



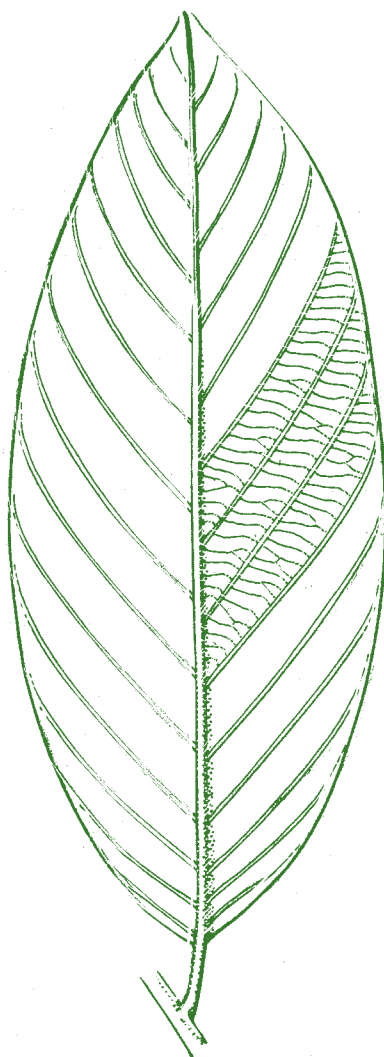
МОДУЛЬ 1

Стратегии сохранения видов

Заметки преподавателя 1.3

Shorea lumutensis: генетическая изменчивость и сохранение

Дэвид Бошер



Благодарность

Редакторы данного учебного руководства по генетическим ресурсам лесов хотели бы поблагодарить Яркко Коскела и Барбару Винчети за их вклад в определение потребности в руководстве и за их постоянную поддержку во время его подготовки. Мы выражаем признательность за важные рекомендации контрольной группы ученых в Bioversity International Елизавете Гольдберг, Джозефу Турок и Лоре Снук, которые на разных этапах поддерживали этот проект.

Данное учебное руководство было апробировано в ходе выполнения нескольких учебных мероприятий по всему миру. Мы хотели бы с благодарностью отметить ценную обратную связь, полученную от многих слушателей и их преподавателей, в частности, Рикардо Алиа и Сантьяго Гонсалес-Мартинес из Национального института сельского хозяйства и продовольственных исследований (INIA), Испания, и Питера Кановски из Австралийского национального университета.

Мы хотели бы выразить особую благодарность Ли Сун Леонгу, Научно-исследовательский институт лесов Малайзии (FRIM) за дополнительную информацию и изображения, представленные в данном Изучении конкретного примера. Мы также хотели бы выразить особую благодарность Томасу Гебуреку, кафедра генетики Федерального научно-исследовательского и учебного центра по лесам, стихийным бедствиям и ландшафту (BFW), Вена, Австрия, за его обзор Конкретных примеров, представленных в этом модуле. Его ценные отзывы позволили значительно улучшить модуль.

Фотографии, использованные в презентации Power Point, являются собственностью Ли Сун Леонга, Дэвида Бошера, Королевских ботанических садов в Кью и журнала «New Scientist».

И, наконец, выпуск учебного руководства по генетическим ресурсам лесов был бы невозможным без финансовой поддержки Австрийского агентства сотрудничества в целях развития в рамках проекта «Развитие потенциала профессиональной подготовки и людских ресурсов для управления биологическим разнообразием лесов», реализованного Bioversity International в период 2004-2010 гг. Мы также хотели бы поблагодарить финансируемый Европейской комиссией Проект «SEEDSOURCE» за дополнительную финансовую поддержку.

Все иллюстрации переплета были выполнены Розмари Вайз, а макет был подготовлен Патрицией Тадза. Мы благодарим их за прекрасную работу.

