

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА КЛИМАТИПОВ ЕЛИ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

*Н.А. Демина**, *Е.Н. Наквасина***

*Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства (г. Архангельск)

**Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

Представлены результаты изучения изменчивости показателей ассимиляционного аппарата климатипов ели в географических культурах Республики Коми. Изучены показатели длины хвои, числа хвоинок на 1 см побега, абсолютно сухой массы хвои у растений 8 климатипов ели европейской, сибирской и их гибридных форм. Наиболее длинной хвоей наряду с местным климатипом характеризуются климатипы из Архангельской (Пинежский лесхоз), Нижегородской и Ленинградской областей (11,4–11,8 мм). Различия по длине хвои между короткороосским климатипом и потомствами насаждений, произрастающих к западу (Республика Карелия и Архангельская область), к югу (Московская область) и к востоку (Свердловская область) по отношению к местной ели, значимы. Преобладающим числом хвоинок на 1 см побега (15,3–17,5 шт./см) характеризуются климатипы ели из Республики Карелии и Коми, а также Архангельской области. Число хвоинок на 1 см побега снижается при продвижении места произрастания материнских насаждений испытываемых потомств от северной подзоны тайги к южной подзоне смешанных лесов. Наибольшую абсолютно сухую массу хвои (0,300–0,349 г) имеют представители группы ели европейской и гибридной с признаками ели европейской (ленинградская, карельская и плесецкая ель), наименьшую – представители ели сибирской и гибридной с признаками сибирской (корткороосская ель и ель из Свердловской области). Установлена зависимость массы хвои климатипов ели от количества осадков, выпадающих за год в местах произрастания исходных насаждений, а охвоенности побегов – от суммы температур более +5 °С и бонитета материнских насаждений.

Ключевые слова: *ель, климатип, длина хвои, число хвоинок на 1 см побега, абсолютно сухая масса хвои.*

Ассимиляционный аппарат хвойных растений выполняет важные функции в процессе роста и развития древесной растительности. Хвоя имеет непосредственную связь с основными процессами жизнедеятельности растений: транспирацией, фотосинтезом, продуцированием кислорода. По степени развития хвои и состоянию ее морфометрических характеристик можно судить о дальнейшем развитии растений,

а также определить потенциальные возможности древостоев.

Хвоя является самым чувствительным органом, который быстро реагирует на условия окружающей среды изменениями своего роста и развития. Особенности ее морфологии и физиологии в значительной степени зависят от комплекса внешних факторов и в то же время находятся под генетическим контролем [1]. Па-

Контактное лицо: Демина Надежда Александровна, адрес: 163062, г. Архангельск, ул. Никитова, д. 13; e-mail: deminadezhda2@rambler.ru

раметры ассимиляционного аппарата хвойных часто рассматривают как объект биоиндикации воздушного загрязнения [2, 3].

Сведения об изменчивости показателей хвои ели сибирской и ели европейской представлены в работах П.П. Попова и его коллег [4–6]. Изучение морфометрической изменчивости ассимиляционного аппарата ели в географических культурах представляет интерес для выявления генотипической неоднородности популяций, установления особенностей их адаптации к новым лесорастительным условиям в процессе формирования древостоя. На Европейском Севере России, отличающемся достаточно суровыми и в то же время переменными условиями окружающей среды, подобные исследования приобретают особый интерес для оценки адаптационных свойств породы. Изучение внутривидовой изменчивости хвои в географических культурах региона проводилось как по сосне обыкновенной [7], так и по ели [8, 9] (в культурах молодого возраста).

Цель данного исследования – изучить географическую и видовую изменчивость потомства популяций ели по показателям ассимиляционного аппарата в 33-летних географических культурах Республики Коми.

Материалы и методы. Объектом исследования послужили географические культуры ели, расположенные в среднетаежном лесном районе европейской части Российской Федерации на территории Корткеросского лесничества. С момента их создания (1977 год) и по настоящее время куратором объекта является Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства (ранее АИЛиЛХ). Коллекция растений в географических культурах (возраст культур – 33 года) представляет собой 33 варианта потомств ели, произрастающей в разных физико-географических районах ареала породы. Количество сохранившихся растений разных вариантов опыта на момент исследования составляет от 2 до 1700 шт.

