

С.Р. Кузьмин, Н.А. Кузьмина, Л.И. Милютин, Е.Н. Муратова

## ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ХВОИ У СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ ПРИАНГАРЬЯ

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке СО РАН (интеграционный проект № 145), РФФИ (№ 02-04-49423) и ККФН (№ 12F006С).

В географических культурах сосны обыкновенной выявлена дифференциация по морфологическим признакам хвои. Показано, что длина хвои и продолжительность жизни наследуются, хотя и находятся под сильным влиянием экологических факторов. Наиболее четко по длине хвои выделяются климатипы подвита сосна северная лапландская.

В пределах ареала сосны обыкновенной морфологические признаки хвои: длина и продолжительность ее жизни имеют широкую амплитуду изменчивости. На них влияют многие факторы: тип побега и его размещение в кроне, возраст и условия обитания дерева, тип леса [1-6]. Обобщая материал по изменчивости хвои, Л.Ф. Правдин [7] отмечал, что длина хвои является существенным показателем при характеристике географической изменчивости и сохраняется при выращивании сосны в других физико-географических районах. В природных популяциях из выделенных Л.Ф. Правдиным пяти подвидов сосны обыкновенной, наиболее короткой хвоей обладает подвид - сосна северная лапландская. Сосняки с хвоей среднего размера занимают примерно среднюю полосу ареала, между 50 и 62° с.ш. Популяции сосны с длинной хвоей преобладают на юге ареала, северная граница их соответствует 50° с. ш. Изменчивость продолжительности жизни хвои сосны также сопряжена с определенными географическими областями. По данным многих исследователей [7-10], соснам Европейской равнины свойственна наименьшая продолжительность жизни хвои, редко превышающая четыре-пять лет, в то время как сосны севера и Сибири имеют наибольшую продолжительность жизни хвои, часто достигающую восьми и девяти лет.

В последнее время внутривидовую изменчивость сосны обыкновенной изучают в географических культурах, но данных для подтверждения внутривидовых закономерностей некоторых признаков, в том числе длины, продолжительности жизни хвои и других признаков в литературе еще недостаточно. В этой связи изучение географических культур в Приангарье представляет несомненный интерес, так как широкая представленность климатипов сосны обыкновенной, одинаковый экологический фон и возраст объекта позволяют оценить внутривидовую дифференциацию.

### Материал и методы

Объектами исследований являются 64 климатипа, произрастающие на песчаной и серой лесной почвах в Богучанском лесхозе Красноярского края и представляющие четыре подвита сосны обыкновенной: *Pinus sylvestris L. ssp. sylvestris L.* - обыкновенная лесная; *P.s. ssp. sibirica Ldb.* - сибирская; *P.s. ssp. lapponica Fries* - северная лапландская; *P.s. ssp. kulundensis sukachew.* - кулундинская, выделенные Л.Ф. Правдиным (рис. 1).

Цель работы - изучить изменчивость морфологических признаков хвои (длину хвои, продолжительность жизни и густоту охвоения) у разных климатипов сосны обыкновенной и оценить степень различий между ними и подвидами сосны в географических культурах.

Сбор хвои у сосны исследуемых климатипов, проводился по одинаковой методике, при этом использовались методические рекомендации Л.Ф. Правдина [7], и С.А. Мамаева [2]. Для характеристики хвои у 30 деревьев каждого климатипа брали по 10 пар хвоинок трехлетнего возраста от боковой ветви первого порядка восьмой мутовки (сверху) с северо-восточной стороны. Деревья находились в 5-6 рядах блока, у всех климатипов отбирались ряды с одинаковой сохранностью деревьев. Продолжительность жизни хвои изучалась на осевом побеге и боковой ветке первого порядка, алгоритм отбора веток был такой же, как и для сбора хвои. Вычисление основных статистических показателей проводилось общепринятыми методами [11] с использованием компьютерной программы Excel. Определялись критерий Стьюдента и критерий Фишера.

