

**Т.А. Федорова, А.Е. Завьялов, А.Д. Лисицына
Е.А. Таратушка, А.Д. Нефедова, Н.М. Давыдова**

**Методические рекомендации для выполнения самостоятельных работ
на зональной летней учебной практике студентов**

2-го курса зоолого-ботанического отделения Биологического ф-та МГУ

Часть I. Межвидовые гибриды

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ



Татьяна Федорова

**Методические рекомендации для
выполнения самостоятельных
работ на зональной летней
учебной практике студентов
2-го курса зоолого-
ботанического отделения
биологического ф-та МГУ. Часть I**

«Автор»

2023

Федорова Т.

Методические рекомендации для выполнения самостоятельных работ на зональной летней учебной практике студентов 2-го курса зоолого-ботанического отделения биологического ф-та МГУ. Часть I / Т. Федорова — «Автор», 2023

В настоящем учебном пособии даны методы и примеры исследований морфологических признаков генеративной и вегетативной зон растений для выявления признаков, отличающих гибриды от родительских видов, которые можно использовать для организации самостоятельных работ на полевых летних учебных практиках студентов биологических факультетов вузов. Приведены примеры описаний гибридов из гибридных популяций совместно произрастающих родительских видов и гибридных зон некоторых травянистых и древесных растений.

Содержание

Предисловие	5
Введение	6
Глава 1. Методика сбора растений из гибридной и родительских популяций	7
Конец ознакомительного фрагмента.	9

Татьяна Федорова

Методические рекомендации для выполнения самостоятельных работ на зональной летней учебной практике студентов 2-го курса зоолого-ботанического отделения биологического ф-та МГУ. Часть I

Предисловие

Во время проведения зональной летней учебной практики студентов 2-го курса зоолого-ботанического отделения Биологического ф-та МГУ один день на каждой точке маршрута отводится для самостоятельных работ. Самостоятельные работы студентов осуществляются с целью углубления, расширения, систематизации и закрепления полученных теоретических знаний, развития познавательных способностей и активности, формирования умений использовать эти знания на практике для выполнения научных работ, а также формирования самостоятельного мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации, развития исследовательских умений и навыков.

1. Во время выполнения самостоятельной работы преподаватель формулирует примерные темы работ, а студент выбирает импонирующую ему тему.

2. Студент должен следовать схеме подготовки к самостоятельной работе:

- выбор и ознакомление с темой работы
- изучение основной и дополнительной литературы по теме (если есть)
- формулирование цели и задач
- формулирование плана работы
- сбор материала
- проведение необходимых полевых исследований, соответствующих задачам и возможностям практики
- проведение необходимых камеральных исследований, если такая возможность есть
- обсуждение и изложение результатов и структурированных выводов
- подготовка доклада и презентации для защиты самостоятельной работы.

Введение

Одним из направлений возможных тем для самостоятельных работ на зональной летней учебной полевой практике студентов Биологического ф-та МГУ может быть изучение таксономического состава некоторых родов высших растений данной территории, а точнее, выявление и наименование гибридов симпатрически произрастающих близких видов одного рода. Такие виды при совместном произрастании очень часто образуют гибридную популяцию. Кроме того, естественные гибридные зоны и гибридные популяции являются ценным инструментом для понимания происхождения и поддержания репродуктивной изоляции (РИ) и, следовательно, видов. Самые эффективные способы выявления и исследования гибридов – это сравнения геномных исследований выборки гибридной популяции с использованием полного или частичного секвенирования генома с геномными исследованиями родительских исходных популяций, вовлеченных в гибридизацию. Но для идентификации и выявления гибридов и их родителей также необходимо изучение морфологической изменчивости на большом материале в естественной среде обитания, что может быть успешно осуществлено в рамках полевой практики студентов.

