	148
	B	56	55	67
	O	1,2	0,6	1,7
	P	456	472	322
Начало пыления	T	10,0	9,9	10,5
	СПТ	194	164	201
	B	60	57	59
	O	1,1	0,6	0,2
	P	387	387	440
Окончание пыления	T	9,3	9,3	9,8
	СПТ	244	235	280
	B	65	60	67
	O	1,5	0,7	1,2
	P	338	429	364
Смыкание семенных чешуй в шишках	T	12,7	12,6	13,5
	СПТ	531	541	511
	B	66	74	70
	O	3,3	2,8	2,3
	P	355	337	432
Шишки достигли зрелых размеров	T	15,6	17,1	16,4
	СПТ	926	1038	1164
	B	76	76	75
	O	2,4	2,6	1,6
	P	401	454	379
Созревание шишек	T	7,2	3,7	3,2
	СПТ	1684	1930	1940
	B	82	82	83
	O	4,1	8,4	6,1
	P	1533	1948	1870
Высыпание семян из шишек	T	3,4	3,0	2,4
	СПТ	1928	1952	2003
	B	82	83	84
	O	4,2	8,4	9,6
	P	2175	2152	2007

Примечание: T – температура воздуха, °C; СПТ – сумма положительных температур, °C; B – относительная влажность воздуха, %; O – атмосферные осадки, мм; P – солнечная радиация, кал/см<sup>2</sup>.



В момент начала линейного роста побегов у разных видов рода *Larix* существенных различий в температуре воздуха не отмечено (10,2–12,1 °С). Однако сумма тепла в эту фазу у *L. sibirica* (292 °С) значительно меньше, чем у *L. leptolepis* (360 °С). Прекращение роста побегов происходит при благоприятной для этого процесса температуре воздуха (12,1–14,3 °С). Опробковение оснований побегов отмечается при температуре около 16 °С и примерно 1000 °С СПТ. Во время опробковения побегов по всей длине соответствующие параметры среды составляют около 13 и 1500 °С. Обособление на побегах вегетативных почек происходит при температуре 14 °С и 1500 °С СПТ.

Развержение вегетативных почек у изучаемых видов рода *Larix* также происходит при почти одинаковом температурном режиме воздуха – соответственно 6,2–7,2 °С и 114–123 °С СПТ. Обособление хвои на побегах имеет место при повышении температуры до 7,0–8,5 и 150–172 °С. Ее рост завершается при понижении температуры до 9,5–11,6 °С и увеличении теплообеспеченности до 212–270 °С. Расцветивание отмирающей хвои отмечается при понижении температуры до 5 °С при накоплении 1900 °С. Ее опадение начинается при дальнейшем снижении (до 3 °С) температуры воздуха.

Начало фазы набухания репродуктивных почек при наиболее теплой погоде ( $T = 4,3$  °С и СПТ = 87 °С) отмечено у *L. leptolepis*, а у других видов этот процесс начинается уже при температуре 2,6–3,2 °С и сумме положительных температур 57–62 °С. Начало фазы разверзания этих почек у различных видов лиственницы характеризуется почти одинаковыми температурными условиями (6,4–8,1 и 100–103 °С). Обособление на побегах стробиллов у изучаемых видов начинается при близких к этим значениям среды (6,5–8,3

и 137–153 °С). Во время начала пыления у разных видов температура воздуха повышается до 10 °С. Между тем у *L. sibirica* для начала этой фенофазы требуется более низкая СПТ 164 °С, что значительно меньше, чем у других видов. Окончание пыления характеризуется одинаковой температурой (9,3–9,8 °С), но сумма тепла, накопленного к этому периоду у *L. sibirica*, также меньше, чем у *L. leptolepis*. Смыкание семенных чешуй у изучаемых видов происходит при близких значениях температуры воздуха (12,6–13,5 °С). Женские шишки достигают максимальных размеров при повышении температуры до 15,6–17,1 °С и СПТ 926–1164 °С. Завершение созревания шишек у *L. dahurica* наблюдается раньше – при накоплении всего 1684° положительных температур и снижении средней температуры до 7,2 °С. У других видов эта фенофаза отмечается при понижении температуры до 3,2–3,7 °С и увеличении суммы тепла до 1900 °С. Семена начинают высыпаться из шишек при дальнейшем снижении температуры (до 2,4–3,4 °С) и сумме тепла около 2000°. Опадение хвои происходит примерно при таком же температурном режиме. Зависимость сроков развития различных видов рода *Larix* от текущей температуры ранее отмечалось Н.В. Наполковым (1964), Н.Е. Булыгиным и З.Н. Довгулевым (1980), А.И. Лобановым и И.В. Тихоновой (1992), О. Ворралом (Worrall, 1973), Д.А. Грейбиллом и С.Г. Шиятовым (Graybill, Shiyatov, 1997) и Дж. Эспером с соавторами (Esper et al., 2010). Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что наименее требовательной к температурному режиму воздуха является *L. sibirica*, а наиболее требовательной – *L. leptolepis*.

