

Е. М. Горлова

АНАЛИЗ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ НАСАЖДЕНИЙ *PINUS STANKIEWICZII* (SUKACZ.) FOM. ПО ДАННЫМ АЛЛОЗИМНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ИНДЕКСНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ШИШЕК

сосна Станкевича, аллель, индекс формы шишек, показатель сходства, критерий идентичности, генетическая дистанция, корреляция

Дифференциация древесных насаждений – процесс, связанный с приспособлением растений к определенным условиям, сопровождающийся возникновением генотипических, фенотипических и экологических различий между ними. Именно по этим различиям и оценивается уровень дифференциации. При выборе признаков для подобных исследований наиболее актуально сочетать методы и подходы популяционной генетики и генетики количественной, т. е. исследовать одновременно как моногенные, так и полигенные признаки. Однако неоднозначный характер получаемых данных требует необходимости применения популяционного подхода во всех исследованиях подобного рода [6]. Одним из наиболее информативных методов является метод индексов (признаков-фенов), которые наряду с биохимическими признаками-маркерами (частотами аллелей) отражают генетическую структуру насаждений, практически не зависят от факторов окружающей среды и имеют лучшие дифференцирующие свойства [1, 5, 11]. Индекс формы шишек (ИФШ) – признак, находящийся под генетическим контролем, поэтому его можно использовать для изучения популяционной структуры насаждений [10]. Например, выделенные классы ИФШ [8] могут отражать определенный генотип конкретного дерева, а частоты встречаемости вариаций ИФШ – генотипическую структуру определенной группы особей вида [2].

Цель нашего исследования – параллельный анализ дифференциации насаждений сосны Станкевича (*Pinus stankewiczii* (Sukacz.) Fom.) по данным аллозимной изменчивости и индексным показателям шишек. Следует подчеркнуть, что изучение внутривидовой дифференциации имеет общебиологический характер: результаты популяционно-генетических исследований вносят большой вклад в разработку проблем микроэволюции [12], ведут к познанию закономерностей процесса эволюции вида и определяют потенциальные возможности для селекционных работ [9].

Объект исследования – насаждения сосны Станкевича в Горном Крыму. Для анализа использовали растительный материал (шишки и семена) сосны Станкевича, собранный в ее природных насаждениях – в урочище “Аязьма”: недалеко от города Балаклава (выборка Б из 28 деревьев), на мысе Айя (А2, 35 деревьев); в урочище “Новый Свет”: на горе Караул-оба (К, 44 дерева) и на горе Сокол (С, 30 деревьев), а также в искусственном насаждении – возле поселка Морское (выборка М из 48 деревьев). Для каждого изучаемого дерева был определен индекс формы шишки (ИФШ) [8], с использованием которого были выделены деревья 3-х классов ИФШ – узкоконические (УК), яйцевидноконические (ЯК) и ширококонические (ШК) [3] и рассчитаны частоты встречаемости деревьев каждого класса. Для анализа генетической изменчивости использовали 9 ферментных систем (GDH, GOT, MDH, ADH, DIA, FDH, ACP, SOD,

Таблица 1. Показатели сходства (над диагональю) и критерия идентичности (под диагональю) насаждений *Pinus stankewiczii* (Sukacz.) Fom. в Горном Крыму

Выборка деревьев	Б	А2	К	С	М
Б	-	$\frac{0,985}{0,997}$	$\frac{0,979}{0,972}$	$\frac{0,980}{0,999}$	$\frac{0,987}{0,985}$
А2	$\frac{24,31}{0,36}$	-	$\frac{0,978}{0,981}$	$\frac{0,977}{0,996}$	$\frac{0,988}{0,975}$
К	$\frac{40,94}{4,22}$	$\frac{48,56}{2,71}$	-	$\frac{0,980}{0,972}$	$\frac{0,976}{0,967}$
С	$\frac{31,30}{0,01}$	$\frac{35,46}{0,44}$	$\frac{31,95}{4,02}$	-	$\frac{0,980}{0,987}$
М	$\frac{26,97}{2,25}$	$\frac{26,90}{3,55}$	$\frac{59,73}{5,67}$	$\frac{34,97}{1,83}$	-

Примечание: Выборки деревьев Б, А2, К, С – в природных насаждениях, М – в искусственном насаждении. В числителе – значения, полученные при сравнении частот аллелей, в знаменателе – значения, полученные при сравнении частот встречаемости деревьев с разным индексом формы шишки.

