

МОДУЛЬ 2 Деревья вне лесов

Заметки преподавателя 2.2

Разработка вариантов сохранения двух видов деревьев за пределами лесов

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 группе 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.

Мы хотели бы выразить особую благодарность Иену Доусону, Всемирный центр агролесоводства (ICRAF), за его обзор Конкретных примеров, представленных в этом модуле. Его ценные отзывы позволили значительно улучшить модуль.

Видеоролик «*Восстановление лесных ландшафтов – более масштабная картина*» был подготовлен и выпущен МСОП-Международным союзом охраны природы от имени Глобального партнерства по восстановлению лесных ландшафтов. Фотографии, использованные в презентации PowerPoint, являются собственностью Колина Хьюза, Дэвида Бошера, Кэтрин Фримарк, Марка Сандифорда, компании Google, Национального географического института Коста-Рики и Королевских ботанических садов в Кью.

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. 2012. Разработка вариантов сохранения двух видов деревьев за пределами лесов. Изучение конкретного примера и заметки преподавателя. Учебное руководство по генетическим ресурсам лесов. Под редакцией Бошер Д., Бодзано М., Лу Дж., Рудебджер П. Bioversity International, Рим, Италия. <http://forest-genetic-resources-training-guide.bioversityinternational.org/>

ISBN 978-92-9043-904-2
ISSN 2223-0165

Bioversity International
Via dei Tre Denari, 472/a
00057 Maccarese, Rome, Italy
© Bioversity International, 2012
Bioversity International является рабочим названием Международного института генетических ресурсов растений (IPGRI).

МОДУЛЬ 2 Деревья вне лесов

Заметки преподавателя 2.2

Разработка вариантов сохранения двух видов деревьев за пределами лесов

Дэвид Бошер, кафедра растениеводства Оксфордского университета.

Данные заметки преподавателя призваны помочь преподавателям в использовании **Изучения конкретного примера 2.2 Разработка вариантов сохранения двух видов деревьев за пределами лесов**. Заметки:

- описывают основные понятия, рассматриваемые в Изучении конкретного примера, со ссылками на учебники по генетическим ресурсам лесов, где можно найти объяснения данных принципов (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;
- предоставляет комментарии к презентации PowerPoint, которая используется для ознакомления слушателей с конкретным примером. Презентация содержит изображения вида, участков, где он произрастает, 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;
- Короткий видеоролик;
- Изучение конкретного примера.

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

Упражнение рассматривает следующие вопросы, касающиеся сохранения деревьев вне лесов.

Общее сохранение

- **Сохранение видов и генотипов:** см. ФАО и др. (2004а), стр. 11-14; ФАО и др. (2001), стр. 7-10; ФАО и др. (2004b), стр. 3-4; Финкелди (2005), стр. 183-185; Гебурек и Турок (2005), стр. 304-306, 391-399, 545-554.
- **Биологические коридоры, фрагментация, взаимосвязь – поток генов и поддержание жизнеспособных популяций:** см. ФАО и др. (2004а), стр. 43-44; ФАО и др. (2001), стр. 45-47, 64; Бошер и др. (2004); Финкелди (2005), стр. 93, 177-178; Гебурек и Турок (2005), стр. 426-432, 440-443.
- **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, а также сохранение посредством использования в фермерских хозяйствах - *circa situm*: Бошер

и др. (2004).

- **Репродуктивный материал: источник и сбор:** см. ФАО и др. (2004а), стр. 47; Гебурек и Турок (2005), стр. 569-570.

Генетические понятия

- **Генетические процессы, связанные с небольшими популяциями – повышенный генетический дрейф, «бутылочное горлышко», повышенный инбридинг:** см. ФАО и др. (2004а), стр. 43-44; Финкелди (2005), стр. 75-76; Гебурек и Турок (2005), стр. 426-432.
- **Дифференциация популяций *Gst/Fst*:** см. ФАО и др. (2004а), стр. 41; Финкелди (2005), стр. 111-115; Гебурек и Турок (2005), стр. 264-266.
- **Механизмы самонесовместимости:** см. Финкелди (2005), стр. 91-93; Гебурек и Турок (2005), стр. 177-180, 428.