Проведение дисперсионного анализа позволило установить, что текущая температура воздуха оказывает существенное влияние (степень влияния 15–27 %) у всех изученных

видов на сроки созревания шишек, у *L. sibirica* и *L. dahurica*, кроме того, на сроки развития хвои (21–36 %). Достоверная зависимость развития растений от влажности воздуха не обнаружена. Как указывают Н. Е. Булыгин и З. Н. Довгулевич (1980), влажность воздуха сама по себе не влияет на биоритмы растения, а сказывается на них через изменение удельного веса воздействия температуры воздуха. Зависимость от атмосферных осадков прослеживается лишь в отношении фаз опробкования побегов и развития хвои у *L. leptolepis*. Солнечная радиация оказывает воздействие (30–44 %) только на сроки завершения роста хвои у всех видов рода *Larix*.

Результаты исследований показали, что развитие видов рода *Larix* определяется не только текущим состоянием среды, но и ее характером за предшествующие какой-либо фазе несколько суток. Установлено, что температура воздуха этого периода времени оказывает довольно существенное влияние (18–77 %) на сроки начала роста и опробкования побегов, начала и окончания пыления, а также созревания шишек. У *L. dahurica* подобная зависимость отмечена для всех фаз репродуктивной сферы. Относительная влажность воздуха на 20–70 % обуславливает время разверзания почек, окончания роста побегов, обособления почек и развития репродуктивной сферы. Существенное воздействие температуры и влажности воздуха за предшествующие сутки на сроки наступления ряда фаз различных видов рода *Larix* установлено ранее Н. Е. Булыгиным и З. Н. Довгулевич (1980). По нашим данным, в этот период начинает прослеживаться и влияние атмосферных осадков (15–50 %) на такие фазы, как разверзание вегетативных почек, начало роста побегов и набухание репродуктивных почек. При этом зависимость от солнечной радиации фенологии изучаемых видов расте-

ний (20–60 %) наблюдается в процессе всего своего развития за исключением фаз роста побегов и обособления почек.

В результате проведенных исследований удалось обнаружить существенное влияние состояния среды на сроки прохождения фенофаз в течение месяца до заложения зимующих почек, т. е. в год, предшествующий их разверзанию. К аналогичному выводу в отношении разных видов хвойных растений ранее пришли некоторые исследователи (Гурский, 1957; Ворошилов, 1960; Шкутко, 1973; Елагин, 1980; Кищенко, 1995). Полученные данные свидетельствуют о влиянии температуры воздуха за этот период на фазы разверзания почек, обособления стробилов, начала и окончания пыления, смыкания семенных чешуй. Установлена зависимость развития изучаемых видов от солнечной радиации за данный период в отношении целого ряда фенофаз: набухание и разверзание вегетативных почек, развитие хвои, набухание репродуктивных почек, смыкание семенных чешуй, достижение шишками размеров зрелых. Влияние освещенности на начало и продолжительность фенофаз у видов рода *Larix* отмечена и другими исследователями (Лобанов, Тихонова, 1992). Зависимость от влажности воздуха (15–60 %) отмечена лишь для фаз обособления вегетативных почек и разверзания репродуктивных почек. У отдельных видов она иногда прослеживается и в другие фазы. Достоверное влияние атмосферных осадков на некоторые фазы развития и роста вегетативной сферы наблюдалось лишь у части видов. Анализируя влияние изучаемых экологических факторов на развитие растений, в комплексе (т. е. за все три изучаемых периода: за текущий период, за предшествующий, за июль предшествующего года), можно обнаружить увеличение степени их влияния до 70–90 %.

