

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «КубГУ»)**

Кафедра геоэкологии и природопользования

КУРСОВАЯ РАБОТА

ПО ЭКОЛОГИИ

Работу выполнил _____ О.Г. Мачула

(подпись, дата)

Факультет географический Курс 2

Направление 05.03.06 «Экология и природопользование»

Научный руководитель

профессор, док.биол.наук _____ С.А. Литвинская

(подпись, дата)

Нормоконтролер

доцент, канд.геогр.наук _____ Д.Ю. Шуляков

(подпись, дата)

Краснодар 2016

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. Содействие животных размножению и распространению растений	5
1.1 Энтомофилия	6
1.2 Эпизоохория	7
1.3 Эндозоохория	8
1.4 Синзоохория	10
Глава 2. Защита растений от фитофагов.	12
2.1 Фитофаги и фитопаразиты.	14
2.2. Адаптации растений, для защиты от фитофагии.	17
2.2.1 Анатомо-морфологические адаптации.....	18
2.2.3 Выделение токсических веществ для защиты от фитофагов	20
2.2.4 Защита растений от поедания животными путем привлечения хищников	21
2.2.5 Защита от фитофагов путем изменения участие растений в фитоценозе.....	22
Глава 3. Животные как пища для хищных растений	23
3.1 Изучение насекомоядных растений	24
3.2 Особенности физиологии и пищевого поведения некоторых насекомоядных растений	28
3.2.1 Росянка обыкновенная (<i>Drosera rotundifoli</i>) в труде Чарльза Дарвина "Насекомоядные растения"	28
3.2.2 Краткая характеристика некоторых других хищных растений	35
Глава 4. Косвенные трансбиотические взаимоотношения растений.....	41
4.1 Аллелопатия	43
4.2 Средообразующее влияние растений	46
4.3 Конкуренция	47
Глава 5. Эпифиты и их взаимодействие с другими растениями.....	50
5.1 Адаптации эпифитов.....	51
5.2 Взаимоотношения эпифитов с растениями-опорой.....	54
Глава 6. Характеристика почвы как среды обитания	57
6.1 Основные почвенные характеристики	58
6.2 Экологические группы почвенных организмов	64
6.3 Классификация обитателей почвы и их приспособления к жизни в почвенной среде	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
Список используемых источников	73

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа посвящена рассмотрению взаимоотношений живых организмов между собой и с окружающей средой. В частности, будут подняты такие вопросы, как взаимоотношения растений и животных, причем найдут отражение и положительные факторы, как содействие животных размножению и распространению растений, и негативные стороны взаимоотношений, как поедание, и растений животными, и наоборот. Взаимоотношения с окружающей средой прежде всего зависят от самой среды обитания того или иного организма, в данной работе, в качестве среды обитания взята почвенная среда. Почва является не только местом обитания организмов, обладая плодородием, почва является уникальным биокосным телом, благодаря которому получают необходимое минеральное питание растения. Однако, не все растения нуждаются в почве. Одна из глав этой работы посвящена эпифитам - растениям, способным жить без связи с почвой.

Изучение взаимоотношений между живыми организмами, а также взаимоотношений этих организмов с природной средой - одна из неотъемлемых частей экологии. Понимание механизмов этих взаимоотношений помогает оптимизировать антропогенную нагрузку на окружающую среду. Снижение вреда от хозяйственной деятельности является одной из самых острых и актуальных задач мирового сообщества. Техногенные и экологические катастрофы последних лет привели человечество в чувство, в связи с этим была принята концепция устойчивого развития, а также обострился научный интерес ученых к наукам, связанным с экологией.

