

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГРУПП ПОПУЛЯЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЮЖНОМ ЗАУРАЛЬЕ

Изучена географическая изменчивость числа семян долей у сосны обыкновенной в Южном Зауралье. Выделены и картированы три группы популяций. Указаны возможные факторы их формирования. Даны рекомендации по лесосеменному районированию вида.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, семена долей, географическая изменчивость, группы популяций.

Исследования показали, что популяционно-хорологическая структура сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) представляет собой иерархическую систему, включающую элементарные популяции и их группы [1]. На основе разработанной системы методов выявлены морфотипические признаки шишек и семян, которые являются высокоинформативными маркерами этих внутривидовых подразделений. В пределах определённых географических районов их количественные показатели характеризуются стабильностью и специфичностью, что позволяет проводить границы между ними и таким образом объединять популяционные выборки в ареальные разноуровневые совокупности особей, отражающие популяционно-хорологическую организацию *P. sylvestris* [1].

Одним из наиболее информативных маркеров групп популяций является число семян долей [2]. Предполагается, что изучение географической изменчивости этого признака в популяционных выборках, равномерно расположенных в пределах ареала вида или определённой его части, позволит выявить не только границы групп популяций, но и примерное расположение ледниковых рефугиумов, а также предковых популяций, на основе генофонда которых в процессе постгляциальной миграции и микроэволюции сформировалась современная популяционно-хорологическая структура сосны обыкновенной [1]. Эти рефугиумы могли находиться в горах Урала и Алтая [3].

На основании изложенного цель наших исследований заключается в изучении географической изменчивости числа семян долей, выявлении и картировании групп популяций сосны обыкновенной в Южном Зауралье.

Объектом исследований являются популяционные выборки семян долей, полученные при проращивании семян, заготовленных в насаждениях сосны обыкновенной 80-120-летнего возраста на территории Челябинской и Курганской областей, Режевского лесничества Свердловской области, Тюменского, Тобольского и Упоровского лесничеств Тюменской области.

Каждая популяционная выборка семян формировалась путём сбора 3-4 шишек с 60-80 деревьев и последующей их переработки. Полученные из шишек семена каждой выборки проращивались в специальном аппарате до полного расхождения семян долей. Учёт числа семян долей у проростков проводился через 11-12 суток после закладки семян на проращивание. Полученные при этом данные обработаны статистически. В результате этого вычислены средние значения ($M \pm m$) и коэффициенты изменчивости ($CV, \%$) признака, критерии χ^2 однородности групп популяций и статистической значимости различий между ними [4].

В результате исследований установлено, что у сосны обыкновенной в районе исследований встречаются проростки с 4,5,6,7,8 семядолями. По каждой популяционной выборке семян получены ряды распределения проростков по числу семян долей. Средние значения числа семян долей в этих рядах были нанесены на географическую карту исследуемых регионов. В результате анализа географической изменчивости этих данных выявлены зоны стабилизации и специфичности значений признака, которые представляют собой фрагменты ареалов трёх хорологически смежных групп популяций, распространяющихся, вероятно, далеко за пределы района исследований (рис.). Границы между ними проведены

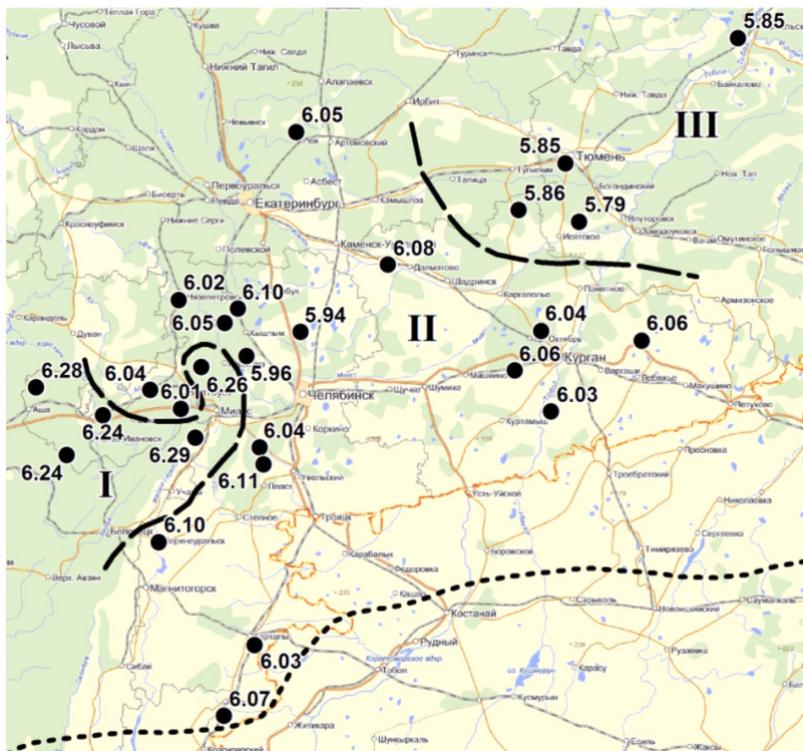
по географическим градиентам средних значений числа семян долей.