Для того чтобы судить о направлении, форме и силе связи между экологическими факторами и сроками наступления фенофаз, проводили корреляционный анализ. Оказалось, что данные характеристики могут существенно меняться в зависимости от биологических особенностей вида, специфики конкретной фенофазы и периода воздействия фактора. Результаты исследований показали, что искомая зависимость имеет прямолинейный характер и, как правило, достоверна только в отношении двух изучаемых предшествующих периодов. В зависимости от вида растения и самой фенофазы величина коэффициента корреляции может изменяться в широких пределах ( $r = +0,1 - +0,9$ ). Отрицательная корреляция выявлена только между сроками окончания роста и опробковения побегов, с одной стороны, и солнечной радиацией – с другой.

Комплексная оценка перспективности изученных видов позволила установить, что все они являются высокоперспективными для озеленения населенных пунктов и введения в культуру (табл. 8). Аналогичный вывод в отношении этих видов *Larix* сделан другими исследователями (Паутова, 2011; Гончарова, Полоскова, 2014; Карасева, 2016; Попова и др., 2016; Мерзленко и др., 2017).

## Заключение

В сезонном росте и развитии изучаемых видов рода *Larix* имеются определенные сходства и различия. Рост побегов у них начинается почти одновременно (последняя декада мая – начало июня) и заканчивается во второй декаде июля, различаясь по видам не более чем на одну неделю. Кульминация прироста побегов происходит у всех видов почти одновременно во второй половине июня – первой декаде июля. При этом наибольшая его величина характерна для *L. sibirica*. Сроки начала, кульминации и окончания роста побегов под влиянием температуры воздуха из года в год могут изменяться в пределах 1–3 недель.

Наиболее длинные побеги также формируются у *L. sibirica*. Различия в величине данного показателя обуславливаются исключительно различиями в интенсивности, а не в продолжительности их роста. Сроки начала роста, кульминации и окончания прироста побегов в значительной степени определяются изменчивостью атмосферных осадков, температуры и влажности воздуха. Направление и сила такого влияния из года в год могут изменяться.

Начало, кульминация и прекращение роста хвои у трех видов рода *Larix* происходит почти одновременно. Различия при

Таблица 8. Оценка перспективности интродукции видов рода *Larix* (баллы)

Table 8. Assessment of the prospects for the introduction of *Larix* species (scores)

Виды	Степень ежегодного вызревания побегов	Зимостойкость	Сохранение габитуса	Побегообразовательная способность	Регулярность прироста осевых побегов	Способность к генеративному развитию	Возможность размножения в культуре	Общая оценка перспективности
<i>Larix sibirica</i>	20	25	10	5	5	25	2	92
<i>L. leptolepis</i>	20	25	10	5	5	20	2	87
<i>L. dahurica</i>	20	25	10	5	5	20	2	87

этом не превышают 1–4 сут. Сроки начала, кульминации и окончания роста хвой под влиянием экологических факторов по годам могут изменяться в пределах 1–5 недель. Погодичные различия в величине максимального прироста хвой достигают 100 %, а между видами – не более 15 %. При этом динамика прироста хвой у изучаемых видов заметно различается, что свидетельствует о специфической реакции растений на экологические факторы. Начало роста хвой зависит от температурного режима воздуха, а его динамика, кроме того, от влажности воздуха и атмосферных осадков. Характер и степень влияния экологических факторов на рост хвой, весьма заметно изменяясь по годам, почти не различаются у изучаемых видов рода *Larix*. Наиболее длинная хвоя формируется у *L. sibirica*, короткая – у *L. leptolepis*.

Сроки прохождения фенологических фаз у изучаемых видов рода *Larix* в наибольшей

степени определяются температурным режимом воздуха текущей вегетации, а также периода заложения зимующих почек предшествующей вегетации. Наибольшие оценки влияния на сроки прохождения фенофаз получены для интегрального климатического показателя, учитывающего температуру, атмосферные осадки и солнечную радиацию текущего и предшествующего периодов. Набухание и разverzание почек у исследуемых видов начинаются почти одновременно. Большинство остальных фенофаз начинаются и заканчиваются раньше всего у *L. sibirica*, а позже всего – у *L. leptolepis*. Наибольшие различия между видами установлены по времени прохождения следующих фенофаз: смыкание семенных чешуй в шишках, шишки достигли зрелых размеров и высыпание семян из шишек.