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 со 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, что упражнение рассматривается в контексте периода середины 1990-х годов как в плане статуса вида, так и социальных условий. 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 40 минут*;
- **групповая работа** - подходит для 1-3 групп по 4-5 человек в каждой. Каждая группа 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; *от 15 до 45 минут, в зависимости от количества групп*;
- **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

В зависимости от количества доступного времени и оборудования, используйте любое сочетание следующих ресурсов, чтобы предоставить исходную информацию по упражнению: а) видеоролик МСОП о восстановлении лесного ландшафта для ознакомления с общей темой; б) презентация PowerPoint.

Видеоролик называется «*Восстановление лесных ландшафтов – более масштабная картина*» и длится 4,5 минуты. Он выпущен МСОП и представляет глобальный обзор вопросов, связанных с восстановлением лесных ландшафтов.

Презентация PowerPoint - на ознакомление с ней потребуется около 30 минут. Она содержит исходную информацию о сохранении и, в частности, идеи сохранения в фермерских хозяйствах (*circa situm*). Она также предоставляет возможность объяснения некоторых специфических вопросов, поднятых в Изучении конкретного примера, в частности, понимания данных, полученных в результате более сложных генетических исследований.

Слайд 1 - название указывает на то, что акцент делается на деревья вне лесов, а не традиционно на нетронутые естественные леса.

Слайды с 2 по 3 (не обязательные) - дополнительным упражнением, которое преподаватель может использовать ближе к началу, чтобы заставить слушателей думать, является просьба ответить на указанные ниже вопросы (их ответы могут быть записаны на доске под заголовками «воздействие» и «генетическое воздействие»):

Какое воздействие на деревья оказывает вмешательство человека?

Какое генетическое воздействие на деревья оказывает вмешательство человека?

Это позволит преподавателю понять некоторые из идей, которыми слушатели уже располагают на эту тему и увидеть, какие области, возможно, потребуются изучить, из тех о которых слушатели не подумали. После этого, можно использовать **Слайд 3**, чтобы продемонстрировать основные вопросы, поднятые предыдущим классом слушателей.

Слайд 4 содержит краткую информацию о некоторых видах воздействий. Он подчеркивает важность сохранения жизнеспособных популяций.

Слайд 5 подчеркивает, что генетическое воздействие следует рассматривать не отдельно, а как часть более широкой картины, с акцентом на понимание того, в каких случаях такое воздействие может быть ограничивающим фактором.

Слайды с 6 по 11 содержат краткую информацию о традиционных подходах к сохранению, т.е. *in situ/ex situ* и связанных с ними проблемах. Акцент должен быть сделан на их взаимодополняющем характере, а не взаимоисключающем. Однако, акцент будет смещаться в зависимости от особенностей рассматриваемых вида и популяции.

Слайд 6 - два основных подхода сохранения.

Слайд 7 указывает, что выбор наиболее охраняемых территорий, как правило, направлен и на сохранение «мегафауны» - крупных пушистых животных, что ведет к изменению предмета сохранения.

Слайд 8 указывает что, обезлесение и фрагментации не происходят случайно – как правило, лучшие земли/низменности подвергаются очистке в сельскохозяйственных целях, а леса остаются на склонах гор (фотография сделана на холме биологического резервата в Коста-Рике, находящегося напротив национального парка на другом холме. Низменность между ними была расчищена для выращивания риса). Таким образом, мы, возможно, потеряли как виды, так и популяции, адаптированные к условиям низменности и хорошим почвам. В таких случаях оставшиеся деревья могут представлять собой единственные остатки этого генофонда и, следовательно, иметь важное значение для сохранения.

Слайд 9 содержит краткую информацию о проблемах и ограничениях, связанных с *in situ* сохранением.

Слайд 10 - два основных подхода сохранения; теперь рассмотрим *ex situ* сохранение.

Слайд 11 демонстрирует примеры и некоторые ограничения *ex situ* сохранения.

Слайды с 12 по 14 знакомят с идеей и рассматривают вопрос, могут ли деревья, произрастающие в сельскохозяйственных ландшафтах, представлять значение для сохранения некоторых видов (иногда известное, как *circa situm* сохранение), а также отрицательные мнения по данному вопросу. Цитата о «живых мертвецах» принадлежит известному американскому экологу - специалисту по сохранению Дэну Янсону (подробную информацию см. «Введение в Модуль 2: Деревья вне лесов»).