Приживаемость климатипов в географических культурах ели определяли путем сплошного перечета деревьев в каждой повторности и рассчитывали как среднее значение приживаемости в повторностях. Рост климатипов по диаметру изучали на постоянных учетных рядах в двух повторностях. Минимальное количество учетных

деревьев в повторности составляло 100 шт. Высоту деревьев в каждом климатипе находили по графику высот, для чего измеряли по 25 деревьев ели в каждом климатипе (пропорционально их численности по ступеням толщины). Выравнивание данных проводили с расчетом основных уравнений регрессий. Запас ствольной древесины (в коре) на корню определяли на 1000 шт. высаженных растений с учетом фактически сохранившихся.

Для изучения ассимиляционного аппарата ели было отобрано 8 климатипов ели европейской, сибирской и их гибридных форм, представляющих различные лесорастительные подзоны (табл. 1, см. с. 44). Ветви ели отбирали с 9 деревьев каждой категории крупности (мелкие, средние и крупные) в климатипе, с восточной стороны из средней части кроны (не менее 5 шт. с дерева). Далее собирали образцы хвои ели и определяли следующие параметры: длину хвои, абсолютно сухую массу хвои и число хвоинок на 1 см побега. Длину хвои ели измеряли у 300 хвоинок в климатипе (100 шт. хвоинок с приростов последних 3 лет). Каждый год прироста был представлен смешанным образцом хвои разных категорий крупности деревьев. Абсолютно сухую массу хвои определяли путем взвешивания случайно отобранных 10 шт. хвоинок в 5-кратной повторности с точностью до 0,001 г и пересчитывали на 100 шт. хвоинок. Число хвоинок на 1 см побега определяли на боковых побегах в середине каждого прироста последних 3 лет у 9 растений разных категорий крупности в каждом климатипе.

Все материалы исследований обрабатывали методами вариационной статистики. Для установления связей между признаками и выяснения зависимостей применяли корреляционный и дисперсионный анализ. При сравнении одноименных признаков использовали критерии Стьюдента и Фишера для 5 %-го уровня значимости. Основные статистические показатели вычисляли общепринятыми методами с использованием компьютерной программы *MS Office Excel*.

Результаты и обсуждение. Для анализа древостоев перспективно использовать не только прямые, но и косвенные признаки продуктивности насаждений, что позволяет более объек-

ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТИПОВ ЕЛИ

№ климатипа	Происхождение ели			Форма ели	
	Область/республика, лесхоз/лесничество	Лесорастительная подзона	Координаты (град., мин)		
			с.ш.		в.д.
20	Архангельская, Пинежский	Северотаежная	64°45'	43°14'	Гибридная с признаками ели сибирской
19	Архангельская, Плесецкий	Среднетаежная	62°54'	40°24'	То же
25	Коми, Корткеросский	«	61°41'	51°31'	«
4	Карелия, Пудожский	«	61°40'	36°40'	Гибридная с признаками ели европейской
41	Свердловская, Нижнетагильский	Южнотаежная	57°54'	60°00'	Сибирская
5	Ленинградская, Тосненский	«	59°30'	30°52'	Гибридная с признаками ели европейской
31	Нижегородская, Шарангский	Северная подзона смешанных лесов	57°11'	46°30'	Гибридная с признаками ели сибирской
29а	Московская, Загорский	Южная подзона смешанных лесов	56°19'	38°09'	Гибридная с признаками ели европейской

Примечание. Номера климатипов и места заготовки семян указаны согласно паспортам и реестру государственной регистрации географических культур, лесорастительные зоны – по С.Ф. Курнаеву [10], формы ели – по Л.Ф. Правдину [11] с уточнениями по П.П. Попову [6] (см. и в последующих таблицах).

тивно оценить успешность адаптации и устойчивость потомств. Основную характеристику географических рас ели, произрастающих в Республике Коми, давали по показателям приживаемости¹ и роста растений (табл. 2).

