

АГРАРНАЯ РОССИЯ

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Специальный выпуск

2009

Главный редактор И. М. Долотовский

Редакционная коллегия А. И. Алтухов
Э. К. Бороздин
А. А. Варламов
В. В. Воробьев
В. А. Драгавцев
В. Ф. Кирдин
А. В. Конарев
В. Г. Кривенко
А. Ю. Кулагин
Г. С. Розенберг
С. К. Орловская
Ш. И. Шарипов

Информационная поддержка Департамент научно-технологической политики
и образования МСХ РФ

Адрес для переписки: 127238, Москва, а/я 42

Заведующая редакцией: Дроздова Вера Геннадьевна

Тел./факс: (495) 482-55-44, 482-55-90, 488-72-10

Интернет: <http://www.folium.ru>

E-mail: agros@folium.ru, agros@botanicum.ru

**Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий
для публикации трудов соискателей ученых степеней**

При перепечатке материалов ссылка на журнал “Аграрная Россия” обязательна

Оформить подписку на журнал можно в любом отделении связи,
подписной индекс в каталоге “Роспечать” № 79751 и Объединенном каталоге № 83106,
или непосредственно в редакции журнала

Москва
Издательство “ФОЛИУМ”

Проведение конференции и издание материалов осуществлено при поддержке грантов Президиума РАН (программа “Поддержка молодых ученых”) и Российского фонда фундаментальных исследований (программа “Организация молодежных научных мероприятий, проводимых на территории России”), грант № 08-04-06809-моб_г.

Пленарная сессия

ОЦЕНКА ВЗАИМООТНОШЕНИЯ СИМБИОНТОВ ЭКТОМИКОРИЗНЫХ АССОЦИАЦИЙ: ПОДХОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Д. В. Веселкин

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург; denis_v@ipae.uran.ru

Считается, что эктомикоризы древесных растений играют важную роль в осуществлении такого ключевого экосистемного процесса, как создание первичной продукции деревьев: “с микоризой деревья растут хорошо, а без микоризы плохо”. Однако оценки значения микотрофного способа питания для деревьев получены преимущественно в лабораторных экспериментах (Шемаханова, 1962; Sudhakara, Natarajan, 1997; Chen et al., 2006) и в меньшей степени — в полевых опытах (Marx, Bryan, 1975; Valdes, 1986; Khasa et al., 2006) с искусственной микоризацией растений. Прямые оценки значимости эктомикориз для продуцирования биомассы растениями в естественных экосистемах отсутствуют, что связано, в первую очередь, с отсутствием (неразработанностью) способов получения подобных оценок.

В экспериментах с искусственной инокуляцией растений эктомикоризными грибами оценка эффекта или силы влияния грибного симбионта на тот или иной параметр состояния растения легко достигается при сопоставлении значений данного параметра у микоризованных и безмикоризных растений. Для решения подобных задач достаточным является использование статистического аппарата дискретных сравнений. Для оценки эффектов микоризообразования в естественных условиях статистический аппарат дискретных сравнений не пригоден, поскольку “безмикоризный контроль” отсутствует.

Редуцируя двустороннюю функциональную взаимосвязь между надземными и подземными органами растений до анализа одностороннего влияния, когда состояние надземной части растения рассматривается как функция состояния подземных органов, и, учитывая континуальный характер изменчивости большинства признаков растений, направление и сила влияния одних признаков на другие может быть оценена с использованием методов регрессионного анализа.

Можно указать, по меньшей мере, два принципиальных момента, которые необходимо учитывать при

конструировании и выборе адекватных регрессионных моделей. Во-первых, очевидно, что то или иное “значение” микоризных грибов проявляется в природе на фоне “значения” того или иного уровня развития собственно корневой системы. Во-вторых, большинство признаков строения растений (и их корневых систем в том числе) связаны между собой аллометрическими или функциональными зависимостями.

Таким образом, необходимо, во-первых, использовать аппарат множественной регрессии и, во-вторых, обеспечить такие способы выбора или конструирования переменных-предикторов, которые бы одновременно гарантировали корректность получаемых регрессионных моделей и обеспечивали бы возможность сравнения получаемых оценок “значения” эктомикориз в разных местообитаниях (т.е. при разных комбинациях внешних условий).

Исследованы два основных направления действий, которые позволяют в той или иной мере достичь соблюдения указанных условий.