При финансовой поддержке
Austrian
Development Cooperation

совместно с



Ссылка:

Бошер Д. 2011. *Shorea lumutensis*: генетическая изменчивость и сохранение. Изучение конкретного примера и заметки преподавателя. Учебное руководство по генетическим ресурсам лесов. Под редакцией Бошер Д., Бодзано М., Лу Дж., Рудебьер П. Bioversity International, Рим, Италия. <http://forest-genetic-resources-training-guide.bioversityinternational.org/>

ISBN 978-92-9043-889-1
ISSN 2223-0165

Bioversity International
Via dei Tre Denari, 472/a
00057 Maccarese, Rome, Italy
© Bioversity International, 2011
Bioversity International
является рабочим названием
Международного института
генетических ресурсов растений
(IPGRI).

МОДУЛЬ 1

Стратегии сохранения видов

Заметки преподавателя 1.3

***Shorea lumutensis*: генетическая изменчивость и сохранение**

Дэвид Бошер, кафедра растениеводства Оксфордского университета

Введение

Данные заметки преподавателя призваны помочь преподавателям в использовании Изучения конкретного примера 1.3 ***Shorea lumutensis*: генетическая изменчивость и сохранение** в классе. Заметки:

- описывают основные понятия, рассматриваемые в Изучении конкретного примера, со ссылками на учебники по генетическим ресурсам лесов, где можно найти объяснения (полный список литературы представлен в конце данного документа);
- предоставляют практические рекомендации по подготовке и проведению упражнения, а также обсуждению основных учебных вопросов (генетических и других), которые студенты должны быть способны извлечь из Изучения конкретного примера;
- предоставляют комментарии к презентации PowerPoint, которая используется для ознакомления слушателей с конкретным примером. Презентация содержит фотографии вида и заповедников, где он встречается, соответствующие вопросы по землепользованию в этом районе, а также рисунки/таблицы из упражнения.

Следующие вспомогательные материалы представлены на прилагаемом DVD диске и веб-сайте Учебного руководства по генетическим ресурсам лесов по адресу www.biodiversityinternational.org:

- PowerPoint презентация преподавателя;
- видеоролик, содержащий исходную информацию о деятельности по лесозаготовке и сохранению диптерокарпового леса в Малайзии;
- Изучение конкретного примера;
- PDF файлы двух документов, которые лежат в основе данного Изучения конкретного примера. Более подробная информация по вопросам может быть найдена в документах Ли и Кришнапиллай, 2004; Ли и др., 2006.

Ключевые понятия, подлежащие рассмотрению/ознакомлению в рамках данного Изучения конкретного примера

Общее сохранение

- ***In situ, ex situ* сохранение:** см. ФАО и др. (2004а), стр. 5-16, 33; ФАО и др. (2001); ФАО и др. (2004b); Финкелди (2005), стр. 181-198; Гебурек и Турок (2005), стр. 6-8, 535-562, 567-581.
- **Биологические коридоры:** см. ФАО и др. (2004а), стр. 43-44; ФАО и др. (2001), стр. 45-47, 64; Бошер и др. (2004).

Генетические понятия

- **Правило 50/500 и эффективный размер популяции по сравнению с размером переписи:** см. ФАО и др. (2004а), стр. 43-44; ФАО и др. (2001), стр. 7, 10, 61; ФАО и др. (2004b), стр. 10-12; Финкелди (2005), стр. 177,

181-198; Гебурек и Турок (2005), стр. 162-164, 420-431; Ли и др. (2006), стр. 85.

- **Генетические процессы, связанные с небольшими популяциями – повышенный генетический дрейф, эффект «бутылочного горлышка», повышенный инбридинг и, следовательно, гомозиготность:** см. ФАО и др. (2004а), стр. 43-44; Финкелди (2005), стр. 75-76.