Слайд 13 - виды *Leucaena colinsii* subsp. *zacarana* и *L. esculenta*, находящиеся под угрозой исчезновения, сохраняются в фермерских хозяйствах в Гватемале и Мексике, в районах, где леса исчезли, то есть *in situ* сохранение больше не возможно. Сохраняются системы агролесоводства, в которых произрастают ценные древесные породы – *Cedrela odorata* на кофейной плантации в Коста-Рике и *Cordia alliodora* на какао плантации в Гондурасе.

Слайд 14 поднимает некоторые из основных вопросов, требующие решения в случае необходимости создания потенциала *circa situm* сохранения.

Слайд 15 - теоретическое генетическое воздействие фрагментации: с левой стороны слайда – прямое наблюдаемое воздействие, с правой – ожидаемое генетическое воздействие, которое окажет фрагментация.

Слайды с 16 по 18 - потенциальное воздействие фрагментации на генетическое разнообразие и генетическую дифференциацию между участками реликтового леса.

Слайд 16 - на фотографиях представлены реальные примеры фрагментации (однообразный ландшафт – пшеничные поля на юге Онтарио, Канада; неоднородный ландшафт – фотография сделана на холме биологического резервата в Коста-Рике, находящегося напротив национального парка на другом холме. Низменность между ними была расчищена для выращивания риса) и соотносит их с теоретическим распределением аллелей в ландшафте. Лес с тремя аллелями (x,y,z); в варианте А аллели распределены случайным образом (низкая генетическая структура). Непосредственно после фрагментации, фрагменты генетически похожи (т.е. низкий Gst); в варианте В представлена высокая генетическая структура, например, аллели могут отражать адаптацию к различным условиям окружающей среды – холмы/низменности. Фрагментация приводит к высокой генетической дифференциации между фрагментами (т.е. высокий Gst) – за подробной информацией обратитесь к

списку литературы на странице 1).

Слайд 17 - после фрагментации в варианте А фрагменты изолированы, дрейф приводит к потере разнообразия внутри фрагментов и дифференциации между ними с некоторой потерей фрагментов. В варианте В фрагменты не являются изолированными, дрейф сокращается, так что разнообразие в фрагментах поддерживается, а фрагменты остаются генетически схожими.

Слайд 18 - В варианте А фрагменты изолированы и дрейф приводит к потере разнообразия внутри фрагментов и дифференциации между ними. В варианте В (на фотографии представлен ландшафт, изученный в ходе исследования *S. humilis*) «изолированные» деревья в фермерских хозяйствах могут выступать в качестве посредников потока генов (пыльцы или семян) между фрагментами леса и, таким образом, снизить или свести на нет воздействие фрагментации, то есть сократить генетический дрейф и прекратить потерю аллелей и генетическую дифференциацию между фрагментами.

Слайд 19 - с учетом теории, рассмотренной на предыдущих слайдах, поддержание деревьев в фермерских хозяйствах может дать целый ряд выгод. Если это осуществимо, то мы, возможно, должны иметь более широкое видение типов землепользования, которые представляют собой биологический коридор (об этом говорится во вступительном видеоролике МСОП).

Слайды 20 и 21 поднимают практический вопрос относительно того, подходят ли изолированные деревья для сбора семян? Являются ли семена этих деревьев в основном инбредными, что приводит к низкой приспособляемости в виду инбредной депрессии и низкого уровня генетического разнообразия? На втором слайде указаны теоретические прогнозы того, что модели скрещивания будут изменены для изолированных деревьев после фрагментации леса.

Слайд 22 озвучивает главный вопрос упражнения. Ответ на него требует проведения исследований, чтобы получить реальные данные!

Слайд 23 - фотография одного из видов, рассмотренных в Изучении конкретного примера (*S. humilis*) в Сальвадоре, где леса исчезли, но вид часто встречается в фермерских хозяйствах. Текст указывает на то, что вид классифицирован как находящийся под угрозой исчезновения согласно критериям МСОП, а также основных особенностей его репродуктивной биологии. На карте показано распространение вида.

Слайды с 24 по 35 предоставляют преподавателю возможность объяснить основные особенности генетических исследований.