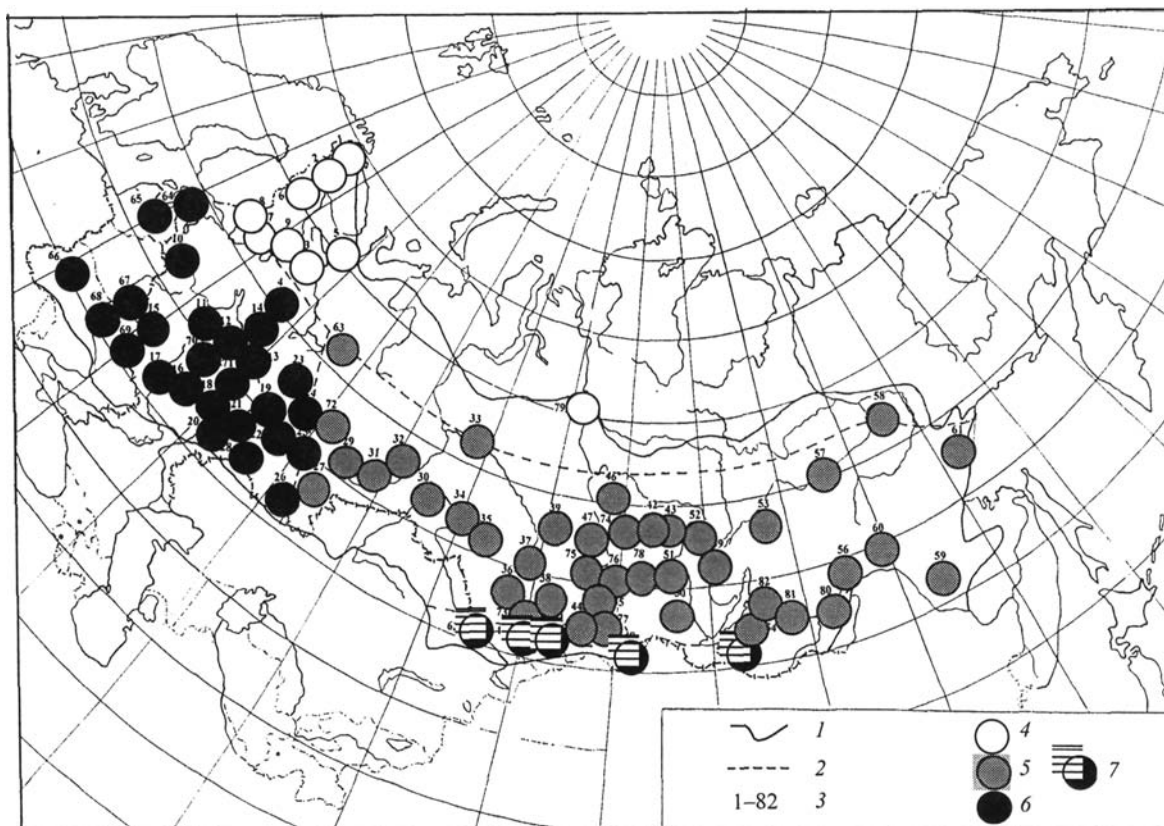


Рис. 1. Климатипы сосны обыкновенной, представляющие 4 подвида из ее ареала в географических культурах Приангарья (1 - граница ареала вида; 2 - граница подвигов; 3 - номера климатипов, 4 - подвид «lapponica»; 5 - подвид «sibirica»; 6 - подвид «sylvestris»; 7 - подвид «kulundensis»)

### Результаты исследований

Испытания сосны обыкновенной разного географического происхождения на различных экологических фонах показали, что морфологические признаки хвои чутко реагируют на изменение экологических и климатических условий. В географических культурах средняя длина хвои у одних и тех же климатипов варьирует: на песчаной почве (тип леса сосняк толокнянковый) от 27 до 51 мм, на темно-серой лесной почве (сосняк разнотравный) - от 36 до 84 мм. Коэффициент индивидуальной изменчивости ( $C_v$ ) составляет 10-19%.