Как проводить упражнение

Упражнение можно проводить различными способами, в зависимости от наличия времени и размера класса. Упражнение наиболее эффективно, если слушатели работают в группах по 4-5 человек (не более шести человек в группе). Лучше всего, если слушатели уже ознакомились с примером до начала упражнения. В этом случае драгоценное время работы в классе не затрачивается на чтение материала слушателями во время занятия. Поэтому, раздайте конкретный пример во время предыдущего занятия, проинструктировав прочитать его к следующему занятию. Сама собой разумеется крайняя важность того, чтобы учителя и любые помощники были в полной мере знакомы со всем текстом. Обратите внимание на то, что упражнение рассматривается в контексте периода до 2007 года как в плане статуса вида, так и ключевых характеристик страны. Поэтому наиболее свежая информация и изменившиеся условия не включены в пример, поскольку они не имеют отношения к выполнению упражнения.

Идеальное количество слушателей: 4-15.

Идеальная продолжительность занятия: 3 часа, распределенные на следующие этапы:

Введение: показ видеоролика, и последующая демонстрация PowerPoint презентации – *примерно 20 минут*;

Групповая работа: подходит для 1-3 групп по 4-5 человек в каждой. Каждая группа разрабатывает стратегию, но старается использовать различный подход, поднимаются различные вопросы, так что, в целом, охватывается большинство моментов. Слушатели обсуждают конкретный пример между собой, отвечая на конкретные вопросы и разрабатывая свои стратегии. Преподаватель должен находиться рядом, чтобы ответить на любые вопросы групп. Однако, необязательно, чтобы все время отводилось работе всего класса с преподавателем. Как только преподаватель и группы убедятся в том, что они понимают задание и проблематику, каждая группа может встретиться, обсудить и подготовить стратегию вне учебного времени – *1,5 часа*;

Презентации: каждая группа устно представляет свою стратегию в классе (с использованием вспомогательных материалов с основными моментами, описанными на большом бумажном листе или в презентации PowerPoint) – *10 минут* на презентацию и 5 минут после каждой презентации для вопросов и комментариев остальных участников класса и преподавателя;

Итоговое обсуждение: проводится под руководством преподавателя, позволяя сформировать общие комментарии о том, что прошло удачно, что было упущено, и т.д. – *10 минут*.

Исходная информация

Видеоролик: продолжительность 5 минут. Он предоставляет исходную информацию о деятельности по лесозаготовке и сохранению диптерокарпового леса в Малайзии. Наиболее эффективен он для групп, которые ранее

не были знакомы с таким типом леса. Видеоролик можно исключить из программы, если класс знаком с контекстом.

Презентация PowerPoint: на ознакомление с ней потребуется около 15 минут. Она содержит исходную информацию о *S. lumutensis*, демонстрируя условия, в которых произрастает вид, а также объясняет некоторые отдельные вопросы, поднятые в Изучении конкретного примера.

Слайд 2 – фотографии листьев, цветков и плодов *S. lumutensis*.

Слайд 3 – карта, демонстрирующая распространение вида в полуостровной Малайзии, ограниченное пятью заповедниками в одном регионе.

Слайд 4 – фотография, демонстрирующая тип леса, расположенного на возвышенности, в котором встречается вид, и количество оставшихся деревьев.

Слайды с 5 по 7 – фотографии популяций *S. lumutensis*, демонстрирующие отдельные угрозы для каждой популяции.

Слайд 8 демонстрирует потребность в проведении изучения эффективности сохранения.

Слайд 9 описывает основные темы, по которым были проведены исследования и формирует основу результатов, полученных в исследовании. Важно отметить, что экологические и генетические исследования имеют взаимодополняющий характер, а не взаимоисключающий.

Слайд 10 описывает проведенное демографическое обследование.

Слайд 11 демонстрирует основные результаты исследования динамики популяций.

Слайд 12 освещает альтернативные цели сохранения. Преподаватель должен подчеркнуть слушателям необходимость первоначального определения цели своей стратегии. Очень часто слушатели не определяют стратегию или забывают об объяснении ее сущности. Без этого невозможно судить об эффективности стратегии сохранения. Цели должны быть актуальными и реалистичными и не являться примером синдрома «Операция прошла успешно, но пациент умер», т.е. мы выполнили все мероприятия успешно, но это совершенно не помогло.