LAP). Электрофоретический метод анализа этих ферментов описан ранее [7]. При анализе использовали частоты аллелей 20 генных локусов: Gdh, Got-1, Got-2, Got-3, Mdh-2, Mdh-3, Mdh-4, Adh-1, Adh-2, Dia-1, Dia-2, Dia-3, Dia-4, Fdh, Acp, Sod-1, Sod-2, Sod-3, Sod-4, Lap. Сходство генетического состава при сравнении изучаемых выборок оценивали с помощью показателя сходства (r), являющегося мерой попарного сходства, и критерия идентичности (I) [4]. Для оценки степени дифференциации выборок использовали коэффициент генетической дистанции Нея [13]. Проведен корреляционный анализ между частотами аллелей и частотами классов ИФШ.

В результате нашего исследования выявлено, что значения показателя сходства, рассчитанные на основе частот аллелей, варьируют от 0,976 до 0,988, а рассчитанные по частотам встречаемости деревьев различных классов ИФШ находятся в несколько более широких пределах – 0,967–0,999 (табл.1). Усредненные значения показателя сходства r по всем изучаемым выборкам были очень близки – 0,981 и 0,983. Исходя из величин показателя сходства, дифференциация выборок по частотам аллелей была невысокая и практически не отличалась от дифференциации по частотам деревьев различных классов ИФШ. Подтверждает этот вывод и критерий идентичности (I), оценивающий значимость различий между отдельными выборками. Несмотря на то, что значения I при сравнении выборок по частотам аллозимов намного выше (24,31–59,73), чем при сравнении выборок по частотам деревьев различных классов ИФШ (0,01–5,67), существенных отличий между исследуемыми выборками не было выявлено (см. табл. 1). Такая разница в значениях критерия идентичности объясняется, скорее всего, разным количеством параметров, используемых при сравнении: аллелей – 58, а классов по ИФШ – 3.

На основании анализируемых частот рассчитаны значения генетических дистанций Нея, которые являются мерой генетического сходства выборок. Величины дистанций, рассчитанные с использованием аллельных частот, варьировали в пределах 0,004–0,023 (составив в среднем 0,014) (табл.2). Пределы значений дистанций, рассчитанные с использованием частот встречаемости различных классов ИФШ, были несколько шире

Таблица 2. Значения генетических дистанций между насаждениями *Pinus stankewiczii* (Sukacz.) Fom. в Горном Крыму

Выборка деревьев	Б	А2	К	С	М
Б	-	$\frac{0,008}{0,002}$	$\frac{0,020}{0,035}$	$\frac{0,016}{0,000}$	$\frac{0,010}{0,018}$
А2		-	$\frac{0,019}{0,024}$	$\frac{0,012}{0,002}$	$\frac{0,004}{0,018}$
К			-	$\frac{0,011}{0,034}$	$\frac{0,023}{0,021}$
С				-	$\frac{0,012}{0,016}$
М					-

Примечание: Выборки деревьев Б, А2, К, С – в природных насаждениях, М – в искусственном насаждении. В числителе – значения, полученные при сравнении частот аллелей, в знаменателе – значения, полученные при сравнении частот встречаемости деревьев с разным индексом формы шишки.

0,0001–0,035 (в среднем 0,017). Дифференциация выборок по аллельным частотам вполне сопоставима с дифференциацией по классам ИФШ, причем вторая не намного превышает первую.

Таким образом, у изучаемых насаждений сосны Станкевича в Горном Крыму выявлена определенная степень сопряженности между изменчивостью аллельных структур и структурированностью по классам ИФШ, что подтверждается существенным, на наш взгляд, уровнем корреляционных связей между частотами аллелей и частотами деревьев разных классов ИФШ по всем изученным выборкам. Между каждым классом ИФШ (3) и каждым аллозимом (58) прослеживаются определенные корреляционные связи. Между частотами класса деревьев с узкоконическими шишками (УК) и частотами аллелей выявлено максимальное количество случаев отрицательной корреляции – 12 случаев, значения изменялись от -0,88 до -0,95, при $P < 0,05$. По двум другим классам ИФШ (ЯК и ШК) выявлено по 8–9 случаев положительной корреляции, показатели варьировали от 0,88 до 0,97, при $P < 0,05$).