Слайд 24 - фотография и карта фрагментированной популяции *S. humilis*. Лес сейчас в основном ограничен холмами. Стрелка показывает направление потока пыльцы к «изолированному» дереву.

Слайд 25 - так как размер фрагмента уменьшается, доля опыления из-за пределов фрагмента увеличивается, т.е. фрагментация не ведет к изоляции. С такой точки зрения, деревья не «изолированы».

Слайд 26 - внутри фрагмента деревья опыляются как деревьями из того же фрагмента (61%), так и извне (39%). Дерево, изолированное расстоянием в 1 км, не является самоопыляющимся – оно опыляется деревьями, находящимися на расстоянии 2,0-4,5 км.

Слайд 27 - ответ заключается в репродуктивной биологии *S. humilis*: контролируемое скрещивание (опыление) указывает на то, что в случаях, когда

наблюдается дефицит пыльцы для скрещивания – перекрестного опыления (т.е. при больших расстояниях), самоопыление не дает семян.

Слайд 28 - основные особенности вида, рассмотренные в других исследованиях (*Pachira quinata*).

Слайд 29 - аэрофотоснимки демонстрируют различные условия двух районов исследования: непрерывный сухой лес и пастбище с низкой плотностью оставшихся деревьев.

Слайд 30 - карты двух участков исследования *P. quinata*, демонстрирующие более высокую плотность и более скученное распределение деревьев в районе сухого леса.

Слайд 31 - теоретически, значения уровня ауткроссинга расположены в диапазоне от 0 (самоопыление) до 1 (случайное скрещивание деревьев в популяции). Значение 0,926 указывает на высокий уровень ауткроссинга, при котором большинство деревьев демонстрирует близкий уровень ауткроссинга (т.е. низкое значение соотношения t_m , близкое к 0).

Слайд 32 - деревья на пастбище демонстрируют более низкий уровень ауткроссинга, то есть отмечено больше случаев самоопыления, чем в лесу.

Слайд 33 приводит результаты другого исследования того же вида. При большем изолирующем расстоянии (> 500 м), деревья на пастбище демонстрируют более высокую степень самоопыления (0,777). Тем не менее, повышенные значения соотношения t_m играют важную роль при 0,636. Данное значение указывает на то, что деревья на пастбище сильно различаются по степени самоопыления (т.е. некоторые демонстрируют высокую интенсивность самоопыления, а другие низкую).

Слайд 34 - деревья, которые демонстрируют самоопыление, не являются наиболее изолированными, т.е. результаты не соответствуют прогнозам.

Слайд 35 - ответ заключается в репродуктивной биологии *P. quinata*. Контролируемое скрещивание (опыление) указывает на то, что а) в случаях, когда наблюдается дефицит пыльцы для опыления (т.е. при больших расстояниях), самоопыление может быть успешным и б) способность деревьев к самоопылению сильно различается.

Слайд 36 дает понять, что большое количество видов деревьев обозначаются, как находящиеся под угрозой исчезновения. Однако, имеет место проблема точности оценки, о чем свидетельствует данное исследование. Вы можете спросить слушателей, согласны ли они с этим на основании свидетельств, представленных в Изучении конкретного примера. Данные исследования указывают на то, что *S. humilis* (вид «находящийся под угрозой исчезновения») хорошо существует вне лесов, а *P. quinata* относительно плохо. *S. humilis* классифицируется МСОП как «уязвимый» (VU) с использованием критериев A1cd (см. дополнительные материалы за полным списком категорий и критериев МСОП). Таксон является «уязвимым», когда он не является «находящимся на грани полного исчезновения» или «исчезающим», но подвергается высокому риску исчезновения в дикой природе в среднесрочной перспективе, согласно критериям: А) сокращение популяции в виде: 1) наблюдаемого, оцениваемого, прогнозируемого или предполагаемого сокращения, по меньшей мере, на 20% за последние десять лет или в течение трех поколений, в зависимости от того, какой период дольше, на основе (и определяя) любое из нижеследующего: в) сокращение ареала, степени встречаемости и/или ухудшение качества среды обитания; г) фактические или потенциальные уровни эксплуатации.

Обратите внимание: до проведения данных исследований *P. quinata* не классифицировался как VU, что указано на слайде.

