

**ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННАЯ И МЕЖПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ
ОТНОСИТЕЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЧИСЛА СМОЛЯНЫХ КАНАЛОВ К ДЛИНЕ ХВОИ
У СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**© 2014 А.И. Видякин¹, А.Г. Лебедев²¹Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Киров²Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров

Поступила 17.01.2014

Изучена изменчивость относительного показателя числа смоляных каналов к длине хвои в трех хорологически смежных популяциях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Выявлена внутрипопуляционная однородность и межпопуляционная гетерогенность классовых частот признака.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, хвоя, смоляные каналы, относительный показатель, внутрипопуляционная и межпопуляционная изменчивость

В настоящее время при изучении популяционно-хорологической структуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в качестве маркеров популяций и их групп успешно применяются фены, счетные признаки, а также аллометрические индексы шишек и семян, которые отражают форму органа или пропорции отдельных его частей [1-3]. Индексы представляют собой обычно отношение двух мерных признаков, например, ширины и длины шишек, высоты и ширины поперечного среза хвои. Они, по сравнению с количественными мерными признаками, которые используются при их вычислении, имеют более низкие уровни эндогенной, временной и экологической изменчивости [1, 4]. Аллометрические индексы характеризуются высокой наследуемостью и информативностью в популяционных исследованиях [5].

Однако у древесных растений известны лишь единичные индексы-маркеры, географическая изменчивость которых полностью отражает специфику популяционно-хорологической дифференциации населения вида. Например, у сосны обыкновенной, отличающейся высоким полиморфизмом и хорошей фенетической изученностью, таким маркером популяций является только индекс формы шишек, который широко применяется при их выделении и картировании [1, 2, 6].

Известно, что феногеографическое исследование вида с помощью этого маркера затрудняется периодичностью семеношения деревьев [4]. Поэтому актуальной задачей фенетики является выявление индексов-маркеров вегетативных органов, и прежде всего, хвои, морфофенотипические признаки которой успешно используются при изучении внутривидовой изменчивости и систематики *P. sylvestris* [7]. Оценка информативности индексов, вычисленных на основании мерных признаков поперечного сечения хвои, дана нами в предыдущих публикациях [4, 8].

Экологическая и онтогенетическая стабильность аллометрических индексов, вероятно, обусловлена наличием пропорциональности в изменчивости исходных мерных признаков, использованных для их вычисления. Можно предположить, что аналогичная синхронность наблюдается также в изменчивости других категорий количественных признаков, например, счётных или счётных и мерных. В этом случае, вероятно, можно выявить высокоинформативные индексы-маркеры различных уровней популяционно-хорологической организации вида. Изменчивость исходных признаков и вычисленных на их основании аллометрических индексов должна изучаться в хорологически смежных популяциях, специфика генетической структуры которых установлена с помощью методов фенетического, изоферментного или молекулярно-генетического анализа.

На основании изложенного целью наших исследований является изучение внутри –и межпопуляционной изменчивости относительного показателя (индекса) количества смоляных каналов в хвое к её длине у сосны обыкновенной в связи с дифференциацией популяций.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в трёх хорологически смежных морфофенотипически выделенных ранее популяциях сосны обыкновенной – Сысоло-Вычегодской, Северодвинской, Верхневетлужской [1]. В каждой популяции собрано по две выборки хвои. Выборка сформирована путём отбора от каждого из 70 деревьев в средней части центрального побега 2012 г. по 20 пар хвоинок. Для изучения эндогенной изменчивости признаков хвои в Быстрицком лесничестве Оричевского лесхоза Кировской области было отобрано 3 дерева сосны обыкновенной естественного происхождения в возрасте 12 лет, растущих на открытой территории на расстоянии 30-35 м от материнского насаждения. В средней части центральных побегов 2010, 2011, 2012 гг. с каждого дерева собрано по 50 пар хвоинок.

Видякин Анатолий Иванович, ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, les@aiv.kirov.ru; Лебедев Алексей Геннадьевич, аспирант, canis_aureus@mail.ru

В лабораторных условиях из каждой пары отбирали одну хвоинку и с помощью линейки измеряли её длину (L). В средней части хвоинки делали поперечный срез, на котором с помощью микроскопа МБС-1 определяли общее количество смоляных каналов (N_1). На основании полученных данных для каждого дерева вычисляли средние значения длины хвои и числа смоляных каналов, а также аллометрический индекс, представляющий отношение среднего числа смоляных каналов к средней длине хвои (N_1/L). Полученные данные по каждому количественному признаку обработаны статистически с помощью программы Excel. В результате этого получены средние значения ($M \pm m$) и коэффициенты изменчивости (CV, %) признаков в выборках. Средние индивидуальные значения каждого признака группировали в

классы рядов распределения, определяли классовые частоты. По классовым частотам рядов распределения признаков с помощью критерия χ^2 оценивались внутривидовая однородность выборок [9] и их межвидовая гетерогенность [10]. Для оценки эндогенной и индивидуальной изменчивости признаков использовалась шкала С.А. Мамаева [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что изучаемые количественные признаки имеют различные уровни эндогенной и индивидуальной изменчивости (табл.1, 2).