Все изученные виды являются перспективными для озеленения населенных пунктов и создания культурценозов в Карелии.

### Список литературы / References

- Андреев К. А. (1977) *Интродукция деревьев и кустарников в Карелии*. Петрозаводск, 143 с. [Andreev K. A. (1977) *Introduction of trees and shrubs in Karelia*. Petrozavodsk, 143 p. (in Russian)]
- Базилевская Н. А. (1964) *Теория и методы интродукции растений*. М., Наука, 130 с. [Bazilevskaya N. A. (1964) *Theory and methods of introduction of plants*. Moscow, Nauka, 130 p. (in Russian)]
- Ботенков В. Н., Попова В. Е. (1997) Интродукция высокопродуктивных пород в Сибири. *Лесное хозяйство*, 5: 44 [Botenkov V. N., Popova V. E. (1997) Introduction of highly productive varieties in Siberia. *Forestry* [Lesnoe khozyaystvo], 5: 44 (in Russian)]
- Буданцев Л. Ю. (1999) Биологическое разнообразие растительного мира, разные аспекты – одна задача. *Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Матер. 2-й Междунар. науч. конф. (20–23 апреля 1999 г.)*. СПб., с. 12–14 [Budantsev L. Yu. (1999) Biological diversity of the plant world, different aspects – one task. *Biological diversity. Introduction of plants. Proceedings of 2<sup>nd</sup> International Scientific Conference (20–23 April 1999)*. Saint-Petersburg, p. 12–14 (in Russian)]
- Булыгин Н. Е. (1979) *Фенологические наблюдения над древесными растениями*. Л., 97 с. [Bulygin N. E. (1979) *Phenological observations of woody plants*. Leningrad, 97 p. (in Russian)]
- Булыгин Н. Е., Довгулевич З. Н. (1980) Исследование метеофенологических связей у лиственницы сибирской в прогностических целях. *Моделирование и прогнозирование в индикационной дендрофенологии*. Депонирована в ВИНТИ 5.03.1981, № 1033–81. Л., с. 69–76

[Bulygin N. E., Dovgulevich Z. N. (1980) Investigation of meteophenological relationships in Siberian larch for prognostic purposes. *Modeling and forecasting in indication dendrophenology*. Deposited at VINITI 5.03.1981, No. 1033–81. Leningrad, p. 69–76 (in Russian)]

Ваганов Е. А., Сви́дерская И. В., Кондратьева Е. Н. (1990) Погодные условия и структура годичного кольца деревьев: имитационная модель трахеидограммы. *Лесоведение*, 2: 37–45 [Vaganov E. A., Sviderskaya I. V., Kondrat'eva E. N. (1990) Weather conditions and the structure of the tree annual rings: a simulation model of tracheidogram. *Russian Journal of Forest Science* [Lesovedenie], 2: 37–45 (in Russian)]

Ваганов Е. А., Шиятов С. Г. (2005) Дендроклиматические и дендрэкологические исследования в Северной Евразии. *Лесоведение*, 4: 18–27 [Vaganov E. A., Shiyatov S. G. (2005) Dendroclimatic and dendroecological studies in Northern Eurasia. *Russian Journal of Forest Science* [Lesovedenie], 4: 18–27 (in Russian)]

Верзунов А. И. (1982) Влияние экологических условий на сезонный рост побегов лиственницы и сосны в Казахском мелкосопочнике. *Лесоведение*, 5: 31–38 [Verzunov A. I. (1982) Influence of ecological conditions on seasonal growth of larch and pine shoots in the Kazakh hilly area. *Russian Journal of Forest Science* [Lesovedenie], 5: 31–38 (in Russian)]

Ворошилов В. Н. (1960) *Ритм развития у растений*. М., Наука, 312 с. [Voroshilov V. N. (1960) *Rhythm of development in plants*. Moscow, Nauka, 312 p. (in Russian)]