На самом деле, изучением взаимоотношений между организмами и окружающей средой люди занимались на протяжении всего своего исторического развития, так как изначально это помогало им выжить. Первые экологические описания животных ученые находят в древних трактатах, таких как "Рамаяна" и "Махабхарата". Тем не менее научный интерес в этой области пробудился еще у древнегреческих ученых, современников Аристотеля,

который и сам занимался описанием сред обитания. Наряду с Аристотелем был Теофраст, заложивший основы геоботаники, в настоящее время считается некоторыми учеными основоположником экологии. Но и в настоящее время интерес к экологии не угасает. Биоразнообразие планеты представляет собой неиссякаемый источник для исследований, меняясь с каждым днем, адаптируясь к новым условиям.

Целью данной работы является углубление и закрепление знаний, полученных в курсе экологии.

Задачами работы являются:

1. Показать роль животных в распространении и размножении растений.
2. Описать явление фитофагии и механизмы защиты от нее.
3. Охарактеризовать почву, как среду обитания.
4. Рассмотреть типы взаимоотношений между растениями, в частности косвенные трансабиотические отношения.
5. Указать адаптации эпифитов, описать их взаимоотношения с другими растениями.
6. Проанализировать способность некоторых растений к потреблению пищи животного происхождения.

Глава 1. Содействие животных размножению и распространению растений

В природе растения образуют растительные сообщества и взаимодействуют между собой, однако растения не могут жить изолированно. Животные и растения с первых дней своего возникновения развиваются совместно, обуславливая возможность существования друг друга. С незапамятных времен до настоящего момента растения и животные проходят свой эволюционный путь развития в тесной взаимосвязи и взаимозависимости, «рука об руку». В процессе такой совместной, сопряженной эволюции у различных видов растений и животных выработались обоюдные взаимные приспособления друг к другу, столь прочные, что отдельно существовать в современных условиях они уже не могут. В этом проявляется единство животного и растительного мира. Существуют сложные и разнообразные отношения между растениями и другими живыми организмами, в частности с животными. Влияние животных на растения может быть как отрицательным (например, поедание животными растений, вытаптывание), так и положительным. Положительная роль животных в жизни растений заключается в том, что они способствуют опылению цветков, распространению семян и плодов. [Баландин С. А., Абрамова Л.И., Березина Н.А. "Общая ботаника с основами геоботаники"] Такое явление получило название зоохория. Выделяют три вида зоохории: эпизоохорию, эндозоохорию и синзоохорию. Эпизоохория означает перенос семян и плодов на наружных покровах животного. Речь об эндозоохории идет тогда, когда перенос происходит в пищеварительном тракте животного. Поэтому даже поедание животными растений не всегда можно назвать негативным фактором. Взаимодействие животных с растениями может быть мотивированно пищевыми потребностями, но употребление ими в пищу семян и плодов только способствует распространению растений. [<http://www.ecolognatural.ru/enats-382-4.html>] При синзоохории плоды и семена растений переносятся животными в "тайники". Животные совершают запасы на зиму, но порой такие запасы прорастают следующей весной. [Березина Н.А., Афанасьева Н.В. "Экология растений] Помимо зоохории существует и такой

вид взаимодействия, как энтомофилия - это всем известно опыление, осуществляемое с помощью насекомых.