В ранжированном ряду на участке с песчаной почвой самая короткая хвоя отмечается у климатипов подвида сосна северная лапландская (естественный ареал севернее 62° с.ш.): печенгского (№ 1), Кандалакшского (№ 2) из Мурманской области; чупинского (№ 6), сортовальского (№ 8), пудожского (№ 9) из Карелии; туруханского (№ 79) из Красноярского края. Лимиты средней длины хвои у них составляют 27,1-32,9 мм. На темно-серой лесной почве у этих же климатипов средняя длина хвои достигает 43,4-55,0 мм, но статус сосны с «короткой хвоей» у них сохраняется. Климатипы сортовальский (№ 8), пудожский (№ 9) из Карелии, представляющие переходную зону между подвидами сосна северная и обыкновенная, имеют более длинную хвою, так на песчаной почве - 35,4-40,5 мм, на темно-серой лесной - 46,4-62,1 мм. Среди северных климатипов европейской части России средняя длина их хвои на двух участках является максимальной, но различия не достигают существенных значений. В параллельных испытаниях одноименных климатипов сосны обыкновенной в условиях Западного Забайкалья средняя длина хвои у климатипов варьирует от 25,9 до 45,2 мм [12]. Наиболее короткая хвоя, по-прежнему, характерна для сосны из северных регионов (табл. 1).

Длинная хвоя, более 45,1 мм, выявлена у климатипов из южных районов ареала, представляющих подвид сосна кулундинская: балгазынский (Тыва), ракивовский (Алтайский край). Естественный ареал сосняков этих происхождений находится южнее 50° с.ш. Климатипы: кяхтинский (Бурятия), чемальский (Алтай); долонский (Северный Казахстан), относящиеся к подвиду сосна кулундинская, в географических культурах имеют хвою среднего размера. Хвоя средней длины характерна в основном для климатипов подвигов сосна обыкновенная и сибирская. Параметры длины хвои у них варьируют от 35,4 до 44,2 мм. У подвида сосна обыкновенная встречаются климатипы и с относительно длинной хвоей, например камский (Татарстан) -

**Средняя длина хвои у некоторых климатипов сосны обыкновенной, из географических культур разных условиях произрастания**

№ климатипа	Название климатипа (лесхоз, область, край, республика)	Приангарье				Забайкалье (по данным Г.Н. Новиковой, 2000)	
		Песчаная почва		Тесно-серая лесная		$\bar{x} \pm m$	CV
		$\bar{x} \pm m$	CV	$\bar{x} \pm m$	CV		
1	Печенгский Мурманская	29,1 ± 0,73	10	47,5 ± 1,89	13	-	-
2	Кандалакшский Мурманская	31,0 ± 1,17	19	43,4 ± 4,64	30	25,9 ± 1,1	23
5	Пинежский Архангельская	27,9 ± 1,27	15	50,8 ± 3,00	22	28,6 ± 0,5	15
6	Чупинский Карелия	27,2 ± 0,70	14	48,1 ± 2,62	17	-	-
8	Сортавальский Карелия	35,4 ± 1,09	15	46,4 ± 2,15	15	35,6 ± 0,7	12
9	Костромской Костромской	36,5 ± 1,22	15	60,5 ± 2,59	14	-	-
42	Бугучанский Красноярский	38,9 ± 0,83	12	53,3 ± 3,29	19	36,4 ± 1,3	23
61	Аянский Хабаровский	35,7 ± 1,60	15	54,1 ± 3,37	20	-	-
40	Ракитовский Алтай	46,5 ± 1,90	17	55,5 ± 3,66	21	-	-
48	Балгазинский Тыва	50,4 ± 1,75	13	66,4 ± 4,56	24	38,4 ± 0,9	15
55	Кяхтинский Бурятия	40,6 ± 1,54	15	54,2 ± 4,29	25	-	-

46,9 мм. На участке с серой лесной почвой средняя длина хвои у сосны этих климатипов увеличивается до 84 мм. Определение средней длины хвои у подвидов сосны обыкновенной показало, что наиболее достоверные различия (табл. 2) наблюдаются между подвидами сосны: северной лапландской и сибирской ( $t=2,9$  при  $p=0,05$ ), а также - северной лапландской и кулундинской ( $t=3,9$  при  $p=0,01$ ).