Результаты изучения изменчивости признаков-фенов (в нашем исследовании – это ИФШ) и признаков-маркеров (в данном случае – это аллельные частоты) в насаждениях *P. stankewiczii* отражают популяционную неоднородность вида и являются надежными признаками для обоснования возможности использования растительного материала из этих насаждений в лесовозобновлении.

Автор выражает благодарность А. Е. Демковичу – за помощь в статистической обработке полученных результатов.

1. Видякин А. И. Индексная оценка признаков популяционной структуры сосны обыкновенной // Лесоведение. – 1991. – №1. – С. 57–62.
2. Видякин А. И. Изменчивость формы шишек в популяциях сосны обыкновенной на востоке Европейской части СССР // Лесоведение. – 1991. – №3. – С. 45–52.
3. Горлова Е. М. Изменчивость размеров и формы женских шишек сосны пицундской (*Pinus pityusa* Stev.) в насаждениях Крыма // Промышленная ботаника. – 2002. – Вып. 2. – С. 215–217.

4. Животовский Л. А. Показатель сходства популяций по полиморфным признакам // Журн. общ. биол. – 1979. – 40, № 4. – С. 587 – 602.
5. Животовский Л. А. Интеграция полигенных систем в популяциях. – М.: Наука, 1984. – 183 с.
6. Калинин В. В., Калнина О. В. Изучение связи различных компонент морфологической изменчивости с гетерозиготностью аллозимных локусов. Обоснование общего подхода и анализ внутривидовой компоненты // Генетика. – 1991. – 27, №7. – С. 1212–1228.
7. Коршиков И. И., Скидан Е. М., Коба В. П. Генетический контроль аллозимов у сосны пицундской (*Pinus pityusa* Stev.) природных популяций Крыма // Цитология и генетика. – 2002. – 36, №1. – С. 26–31.
8. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). – М.: Наука, 1973. – 284 с.
9. Правдин Л. Ф. Современное учение о популяциях и вопросы эволюции // Теоретические основы внутривидовой изменчивости и структура популяций хвойных пород. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. – С. 13–21.
10. Чернодубов А. И. Изменчивость морфолого-анатомических признаков сосны обыкновенной в островных борах юга Русской равнины // Лесоведение. – 1994. – №2. – С. 28–35.
11. Яблоков А. В. Фенетика. Эволюция, популяция, признак. – М.: Наука, 1980. – 136 с.
12. Яблоков А. В. Состояние исследований и некоторые проблемы фенетики популяций // Фенетика популяций. – М.: Наука, 1982. – С. 3–14.
13. Nei M. Genetic distance between populations // Amer. Naturalist. – 1972. – Vol. 106. – P. 283 – 292.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 14.04.05

УДК 631.963:582.475.4:581.15:581.47

АНАЛИЗ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ НАСАЖДЕНИЙ СТАНКЕВИЧА *PINUS STANKIEWICZII* (SUKACZ.) FOM. ПО ДАННЫМ АЛЛОЗИМНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ИНДЕКСНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ШИШЕК

Е. М. Горлова

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Проведен параллельный анализ дифференциации насаждений сосны Станкевича по данным аллозимной изменчивости (частоты аллелей) и индексным показателям шишек (частоты встречаемости разных классов ИФШ) с помощью показателя сходства, критерия идентичности, коэффициента генетической дистанции Нея. Сделан вывод о невысоком уровне дифференциации и определенной степени сопряженности между генетической дифференциацией и структурированностью по частотам ИФШ у изучаемых насаждений сосны Станкевича, что подтверждается существенным уровнем корреляции между изучаемыми признаками.

UDC 631.963:582.475.4:581.15:581.47

ANALYSIS OF DIFFERENTIATION OF STANDS OF *PINUS STANKIEWICZII* (SUKACZ) FOM. ACCORDING TO THE DATA OF ALLOZYME VARIATION AND CONE INDICES

E. M. Gorlova

Donetsk Botanical Gardens, Nat. Acad. Sci. of Ukraine

Parallel analysis of *Pinus stankewiczii* (Sukacz.) Fom. stands has been conducted according to the data of allozyme variation (allele frequency) and indices of cones (frequencies of occurrence of different classes of cone shape index (CSI)) by means of similarity index, identity criterion, Nei's genetic distance coefficient. It has been concluded that a level of differentiation is low and there is a certain degree of conjugacy between genetic differentiation and structuring in CSI frequencies in the studied stands of *P. stankewiczii*. This is confirmed by the significant correlation level between the populations studied.