1.1 Энтомофилия

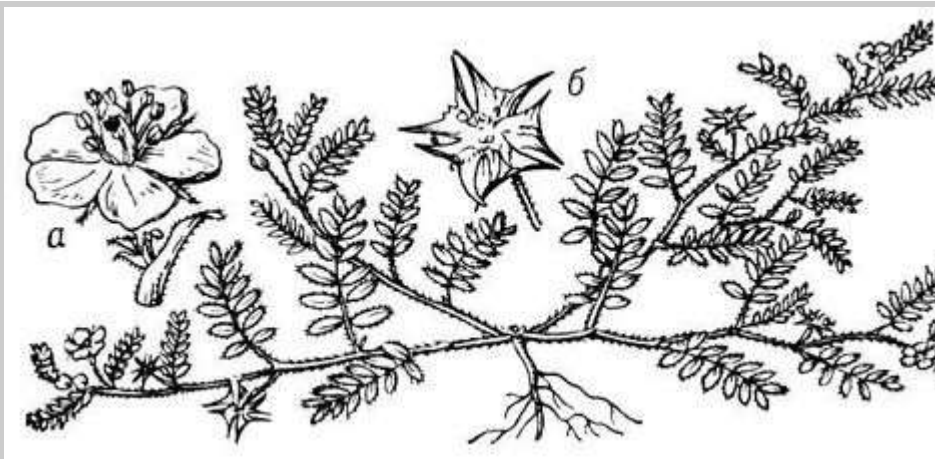
Во флоре Земли господствующее положение занимают цветковые растения, а цветки большинства видов опыляются животными (чаще насекомыми, реже — птицами и млекопитающими). Цветковые растения появились в меловой период. С. С. Станков пишет: «Обилие солнечных лучей, яркие и своеобразные цветки и армия насекомых вывели цветковые растения на первое место. Сохраняя свое господство, они всюду нас окружают и теперь!» Вместе с цветковыми растениями развились и насекомые-опылители, процветающая группа животных на современной Земле. Таким образом, взаимодействие между цветковыми растениями и опылителями получило достаточно времени для своего развития. К цветкам животных привлекает пища, которую они здесь находят (пыльца, нектар), а в отдельных случаях имитация цветками самок насекомых, с которыми самцы пытаются спариться (известна псевдокопуляция самца наездника *Lissaprima excelsa* с орхидеей *Cryptostylis subulata*). Так как в основе зоофилии лежит трофическая привлекательность пыльцы, животные могут уничтожать ее в большом количестве. Растениям это невыгодно, но в то же время эффективное перекрестное опыление обеспечивает необходимую генетическую гетерогенность популяций. Поэтому формирование нектарников в процессе эволюции можно рассматривать как «компромисс», при котором животные, потребляя высококалорийный и легкоусвояемый нектар, одновременно осуществляют перенос пыльцы.

Следующим приспособлением к опылению у растений можно назвать окраску. Насекомые отыскивают цветки в первую очередь благодаря своему зрению, поэтому одним из приспособлений цветковых растений является окраска. Окраска цветов лежит в области наиболее чувствительной части

цветового зрения опылителей. Примером может послужить опыление цветков разного цвета у живокости. Обычно она имеет синие цветки, но в некоторых случаях встречаются цветки, имеющие белые венчики, дающие на 20% меньше семян, хотя нектара они вырабатывают столько же, сколько обычные, и при искусственном опылении дают столько же семян.

1.2 Эпизоохория

Перенос плодов на наружных покровах животных - не самая простая задача. Для такого способа распространения у растений имеется большое число приспособлений от крючков и колючек до специальных клейких составов на плодах. Для растений данный вид расселения выгоден. Семена не могут быть разрушены при пережевывании или переваривании их животным, но при этом достигается поставленная цель, животные часто не замечают прикрепленные к ним диаспоры, и могут перенести на себе семена на довольно большие расстояния. Основными разносчиками семян при данном виде расселения являются млекопитающие, нередко птицы. Число видов, расселяющихся таким образом довольно велико. Около 10% цветковых растений имеют прикрепляющиеся плоды и семена (Воронов, 1963). Цепляющимися выростами снабжены чернокорень (*Cynoglossum*), плод которого состоит из 4 орешковидных долей, с крючковидными шипиками, репейник (*Arctium*), Цветки обоеполые, трубчатые, чаще пурпуровые, в шаровидных корзинках, собранных в общее соцветие; при созревании плодов корзинки легко отламываются, прицепляются к шерсти животных и одежде человека. Семянки сжатые, с хохолком из многорядных волосков. череда Плод — семянка, с 2—4 щетинками на верхушке, усаженными вниз обращенными шипиками., чертополох *Carduus*, Гравилат (*Geum*). У некоторых растений плоды впиваются в лапы животных. Якорцы (*Tribulus*), род большей частью однолетних трав семейства парнолистниковых. Стебли обычно простёртые, листья парноперистые. Цветки мелкие, одиночные. Плоды дробные, распадающиеся на 5 плодиков (мерикарпиев), с шипами или гребенчатыми крыльями. (рис.1)



Якорцы стелющиеся: а — цветок; б — плод.