Первая группа популяций расположена в горах Южного Урала. Она идентифицируется пятью популяционными выборками, среднее число семян долей которых варьирует в пределах 6,24-6,29. Рельеф ареала представлен горными хребтами (Таганай, Уреньга, Нургуш, Зигальга, Амшар и др.), горами высотой до 1200 м (Круглица, Косотур, Ицыл, Дубовая и др.), речными долинами, которые чаще всего сплошь покрыты лесом. Отдельные вершины поднимаются за пределы лесной зоны, Они покрыты субальпийской растительностью или представляют собой голые каменистые гребни с редкими мхами и лишайниками тундрового характера [5]. Эта группа популяций расположена в горнолесной природной зоне. Лесорастительные условия однородные и благоприятные для произрастания сосны обыкновенной.

Ареал второй группы популяций включает Курганскую область (за исключением северной половины Шатровского района), большую часть

Челябинской области, к которой относятся Зауральская возвышенная равнина (Зауральский пенеппен) и неширокая полоса Западно – Сибирской низменности. Рельеф Курганской области равнинный со слабым наклоном на северо-восток. Абсолютные высоты находятся в пределах 120-200 м. Рельеф Челябинской области равнинно-всхолмлённый. Поверхность Зауральской возвышенной равнины расчленена речными долинами с пологими склонами. Водоразделы её всхолмлены, абсолютные высоты изменяются от 400 м в предгорной западной части до 190 м в восточной [5]. Территория, занимаемая этой группой популяций, относится к степной, лесостепной и лесной зонам. Лесорастительные условия ареала очень разнообразные.

Третья группа популяций включает северную половину Шатровского района Курганской области и южную часть Тюменской области. Выделенная часть ареала этой группы популяций относится к подзоне южной тайги. Рельеф равнинный. Лесорастительные условия однородные.



6.05 – среднее число семян долей
 I, II, III – группы популяций
 — — — границы групп популяций
 южная граница ареала сосны обыкновенной

Рисунок. Картограмма групп популяций сосны обыкновенной в Южном Зауралье

Для статистической оценки реальности существования выделенных ареальных подразделений вида, ряды распределения проростков по числу семядолей объединены по группам популяций согласно картосхеме (рис.). На основании полученных данных проведена оценка однородности рядов распределений в группах популяций, а также статистической значимости различий их усреднённых рядов распределений, приведённых в табл. 1.

В результате этой оценки установлено, что первая и третья группы популяций статистически однородны, а вторая – не однородна (табл. 2).

Это согласуется с отмеченной выше спецификой лесорастительных условий в ареалах произрастания. Они однородны в первой и третьей группе популяций и очень изменчивы во второй. Известно, что число семядолей относительно стабильно в пространстве и времени, а ряды распределения частот признака однородны в широком диапазоне изменчивости экологических условий. Например, они статистически однородны в поселениях *P. sylvestris* на верховом болоте и смежном участке суходола [1]. Однако, число семядолей – это адаптивный количественный признак, который не может являться абсолютно независимым по отношению к определённым лимитирующим факторам среды, например, к орографическим и климатическим условиям. Их пространственная изменчивость приводит к определённой дестабилизации частот в рядах распределения признака, но среднее значение его остаётся относительно стабильным в пределах большой территории, ограниченной, обычно, природной зоной [1,2]. Эти особенности пространственной изменчивости рядов распре-

ления числа семядолей характерны для второй группы популяций.

Так как первая и третья группы популяций статистически однородны, а средние значения признака в популяционных выборках второй группы относительно стабильны, проведено межгрупповое сравнение усреднённых рядов, приведённых в табл. 1, по показателю χ^2 . Результаты оценки показывают, что хорологически смежные группы популяций (первая и вторая, вторая и третья) статистически значимо различаются между собой при $P < 0,001$ (табл.3).

Таким образом, исследования показали, что в Южном Зауралье сосна обыкновенная представлена тремя группами популяций. Формирование их, вероятно, можно объяснить на основе выдвинутой ранее гипотезы, согласно которой популяционно-хорологическая структура *P. sylvestris* на Русской равнине сформировалась в результате расселения предковых особей из ледниковых рефугиумов Южной Европы и последующей микроэволюционной дифференциации элементарных популяций под влиянием пространственной специфики лесорастительных условий на занятой видом территории [1]. Установлено, что ареал групп популяций соответствует зоне миграции вида из данного рефугиума. Предполагается, что число групп популяций на Русской равнине равно числу имевшихся в плейстоцене рефугиумов [1].