По показателю приживаемости в 33-летних культурах лучшей оказалась местная ель из Республики Коми и климатипы из Архангельской области. У потомства ели более южных происхождений приживаемость снижается, вероятнее всего, из-за увеличивающейся разницы в природно-климатических характеристиках места естественного произрастания насаждений с ме-

стом испытания потомства. По высоте деревьев и радиальному росту растений лидирующее положение занимает местная ель, средняя высота климатипов увеличивается от северной подзоны тайги к южной подзоне смешанных лесов. По запасу стволовой древесины (в коре) на корню преимущественно отличается от других климатипов корткеросская ель (№ 25), что говорит о лучшей приспособленности данного потомства к условиям места произрастания.

Считается, что длина хвои является косвенным показателем энергии роста растения [8, 12], густота охвоения побегов показывает

¹ГОСТ 17559–82. Лесные культуры. Термины и определения. Введ. 1983–07–01. М., 1982. 11 с.

Таблица 2

**ПРИЖИВАЕМОСТЬ И ОСНОВНЫЕ ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
КЛИМАТИПОВ ЕЛИ В 33-ЛЕТНИХ КУЛЬТУРАХ**

№ климатипа	Область/республика, лесхоз/лесничество	Приживаемость, %	Высота, м	Диаметр*, см	t_{st}^{**}	Запас***, м ³
20	Архангельская, Пинежский	51,9	4,8	4,5±0,23	9,0	3,04
19	Архангельская, Плесецкий	66,8	3,5	3,1±0,16	13,6	1,60
25	Коми, Корткеросский	67,9	8,5	8,2±0,34	–	18,42
4	Карелия, Пудожский	47,9	6,3	6,0±0,29	4,9	5,78
41	Свердловская, Нижнетагильский	50,5	5,8	5,1±0,27	7,1	4,20
5	Ленинградская, Тосненский	24,8	4,7	4,5±0,27	8,5	1,44
31	Нижегородская, Шарангский	32,6	6,2	5,9±0,27	5,3	3,77
29а	Московская, Загорский	34,0	5,4	5,3±0,26	6,8	2,93

Примечания: * – среднее значение и его ошибка ($M \pm m_m$); ** – различия показателей по диаметру по отношению к контролю (климатип № 25) достоверны при $t_{0,05} = 1,98$; *** – запас стволовой древесины (в коре) на 1000 шт. высаженных растений с учетом фактически сохранившихся.

приспособительную реакцию растений к изменяющимся условиям среды, а масса хвои отражает процесс накопления органических веществ.

Среди изученных вариантов наиболее длинной хвоей, наряду с климатипом из Республики Коми, характеризуются климатипы из Архангельской (Пинежский лесхоз), Нижегородской и Ленинградской областей (11,4–11,8 мм), наиболее короткой (10,5–11,1 мм) – климатипы из Республики Карелии и Архангельской области (Плесецкий лесхоз), а также южные и восточные представители испытываемых потомств: московская и свердловская ели (табл. 3, см. с. 46).

Существенность различий между местным климатипом и климатипами из Архангельской (плесецкий климатип), Свердловской, Московской областей и Республики Карелии доказана на 5 %-м уровне значимости ($t = 3,5–7,4$). Клинального изменения длины хвои ели в широтном и долготном направлениях не наблюдается (коэффициент детерминации $\eta^2 = 0,23$), хотя в 11-летних

культурах отмечается увеличение данного показателя с продвижением родины климатипа от северной подзоны тайги к зоне смешанных лесов (коэффициент корреляции с северной широтой $r = -0,516 \pm 0,203$) [11].

Различие по числу хвоинок на 1 см побега между потомствами популяций из северной и средней подзон тайги и свердловским, московским климатипами оказалось значимым, зависящим от происхождения климатипа ($\eta^2 = 0,99$). Выявленная тенденция показывает снижение охвоенности побега при продвижении родины климатипов от северной подзоны тайги к южной подзоне смешанных лесов ($r = 0,68 \pm 0,19$ при $t = 3,6$). Аналогичные закономерности наблюдаются в географических культурах ели, произрастающих в Ленинградской [13] и Архангельской [9] областях.