Таблица 1. Эндогенная изменчивость количественных признаков хвои 2010-2012 гг. формирования у отдельных деревьев сосны обыкновенной

№ дерева	Пределы изменчивости за 2010-2012 гг.					
	длины хвои (L)		числа смоляных каналов (N_1)		относительного показателя (N_1/L)	
	$M \pm m$, мм	CV, %	$M \pm m$, шт.	CV, %	$M \pm m$	CV, %
2	72,1±0,61–79,4±0,82	4-7	7,8±0,11–8,9±0,11	9-11	0,10±0,002–0,12±0,002	9-13
3	51,3±0,32–55,9±1,08	5-14	9,2±0,16–11,1±0,21	9-14	0,17±0,003–0,20±0,005	10-18
8	71,5±0,56–94,4±0,48	4-6	7,6±0,10–8,1±0,11	6-9	0,08±0,002–0,11±0,002	9-16

Все изучаемые признаки хвои на дереве изменяются по годам, что обусловлено спецификой погоды в период её формирования [7, 11]. При этом величина изменчивости признаков индивидуальна для каждого дерева. Например, дерево № 8 характеризуется очень большим пределом изменчивости по годам длины хвои (71,5-94,4 мм), а дерево № 3 – числа смоляных каналов (9,2-11,1) (табл. 1). Изучаемые признаки имеют различные уровни эндогенной изменчивости. Длина хвои на дереве варьирует в основном на очень низком уровне (CV < 7%), число смоляных каналов – на низком (CV = 8-12%), относительный показатель N_1/L – на низком и среднем уровнях (CV = 13-20%). Таким образом, относительный показатель по сравнению с исходными признаками, на основании которых он вычислен, характеризуется небольшим увеличением эндогенной изменчивости. Это обусловлено наличием в выборках хвои одного года формирования единичных хвоинок, у которых значение данного показателя очень сильно отличается от выборочной средней величины.

Длина хвои в выборках изменяется на среднем уровне (CV = 13-20%), число смоляных каналов – на повышенном (CV = 21-30%), относительный показатель N_1/L – на повышенном и высоком (CV = 31-40%) (табл. 2). Таким образом, ранги изучаемых признаков по уровням эндогенной и индивидуальной изменчивости совпадают. Наиболее низкие уровни этих форм изменчивости характерны для длины хвои, а наиболее высокие – для количества смоляных каналов и относительного показателя N_1/L . При этом два последних

признака имеют очень близкие значения коэффициентов индивидуальной изменчивости в выборках (табл. 2).

Упорядоченности в изменчивости выборочных средних значений длины хвои и особенно количества смоляных каналов на внутри- и межвидовых уровнях не наблюдается. Средние значения относительного показателя N_1/L в каждой популяции очень однородны, а при попарном сравнении хронологически смежных популяций (Сысоло-Вычегодская и Северодвинская, Северодвинская и Верхневелужская) – различны (табл. 2). Это полностью подтверждается данными статистической оценки классовых частот рядов распределений индивидуальных значений признака. По критерию χ^2 выборки каждой популяции однородны (табл. 3), а суммарные ряды распределения выборочных частот каждой популяции статистически значимо различаются ($P < 0,001$) (табл. 4).

Следовательно, по относительному показателю N_1/L Сысоло-Вычегодская популяция отличается от хронологически смежной Северодвинской, а Северодвинская от Верхневелужской. Выявленная специфика внутри- и межвидовой изменчивости изучаемого показателя дает основание для предположения о возможности использования его в качестве маркера популяций *P. sylvestris*.

Исследования показали, что у сосны обыкновенной наблюдается пропорциональное изменение во времени числа смоляных каналов и длины хвои, что отражается в стабильности индивиду-

альных значений относительного показателя (индекса) этих признаков. Величина индекса определяется, вероятно, генетически запрограммирован-

ными пределами изменчивости числа смоляных каналов и длины хвои.

Таблица 2. Индивидуальная изменчивость количественных признаков хвои 2012 г. формирования в популяционных выборках

№ выборки хвои	Место сбора выборки	Среднее значение и коэффициент изменчивости признака					
		Длина хвои		Количество смоляных каналов		Относительный показатель N_1/L	
		$M \pm m$, мм	CV, %	$M \pm m$, шт.	CV, %	$M \pm m$	CV, %
Сысоло-Вычегодская популяция							
1	Сысольское лес-во, п. Визинга Коми Р.	50,3±1,32	18,2	7,1±0,20	19,7	0,146±0,0052	24,9
2	Объячевское лес-во, п. Объячево Коми Р.	42,4±0,82	16,2	6,3±0,16	21,9	0,150±0,0041	22,8
Северодвинская популяция							
3	Красноборское лес-во, п. Красноборск Архангельской обл.	47,5±0,95	16,7	8,3±0,23	23,1	0,178±0,0050	23,9
4	Великоустюгское л-во, г. Великий Устюг Вологодской обл.	50,2±0,85	14,2	8,1±0,27	27,5	0,162±0,0050	25,8
Верхневелжская популяция							
5	Пыщугское лес-во, п. Пыщуг Костромской обл.	63,7±1,13	14,9	9,2±0,34	30,6	0,148±0,0059	33,4
6	Вохомское лес-во, п. Вохма Костромской обл.	51,1±1,19	16,3	7,4±0,23	26,2	0,146±0,0044	25,2