Слайд 37 предоставляет преподавателю возможность пройтись по задачам, которые необходимо будет выполнить слушателям в ходе упражнения. Преподаватель должен подчеркнуть следующее: а) необходимость быть конкретными относительно того, что включает стратегия. 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 ими средств и/или принятию стратегии/законодательства по сохранению видов; д) они не должны отвечать на все вопросы, но тем не менее, их следует учитывать при разработке плана.

Важные моменты, которые необходимо поднять в ходе обсуждений и охватить в презентациях слушателей

Комментарии по вопросам

- *Какой тип опыления имеет каждый из видов?* Оба вида демонстрируют преимущественно ауткроссинг в ненарушенном лесу. Эта особенность является типичной для многих видов деревьев.
- *Деревья самоопыляются и, если да, то при каких обстоятельствах?* *P. quinata* демонстрирует увеличение самоопыления в случае изолированных деревьев на пастбищах, а в отношении деревьев *S. humilis*, произрастающих на пастбищах, нет никаких доказательств увеличения самоопыления. Степень самоопыления *P. quinata* увеличивается с пространственной изоляцией. Однако, способность к самоопылению отдельных деревьев может различаться, так что не все изолированные деревья демонстрируют высокий уровень самоопыления.
- *Как способы распространения пыльцы и семян реагируют на фрагментацию/изоляция?* В случае обоих видов опылители в состоянии перемещаться между фрагментами леса или пространственно изолированными деревьями, произрастающими на пастбищах. Опылители реагируют на фрагментацию путем перемещения на большие расстояния, чем обычно.
- *Ведет ли поддержание видов в агроэкосистемах к снижению уровня генетической изменчивости и, если да, то какие стратегии управления могут быть использованы, чтобы избежать такое явление?* Как видно из Таблицы 1, *S. humilis* встречается в такой же высокой доле в фермерских хозяйствах, как и в лесу, что указывает на то, что он вряд ли пострадал от значительной потери генетического разнообразия в ходе избирательной вырубki и содержания в фермерских хозяйствах. Отсутствуют свидетельства инбридинга деревьев, произрастающих в фермерских хозяйствах, который также ведет к снижению уровня генетической изменчивости. Напротив, *P. quinata*, вероятно, пострадал от потери генетического разнообразия за счет уменьшения встречаемости в фермерских хозяйствах по сравнению с лесом, а также увеличения инбридинга деревьев в определенных типах агроэкосистем (например, на большей части безлесных пастбищ). На странице 5 говорится о том, что *S. humilis*, вероятно, экологически подходит для *circa situm* сохранения посредством использования в фермерских хозяйствах, где осуществляется минимальная обработка почвы и контролируется передвижение скота, земли время от времени остаются под паром. *P. quinata*, по-видимому, подходит мень-

ше, так как он гораздо более восприимчив к ликвидации лесного покрова. Стратегии управления рассматриваются более подробно ниже, в разделе «конкретные мероприятия».

- *Какие факторы и угрозы ограничивают поддержание *P. quinata* и *S. humilis* (краткосрочные/долгосрочные) во фрагментированном ландшафте фермерского хозяйства? Являются ли они одинаковыми или отличаются у каждого вида? **Подумайте о проблемах** таких, как **генетические** (например, самоопыление), **экологические** (например, отсутствие возобновления), **социальные** (например, формы землепользования, использования). Факторы/угрозы, ограничивающие поддержание *P. quinata* и *S. humilis*, безусловно различаются для каждого вида, что требует для них различных мероприятий (см. страницу 5 упражнения).*

***Pachira quinata*, факторы/угрозы краткосрочные:** а) **генетические** - повышенный инбридинг в случае некоторого количества (около 25%) деревьев, произрастающих на пастбищах, ожидаемое снижение - ухудшение наследственных свойств и жизнеспособности семян, собранных с таких деревьев и, следовательно, ухудшение темпов роста деревьев, выросших из таких семян; б) **экологические** – отсутствие возобновления; в) **социальные** – продолжающаяся вырубка. **Долгосрочные:** а) **генетические** – утрата генетического разнообразия и ее последствия: 1) потери популяций; 2) сокращение размера популяций, 3) повышенный инбридинг; б) **экологические** – идентичные краткосрочным; в) **социальные** – в долгосрочной перспективе, использование видов представляет потенциальную пользу, так как оно создает стимулы для поддержания усилий по восстановлению вида. Эта деятельность требует регулирования и контроля использования для обеспечения баланса наличия, а не повышенного сокращения вида.