Встовская Т. Н. (1983) *Интродукция древесных растений Дальнего Востока и Западной Сибири*. Новосибирск, 196 с. [Vstovskaya T. N. (1983) *Introduction of woody plants of the Far East and Western Siberia*. Novosibirsk, 196 p. (in Russian)]

Гаврилова О. И., Юрьева А. Л. (2014) Особенности роста лесных культур лиственницы сибирской в условиях республики Карелии. *Хвойные бореальной зоны*, 32(5–6): 23–28 [Gavrilova O. I., Iur'eva A. L. (2014) Experiences of growth Larix sibirica forest plantations in the republic of Karelia. *Conifers of the Boreal Area* [Hvojnye boreal'noj zony], 32(5–6): 23–28 (in Russian)]

Гроздова Н. Е., Кабанова В. Д. (1979) Влияние температурного фактора на сезонную ритмику интродуцированных хвойных в Подмоскowie. *Термический фактор в развитии растений различных географических зон. Материалы Всесоюз. конф.* М., с. 36–37 [Grozdova N. E., Kabanova V. D. (1979) Influence of the temperature factor on the seasonal rhythm of introduced conifers in the Moscow region. *Thermal factor in the development of plants of different geographical zones. Proceedings of All-Union Conference*. Moscow, p. 36–37 (in Russian)]

Гончарова О. А., Полоскова Е. Ю. (2014) Особенности сезонного развития интродуцированных растений рода Larix Mill. в Мурманской области. *Вестник Кольского научного центра РАН*, 4: 96–101 [Goncharova O. A., Poloskova E. Yu. (2014) Seasonal development of introduced species of Larix Mill. in Murmansk Oblast. *Bulletin of the Kola Science Center RAS* [Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN], 4: 96–101 (in Russian)]

Гурский А. В. (1957) *Основные итоги интродукции древесных растений в СССР*. М., Л., 140 с. [Gurskiy A. V. (1957) *The main results of the introduction of woody plants in the USSR*. Moscow, Leningrad, 140 p. (in Russian)]

Дерюжкин Р. И., Горбок В. М. (1977) Особенности роста и развития лиственницы в условиях Ботанического сада РГУ. *Интродукция растений*. Ростов, с. 29–36 [Deryuzhkin R. I.,



Gorbok V.M. (1977) Growth and development of larch in the Botanical Gardens of the RSU. *Plant introductions*. Rostov, p. 29–36 (in Russian)]

Елагин И.Н. (1962) Сезонное развитие лиственничного леса. *Сообщения Лаборатории лесоведения*. М., Изд-во АН СССР, с. 23–43 [Elagin I.N. (1962) Seasonal development of the larch forests. *Communications of the Laboratory of Forest Science*. Moscow, AS USSR, p. 23–43 (in Russian)]

Елагин И.Н. (1980) Характерные особенности развития древесных пород Нечерноземья. *Сезонная ритмика феноиндикаторов природы Нечерноземья*. М., 309 с. [Elagin I.N. (1980) Characteristic features of the development of tree species in the Non-Black Earth Region. *Seasonal rhythm of phenoindicators of nature in the Non-Black Earth Region*. Moscow, 309 p. (in Russian)]

Зайцев Г.Н. (1981) *Фенология древесных растений*. М., 119 с. [Zaytsev G.N. (1981) *Phenology of woody plants*. Moscow, 119 p. (in Russian)]

Исаев А.С., Носов Л.М., Пузаченко Ю.Г. (1997) Биологическое разнообразие лесов России – предложения к программе действий. *Сибирский экологический журнал*, 4(6): 545–552 [Isaev A.S., Nosov L.M., Puzachenko Yu.G. (1997) Biological diversity of Russian forests – proposals for a program of actions. *Siberian Journal of Ecology* [Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal], 4(6): 545–552 (in Russian)]

Калуцкий К.К., Болотов Н.А. (1983) Биоэкологические особенности лесной интродукции. *Лесная интродукция*. Воронеж, с. 4–14 [Kalutskiy K.K., Bolotov N.A. (1983) Bioecological features of forest introduction. *Forest introductions*. Voronezh, p. 4–14 (in Russian)]