Таблица 2

**Средние статистические показатели длины хвои (мм) у сосны четырех подвидов в географических культурах**

Подвиды сосны обыкновенной	$\bar{x}$	m	$\sigma$	Cv
<i>Pinus sylvestris</i> L. ssp. <i>lapponica</i> Fries	32,7	1,95	4,8	15
<i>Pinus sylvestris</i> L. ssp. <i>sylvestris</i> L.	42,1	3,47	6,0	14
<i>Pinus sylvestris</i> L. ssp. <i>sibirica</i> Ldb.	39,6	1,33	3,3	8
<i>Pinus sylvestris</i> L. ssp. <i>kulundensis</i> Sukach.	44,5	1,73	3,9	9

Таким образом, параметры длины хвои изучаемых климатипов сосны в оптимальных условиях роста (темно-серая лесная почва) значительно превышают параметры хвои у одноименных климатипов на бедной почве (песчаной). При этом длина хвои у северных климатипов сосны, относящихся к подвиду северная лапландская, как на песчаной так и на темно-серой лесной почвах в условиях Приангарья, а также в условиях дефицита влажности Западного Забайкалья никогда не достигает длины хвои климатипов с юга ее ареала (сосны подвидов кулундинская и сибирская). Исследование этих признаков в географических культурах подтверждает ранее выдвинутую точку зрения Л.Ф. Правдина [7] и др., что длина хвои и продолжительность ее жизни могут быть диагностическими признаками при выделении внутривидовых таксонов сосны обыкновенной.

Анализ влияния географического положения и климатических факторов территории происхождения потомств выявил, что наиболее существенная отрицательная прямолинейная корреляционная связь отмечена с географической широтой  $R=-0,85$  при  $P_{\phi} > P_{01}$  (0,59). Из климатических факторов наиболее существенное влияние на формирование длины хвои у потомств сосны оказывают температура июля ( $R=0,64$  при  $P_{\phi} > P_{05}$  (0,53)), сумма эффективных температур  $> 5^{\circ}\text{C}$  ( $R=0,74$  при  $P_{\phi} > P_{01}$  (0,66)), сумма осадков мест происхождений ( $R=-0,54$  при  $P_{\phi} > P_{05}$  (0,53)). Изучение изменчивости длины хвои не выявило тесной связи с классами роста (классами Крафта) деревьев, только у 40% изученных климатипов наблюдаются различия между деревьями I-II классов Крафта, с одной стороны, и III-V классов - с другой.

В разных условиях произрастания одни и те же климатипы сосны (печенгский, Кандалакшский, пудожский) имеют разную продолжительность жизни хвои (табл. 3). На лесной почве средняя продолжительность жизни составляет 5 лет, на песчаной - 4 года. Выявлено, что на боковых ветках хвоя живет дольше, чем на осевом побеге, но различия не всегда существенны. Коэффициент изменчивости признака у исследуемых климатипов составляет 10-24%. Большая изменчивость наблюдается у сосны подвидов сосна обыкновенная и кулундинская.

Исследуемые географические культуры по сохранности хвои дифференцируются на две группы, первую составляют климатипы подвида сосна северная лапландская и сибирская, вторую - климатипы подвидов сосна обыкновенная и кулундинская. Более продолжительная жизнь хвои наблюдается у происхождений подвидов сосна северная лапландская и сибирская, меньшая характерна для сосны кулундинской и обыкновенной. Различия между группами достоверные ( $F_{\phi}=34,7 > F_{кр}=4,1$  при  $p=0,001$ ). Выявлена существенная поло-

жильная корреляционная связь между продолжительностью жизни хвои и географической широтой ( $R=0,63$  при  $P_{\phi} > P_{01}=0,59$ ), отрицательная связь со среднегодовой температурой ( $R=-0,64$ ), вегетационным периодом ( $R=-0,64$ ), суммой эффективных температур  $> 5^{\circ}\text{C}$  ( $R=-0,62$ ). Коэффициенты значимы при  $P_{\phi} > P_{05}$  (0,53).

Таблица 3

**Средняя продолжительность жизни хвои (лет) у сосны обыкновенной в географических культурах**

Подвиды сосны обыкновенной	Песчаная почва				Серая лесная почва			
	$\bar{x}$	m	$\sigma$	Cv	$\bar{x}$	m	$\sigma$	Cv
<i>Pinus sylvestris</i> L. ssp. <i>lapponica</i>	3,8	0,10	0,35	9	5,0	0,22	0,50	10
<i>Pinus sylvestris</i> L. ssp. <i>sibirica</i>	3,7	0,08	0,31	8	4,9	0,26	0,52	11
<i>Pinus sylvestris</i> L. ssp. <i>syvestris</i>	3,2	0,05	0,14	4	4,1	0,14	0,54	13
<i>Pinus sylvestris</i> L. ssp. <i>kulundensis</i>	3,2	0,06	0,21	7	4,4	0,29	0,51	12