Слайды с 13 по 14 освещают вопрос размера популяции. Сравните эти данные с показателями размеров популяций, представленными в материале для слушателей (см. «Статус сохранения», стр. 4), и тем, как перекрывающиеся поколения свидетельствуют о том, что эффективный размер популяции этих остатков будет меньше, чем число переписи.

Слайды с 15 по 18 обобщают различные подходы к сохранению и связанные с ними проблемы. Акцент должен быть сделан на их взаимодополняющем характере, а не модели «или/или». Акцент в *in situ* или *ex situ*, однако, будет смещаться в зависимости от особенностей рассматриваемого вида и популяции.

Слайд 19 включает часть Таблицы 4 и предоставляет преподавателю возможность подчеркнуть изменчивость частот аллелей в различных популяциях. Частота отдельных аллелей находится на высоком уровне в большинстве популяций (например, *Slu110-222*, *224*; *Slu124-137*, *153*; *Slu175-220*, *226*). Некоторые аллели демонстрируют повышенную частоту только в одной или нескольких популяциях, отражая влияние размера популяции и потока генов

(например, *Slu110-220SM*; *Slu124-133TM*, *165LU*; *Slu175-221TM*).

Слайд 20 даёт возможность объяснения значения Таблицы 3 и древовидной диаграммы (Рисунок 2), представленных в упражнении, то есть того, какие популяции более тесно связаны генетически друг с другом. Вы можете указать на мысль, что это может помочь в определении приоритетов относительно того, какие популяции сохранять, хотя, судя по представленным данным, фактически дифференциация незначительна. Согласно Таблице 3, географические расстояния между популяциями очень небольшие, а общая территория распространения охватывает всего 20 км.

Слайд 21 даёт возможность объяснения значения Таблицы 5 для выполнения упражнения, т.е., согласно данным Таблицы 5, вид имеет смешанную систему скрещиваний - опыления (некоторые деревья, в основном, скрещиваются случайно, а некоторые в значительной степени самоопыляются) и среднее расстояние потока генов. Размер группы скрещивания связан с числом различных генотипов пыльцы родителей. Площадь группы скрещивания рассчитывается на основе оценок анализа отцовства, размера группы скрещивания и плотности переписи взрослых, репродуктивно зрелых деревьев. На Рисунке 3 показаны результаты моделирования расчета количества деревьев, необходимого для поддержания текущего уровня генетического разнообразия в популяциях.

Слайды с 22 по 24 дают преподавателю возможность пройти по задачам, которые необходимо будет выполнить слушателям в ходе упражнения. Преподаватель должен подчеркнуть следующее: а) необходимость быть конкретными относительно того, что стратегия включает в себя. Слушатели, как правило, дают слишком обобщенные рекомендации; б) необходимость определения приоритетности. Слушатели, как правило, рекомендуют осуществлять весь спектр деятельности, будучи не в состоянии признать, что ресурсы для такой деятельности являются крайне ограниченными; в) слушателям следует указать какую информацию/факты они использовали для подтверждения обоснованности каждого рекомендуемого мероприятия; г) необходимость представления убедительных доводов, которые позволят склонить доноров/правительство к выделению средств и/или принятию стратегии/законодательства по сохранению видов.

Важные моменты, которые необходимо под- нять в ходе обсуждений и охватить в страте- гиях слушателей

Комментарии по вопросам в Изучении конкретного приме- ра

Подробная информация о предлагаемых мероприятиях по сохранению и исходная информация представлены в документе Ли и др. (2006) (см. PDF файл на прилагаемом DVD диске)

- *Как, судя по всему, вмешательство человека, сформировало генетику S. lumutensis?* На основе материала (раздел «Распространение», стр. 2) слушатели должны быть способны определить отсутствие каких-либо определенных доказательств того, что общее распространение вида ранее было намного шире, чем в настоящее время. Специфика требований среды обитания вида наводит на мысль, что его естественное распространение является достаточно ограниченным, и, возможно, также естественным образом фрагментированным в зависимости от доступности среды обитания. В регионе человек уничтожил насаждения вида на склонах гор и сегодня леса на них отсутствуют. Очевидно, что размер популяции был в значительной степени сокращен вследствие деятельно-