***Swietenia humilis*, факторы – угрозы краткосрочные:** а) **генетические** – каких-либо генетических проблем не наблюдается. В сильно фрагментированном ландшафте все еще существует генетическая взаимосвязь и поэтому размеры популяций не сократились до уровней, когда генетическое разнообразие быстро теряется за счет дрейфа. Отсутствуют свидетельства повышенного самоопыления при фрагментации/изоляции, и поэтому отсутствуют какие-либо ожидаемые проблемы с ухудшением наследственных свойств и жизнеспособности семян, вызванных инбредной депрессией; б) **экологические** – какие-либо краткосрочные экологические проблемы отсутствуют: как производство семян, так и возобновление в агроэкосистемах находятся на удовлетворительном уровне; в) **социальные** – включение в реестр СИТЕС и связанные с этим ограничения на использование вида (действительное или предполагаемое) могут помочь ограничить рубку и использование, но также могут привести к усилению обоих этих факторов, если фермеры осознают, что это ограничивает их возможности управления и возможность использовать свои собственные деревья. **Долгосрочные:** а) **генетические** – если количество деревьев сокращалось в течение длительного времени, может иметь место утрата генетического разнообразия; б) **экологические** – судя по всему, какие-либо долгосрочные экологические проблемы отсутствуют; в) **социальные** – в долгосрочной перспективе значение, которое фермеры придают этому виду, является преимуществом, поскольку оно обеспечивает мотивацию для содействия возобновлению вида. Эта деятельность требует регулирования и контроля использования для обеспечения баланса наличия, а не повышенного сокращения вида. Что касается краткосрочного воздействия, включение в реестр СИТЕС может иметь вредное воздействие на долгосрочное поддержание вида фермерами.

- *Требуется ли какая-либо дополнительная информация, которая могла бы помочь прийти к более точным заключениям? Важным вопросом является то, какое происхождение имеют семена фермеров/проектов*

в аспекте их наследственных свойств– это деревья, произрастающие в сельскохозяйственных угодьях или лесные деревья в лесах. Изучение конкретного примера указывает на то, что может иметь место ухудшение наследственных свойств и жизнеспособности семян и саженцев, полученных от семян изолированных деревьев *P. quinata*, произрастающих на пастбищах, вследствие инбредной депрессии с повышенным самоопылением, а в случае *S. humilis*, мы можем ожидать аналогичный уровень продуктивности потомства как от семян из сельскохозяйственных угодий, так и от лесных семян из леса. Такие исследования могут использоваться для получения косвенных показателей, а не намного более дорогостоящие лабораторные генетические исследования. Следует помнить, однако, что принятие мер не всегда может обеспечить наличие всей желательной информации.

Планы действий должны включать следующую информацию

- *Основные биологические особенности видов и предпосылки для сохранения.* Эта информация представлена, в основном, на странице 2. Непосредственными предпосылками для сохранения биологических особенностей, в основном, являются: повышенная степень специфичности опылителей *P. quinata* по сравнению с *S. humilis*, и пониженное естественное возобновление *P. quinata* по сравнению с *S. humilis*.
- *Факторы, ограничивающие поддержание видов во фрагментированном ландшафте фермерского хозяйства – различия между видами.* Они подробно описаны на предыдущей странице данных заметок.
- *Конкретная деятельность, направленная на обеспечение как использования, так и сохранения обоих видов в данной агроэкосистеме (включая поддержание генетического разнообразия). Должна ли она быть одинаковой или различаться для каждого вида, каким образом?* Ограничение естественного возобновления *P. quinata* означает, что управление должно сосредоточиться на увеличении числа деревьев *P. quinata* в фермерских хозяйствах путем посадки. Это простой и успешный метод сохранения этого вида (характеристику вида см. на странице 2 упражнения). Данная деятельность требует сбора семян *P. quinata* и выращивания саженцев в питомниках.