Самый высокий показатель абсолютно сухой массы хвои имеют западные (по отношению к местной ели) климатипы: из Ленинградской, Архангельской (Плесецкий лесхоз) областей, Республики Карелии (0,300–0,349 г)

Таблица 3

**ПОКАЗАТЕЛИ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА КЛИМАТИПОВ ЕЛИ
В 33-ЛЕТНИХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ**

№ климатипа	Происхождение		Длина хвои*, мм	Число хвоинок*, шт./см	Абсолютно сухая масса хвои**, г
	Область/республика, лесхоз/лесничество	Лесорастительная подзона			
20	Архангельская, Пинежский	Северотаежная	11,6±0,16	16,3±0,64	$\frac{0,284 \pm 0,011}{0,24}$
19	Архангельская, Плесецкий	Среднетаежная	10,7±0,13	15,3±0,82	$\frac{0,300 \pm 0,013}{0,28}$
25	Коми, Корткеросский	«	11,7±0,12	16,2±0,64	$\frac{0,249 \pm 0,015}{0,21}$
4	Карелия, Пудожский	«	10,5±0,11	17,5±0,75	$\frac{0,341 \pm 0,016}{0,32}$
41	Свердловская, Нижнетагильский	Южнотаежная	11,1±0,10	14,1±0,75	$\frac{0,242 \pm 0,014}{0,22}$
5	Ленинградская, Тосненский	«	11,8±0,11	15,1±0,67	$\frac{0,349 \pm 0,015}{0,30}$
31	Нижегородская, Шарангский	Северная подзона смешанных лесов	11,4±0,14	15,7±0,70	$\frac{0,273 \pm 0,012}{0,24}$
29а	Московская, Загорский	Южная подзона смешанных лесов	11,1±0,12	13,6±0,87	$\frac{0,272 \pm 0,006}{0,25}$
Оценка дисперсии внутри группы S_r^2			0,77	16,7	$\frac{0,00158}{-}$
Оценка дисперсии между группами S_a^2			2,4	2109,7	$\frac{0,0255}{-}$
Фактическое значение критерия Фишера F			3,12	126,3	$\frac{16,1}{-}$
Табличное значение критерия Фишера $F'(P_1' = 0,95)$			3,47	1,57	$\frac{1,9}{-}$
Коэффициент детерминации η^2			0,23	0,99	$\frac{0,67}{-}$

Примечания: * – среднее значение и его ошибка ($M \pm m_m$); ** – в числителе – масса 100 шт. хвоинок, в знаменателе – масса 100 шт. хвоинок на 1 см их длины (показатель относительного накопления) (см. и далее).

(см. табл. 3). Эти климатипы ели показали достоверное превосходство по массе хвои (на 5 %-м уровне значимости) над потомствами с востока Русской равнины. Связь показателя массы хвои с восточной долготой – высокая обратная ($r = -0,87 \pm 0,1$ при $t = 8,7$). В целом по изученным вариантам влияние происхождения потомства на массу хвои высокое ($\eta^2 = 0,67$).

Активность работы ассимиляционного аппарата по накоплению органической массы хвои характеризует показатель ее относительного накопления (масса единицы длины хвои). Наибольшей интенсивностью накопления органической массы ассимиляционным аппаратом (0,30 г/см, в пересчете на 100 шт. хвоинок) характеризуются карельский и ленинградский климатипы ели (ель европейская и близкие к

ней гибриды). Наименьший показатель работы ассимиляционного аппарата (0,21–0,22 г/см) отмечен у ели сибирской и близкого к ней интродюсированного гибрида (корткеросский и свердловский климатипы).

При распределении климатипов ели по их формовой принадлежности (табл. 4) значимых различий по длине хвои и числу хвоинок на

[16] считают, что основную роль в развитии хвои играют природно-климатические факторы. В то же время исследования С.Р. Кузьмина и др. [17] и Г.В. Кузнецовой [18] показывают высокую степень наследуемости длины хвои в потомстве. Изучение влияния климатических характеристик исходных насаждений, в которых сформировался климатип, на параметры хвои ели

Таблица 4

СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХВОИ У ВИДОВЫХ ФОРМ ЕЛИ

Форма ели	Число популяций	Длина хвои, мм	t_{st}	Число хвоинок, шт./см	t_{st}	Абсолютно сухая масса хвои, г	t_{st}
Сибирская и гибридная с признаками сибирской	5	11,3±0,06	2,2	15,5±0,33	0,6	$\frac{0,270 \pm 0,006}{0,24}$	4,4
Европейская и гибридная с признаками европейской	3	11,1±0,07		15,4±0,47		$\frac{0,321 \pm 0,01}{0,29}$	

Примечание. Различия между формами ели по всем показателям достоверны при $t_{0,05} = 2,5$.