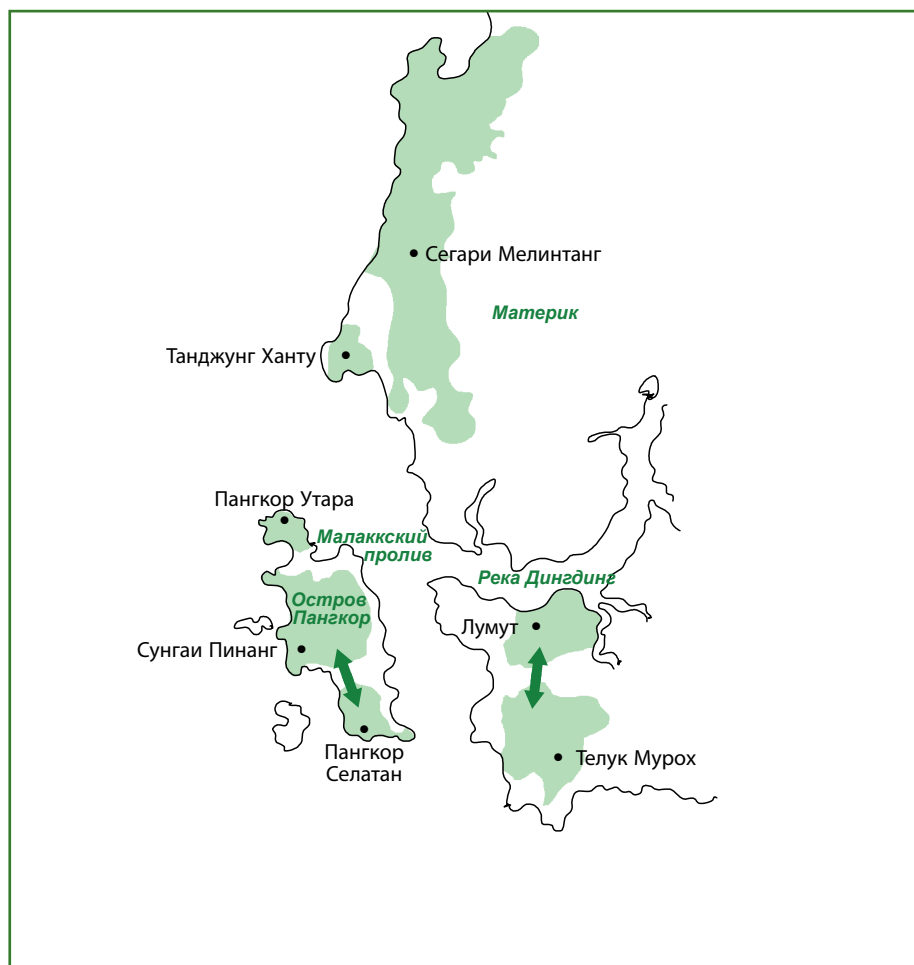
сти человека. Однако, наиболее значительное воздействие деятельности человека, вероятно, еще впереди, если не будут приняты меры.