Направление 1. Предикторы — исходные независимые признаки строения и микоризации корневых систем отдельных особей растений, из числа которых тем или иным образом отбираются признаки, входящие в модель. В свою очередь выбор признаков может быть осуществлен двумя разными способами. *Способ 1.1:* формальный выбор значимых переменных, включаемых в финальную модель, осуществляемый с использованием стандартных статистических процедур (пошаговый выбор). *Способ 1.2:* предварительный (экспертный или формальный) выбор “ключевых” (“важнейших”, “информативных”) признаков, включаемых в регрессионную модель.

Направление 2. Предикторы — искусственно сконструированные на основании исходных признаков переменные (например, оценки главных компонент или главных факторов). *Способ 2.1:* автоматизированный расчет регрессионных коэффициентов с предварительным расчетом главных компонент (способ реализован,

в частности, в программе RESPO [Richard L. Holmes, 1994, 1999; пакет Dendrochronology Program Library] (Ваганов, Шиятов, Мазепа, 1996). *Способ 2.2*: предикторы — оценки главных факторов — конструируются “вручную” в каком-либо из статистических пакетов; это позволяет оценить их структуру, характер взаимосвязи между собой.

Предлагаемые подходы к оценке функционального значения эктомикориз в естественных местообитаниях верифицированы и сопоставлены на материале 26 вы-

борок одно- и двулетних всходов сосны обыкновенной, собранных в различных местообитаниях. Выявлены достоинства и недостатки каждого из четырех описанных способов построения регрессионных моделей; обозначены спектры задач, решение которых наиболее оптимально с использованием того или иного способа; исследованы условия, ограничивающие использование разных способов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и правительства Свердловской области (проект № 07-04-96121).

НАУЧНАЯ ИЛЛЮСТРАЦИЯ И ЕЕ РОЛЬ В СОВРЕМЕННОЙ БИОЛОГИИ

Л. А. Гайсина

Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы; lira.gaisina@mail.ru

Развитие биологии невозможно представить без научной иллюстрации. До нас дошли иллюстрации животных, сделанные несколько тысячелетий тому назад первобытными людьми. С дальнейшим развитием биологии развивалось и искусство научной иллюстрации. Великие ученые естествоиспытатели, такие как Р. Гук, М. Мальпиги, А. Левенгук, Ж. Сент-Илер, В. Флемминг и многие другие донесли свои знания до нас благодаря не только текстам, но и прекрасным иллюстрациям (История биологии..., 1972).

Научная иллюстрация необходима для разграничения видов (The Guild Handbook..., 2003), а для описания новых видов иллюстрация является необходимым условием. Для некоторых групп организмов, которые трудно культивировать в лабораторных условиях (например, для микроскопических водорослей), иногда научная иллюстрация является единственным доказательством описания нового вида.

К сожалению, в настоящее время все меньшее число отечественных ученых-биологов сопровождают свои исследования качественными иллюстрациями. Анализ ведущих российских журналов по биологи-

ческой и экологической тематике (“Журнал общей биологии”, “Ботанический журнал”, “Экология”) за 2007 – 2008 гг. показывает, что большинство опубликованных работ проиллюстрированы хорошими графиками, диаграммами, картами и схемами. В то же время изображения биологических объектов или воспроизводят уже выполненные ранее рисунки, или представляют собой иллюстрации невысокого качества.

Каковы же отличительные признаки хорошей иллюстрации? К ним можно отнести следующие показатели: правильное размещение рисунка в пространстве, точное воспроизведение морфологических особенностей объекта, четкость линий (имеющих разную толщину), передача формы объекта (с помощью правильного размещения источника света и интенсивности цвета), передача деталей тонкого строения, наличие шкалы видов (The Guild Handbook..., 2003).

Более широкое использование научной иллюстрации позволило бы повысить качество исследований, проводимых российскими исследователями и повысить конкурентоспособность отечественной биологической науки.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Г. А. Зайцев

Институт биологии УНЦ РАН, Уфа; smu@anrb.ru

Подземные части древесных растений менее доступны для непосредственного изучения по сравнению с надземной фитомассой, поэтому возникают определенные трудности при исследовании корневых систем в естественных условиях. Так, по данным У. Роджера и М. Вивена (Roger, Vyvyan, 1928), исследо-

дование корневой системы одного дерева яблони на слаборазвитых подвоях требует перемещения почвогрунтов массой до 60 т, при этом количество проб, взятых с одного дерева, доходит до 600. Поэтому П. К. Красильников (1950) при разработке методических основ исследования корневых систем отмечает,

ной территории Республики Коми. Тип леса определяли по В. Н. Сукачеву, С. В. Зонн (1961). Лесотаксационные работы выполнены согласно ОСТ 59-6983. Выполнены работы по перечету деревьев, определены состав, возраст, полнота древостоев. Анализ таксационных материалов проведен по Лесотаксационному справочнику для северо-востока европейской части СССР (1986).