Карасева Т.А. (2016) Изучение вопроса введения лиственницы сибирской в искусственные насаждения лесов Алтайского края. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 9: 75–79 [Karaseva T.A. (2016) The study of Siberian larch introduction in artificial forest stands in the Altai Region. *Bulletin of Altai State Agricultural University* [Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta], 9: 75–79 (in Russian)]

Кищенко И.Т. (1995) Влияние экологических факторов на развитие представителей рода *Picea* (Pinaceae) в условиях интродукции. *Ботанический журнал*, 8: 11–18 [Kishchenko I.T. (1995) The influence of ecological factors on the development of representatives of the genus *Picea* (Pinaceae) under the conditions of introduction. *Botanical Journal* [Botanicheskiy zhurnal], 8: 11–18 (in Russian)]

Ланратова А.С. (1965) Рост и формирование годичных побегов лиственницы сибирской. *Тез. докл. научн. конф., посвящ. 25-летию Петрозаводского государственного университета*. Петрозаводск, с. 65–75 [Lanratova A.S. (1965) Growth and formation of annual shoots of Siberian larch. *Abstracts of scientific conference dedicated to 25-th anniversary of Petrozavodsk State University*. Petrozavodsk, p. 65–75 (in Russian)]

Ланратова А.С. (1973) Адаптивная изменчивость лиственниц в зависимости от характера роста годичных побегов. *Ритмы роста и развития интродуцентов*. М., с. 73–75 [Lanratova A.S. (1973) Adaptive variability of larch in relation to the growth pattern of annual shoots. *Rhythms of growth and development of introduced species*. Moscow, p. 73–75 (in Russian)]

Лапин П.И., Сиднева С.В. (1973) Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений. *Опыт интродукции древесных растений*. М., с. 7–68 [Lapin P.I., Sidneva S.V. (1973) Estimation of the prospects of introduction of woody plants based on visual observations. *The experience of introduction of woody plants*. Moscow, p. 7–68 (in Russian)]



Лобанов А. И., Тихонова И. В. (1992) Фенологические формы лиственницы сибирской в защитных насаждениях степной зоны Средней Сибири. *Ботанические исследования в Сибири. Вып. 1*. Красноярск, с. 108–110 [Lobanov A. I., Tikhonova I. V. (1992) Phenological forms of Siberian larch in protective plantations of the steppe zone of Middle Siberia. *Botanical research in Siberia. Issue 1*. Krasnoyarsk, p. 108–110 (in Russian)]

Лукин А. В. (1977) Интегральная оценка перспективности хвойных интродуцентов для центрально-черноземных областей. *Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР*, 104: 3–8 [Lukin A. V. (1977) Integral assessment of the prospects of coniferous introduced species for central – chernozem regions. *Bulletin of the Main Botanical Garden of the USSR Academy of Sciences* [Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR], 104: 3–8 (in Russian)]

Мамаев С. А., Махнев А. К. (1996) Проблема биологического разнообразия и его поддержания в лесных экосистемах. *Лесоведение*, 5: 3–10 [Mamaev S. A., Makhnev A. K. (1996) Problems of biological diversity and its maintenance in forest ecosystems. *Russian Journal of Forest Science* [Lesovedenie], 5: 3–10 (in Russian)]

Мерзленко М. Д., Коженкова А. А., Мельник П. Г. (2017) Рост хвойных интродуцентов в западном Подмосковье. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 5: 86–90 [Merzlenko M. D., Kozhenkova A. A., Melnik P. G. (2017) Growth of introduced coniferous species in the western part of the Moscow Region. *Bulletin of Altai State Agricultural University* [Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta], 5: 86–90 (in Russian)]

Молчанов А. А., Смирнов В. В. (1967) *Методика изучения прироста древесных растений*. М., 95 с. [Molchanov A. A., Smirnov V. V. (1967) *Method of studying the growth of woody plants*. Moscow, 95 p. (in Russian)]

Морякина В. А. (1998) Интродукционные фонды растений и их сохранение. *Проблемы интродукции растений и отдаленной гибридизации. Тез. докл. Междунар. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. Н. В. Цицина*. М., с. 139–140 [Moryakina V. A. (1998) Introduction funds of plants and their conservation. *Problems of introduction of plants and remote hybridization. Abstracts of International Conference dedicated to 100-th anniversary of Academician N. V. Tsitsin*. Moscow, p. 139–140 (in Russian)]