- *Какая система скрещиваний (опыления) представлена, механизм распространения семян и пыльцы?* См. раздел «Фенология» (стр. 2) и раздел «Генетическая изменчивость» (стр. 7; Таблица 9). Вид демонстрирует смешанную систему скрещиваний - опыления (некоторые деревья, в основном, скрещиваются (опыляются) случайно, а другие в значительной степени самоопыляются). Как опылитель (трипс), так и механизм распространения семян наводят на мысль, что большая часть потока генов осуществляется на относительно короткие расстояния. Трипс не может летать на большие расстояния, однако, судя по всему, он пассивно перемещается на большие расстояния, чем ожидается, посредством ветра. В Таблице 5 поэтому представлены данные о средних расстояниях опыления.
- *Каковы уровни генетической изменчивости и как аллели распространяются среди популяций?* Генетическая изменчивость находится на высоком уровне, что типично для SSR маркеров. Некоторые аллели часто встречаются в большинстве популяций (например, *Slu057-110, 112, 114; Slu110-222, 224; Slu124-137, 153; Slu175-220, 226; Sle111a-149, 157; Sle267-116, 126*). Для SSR маркеров также свойственно большое число аллелей при низкой частоте (например, *Slu057-118, 121, 122, 123, 124, Slu124-141; Sle111a155*). Некоторые аллели имеют повышенную частоту в одной или нескольких популяциях (например, *Slu110-220; Slu124-133, 165; Slu175-221; Sle111a-151; Sle267-118, 130, 132*), что является показателем дифференциации между популяциями (Рисунок 2) и отражает влияние размера популяции и потока генов. Тем не менее, генетическая дифференциация между популяциями незначительная, (среди популяций распределено 5.8% генетической изменчивости – см. раздел «Генетическая изменчивость в естественных популяциях» в Изучении конкретного примера; недостаточная поддержка ветвей на Рисунке 2 со стороны бутстрепа), поэтому вид может рассматриваться, как состоящий только из одной популяции, распространяющейся в пяти заповедниках. Вопрос о том, должны ли усилия по сохранению обеспечивать поддержание каждого из пяти заповедников как отдельной популяции, является спорным.

Перечислите проблемы по типу

Генетические

- *Какие популяции слишком малы?* Все популяции являются слишком малыми по размеру – крупнейшая включает около 120 особей (Сегари Мелинтаг). Эффективные размеры популяции могут быть намного меньше из-за перекрывающихся поколений. Существует вероятность возникновения генетической эрозии вследствие дрейфа. Обезлесение за пределами заповедников может сократить степень потока генов (распространение пыльцы/семян) между заповедниками и, таким образом, повысить вероятность генетической эрозии и, следовательно, усилить генетическую дифференциацию между популяциями. Наиболее эффективным способом борьбы с генетическими рисками является содействие миграции, то есть обмену пыльцой и семенами. Идея ареальных коридоров, первоначально разработанная для сохранения животных, является и здесь возможным вариантом, и при условии наличия ресурсов, они могут быть использованы для связи близких популяций (см. Рисунок выше). В Таблице 3 приведены расстояния между заповедниками, а в Таблице 5 - расстояния потока пыльцы. Согласно данным по стандартным отклонениям, нередко случаи потока пыльцы на расстояние в 500 м. Увеличение частоты потока пыльцы также может быть облегчено при помощи посадки деревьев *S. lumutensis* на участках растительности между заповедниками в качестве генетических мостиков/коридоров.



Другие

- *Каким угрозам подвергается S. lumutensis (краткосрочным и долгосрочным)?* Краткосрочными угрозами, в основном, являются вырубка лесов и недостаток знаний о *S. lumutensis*. Долгосрочной угрозой является небольшой размер почти всех популяций, что угрожает виду в плане стохастических (вероятных) угроз и эволюционной приспособляемости.
- *В отношении каких популяций деятельность является приоритетной, и какого типа она должна быть?* Вообще говоря, приоритетное внимание должно уделяться сохранению тех популяций, которые имеют наибольшие шансы на жизнеспособность (генетические и в социальном контексте), которые вместе охватывают диапазон генетического разнообразия внутри вида. Однако, в рамках данного исследования, популяции мало различаются, все популяции имеют близкие размеры и находятся под угрозой исчезновения. Территориальная близость популяций также означает, что любые стохастические события (например, циклон) могут оказать воздействие на всех них одновременно. Учитывая тот факт, что популяции расположены на территории существующих заповедников, отсутствует необходимость в приоритезации мероприятий в заповедниках. Оставшимся пяти популяциям должен быть юридически присвоен статус особо охраняемых территорий. Потребуется мониторинг заповедников с целью контроля поддержания популяций и предотвращения сокращения их размера. Данная деятельность требует сбора исходных данных, чтобы обеспечить возможность определения изменений (положительных и отрицательных).