Учет охвоенности трехлетних побегов (числа брахибластов на 1 см) у деревьев разных классов роста (по Крафту) выявил несущественные различия между ними. Достоверная связь отмечается у 30% исследуемых климатипов, с увеличением класса Крафта (от I до V) наблюдается увеличение числа брахибластов. Коэффициент корреляции варьирует от  $R=0,60$  до  $R=0,99$ . Среднее число брахибластов на трехлетнем побеге у различных климатипов на песчаном участке варьирует от 7,2 до 10,0 штук на 1 см ( $C_v=12-30\%$ ). В ранжированном ряду наибольшее число брахибластов наблюдается у климатипов подвида сосна обыкновенная и северная лапландская, наименьшее - у подвида сосна сибирская. Анализ климатипов, как с учетом, так и без учета распределения деревьев по классам Крафта, показал наиболее существенное различие подвида сосна сибирская от подвида сосна обыкновенная ( $t=3,5$  при  $p=0,01$ ), меньшие отличия у сосны сибирской выявлены от северной лапландской ( $t=2,19$ ) и кулундинской ( $t=2,06$ ).

**Заключение**

Результаты изучения морфологических признаков вегетативных органов у сосны обыкновенной в географических культурах Богучанского лесхоза выявили отличительные особенности ее внутривидовых таксонов (подвидов, климатипов). Наиболее четко в географических культурах по длине хвои выделяются климатипы подвида сосна северная лапландская. Для них характерна сосна с короткой хвоей. Длинная хвоя характерна для климатипов подвида сосна кулундинская, а также климатипов с юга ареала, подвида сосна сибирская и отдельных климатипов подвида сосна обыкновенная. По продолжительности жизни хвои географические культуры дифференцируются в две группы: 1 - климатипы подвида сосна северная лапландская и сосна сибирская; 2 - сосна обыкновенная и кулундинская. Более продолжительный срок функционирования хвои наблюдается у происхождений первой группы. Выявленная дифференциация географических культур показала, что морфологические признаки хвои: длина и продолжительность жизни наследуются, хотя и находятся под сильным влиянием экологических факторов. По густоте охвоения побегов выделяются происхождения подвида сосна сибирская. У них наблюдается наименьшее число брахибластов на 1 см побега. Таким образом, результаты исследований выявили отличительные особенности климатипов сосны обыкновенной в географических культурах по изученным признакам и показали, что длина и продолжительность жизни хвои могут быть диагностическими признаками внутривидовых таксонов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. *Каппер О.Г.* Хвойные породы. - М: Гослесбумиздат, 1954. - 302 с.
2. *Мамаев С.А.* Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. - М.: Наука, 1973. - 282 с.
3. *Ирошников А.И.* Географические культуры хвойных в южной Сибири // Географические культуры и плантации хвойных в Сибири. - Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1977а. - С. 4-110.
4. *Ирошников А.И.* Полиморфизм хвойных Сибири // Проблемы лесоведения Сибири. - М., 1977б. - С. 98-123.
5. *Молотков П.И., Яцык Р.М., Мольченко Л.Л.* Изменчивость некоторых морфолого-анатомических признаков сосны обыкновенной реликтового происхождения в Карпатах // Лесоводство и агролесомелиорация. - Киев: Урожай, 1979. - Вып. 54. - С. 14-22.
6. *Чернодубов А.И.* Изменчивость морфолого-анатомических признаков сосны обыкновенной в островных борах юга русской равнины // Лесоведение. - 1994. - № 2. - С. 28-35.
7. *Правдин Л.Ф.* Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. - М.: Наука, 1964. - 190 с.
8. *Котов М.М.* Организация лесосеменной базы. - М.: Лесная промышленность, 1982. - 136 с.
9. *Молотков П.И., Патлай И.Н., Давыдова Н.И. и др.* Селекция лесных пород. - М.: Лесная промышленность, 1982. - 224 с.
10. *Цветков В.Ф.* Сосняки Кольской лесорастительной области и ведение хозяйства в них. - Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2002. - 380 с.
11. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. - М.: Высшая школа, 1980. - 291 с.
12. *Новикова Т.Н.* Географические культуры и плантации сосны обыкновенной в лесостепных районах Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Красноярск, 2000. - 26 с.