

УДК: 574.42+583.475.4

И.В. Петрова, С.Н. Санников
(Институт леса УрО РАН)

**МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ
ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПОПУЛЯЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

*Предложен и апробирован метод «градиентов генетической дистанции» для оценки интенсивности (скорости) изменения генетической (аллельной) структуры популяций сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., который позволяет количественно охарактеризовать изменения в генетической структуре популяций в реальном эколого-географическом пространстве.*

Конечной целью изучения популяционно-хорологической структуры любого вида является построение ее схем и карт для изучаемой части ареала или всего вида. К числу ключевых, но на количественном уровне недостаточно разработанных аспектов этого направления, относится вопрос о географической изменчивости хорогенетической структуры родных популяций древесных растений, их географических групп и рас.

Термин «граница популяций», как и аналогичные понятия «граница фитоценоза», «граница биоценоза», «граница биогеоценоза», разработан недостаточно. В современной фитоценологии существуют две концепции хорологической структуры и принципов выделения и изучения биосистем: концепция «континуума» (Грейг-Смит, 1967; Раменский, 1971; Розенберг, 1984; Миркин, 1985, 1986, 1987) и концепция «организмическая» (Горчаковский, Шиятов, 1985; Шиятов, 1986; Реймерс, Яблоков, 1982).

В качестве рабочего определения термина «граница популяций» следует понимать более или менее узкую переходную полосу территории (экотона) между ними, которая характеризуется относительно быстрым по сравнению с соседними зонами ареала изменением (градиентами) тех или иных фенотипических и генетических параметров (Петрова, Санников, 1996).

Целью данного сообщения является краткое изложение результатов применения метода градиентов генетической дистанции, разработанного и апробированного нами на примере равнинных и горных сосновых лесов.

Объекты изучения

Объектом исследований выбраны разновысотные горные и равнинные популяции сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. на Урале и в Зауральских провинциях Западной Сибири, а также горные популяции сосны обыкновенной в Карпатах и на Русской равнине.

Результаты

На основании предшествующих исследований сформулированы методологическая концепция и принципы изучения внутривидовой популяционно-хорологической структуры популяций сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. (Петрова, Санников, 1996). На количественном уровне показаны репродуктивная фенологическая и дистанционная изоляция, установлены фенотипические и популяционно-генетические различия между смежными болотными и суходольными популяциями сосны обыкновенной в равнинных лесах Западной Сибири и между ее разновысотными популяциями на Южном Урале и в Карпатах. Уровень генетической дивергенции в равнинных и горных популяциях в пределах подвида *Pinus sylvestris*, ssp. *syvestris* приводится в статье (Санников, Семериков, Петрова и др., 1997). Результаты наших исследований согласуются с данными Г.Г. Гончаренко с соавторами (1995) и Р.Т. Волосянчука (1995). Эти исследователи нашли весьма существенную генетическую дистанцию - в среднем 0,023 (Nei, 1972) между предгорными (на высоте 420-500 м над ур. м.) и горными (750 м над ур. м. и выше) популяциями сосны обыкновенной на северном макросклоне Карпат. Ранее Р.М. Яцыком (1977) выявлены значительные морфолого-анатомические отличия карпатских популяций сосны обыкновенной от популяций центрально-европейской расы этого вида.

К числу основных факторов резкой генетической дифференциации предгорных и горных сообществ сосны обыкновенной в Карпатах, на наш взгляд, следует отнести:

а) четко выраженную и стабильную в течение многих поколений (1989-1993 гг.) почти полную фенологическую репродуктивную изоляцию сообществ сосны, разница в высоте местообитаний которых более 350-400 м (Санников, 1993);

б) сильную и длительную дистанционную и механическую изоляцию предгорных и горных популяций, разобценных хребтами, а также пихтовыми, буковыми и еловыми лесами, в которых почти совершенно отсутствуют деревья сосны («проводники генов»);

в) малую численность особей в изолятах сосны, способствующую случайному дрейфу генов.

На прилегающей равнине, особенно в лесной зоне, где ареал вида относительно непрерывен, несмотря на фенологическую изоляцию зональных групп сообществ сосны, в череде поколений шли и идут эстафетные потоки генов (через пыльцу и семена).

Для количественной сравнительной оценки интенсивности (скорости) изменения генетической (аллельной) структуры популяций сосны обыкновенной нами предложен и апробирован метод «градиентов генетической дистанции» (Петрова, Санников, 1996), сущность которого сводится к следующему. На трансекте, пересекающей изучаемую часть ареала вида для каждой пары из смежных популяционных выборок (40-50 деревьев), размещенных на изучаемой трансекте (горный - предгорный - равнинный регион), на основе изозимного анализа тканей эндосперма или хвои определяются генетические дистанции, по Nei (1972, 1978 гг.). Градиент генетической дистанции (ГГД) между двумя выборками деревьев определяется как частное D_N/D , где D_N - генетическая дистанция, по Nei; D - расстояние на местности между этими выборками в километрах. Путем сопоставления величин D_N/D на смежных участках выявляются места резких переломов в аллельной структуре популяций. Таким образом, определяется вероятная граница локальных субпопуляций и популяций. При достаточной повторности наблюдений (трансект) эта граница может быть математико-статистически формализована. Метод ГГД, в отличие от абсолютных величин генетических дистанций по Нею, вычисляемых безотносительно к расстояниям между сообществами вида, позволяет количественно охарактеризовать изменения в генетической структуре популяций в реальном эколого-географическом пространстве. На основе метода ГГД возможны широкомасштабная «площадная» съемка, картографирование и анализ изменений хорогенетической структуры популяций многих видов растений и животных в пределах их ареалов.