Таблица 3. Результаты оценки однородности выборок хвои в популяциях сосны обыкновенной по классовым частотам рядов распределения индивидуальных значений относительного показателя N_1/L

Сравниваемые выборки	Число степеней свободы	$\chi^2_{\text{факт.}}$	$\chi^2_{0,05}$
Визинга и Объячево	4	1,9	9,5
Красногорск и Великий Устюг	4	6,7	9,5
Пыщуг и Вохма	4	4,9	9,5

Таблица 4. Результаты оценки достоверности различий хорологически смежных популяций сосны обыкновенной по классовым частотам рядов распределения объединённых выборочных значений относительного показателя N_1/L

Сравниваемые популяции	Число степеней свободы	$\chi^2_{\text{факт.}}$	$\chi^2_{0,001}$
Сысоло-Вычегодская и Северодвинская	2	26,3	13,8
Северодвинская и Верхневелжская	2	27,7	13,8

ВЫВОДЫ

1. Изменчивость индекса числа смоляных каналов к длине хвои в пределах кроны дерева соответствует низкому и среднему уровням, а внутри популяции – повышенному и высокому.

2. Выборки хвои по изучаемому индексу в каждой популяции статистически однородны, а на межпопуляционном уровне статистически различны.

3. Сысоло-Вычегодская популяция статистически значимо отличается от хорологически смежной Северодвинской, а Северодвинская от Верхневелжской.

4. Относительный показатель числа смоляных каналов к длине хвои является достаточно информативным маркером популяций *P. sylvestris*.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №12-04-00062-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Видякин А.И. Популяционная структура сосны обыкновенной на востоке европейской части России: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2004. 48 с.
2. Видякин А.И., Санников С.Н., Петрова И.В. Морфотипическая изменчивость популяций сосны обыкновенной в бассейнах рек Юг и Северная Двина // Лесной журнал. 2011. № 5. С. 162-166.
3. Тихонова И.В., Тараканов В.В., Тихонова Н.А., Барченков А.П., Экарт А.К. Популяционная изменчивость шишек и семян сосны обыкновенной по фенам окраски и признакам-индексам на юге Сибири // Сибирский экологический журнал. 2014. №1. С. 79-86.
4. Видякин А.И., Лебедев А.Г. Эндогенная и временная изменчивость числа смоляных каналов в хвое деревьев сосны обыкновенной // Изв. Самар. НЦ РАН. 2013. Т. 15. № 3 (1). С. 371-375.
5. Кальченко Л.И. Анализ изменчивости клонов плюсовых деревьев и естественных насаждений сосны обыкновенной

- венной (*Pinus sylvestris* L.) в Алтайском крае с использованием методов фенетики: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Йошкар-Ола, 2013. 18 с.
6. *Видякин А.И.* Популяционно-хорологическая структура сосны обыкновенной на Приволжской возвышенности: организация, факторы и специфика формирования, фундаментальное и прикладное значение // Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика и охрана: Сб. статей междунар. научн. конф., посвящ. 140-летию со дня рождения И.И. Спрыгина, 10-13 июня 2013 г., г. Пенза. Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. С. 66-67.
7. *Правдин Л.Ф.* Сосна обыкновенная: изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. М.: Наука, 1964. 190 с.
8. *Лебедев А.Г.* Особенности анатомо-морфологического строения хвои сосны обыкновенной на верховом болоте и суходоле в подзоне южной тайги Кировской области // Лесовосстановление в Поволжье: состояние и пути совершенствования: Сб. статей / редкол.: Е.М. Романов и др. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2013. С. 88-92.
9. *Глотов Н.В., Животовский Л.А., Хованов Н.В., Хромов-Борисов Н.Н.* Биометрия. Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. 263 с.
10. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Высшая школа, 1973. 343 с.
11. *Мамаев С.А.* Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М.: Наука, 1973. 283 с.

INTRAPOPULATIONAL AND INTERPOPULATIONAL VARIABILITY OF RELATIVE INDEX OF THE NUMBER OF RESIN DUCTS TO NEEDLE LENGTH OF *Pinus silvestris* L.

© 2014 A.I. Vidyakin¹, A.G. Lebedev²

¹The Institute of Biology of Komi SC UrD RAS, Kirov

²The Vyatka State Agricultural Academy, Kirov

Variability of relative index of the number of resin ducts to needle length of *Pinus silvestris* L. in three chorologically adjacent populations has been studied. Intrapopulational homogeneity and interpopulational heterogeneity of class indexes of the feature is found out.

Key words: *Pinus silvestris* L., needles, resin ducts, relative index, intrapopulational and interpopulational variability