Гомоплоидные гибриды образуются в результате скрещивания родителей с одинаковым числом хромосом и могут быть плодовиты и сохранять способность к возвратному скрещиванию с родительскими видами. Примером может быть пион – эндемик Грузии *Paeonia × chamaeleon* – вид гибридного происхождения, родителями которого являются *P. caucasica* и *P. mlokosewitschii*. Этот тип гибридизации называют “интрогрессивная гибридизация”, в результате которой происходит включение некоторой части генома одного родительского вида в геном другого родительского вида при кроссинговере. Такие гибриды еще называются рекомбинантные. У них могут проявляться черты как одного так и другого родителя при условии кодоминирования признаков. Если числа и морфология хромосом родителей сильно различаются, то гибриды F1 могут быть частично или полностью стерильны, но могут продуцировать нередуцированные гаметы, что позволяет им участвовать в возвратных скрещиваниях. При изоляции такие гибриды могут занять определенную территорию и создать воспроизводящую популяцию. Этот способ видообразования называется рекомбинационным (Родионов, 2013; Родионов и др., 2019).

Глава 1. Методика сбора растений из гибридной и родительских популяций

1. Древесные растения.

Например, известно, что *Populus alba* и *P. tremula* образуют гибриды, широко известные как *P. x canescens*. В местах совместного произрастания они образуют большие «мозаичные» гибридные зоны. Такая гибридная зона была исследована в долине Дуная недалеко от Вены (Австрия). Зона отбора проб охватывала линейное расстояние примерно 110 км долины реки между Кремсом и Хайнбургом, включая пойму и «галерейный» лес, расположенный в пойме Дуная, Национальный парк (<http://www.donauauen.at/>) и прилегающие области. Гибридные морфотипы *P. x canescens* отбирались таким образом, чтобы максимизировать географическое покрытие в гибридной зоне. Для сбора материала родительских видов выбирают две соседние «популяции». Эти образцы были проанализированы ранее (Lexner et al., 2005) и было выяснено, что такие «популяции» правильно называть «субпопуляции», поскольку молекулярный анализ показал, что уровни обмена генами между видами высоки (Lexner et al., 2005) и что они образуют одну панмиктическую единицу для каждого вида. Для выделения ДНК молодые листья собираются и кладутся в селикагель. Для первой субпопуляции *P. alba* из долины Дуная в Австрии в зоне симпатрии отмечалась – только средняя точка отбора проб (центр области сбора образцов) (48,261 Н, 16.271 Е); для второй субпопуляции из Румынии, расположенной вне зоны симпатрии, также отмечалась только средняя точка отбора проб: (43,771 Н, 23,961 Е). Образцы *P. tremula* были собраны на Дунае (Австрия) в пределах зоны симпатрии: (средняя точка отбора проб – 48,281 Н, 15,891 Е) и из Восточных Альп в Австрии вне зоны симпатрии (средняя точка отбора проб – 46,621 Н, 13.851 Е). Размер выборки составил: 378 образцов для гибрида *P. x canescens*, 88 образцов для *P. alba* и 78 образцов *P. tremula*.

В Испании в гибридной зоне произрастания *P. alba* и *P. tremula* был собран материал с 432 и 505 соответственно с одиночно стоящих деревьев для изучения однонуклеотидных полиморфизмов (SNP) из ДНК участка, ассоциированного с сайтом рестрикции (RAD). Проводили оценку геномной дивергенции, сравнения кариотипов и дифференциации по всем 19 хромосомам. Обнаружено преобладание гибридов F1 в центре геномных клин с одной стороны, и геномно и пространственно локализованные, изменчивые варианты, свидетельствующие о древней интрогрессии между родительскими видами. Была показана роль отбора против рекомбинантных генотипов в поддержании РИ (кажущаяся фертильности F1), что согласуется с моделью внутригеномной «коадаптации» барьеров к интрогрессии при вторичном контакте. Иногда зоны интрогрессивной гибридизации охватывают огромные пространства. Так, в Восточной Европе и Западной Сибири после отступления ледника сомкнулись и частично перекрылись ранее разделенные ледником ареалы ели европейской (*Picea abies*) и ели сибирской (*P. obovata*). Естественные гибриды между этими двумя видами морфологически и по молекулярным ядерным маркерам (аллозимы, микросателлиты) уклоняются то в сторону одного, то в сторону другого родителя и распространены в полосе, протянувшейся с северо-запада на юго-восток от Мурманской области до Пермской области и Башкирии. Гибриды часто называют ель финская (*P. x fennica*) и даже считают его молодым гибридогенным видом. Вероятно, что распространение гибридов *P. abies* × *P. obovata*, еще шире, до левого берега Оби включительно, на что указывают обнаруженные у фенотипически сибирской ели характерные для североевропейских популяций *P. abies* гаплотипы митохондриальной ДНК (Мудрик и др., 2016).