- **Какие социальные факторы ограничивают сохранение, посадку?** Таки-ми факторами являются давление деятельности человека на оставшиеся леса/деревья и отсутствие знаний о *S. lumutensis*. Учитывая медленную скорость роста, маловероятно, что сохранение может поддерживаться посредством *ex situ* посадок в коммерческих насаждениях. Однако, семена, произведенные посредством *ex situ* сохранения, могут использоваться при восстановлении окружающей среды.

Стратегии слушателей должны включать нижеследующие аспекты:

Какие должны использоваться методы сохранения – *in situ*, *ex situ*?

- *In situ*: приоритет должен отдаваться *in situ* сохранению всех пяти популяций, наряду с усилением охранного статуса заповедников.
- *Ex situ*: оправданным будет сбор семян для сохранения вида/популяций *ex situ* с целью избежать потери генетических ресурсов в случае катастрофического уничтожения популяции *in situ*. Однако, поскольку производство семян носит эпизодический характер, а хранение семян является проблематичным, материал должен сохраняться *ex situ* в качестве насаждения сохранения. Стратегия должна определять детали сбора, например, отдельный сбор семян во всех пяти популяциях. Необходим сбор равных количеств семян, по крайней мере, с 10 деревьев, при этом деревья должны находиться на расстоянии 200 м, чтобы обеспечить выборку различных пулов пыльцы. Это обеспечит сбор проб с >50 материнских деревьев и еще большего количества источников пыльцы.

Что должны знать конечные пользователи и как вы будете передавать им эти знания? Люди, задействованные в управлении земельными ресурсами на территории естественного распространения вида (например, местные сообщества, государственные ведомства, компании, застройщики, владельцы земли), должны быть информированы о редкости *S. lumutensis* и глобальной важности заповедников. Малайзия, как государство, подписавшее Конвенцию о биологическом разнообразии, несет обязательства по обеспечению защиты видов. Стратегия сохранения должна быть связана с деятельностью местных сообществ. Производство адресной информации (например, плакаты / брошюры) не требуется. Следует отметить, что данное исследование показало, что количество деревьев *S. lumutensis* превышает первоначальные цифры, приведенные в оценке МСОП (см. разделы «Статус сохранения» и «Введение» Изучения конкретного примера). Это пример неточности, связанной с некоторыми обозначениями видов МСОП. Информация должна быть включена в статус МСОП по данному виду.

Кто будет осуществлять деятельность, какую деятельность и где?

Согласно конституции Малайзии земельные угодья находятся под государственной ответственностью, но каждый штат имеет полномочия независимо устанавливать законы и формировать стратегию (см. «Ключевые характеристики страны»). Определение территорий сохранения осуществляется законодательством штата. В целях обеспечения функционирования территорий сохранения, необходимо, чтобы штат в срочном порядке придал территориям статус «особо охраняемых». Создание территорий *in situ* сохранения позволит не только сохранить *S. lumutensis*, но также сохранить всю экосистему, включая многие нецелевые виды такие, как *Eurycoma longifolia* в Сунгаи Пинанг.

Как вы будете ее оплачивать? Необходимо, чтобы слушатели понимали, что ресурсы на сохранение ограничены и, следовательно, требуется приоритезация мероприятий. Деятельность по сохранению должна быть направлена на те области, где ограниченные ресурсы могут быть наиболее

эффективными. Рекомендовать мероприятия для всех популяций непрактично и нерентабельно. Основные мероприятия, указанные выше, имеют ограниченный характер, но выполнимы. Сбор семян может потребовать дополнительные средства, а деятельность по информированию о важности *S. lumutensis* требует скромного бюджета, который также пополнится за счет перенаправления существующих ресурсов.