На пробных площадях проведен сплошной учет подроста. Учитывали его общее количество по породам, высоте и состоянию. Подрост подразделяли на здоровый, сомнительный, усыхающий и сухой. Возраст устанавливали на основе обработки моделей (16–30) на каждой пробной площади.

Исследуемые ельники представлены коренными типами сообществ. Для всех рассматриваемых нами фитоценозов характерен смешанный состав древостоев. Древостои разновысотные, разновозрастные, IV–V (редко III) класса бонитета, средне- и высокополнотные. Лесовозобновление в ельниках происходит в основном теми же видами древесных растений, которые формируют древостой. При доминировании в нем ели и почти постоянной примеси березы (до 24 %) и пихты (до 47 %) встречается осина.

В ельниках черничных свежих количество живого подроста составляет 3,4–4,1 тыс. экз./га. Он представлен елью, пихтой, березой. Подрост хвойных здоровый (в среднем 82 %), относится к средней (40,5 %) и мелкой (39,2 %) категориям высот. На долю крупного подроста приходится 20,3 % от общего количества живого подроста хвойных. Средняя высота в разных сообществах региона изменяется от 0,74 до 1,19 м. Возраст хвойных колеблется от 11 до 74 лет.

В ельниках черничных влажных густота живого варьирует 1,1 до 7,2 тыс. экз./га. Доля участия ели в составе подроста изменяется от 43 до 100 %. В некоторых сообществах ельников данного типа довольно мно-

го пихты и березы. Хвойный подрост в основном здоровый — в среднем 79,3 %, мелкой (46,1 %), средней (35,9 %) категории высот. Средняя высота ели колеблется от 0,75 до 1,59 м. при высоком коэффициенте вариации — 57–67 %. Возраст подроста хвойных колеблется от 10 до 85 лет. Преобладают деревья первого и второго классов возраста. Распространение их неравномерное, они часто приурочены к валежу и микроповышениям.

В сообществах ельников долгомошных типов общее число живого подроста составляет 1,9–4,2 тыс. экз./га, в том числе мелкого — 29,4 %, среднего — 48,1 %, крупного — 22,5 %. Подрост хвойных в основном здоровый. Средняя высота ели составляет 0,83–1,28 м, коэффициент вариации — 60–74 %. Возраст мелкого подроста ели колеблется от 11 до 15 лет, среднего — от 21 до 40 лет, крупного — от 30 до 85 лет. Подрост пихты также здоровый, высота ее не превышает 1,5 м, а возраст колеблется от 13 до 28 лет.

Таким образом, в ельниках черничных средней тайги имеется большой потенциал для естественного развития. В составе подроста при доминировании ели принимают участие пихта, береза, редко осина. Хвойный подрост в основном здоровый (более 68 % от числа живого подроста), первого и второго классов возраста. Средняя высота ели в ельниках колеблется от 0,57 до 1,59 м. Не отмечается связи между густотой подроста и типом леса, а также числом подроста и полнотой древостоя. Подрост ели часто имеет групповое распространение по площади в связи с появлением его в “окнах” и на валежах, которые образуются после отпада деревьев древостоя. Успешное естественное возобновление вида эдификатора характеризует способность к длительному сохранению структуры и функции еловых экосистем таежной зоны.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРЯЖЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭНДОМИКОРИЗ С ПАРАМЕТРАМИ СОСТОЯНИЯ ОСОБЕЙ ДВУХ ВИДОВ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Д. В. Веселкин¹, П. В. Кондратов², А. А. Бетехтина², В. А. Мухин¹

¹Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург; denis_v@ipae.uran.ru

²Уральский государственный университет им. А. М. Горького, Екатеринбург

Критерий существования связи между приспособленностью симбионтов с учетом знака этой связи (“плюс” или “минус”) — важнейший при разграничении мутуалистических и паразитических симбиозов (Проворов, 2001). По отношению к микоризным симбиозам свидетельством сбалансированного (= “мутуалистического”) характера взаимодействия симбионтов признается существование “корреляции между урожа-

ем или репродуктивным успехом растения и степенью колонизации микоризным грибом” (Brundrett, 2004).