Сбор материала покрытосеменных древесных растений для изучения признаков вегетативной сферы гибридов и их родителей в зоне гибридизации, например, тополей, осуществляется в конце мая – июне, т.к. позже листья теряют опушение и поражаются грибами. Необходимо собрать в гербарий материал в виде удлиненного побега-ауксипласта с несколькими, расположенными на нем брахибластами.

В день сбора материала данные о площади популяции и координаты границ популяции заносятся в специальное приложение с геолокациями (например, Google Earth, где можно узнать площадь участка и отметить координаты отдельных образцов).

Для дальнейшей статистической обработки необходимо собрать фрагменты побегов не менее 10 каждого родительского вида и 30 гибридных особей.

Для анализа микроморфологии листьев с использованием светового и сканирующего электронного микроскопа молодые листья фиксируются в 70% этиловом спирте.

Изучение признаков макроморфологии поверхности ствола и ветвей осуществляется на месте. Анализируется окраска, структура поверхности ствола, скелетных и малолетних ветвей.

Признаки, отличающие гибрид от родителей и родителей друг от друга, заносят в диагностическую таблицу.

Весной, в период цветения тополей проводятся исследования генеративной сферы: мужских и женских соцветий, а также созревших плодов и семян. В данном пособии мы не рассматриваем методики изучения признаков генеративной сферы.

2. Травянистые растения.

Виды рода шалфей *Salvia* L. часто образуют естественные межвидовые гибриды в зоне совместного произрастания. Многие из которых были описаны как нотовиды – таксоны гибридного происхождения (Simonkai, 1900; Hrubý, 1935; Epling, 1947; Reales et al., 2004, Nachychko et al., 2017a, 2017b). *Salvia transsylvanica* относится к видам с высоким потенциалом к гибридизации (Tychonievich & Warner, 2011) игибридизирует с *S. nemorosum* L., *S. nutans* L. и *S. pratensis* L., которые могут встречаться в тех же местообитаниях, что и *S. transsylvanica* (Prodan, 1957; Simonkai, 1900; Răvăruț & Nyárády, 1961). Гибриды этих видов были описаны как нотовиды: *S. x hybrida* Schur (1866) [*S. nemorosum* x *S. transsylvanica*], *S. x telekiana* Simonkai и Thaisz (Simonkai, 1900) [*S. nutans* x *S. transsylvanica*] и *S. x bichigeanii* Prodan (1957) [*S. pratensis* x *S. transsylvanica*]. Из-за того, что они встречаются исключительно в пределах ареала *S. transsylvanica*, эти гибриды, по-видимому, там же и возникли.

Несмотря на то, что первоначально *S. transsylvanica* был описан как разновидность *S. pratensis* (см. ниже), в настоящее время его считают отдельным видом (Ciocârlan, 2009; Nikolova & Aneva, 2017; Govaerts et al., 2019). От близкородственного и более распространенного европейского вида *S. pratensis* он отличается густо белоопушенными листьями снизу (Hedge, 1972) и числом хромосом $2n = 16$ (Tychonievich & Warner, 2011). Напротив, листья *S. pratensis* почти голые снизу (Hedge, 1972), а число хромосом обычно равно $2n = 18$, но иногда также указывается $2n = 16, 20$ и 32 (Rice et al., 2015), хотя это может быть связано с ошибочной идентификацией растения.

Гибриды *S. transsylvanica* (*S. x hybrida*, *S. x telekiana* и *S. x bichigeanii*) спонтанно встречаются на территориях, где произрастают оба родительских вида и образуют зону гибридизации. Они имеют промежуточное значение некоторых морфологических признаков между *S. transsylvanica* и соответствующими родительскими видами (*S. nemorosum*, *S. nutans* и *S. pratensis*). Гибриды имеют более или менее развитое беловатое опушение на нижней стороне листа, характерное для *S. transsylvanica*.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.