1 см побега между группами не наблюдается. Также на отсутствие определенных различий по длине хвои между елью сибирской и елью финской указывают С.А. Мамаев, П.П. Попов [5]. Различия по абсолютно сухой массе хвои значимы.

Степень влияния тех или иных факторов на развитие ассимиляционного аппарата хвойных пород, по мнению различных авторов, противоречива. Так, В.П. Макаров и др. [14], Е.А. Робакидзе, А.И. Патов [15], А.Н. Соболев, П.А. Феклистов

в 33-летних географических культурах показало, что имеется связь числа хвоинок на 1 см побега с суммой температур выше +5 °С на родине климатипа (коэффициент корреляции $r = -0,51 \pm 0,26$ при $t = 2,1$), а также абсолютно сухой массы хвои с количеством осадков, выпадающих в местах произрастания материнских насаждений ($r = 0,53 \pm 0,25$ при $t = 2,1$) (табл. 5). Бонитет материнского насаждения также оказывает значительное влияние на охвоенность побега ($r = 0,60 \pm 0,23$ при $t = 2,6$).

Таблица 5

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХВОИ ЕЛИ В 33-ЛЕТНИХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ С ЛЕСОВОДСТВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ИСХОДНЫХ ДРЕВОСТОЕВ

Показатель	Коэффициент корреляции с показателями					
	длины хвои, см	t_{st}	числа хвоинок, шт./см	t_{st}	абсолютно сухой массы хвои, г	t_{st}
Сумма температур выше +5 °С	-0,03±0,35	0,1	-0,51±0,26	2,1	-0,19±0,34	0,6
Годовое количество осадков	-0,05±0,35	0,1	0,07±0,35	0,2	0,53±0,25	2,1
Класс бонитета	-0,03±0,35	0,1	0,60±0,23	2,6	0,20±0,34	0,6

Примечание. Коэффициент корреляции со всеми показателями достоверен при $t_{0,05} = 2,1$.

Зависимость длины хвои ели в 33-летних географических культурах от высоты климатических типов, испытываемых в условиях Республики Коми, не выявлена. Тесная связь данного показателя с высотой насаждений наблюдалась в 11-летних культурах ($r = 0,80 \pm 0,100$ при $t = 8,0$) [11]. Потеря корреляции в более зрелом возрасте связана, скорее всего, с дифференциацией ростовых процессов ели на начальном возрастном этапе, которая вызвала перераспределение рангового положения потомств.

Заключение. Таким образом, в 33-летних географических культурах ели длина хвои климатических типов менее других показателей связана с происхождением потомства. В то же время наблюдается увеличение числа хвоинок на 1 см побега у северных климатических типов по сравне-

нию с южными, а также повышение абсолютно сухой массы хвои у западных потомств по сравнению с восточными относительно места испытания. В зависимости от видовых форм ели отмечается преобладание группы ели европейской и близких к ней гибридов над группой ели сибирской и ее гибридных форм по показателю абсолютно сухой массы хвои. Развитие параметров хвои ели в географических культурах определяется экологическими факторами мест исходных насаждений, такими как сумма температур более $+5^\circ\text{C}$, количество осадков, выпадающих за год, и бонитет насаждений. Оценка биометрических и весовых показателей хвои ели, произрастающей в географических культурах Республики Коми, подтверждает выводы об адаптационном преимуществе одновозрастных потомств местных популяций ели.