Мухина Л. Н., Александрова М. С., Каштанова О. А. (2014) Комплексная оценка состояния лиственницы (*Larix Mill.*) в дендрарии ГБС РАН. *Бюллетень Главного ботанического сада*, 3: 39–47 [Mukhina L. N., Alexandrova M. S., Kashtanova O. A. (2014) Integrated assessment of larch (*Larix Mill.*) in the arboretum of main botanical garden RAS. *Bulletin of the Main Botanical Garden* [Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada], 3: 39–47 (in Russian)]

Наполков Н. В. (1964) Фенология главнейших древесно-кустарниковых пород в Раифской лесной даче Волжско-Камского госзаповедника ТАССР. *Сборник трудов по лесному хозяйству Татарской лесной опытной станции Тарту, № 16*. с. 243–271 [Napolkov N. V. (1964) The phenology of the main tree and shrub species in the Raifa forest dacha of the Volga-Kama State Reserve of the Tatar Soviet Socialist Republic. *Collection of works on forestry of the Tatar Forest Experimental Station Tartu, No. 16*. p. 243–271 (in Russian)]

Паутова Н. В. (2011) Особенности фенологического развития и адаптации лиственницы сибирской в условиях Европейского Северо-Востока. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 13(1–4): 1020–1023 [Pautova N. V. (2011) Features of phenological

development and adaptation of Siberian larch in the conditions of European northeast. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences* [Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossijskoj akademii nauk], 13(1–4): 1020–1023 (in Russian)]

Плотникова Л. С. (1983) *Научные основы интродукции и охраны древесных растений флоры СССР*. Автореф. дисс... д-ра биол. наук. М., 52 с. [Plotnikova L. S. (1983) *Scientific foundations of the introduction and protection of woody flora in the USSR*. Theses Dr. Biol. Sciences. Moscow, 52 p. (in Russian)]

Попова В. Т., Дорофеева В. Д., Попова А. А. (2016) Оценка перспективности некоторых видов хвойных растений для интродукции в условиях Центрального Черноземья. *Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства*, 4: 89–97 [Popova V. T., Dorofeyeva V. D., Popova A. A. (2016) The introduction potential assessment of some types of coniferous plants for in central black-soil region. *Proceedings of the Saint Petersburg Forestry Research Institute* [Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyajstva], 4: 89–97 (in Russian)]

Потапова С. А. (1985) Динамика роста побегов интродуцированных видов сосен. *Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР*, 137: 28–31 [Potapova S. A. (1985) Growth dynamics of shoots of introduced pine species. *Bulletin of the Main Botanical Garden of the USSR Academy of Sciences* [Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR], 137: 28–31 (in Russian)]

Сикура И. И. (1998) Значение интродукции растений в деле сохранения биологического разнообразия видов различных природных флор. Проблемы интродукции растений и отдаленной гибридизации. *Тез. докл. Междунар. науч. конф., посвященной 100-летию со дня рождения акад. Н. В. Цицина*. М., с. 186–188 [Sikura I. I. (1998) Importance of introduction of plants in the conservation of biological diversity of species of various natural floras. *Problems of plant introduction and remote hybridization. Abstracts of International Conference dedicated to 100-th anniversary of Academician N. V. Tsitsin*. Moscow, p. 186–188 (in Russian)]

Трулевич Н. В. (1991) *Эколого-фитоценотические основы интродукции растения*. М., 214 с. [Trulevich N. V. (1991) *Ecological and phytocenotic basis of plant introduction*. Moscow, 214 p. (in Russian)]

Усова Д. А. (1972) Суточные и годовые приросты сосны, ели и лиственницы в средней подзоне тайги. *Труды Архангельского лесотехнического института*, 34: 44–55 [Usova D. A. (1972) Daily and annual increments of pine, spruce, and larch in the middle subzone of the taiga. *Proceedings of the Arkhangelsk Forestry Institute* [Trudy Arhangel'skogo lesotekhnicheskogo instituta], 34: 44–55 (in Russian)]