В случае *S. humilis*, по-видимому, требуется незначительная деятельность. Существует необходимость в мониторинге для обеспечения сохранения текущей положительной ситуации с точки зрения количества и возобновления. Включение вида в реестр СИТЕС не исключает местного использования, и существует необходимость обеспечения понимания данного аспекта, чтобы любые дополнительные меры защиты не являлись препятствием для фермеров, которые поддерживают и активно содействуют возобновлению вида на своей земле.

- *Как вы будете реализовывать план действий? Кто будет осуществлять деятельность, какую деятельность, где и как вы будете ее оплачивать?* Деятельность по поддержанию генетического разнообразия и адаптационной способности имеет значение, если текущее управление кардинально изменяет сохранение целевого вида. Необходима многоплановая деятельность для интеграции сохранения и развития и, в частности, обеспечения возможности использования и устойчивого сохранения обоих видов. Учитывая ограниченность ресурсов, деятельность по сохранению, скорее всего, будет эффективной, если она включена в существующие инициативы местных сообществ в области сельского развития. Потенциально это можно достичь, в основном, за счет перенаправления имеющихся ресурсов на деятельность, которая способствует восстановлению целевых видов. Таким образом, конкретные действия, указанные выше, могут быть включены в существующие программы развития.

Любой план действий должен включать пропаганду дополнительных выгод от агроэкосистем. Существует необходимость повышения информированности специалистов и организаций по развитию сельских районов относительно ценности местных видов и их естественного возобновления в качестве как ресурсов сохранения, так и социально-экономических ресурсов. Продвижение и поддержка посадки и использования растений ограниченного ряда видов, зачастую экзотических, агентствами по вопросам развития может привести к сокращению потенциальных генетических выгод и выгод от сохранения таких систем. Однако, разработчики планов, которым больше привычны *in situ* методы, также нуждаются в рассмотрении вероятности того, что популяции деревьев вне охраняемых территорий играют важную роль в сохранении биологического разнообразия. Это, в свою очередь, требует непосредственного участия организаций по вопросам развития в сохранении биологического разнообразия и эффективного взаимодействия с традиционными организациями по сохранению для обеспечения выгод как сохранения, так и развития.

Мероприятия подлежат реализации на местном уровне, чтобы повлиять на деятельность фермеров на их земле. Для этого требуется определенный масштаб мероприятий, так как воздействие будет незначительным, если только один или два фермера будут осуществлять мероприятия на небольшой территории, занимаемой ими. Например, сохранение местных древесных пород на больших площадях, где выращивается кофе, может оказывать благотворное генетическое воздействие на поток генов, количество популяций и сохранение определенных популяций. И, наоборот, та же система только на небольшой площади, может привести при производстве семян посредством родственного или бипарентального скрещивания к уменьшению генетической базы. Таким образом, площадь или единица управления должна измеряться количеством участвующих домашних хозяйств или количеством земельных единиц, в которых практикуется благоприятное для сохранения целевых видов землепользование. Учитывая скорость, с которой практика управления земельными ресурсами может изменяться в ответ на рыночные цены, эта мера сама по себе может потребовать мониторинга.

Дополнительные вопросы

Если позволяет время, или, если вы хотите организовать последующую работу, в качестве дополнительного вопроса или упражнения вы можете спросить слушателей, «*Существуют ли какие-либо уроки, которые вы можете применить к другим видам и экосистемам в вашей стране?*» Это вопрос, допускающий неограниченное число ответов. Слушатели могут отнести его к: а) другим видам, которые таксономически тесно связаны (например, Мелиевые или Бомбиковые) или имеют близкие экологические или репродуктивные особенности (например, схожие способы опыления или распространения семян – особая летучая мышь или универсальная); б) контексту деревьев в обезлесенных агроэкосистемах в их собственных странах.