Список литературы

1. Этверк И.Э. Селекция ели обыкновенной в Эстонской ССР // Докл. ученых – участников Междунар. симп. по селекции, генетике и семеноводству хвойных пород. Пушкино, 1972. С. 107–116.
2. Есякова О.А., Степень Р.А. Индикация загрязнения атмосферы Красноярска по морфометрическим и химическим показателям хвои ели сибирской // Химия растит. сырья. 2008. № 1. С. 143–148.
3. Ярмишко В.Т., Лянгузова И.В. Многолетняя динамика параметров и состояния хвои *Pinus sylvestris* в условиях аэротехногенного загрязнения на Европейском Севере // Изв. С.-Петерб. лесотехн. акад. 2013. Вып. 203. С. 30–46.
4. Попов П.П., Жук Л.Т., Жук М.И. Морфологические признаки хвои ели сибирской на Урале // Леса Урала и хозяйство в них: сб. работ Урал. лесн. опыт. станции ВНИИЛМ. Свердловск, 1976. Вып. 9. С. 179–186.
5. Мамаев С.А., Попов П.П. Ель сибирская на Урале (внутривидовая изменчивость и структура популяций). М., 1989. 104 с.
6. Попов П.П. Ель европейская и сибирская: структура, интерградация и дифференциация популяционных систем. Новосибирск, 2005. 231 с.
7. Наквасина Е.Н. Ассимиляционный аппарат как показатель адаптации сосны обыкновенной к изменению климатических условий произрастания // Изв. вузов. Лесн. журн. 2009. № 3. С. 12–19.
8. Тарханов С.Н. Изменчивость ели в географических культурах Республики Коми. Екатеринбург, 1998. 195 с.
9. Наквасина Е.Н., Юдина О.А., Прожерина Н.А., Камалова И.И., Минин Н.С. Географические культуры в ген-экологических исследованиях на Европейском Севере. Архангельск, 2008. 309 с.
10. Курнаев С.Ф. Лесорастительное районирование СССР. М., 1973. 203 с.
11. Правдин Л.Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. М., 1975. 200 с.
12. Использование географической изменчивости в селекции хвойных на северо-западе РСФСР: метод. указания / сост.: Н.И. Уварова, В.Г. Рубцов, Н.В. Бабилова. Л., 1983. 22 с.
13. Редько Г.И., Дурсин А.Д. Географические культуры ели: лекции по курсу «Лесные культуры» для студентов специальности 1512. Л., 1982. 59 с.
14. Макаров В.П., Бобринев В.П., Милютин Л.И. Географические культуры лиственницы в Восточном Забайкалье. Улан-Удэ, 2002. 380 с.
15. Робакидзе Е.А., Патов А.И. Рост хвои ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в зависимости от экологических факторов // Изв. вузов. Лесн. журн. 2011. № 3. С. 7–14.

16. Соболев А.Н., Феклистов П.А. Изменчивость параметров хвои и радиального прироста древесины сосновых насаждений Соловецкого архипелага под влиянием климатических факторов // Экологические проблемы Арктики и северных территорий: межвуз. сб. науч. тр. Архангельск, 2012. Вып. 15. С. 15–20.
17. Кузьмин С.Р., Кузьмина Н.А., Милютин Л.И., Муратова Е.Н. Внутривидовая изменчивость морфологических признаков хвои у сосны обыкновенной в географических культурах Приангарья // Вестн. Том. гос. ун-та. 2004. № 10. С. 41–44.
18. Кузнецова Г.В. Изучение изменчивости у климатипов кедра сибирского (*Pinus sibirica du tour*) на юге Красноярского края // Хвойные бореал. зоны. 2007. Т. 24, № 4–5. С. 423–426.