Градиенты генетической дистанции, отражающие интенсивность изменений генетической структуры популяций в реальном географическом пространстве, не превосходят $2,7 \times 10^{-6}$ в лесной зоне, увеличиваются в несколько раз в лесостепи (до $11,0 \times 10^{-6}$) и резко - на два порядка величин - возрастают при переходе от предгорий Карпат в горы (до 1300×10^{-6}). Таким образом, на границе предгорий и низкогорий Карпат отчетливо выявляется перелом в генетической структуре популяций сосны обыкновенной, который при достаточной повторности наблюдений может быть формализован математико-статистическими методами.

Выводы

1. Значительные перепады в хорогенетической структуре горных популяций сосны обыкновенной, по-видимому, сопряжены с резкими градиентами высоты над уровнем моря и установленными ранее адекватными уровнями их репродуктивной фенологической изоляции (Петрова, Санников, 1996).

2. Выявленная нами локализация зон высоких значений ГГД совпадает с местоположением наиболее быстрых изменений и в степени наблюдаемой гетерозиготности (с 21-23 до 26%). Именно эти зоны и подлежат дальнейшему более тщательному эколого-генетическому исследованию.

ЛИТЕРАТУРА

Волосянчук Р.Т. Особенности формовой и генетической структуры изолированных популяций сосны обыкновенной в Украинских Карпатах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Харьков. 1995.

Гончаренко Г.Г. и др. Уровень генетической изменчивости и дифференциации у сосны обыкновенной в природных популяциях Украинских Карпат // Докл. АН Белоруссии. 1995. Т. 39. № 1. С. 71-76.

Горчаковский П. Л., Шиятов С. Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. М.: Наука, 1985. 208 с.

Грейг - Смит П. Количественная экология растений. М.: Мир, 1967. 360 с.

Миркин Б. М. Теоретические основы современной фитоценологии. М.: Наука, 1985.

Миркин Б. М. Что такое растительные сообщества. М.: Наука, 1986.

Миркин Б.М. О некоторых теоретических аспектах развития современной эколого-флористической классификации // Бюл. МОИП. Отд-ние биол. 1987. Т. 92. № 5. С. 74-89.

Петрова И.В., Санников С.Н. Изоляция и дифференциация популяций сосны обыкновенной. Екатеринбург: УрО РАН, 1996. 160 с.

Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука, 1971.

Реймерс Н.Ф., Яблоков А. В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. М.: Наука, 1982.

Розенберг Г.С. Модели в фитоценологии. М.: Наука, 1984.

Санников С.Н. Изоляция и типы границ популяций у сосны обыкновенной // Экология. 1993. № 1. С. 4-11.

Санников С.Н. и др. Генетическая дифференциация популяций сосны обыкновенной в Карпатах и на Русской равнине // Экология. 1997. № 3. С. 163-167.

Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М.: Наука, 1986.

Яцык Р.М. О популяционной изменчивости сосны обыкновенной реликтового происхождения // Лесоводство и агролесомелиорация.. Киев. 1977. Вып. 48. С.21-25.

Nei M. Genetic distance between populations // Amer. Naturalist. 1972. V 106. P. 283-292.

Nei M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals // Genetics. 1978. V. 89. P. 583-590.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 96-04-50945.

УДК 630.174:754:630.425

С.Г. Махнева, Г.В. Зуева

**(Уральская государственная лесотехническая академия,
Проблемная научно-исследовательская лаборатория)**

КАЧЕСТВО ПЫЛЬЦЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ

Показан высокий уровень индивидуальной изменчивости модельных деревьев по качеству пыльцы в насаждениях сосны обыкновенной, произрастающих в условиях загрязнения среды фторсодержащими аэрополлютантами. Изучены закономерности изменения фертильности пыльцы на различных стадиях микрогаметогенеза. Установлено, что уровень фертильности пыльцы сосны в насаждениях не находится в прямой зависимости от расстояния до источника выбросов. Выделена группа деревьев со стабильно высоким качеством пыльцы, перспективных для селекционных работ по отбору устойчивых форм для лесовосстановления на техногенных территориях.

Репродуктивные процессы живых организмов зависят как от генетических факторов, так и от условий внешней среды. Для практической селекции и семеноводства последних десятилетий особый интерес представляет изучение механизмов устойчивости генеративной сферы к ан-