В эпоху максимального днепровского оледенения территория Урала была покрыта ледником примерно до 58° с. ш.. Древесная растительность в это время находилась в рефугиумах Южного Урала [3]. Потепление климата и таяние ледника способствовали расселению её на север и северо-запад. Так как в конце плейстоце-

Таблица 1. Распределение проростков по числу семядолей в усреднённых рядах групп популяций

Группа популяций	Количество проростков с числом семядолей						M±m	CV,%
	4	5	6	7	8	Всего		
I	5	48	291	157	17	518	6,26±0,032	11,4
II	9	127	431	142	15	724	6,04±0,027	11,8
III	15	157	320	85	5	582	5,84±0,031	12,7

Таблица 2. Результаты оценки однородности рядов распределений проростков по числу семядолей в группах популяций сосны обыкновенной

Номер группы популяций	Число степеней свободы $\nu = (r - 1)(l - 1)$	$\chi^2_{\text{факт.}}$	$\chi^2_{0,05}$
I	12	15,83	21,00
II	48	133,30	67,50
III	12	15,18	21,00

на и в голоцене происходила одинаковая трансформация климата и растительности, то предложенная гипотеза формирования популяционной структуры на Русской равнине применима для Урала и сопредельных территорий.

В Южное Зауралье и далее на север Урала и Западно – Сибирской равнины *P. sylvestris* могла мигрировать только из рефугиумов Южного Урала и Алтая. Выделенные фрагменты ареалов групп популяций представляют собой части зон миграции предковых особей из трёх пространственно разобщённых ледниковых рефугиумов, примерное расположение которых можно установить по мере накопления материалов по географической изменчивости числа семян долей на территории Урала, Предуралья и Западно – Сибирской равнины.

Таблица 3. Результаты оценки достоверности различий пространственно смежных групп популяций сосны обыкновенной по числу семян долей

Номера сравниваемых групп популяций	Число степеней свободы $v = (r - 1)(l - 1)$	$\chi^2_{\text{факт.}}$	$\chi^2_{0,01}$
I– II	3	31,72	16,30
II– III	3	25,37	16,30

Каждая группа популяций специфична по составу и структуре аллелофонда. Поэтому рекомендуется при лесовосстановлении вырубленных частей данной группы популяций использовать только семена, заготовленные в границах её ареала. Использование семян соседней группы популяций может привести к снижению устойчивости и продуктивности создаваемых лесов.

9.09.2013

Работа выполнена при финансовой поддержке УрО РАН (проект № 12-И-4-2064)

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., Глотов Н.В. Изменчивость количества семян долей у сосны обыкновенной на востоке Европейской части России // Экология. – 1999. – №3. – С. 170-176.
3. Горчаковский П.Л. История развития растительности Урала. Свердловск: Свердловское кн. изд-во, 1953. – 144 с.
4. Глотов Н.В., Животовский Л.А., Хованов Н.В., Хромов-Борисов Н.Н. Биометрия. Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. – 263 с.
5. Кириин Ф.Я. География Челябинской области. Изд. 4-е. Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1973. – 99с.

Сведения об авторах:

Видякин Анатолий Иванович, ведущий научный сотрудник лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН, доктор биологических наук
610035, г. Киров, ул. Некрасова, 65 Лаборатория биомониторинга, тел. (8332) 564111,
e-mail: les@aiv.kirov.ru

Кантор Григорий Яковлевич, научный сотрудник лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН, кандидат технических наук
610002, г. Киров, ул. Ленина 113, тел. (8332) 370277, e-mail: ecolab2@gmail.com

UDC 574:574.3:574.32

Vidyakin A.I., Kantor G.Ya.

Biology Institute of Komi SC of the Ural Branch of RAS, e-mail: les@aiv.kirov.ru

SPATIAL ORGANIZATION AND FACTORS OF FORMING POPULATION GROUP OF PINE IN THE SOUTHERN TRANSURALS

Geographic variability of *Pinus silvestris* L. cotyledons number the Southern Transurals is studied. Three population groups are identified and mapped. Possible factors of their formation are suggested. Seed zoning recommendations on the species are given.

Key words: *Pinus silvestris* L., cotyledons, geographic variability, population groups.

Bibliography:

1. Vidyakin A.I. Population structure of pine in the east of the European part of Russia: Abstract of diss. ... Dr. of Biology. Ekaterinburg, 2004. – 48p.
2. Vidyakin A.I., Glotov N.V. Variability of pine cotyledon number in the east of European Russia // Ecology. – 1999. – №3. – P.170–176.
3. Gorchakovskiy P.L. The history of vegetation of the Urals. Sverdlovsk Sverdlovsk Publishing House, 1953. – 144p.
4. Glotov N.V., Zhivotinskiy L.A., Khovanov N.V., Khromov-Borisov N.N. Biometrics. L.:LSU Publishing House, 1982. – 263p.
5. Kirin F.Ya. Geography of Chelyabinsk region. 4th edition. Chelyabinsk: South-Ural Publishing House, 1973. – 99p.