Оценивали сопряженность развития эндомикориз с параметрами состояния отдельных особей растений в нескольких ценопопуляциях двух модельных видов травянистых растений (7 ценопопуляций *Leucanthemum vulgare* Lam. и 3 ценопопуляции *Plantago major* L.).

Определяли абсолютно сухую массу надземных органов (листьев, побега, генеративных органов) и корневых систем у 20 – 50 особей генеративного возрастного состояния в каждой ценопопуляции. На давленных препаратах корней определяли: 1) интенсивность микоризации корневых систем (частоту встречаемости микоризных грибов в корневых окончаниях); 2) индекс микотрофности (средний балл обилия гриба по 5-балльной шкале).

Ни в одной из 10 проанализированных ценопопуляций двух видов растений ни интенсивность микоризации корней, ни показатель обилия гриба статистически значимо не коррелирует (коэффициент корреляции Пирсона) ни с одним из проанализированных параметров состояния растений (масса листьев, масса генеративных органов, масса надземных органов в целом; масса корневых систем; листовая, генеративная и корневая индекс — доля соответствующих органов в общей массе особи). Вывод об отсутствии связи между параметрами состояния особей и микоризацией их корней подтвержден также при расчете ранговых коэффициентов корреляции Спирмена. Интересно, что в массивах полученных значений коэффициентов корреляции количество отрицательных коэффициентов примерно равно количеству положительных коэффициентов.

Столь неожиданный результат заставил нас обратиться к специальному исследованию возможных причин, которые могли бы обусловить отсутствие значимых корреляционных связей между характеристиками развития особей и параметрами микоризации их корневых систем.

Проверяли две таких возможных причины.

Первое предположение: возможно, что отсутствие корреляционной связи между параметрами микоризации корневых систем и параметрами развития растений связано с низкой изменчивостью параметров микоризации. Анализ коэффициентов вариации всех включенных в анализ признаков позволил отвергнуть данное предположение: изменчивость параметров микоризации особей нивяника и подорожника не ниже, чем изменчивость других характеристик особей.

Второе предположение: возможно, что отсутствие корреляционной связи между параметрами микори-

зации корневых систем и параметрами развития растений связано с существенной нелинейностью связи между параметрами микоризации и развития растений. Расчет значений корреляционных отношений, характеризующих связи между параметрами состояния особей и параметрами их микоризации, и дальнейший расчет значений критериев криволинейности показал следующее. Во-первых, статистически значимые значения корреляционных отношений отсутствуют. Во-вторых, во всех случаях связь между независимой (интенсивность микоризации или обилие гриба) и зависимой (параметры развития особей) переменными близка к линейной.

Таким образом, отсутствие значимых связей между признаками микоризации корневых систем и развитием отдельных особей двух исследованных видов травянистых растений в 10 изученных местообитаниях не является артефактом, т.е. не связано с неадекватностью использованного математико-статистического аппарата.

Другими словами, следует считать строго доказанным, что у двух исследованных видов растений в исследованных ценопопуляциях отсутствует сопряженность признаков, характеризующих приспособленность конкретных особей (биомасса = “урожай”; масса генеративных органов ≈ “репродуктивный успех”) со степенью колонизации их корневых систем эндомикоризными грибами.

Заметим, что утверждение об отсутствии “значения арбускулярных микориз для развития модельных видов растений в изученных местообитаниях” было бы некорректным, поскольку исследованы далеко не все аспекты биологии модельных видов. Вполне допустимо, в частности, предположение, что значение микоризообразования может быть обнаружено при анализе показателей суборганизменного (Stribley et al., 1980) или напротив — популяционного и ценотического (Heijden et al., 1998) уровней.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Правительства Свердловской области (проект 07-04-96121).

РАЗМНОЖЕНИЕ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА *Araceae* JUSS. ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ОРАНЖЕРЕЕ

А. В. Вокуева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН; avokueva@ib.komisc.ru

Интродукция растений семейства *Araceae* Juss. (ароидные) в Ботаническом саду Института биологии представляет интерес как для сохранения ге-

нофонда и создания экспозиции растений влажных тропических и субтропических лесов, так и для расширения ассортимента растений, применяемых в