- а) Данные свидетельствуют о том, что в отношении многих видов, популяций и особей деревьев, поток генов может быть интенсивным во всех ландшафтах агроэкосистемы с небольшим явным лесным покровом. Точка зрения, что фрагментация лесов ведет к генетической изоляции, может являться скорее следствием человеческого восприятия, а не истинного отражения фактического потока генов. Необходимость более оперативных действий во многих ситуациях требует прагматичных подходов наилучшего предположения к определению того, каким видам будет отдано предпочтение в потоке генов между агроэкосистемами, а каким нет. Возможность разработки более общих рекомендаций зависит от наличия основной биологической информации (например, механизмы несовместимости и опыления, распространения пыльцы и семян, возобновления древесными всходами), которая позволяет классифицировать виды по категориям управления (объединяя экологическую гильдию, пространственное распределение и репродуктивную биологию). Согласно имеющейся информации следующие типы видов, вряд ли, демонстрируют выгоды сохранения генетических ресурсов в результате использования агроэкосистем: 1) ауткроссинг видов, которые являются самосовместимыми; 2) медленно растущие виды, которые начинают размножаться только при достижении крупных размеров (в крайних случаях монокарпные виды, то есть те, которые цветут только один раз в своей жизни); 3) виды с недостаточным возобновлением в случае вмешательства человека; 4) виды с крайне специфичными опылителями или распространителями семян, которые восприимчивы к нарушению; 5) редкие виды с низкой плотностью популяции.
- б) Более общий урок заключается в том, что деревья в целом ряде агроэкосистем могут играть важную, но разнообразную роль в сохранении долгосрочной генетической жизнеспособности некоторых местных видов деревьев посредством: 1) содействия потоку генов между существующими заповедниками; 2), сохранения отдельных генотипов, не представленных в заповедниках; 3) поддержания минимально жизнеспособных популяций; 4) выступления в качестве посредников и альтернативы для опылителей и распространителей семян. Важно признавать дополняющую роль, которую поддержание деревьев в фермерских хозяйствах уже играет в *in situ* сохранении. Недооценка потенциала многих видов сохраняться в большом количестве в таких агроэкосистемах при текущих методах, может привести к несоответствующему направлению ограниченных ресурсов по сохранению на виды, не находящиеся под угрозой исчезновения. Тот факт, что некоторые виды деревьев, произрастающие в таких нарушенных насаждениях, могут быть сохранены посредством существующей практики, может высвободить ресурсы для сохранения видов, находящихся под угрозой полного исчезновения, нуждающихся в более традиционных, ресурсоемких подходах.

Тем не менее, преимущества и возможности такого *circa situm* сохранения могут быть ограничены определенными типами видов и экосистем. В районах с густым лесным покровом системы агролесоводства могут оцениваться, в основном, по потоку генов, тогда как в гораздо более обезлесенных районах отдельные системы могут принести более полный набор выгод. Так, в сильно обезлесенной зоне сухого леса в Гондурасе традиционные системы парования, в которых фермеры выращивают естественно возобновляемые кустарники, плодовые деревья и древесные породы среди сельскохозяйственных культур, могут обеспечить различные выгоды сохранения генетических ресурсов для ряда местных видов деревьев. Другие сложные системы, такие как кофе, традиционно выращиваемый в тени, или каучуковые джунгли, могут высоко цениться за все возможные выгоды сохранения генетических ресурсов. Напротив, простые агроэкосистемы, такие как деревья, произрастающие на пастбищах, и живые изгороди предлагают меньше выгод сохранения генетических ресурсов и вряд ли окажутся эффективными посредниками потока пыльцы для видов, не имеющих механизма самонесовместимости. В большинстве случаев оценка выгод сохранения генетических ресурсов агроэкосистем должна учитывать контекст системы земледелия в этом районе, плотность деревьев, а также их происхождение (естественное возобновление или посадка).

Мы не должны переоценивать степень, в которой агроэкосистемы окажутся полезными для сохранения генетических ресурсов лесных древесных пород. В дополнение к некоторым из осложнений, освещенным в данном упражнении, очевидно, что многие виды деревьев произрастают в таких областях, где уже существует достаточное количество заповедников. Кроме того, некоторые из видов, которым угрожает низкая численность популяции, не представляют тип, легко сохраняемый в таких системах. Наибольший потенциал будут иметь сильно обезлесенные районы, где заповедники очень малы или отсутствуют вовсе, и где деревья, сохраняемые в агроэкосистемах, представляют собой важную часть генофонда отдельной популяции или вида.

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. eds. 2005. Conservation and management of forest genetic resources in Europe [Сохранение и управление генетическими ресурсами лесов в Европе]. Arbora Publishers, Zvolen and IPGRI, Rome.

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 агролесохозяйствах 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