Фирсов Г. А. (2016) Коллекция хвойных Ботанического сада Петра Великого БИН РАН в начале XXI века. *Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Материалы шестой международной научной конференции*. с. 275–279 [Firsov G. A. (2016) Collection of conifers in Botanical Garden of Peter the Great of the BIN RAS at the beginning of the XXI century. *Biological diversity. Introduction of plants. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Scientific Conference*. p. 275–279 (in Russian)]

Фролова Л. А. (1979) Влияние температуры на сезонное развитие сосен в Ботаническом саду МГУ на Ленинских горах. *Термический фактор в развитии растений различных географических зон. Матер. Всесоюз. конф.* М., с. 37–39 [Frolova L. A. (1979) Influence of temperature

on the seasonal development of pines in the Botanical Garden of the Moscow State University on the Lenin Hills. *Thermal factor in the development of plants of different geographical zones. Proceedings of All-Union Conference*. Moscow, p. 37–39 (in Russian)]

Шкутко Н. В. (1973) Зимний покой хвойных интродуцентов. *Ритм роста и развития интродуцентов. Тез. докл. Всесоюз. совещ.* М., с. 184–187 [Shkutko N. V. (1973) Winter dormancy of coniferous introduced species. *Rhythm of growth and development of introduced species. Abstracts of the All-Union meeting*. Moscow, p. 184–187 (in Russian)]

Шкутко Н. В. (1991) *Хвойные Белоруссии*. М., 263 с. [Shkutko N. V. (1991) *Conifers of Belarus*. Moscow, 263 p. (in Russian)]

Babushkina E. A., Belokopytova L. V. (2014) Climatic signal in radial increment of conifers in forest-steppe of southern Siberia and its dependence on local growing conditions. *Russian Journal of Ecology*, 45(5): 325–332

Belokopytova L. V., Babushkina E. A., Zhirnova D. F., Panyushkina I. P., Vaganov E. A. (2018) Climatic response of conifer radial growth in forest-steppes of south Siberia: comparison of three approaches. *Contemporary Problems of Ecology*, 11(4): 366–376

Bengtsson L., Semenov V. A., Johannessen O. M. (2004) The early twentieth-century warming in the Arctic – a possible mechanism. *Journal of Climate*, 17(20): 4045–4057

Bradshaw W. R. H. (1995) The origins and dynamics of native forest ecosystems: background to the use of exotic species in forestry. *Buvisindi*, 9: 7–15

Briffa K. R., Jones P. D., Schweingruber F. H., Shiyatov S. G., Cook E. R. (1995) Unusual twentieth-century summer warmth in a 1,000-year temperature record from Siberia. *Nature*, 376(6536): 156–159

Esper J., Frank D., Buntgen U., Verstege A., Hantemirov R. M., Kirilyanov A. V. (2010) Trends and uncertainties in Siberian indicators of 20<sup>th</sup> century warming. *Global Change Biology*, 16(1): 386–398

Graybill D. A., Shiyatov S. G. (1997) A 1009-year tree-ring reconstruction of mean June–July temperature deviations in the Polar Urals. *Tree-Ring Bulletin*, Special Issue: 37–42

Koropachinskii I. Y., Vstovskaya T. N., Tomoshevich M. A. (2011) Immediate tasks of introduction of woody plants in Asian Russia. *Contemporary Problems of Ecology*, 4(2): 107–125

Nikolaev A. N., Fedorov P. P., Desyatkin A. R. (2011a) Effect of hydrothermal conditions of permafrost soil on radial growth of larch and pine in Central Yakutia. *Contemporary Problems of Ecology*, 4(2): 140–149

Nikolaev A. N., Isaev A. P., Fedorov P. P. (2011b) Radial increment of larch and pine in central Yakutia as dependent on climate change over the past 120 years. *Russian Journal of Ecology*, 42(4): 263–269

Polezhaeva M. A., Semerikov V. L., Pimenova E. A. (2013) Genetic diversity of larch at the north of Primorskii Krai and limits of *Larix olgensis* A. Henry distribution. *Russian Journal of Genetics*, 49(5): 497–502

Worrall J. (1973) Seasonal, daily, and hourly growth of height and radius in Norway spruce. *Canadian Journal of Forest Research*, 4: 501–511