References

1. Etverk I.E. Seleksiya eli obyknovennoy v Estonskoy SSR [Selection of Norway Spruce in the Estonian SSR]. *Doklady uchenykh – uchastnikov Mezhdunarodnogo simp. po seleksii, genetike i semenovodstvu khvoynnykh porod* [Reports of the Scientists – Members of the Int. Symp. on Breeding, Genetics and Seed-Growing of Softwood]. Pushkino, 1972, pp. 107–116.
2. Esiyakova O.A., Stepen' R.A. Indikatsiya zagryazneniya atmosfery Krasnoyarska po morfometricheskim i khimicheskim pokazatelyam khvoi eli sibirskoy [Indication of Air Pollution in Krasnoyarsk According to the Morphometric and Chemical Indicators of the Siberian Spruce Needle]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of Plant Raw Material], 2008, no. 1, pp. 143–148.
3. Yarmishko V.T., Lyanguzova I.V. Mnogoletnyaya dinamika parametrov i sostoyaniya khvoi *Pinus sylvestris* v usloviyakh aerotekhnogennoy zagryazneniya na Evropeyskom Severe [Long-Term Dynamics Parameters and the Needle State of *Pinus Sylvestris* in Terms of Environmental Contamination in the European North]. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii (Izvestia SPbLTA)*, 2013, no. 203, pp. 30–46.
4. Popov P.P., Zhuk L.T., Zhuk M.I. Morfologicheskie priznaki khvoi eli sibirskoy na Urале [Morphological Features of the Siberian Spruce Needles in the Urals]. *Lesa Urala i khozyaystvo v nikh: sb. rabot Ural. lesnoy opyt. stantsii VNIILM* [The Forests of the Urals and Their Management: Proc. Ural Forest Experimental Station of the Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry]. Sverdlovsk, 1976, no. 9, pp. 179–186.
5. Mamaev S.A., Popov P.P. *El' sibirskaya na Urале (vnutrividovaya izmenchivost' i struktura populyatsiy)* [Siberian Spruce in the Urals (Intraspecific Variation and Population Structure)]. Moscow, 1989. 104 p.
6. Popov P.P. *El' evropeyskaya i sibirskaya: struktura, intergradatsiya i differentsiatsiya populyatsionnykh sistem* [European and Siberian Spruce: the Structure, Intergradation and Differentiation of the Population Systems]. Novosibirsk, 2005. 231 p.
7. Nakvasina E.N. Assimilyatsionnyy apparat kak pokazatel' adaptatsii sosny obyknovennoy k izmeneniyu klimaticheskikh usloviy proizrastaniya [Assimilation Apparatus as a Scots Pine Adaptation Indicator to the Change in the Climatic Conditions of Growth]. *Lesnoy zhurnal*, 2009, no. 3, pp. 12–19.
8. Tarkhanov S.N. *Izmenchivost' eli v geograficheskikh kul'turakh Respubliki Komi* [Spruce Variability in the Provenance Trial Plantations of the Komi Republic]. Yekaterinburg, 1998. 195 p.
9. Nakvasina E.N., Yudina O.A., Prozherina N.A., Kamalova I.I., Minin N.S. *Geograficheskie kul'tury v gen-ekologicheskikh issledovaniyakh na Evropeyskom Severe* [The Provenance Trial Plantations in the Gene-Ecological Studies in the European North]. Arkhangelsk, 2008. 309 p.
10. Kurnaev S.F. *Lesorastitel'noe rayonirovanie SSSR* [Forest Growth Zoning of the USSR]. Moscow, 1973. 203 p.
11. Pravdin L.F. *El' evropeyskaya i el' sibirskaya v SSSR* [Common Spruce and Siberian Spruce in the USSR]. Moscow, 1975. 200 p.
12. *Ispol'zovanie geograficheskoy izmenchivosti v seleksii khvoynnykh na severo-zapade RSFSR: metod. ukazaniya* [The Use of the Geographic Variation in the Conifers Selection in the Northwest of the RSFSR]. Ed. by N.I. Uvarova, V.G. Rubtsov, N.V. Babikova. Leningrad, 1983. 22 p.
13. Red'ko G.I., Dursin A.D. *Geograficheskie kul'tury eli: lektsii po kursu "Lesnye kul'tury" dlya studentov spetsial'nosti 1512* [The Spruce Provenance Trial Plantations]. Leningrad, 1982. 59 p.
14. Makarov V.P., Bobrinev V.P., Milyutin L.I. *Geograficheskie kul'tury listvennitsy v Vostochnom Zabaykal'e* [The Larch Provenance Trial Plantations in East Transbaikalia]. Ulan-Ude, 2002. 380 p.
15. Robakidze E.A., Patov A.I. Rost khvoi eli sibirskoy (*Picea obovata* Ledeb.) v zavisimosti ot ekologicheskikh faktorov [Needle Growth of Siberian Spruce (*Picea obovata* Ledeb.) Depending on the Environmental Factors]. *Lesnoy zhurnal*, 2011, no. 3, pp. 7–14.