Дополнительная информация

- Boshier DH, Gordon JE, Barrance AJ. 2004. Prospects for *circa situm* tree conservation in Mesoamerican dry forest agro-ecosystems [Перспективы *circa situm* сохранения деревьев в агро-экосистемах мезоамериканских сухих лесов]. In: GW Frankie, A Mata, SB Vinson, editors. Biodiversity conservation in Costa Rica, learning the lessons in the seasonal dry forest. Berkeley, University of California Press. pp. 210–226.
- FAO, DFSC, IPGRI. 2001. Forest genetic resources conservation and management [Сохранение и управление генетическими ресурсами лесов]. Vol. 2: In managed natural forests and protected areas (*in situ*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- FAO, FLD, IPGRI. 2004a. Forest genetic resources conservation and management [Сохранение и управление генетическими ресурсами лесов]. Vol. 1: Overview, concepts and some systematic approaches. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- FAO, FLD, IPGRI. 2004b. Forest genetic resources conservation and management [Сохранение и управление генетическими ресурсами лесов]. Vol. 3: In plantations and genebanks (*ex situ*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Finkeldey R. 2005. An Introduction to tropical forest genetics [Введение в генетику тропического леса]. Institute of Forest Genetics and Forest Tree Breeding, Georg-August-University, Göttingen, Germany.
- Geburek T, Turok J, editors. 2005. Conservation and management of forest genetic resources in Europe [Сохранение и управление генетическими ресурсами лесов в Европе]. Arbora Publishers, Zvolen.
- Lee SL, Ng KKS, Saw LG, Lee CT, Norwati M, Tani N, Tsumura Y, Koskela J. 2006. Linking the gaps between conservation research and conservation management of rare dipterocarps: a case study of *Shorea lumutensis* [Создание связей между научно-исследовательской деятельностью в области сохранения и управлением сохранением редких диптерокарпов: Изучение конкретного примера *Shorea lumutensis*]. *Biological Conservation* 131: 72-92.
- Lee SL, Krishnapillay B. 2004. Country reports on the status of forest genetic resources conservation and management in Malaysia [Страновые отчеты о состоянии сохранения и управления лесными генетическими ресурсами в Малайзии]. Luoma-aho T, Hong LT, Ramanatha Rao V, Sim HC, editors. In: Proceedings of the APFORGEN inception workshop, July, 2003, Kuala Lumpur. International Plant Genetic Resources Institute. pp. 206-228.

Учебное руководство по генетическим ресурсам лесов

МОДУЛЬ 1 Стратегии сохранения видов

- 1.1 *Leucaena salvadorensis*: генетическая изменчивость и сохранение
- 1.2 *Talbotiella gentii*: генетическая изменчивость и сохранение
- 1.3 *Shorea lumutensis*: генетическая изменчивость и сохранение

МОДУЛЬ 2 Деревья вне лесов

- 2.1 Сохранение разнообразия древесных пород в агролесах какао в Нигерии
- 2.2 Разработка вариантов сохранения двух видов деревьев за пределами лесов

МОДУЛЬ 3 Цепь поставок семян деревьев

- 3.1 Эффект бутылочного горлышка при восстановлении *Araucaria nemorosa*
- 3.2 Посадка деревьев в фермерских хозяйствах в Восточной Африке: как обеспечить генетическое разнообразие?

МОДУЛЬ 4 Управление лесным хозяйством

- 4.1 Воздействие выборочной рубки на генетическое разнообразие двух амазонских древесных пород
- 4.2 Может ли выборочная рубка ухудшить генетическое качество последующих поколений посредством дисгенетической селекции?
- 4.3 Сохранение *Prunus africana*: пространственный анализ генетического разнообразия для управления недревесной продукцией леса

МОДУЛЬ 5 Степень локальности – масштаб адаптации

- 5.1 Отбор посадочного материала для восстановления лесов на тихоокеанском побережье северо-запада США
- 5.2 Адаптация к местным условиям и восстановление лесов в Западной Австралии

Будут опубликованы и другие модули, в том числе:
лесоводство, окультуривание деревьев, восстановление лесов,
генетическая модификация