16. Sobolev A.N., Feklistov P.A. Izmenchivost' parametrov khvoi i radial'nogo prirosta drevesiny sosnovykh nasazhdeniy Solovetskogo arhipelaga pod vliyaniem klimaticheskikh faktorov [The Variability of the Needle Parameters and Radial Wood Growth of Pine Plantations in the Solovetsky Archipelago under the Influence of Climatic Factors]. *Ekologicheskie problemy Arktiki i severnykh territoriy: mezhvuz. sb. nauch. tr.* [Ecological Problems of the Arctic and Northern Territories]. Arkhangelsk, 2012, no. 15, pp. 15–20.

17. Kuz'min S.R., Kuz'mina N.A., Milyutin L.I., Muratova E.N. Vnutrividovaya izmenchivost' morfologicheskikh priznakov khvoi u sosny obyknovennoy v geograficheskikh kul'turakh Priangar'ya [The Intraspecific Variability of the Needle Morphological Characteristics of Scots Pine in the Provenance Trial Plantations of the Angara Region]. *Vestnik Tomskogo gos. un-ta* [Tomsk State University Journal], 2004, no. 10, pp. 41–44.

18. Kuznetsova G.V. Izuchenie izmenchivosti u klimatipov kedra sibirskogo (*Pinus sibirica du tour*) na yuge Krasnoyarskogo kraya [The Study of the Variability in the Climatic Types of Siberian Pine (*Pinus sibirica du tour*) in the South of the Krasnoyarsk Territory]. *Khvoynye boreal'noy zony* [Conifers of the Boreal Area], 2007, vol. 24, no. 4–5, pp. 423–426.

doi: 10.17238/issn 2227-6572.2016.2.42

*N.A. Demina**, *E.N. Nakvasina***

*Northern Research Institute of Forestry (Arkhangelsk, Russian Federation)

**Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russian Federation)

VARIABILITY OF ASSIMILATION APPARATUS INDICATORS OF SPRUCE CLIMATYPES OF THE PROVENANCE TRIAL PLANTATIONS IN THE KOMI REPUBLIC

The paper presents the study results of the variability of indicators of the assimilation apparatus of spruce climatypes in the provenance trial plantations of the Komi Republic. The indicators of needle length, needle density per shoot centimeter, needle oven-dry weight of 8 climatypes of common spruce and Siberian spruce, and their hybrid forms are studied. The climatypes from Arkhangelsk (Pinezhskiy forestry), Nizhny Novgorod and Leningrad regions are characterized by the longest needles (11.4–11.8 mm). The differences in the needle length between the Kortkeros climatype and geographical races growing to the West (the Republic of Karelia and Arkhangelsk region), to the South (Moscow region), to the East (Sverdlovsk region) in relation to a local origin spruce are reliable. The spruce climatypes of the Republic of Karelia and Komi and Arkhangelsk region are characterized by the high needle density per shoot centimeter (15.3–17.5 pcs./cm). The needle density per shoot centimeter decreases with advancing of maternal habitats of plants of the tested progenies from the northern taiga subzone to the southern subzone of mixed forests. The representatives of common spruce and hybrid spruce with the signs of common spruce (Leningrad, Karelian and Plesetsk spruce) have the greatest needle oven-dry weight (0.300–0.349 g). Siberian spruce and hybrid spruce with the signs of Siberian spruce (Kortkeros spruce and spruce from Sverdlovsk region) have the smallest needle oven-dry weight. The dependence of the needle mass of spruce climatypes on the amount of the annual precipitation in the areas of growth of initial plantings as well as the dependence of needle packing of shoots on the sum of temperatures over +5 °C and bonitet of parent plants are established.

Keywords: *spruce, climatype, needle length, needle density per shoot centimeter, needle oven-dry weight.*

Received on June 04, 2015

Corresponding author: Nadezhda Demina, *address:* Nikitov str., 13, Arkhangelsk, 163062, Russian Federation; *e-mail:* deminadezhda2@rambler.ru