Рисунок 1. Якорцы [http://bse.sci-

lib.com/particle032724.html]

Если говорить о растениях, имеющих для своего расселения клейкие вещества на плодах, то примерами могут быть растения рода: Ситник (*Juncus*), кувшинка (*Nymphaea*), кубышка (*Nuphar*), Омела (*Viscum*). Что интересно, растения, использующие подобный вид расселения не обязательно имеют приспособления для прикрепления или приклеивания. У болотных и водных видов диаспоры мелкие и вместе с илом прилипают к лапам, клювам и перьям водоплавающих птиц. Так переносятся осоки (*Carex vesicaria rostrata*) и побеги ряски (*Lemna*).

1.3 Эндозоохория

Не секрет, что сочные плоды и семена часто входят в рацион животных. Проходя через пищеварительный тракт животного семена могут не только остаться целыми, но и подготовиться к прорастанию. Так, семена борщевика, найденные в экскрементах медведя гризли имели всхожесть в 1.5-2 раза выше, чем у семян собранных с растения. Эндозоохорные диаспоры обычно мясистые, сочные, ярко окрашенные (плоды семечковых и косточковых

древесных пород, разл. ягоды, костянки, шляпочные грибы), все это способствует привлечению животных. Однако, в таком способе расселения есть минусы. Так, твердые семена могут быть проглочены птицами, с целью измельчения пищи в желудке (редст, проглатываемый утками). Большая часть таких семян истирается, хотя некоторые и проходят кишечный тракт, не потеряв всхожести. Не стоит забывать и то, система пищеварения птиц направлена на наибольшую эффективность переваривания. Типично зерноядные воробьи уничтожают семена клевера полностью, у более всеядных грачей только около трети семян выводятся, способными к прорастанию. Для большей эффективности данного вида распространения в ходе эволюции растения реагировали на поедание семян увеличением плотности их оболочек, для затруднения их переваривания. Судя по тому, что растения продолжают распространяться таким образом, механизм работает.

Участвуют в таком виде распространения обычно млекопитающие и птицы. Особо выгодно для растений сотрудничество с птицами, так как способность птиц к полету значительно увеличивает площадь распространения растений. Нередко можно наблюдать всходы ягодных растений (например черемухи и малины) на местах, где были экскременты медведя. Рябина, бузина, можжевельник распространяются преимущественно с помощью птиц. О способе распространения диллени индийской можно судить из названия, ведь ее называют слоновым яблоком. Семена диллени кустарниковой распространяются птицами, короткопалые дрозды и другие мелкие птицы склевывают с семян сочный ариллус. Птицы настолько быстро уносят семена из раскрывшихся от восхода Солнца листовок, что уже к 9 часам утра тяжело найти на растении хоть одно семя. У многих видов рода гиббертия ариллус не полностью окружает семя, а только его основание, такие семена разносятся муравьями. [А.Л. Тахтаджян "Жизнь растений в 6 томах", том 5 часть 2 с.14]

1.4 Синзоохория

Многие животные, в частности грызуны, такие как бурундуки, хомяки и лесные мыши устраивают запасы плодов и семян. Не редко встречаются ситуации, когда запасы остаются забытыми грызунами или они попросту от них отказываются из-за мелких повреждений и т.п. Не исключены и случаи потери семян и плодов при их транспортировке к месту хранения запасов. Часть запасов может оказаться нетронутой и в случае смерти хозяина. Во всех этих случаях плоды и семена получают шанс на благополучное прорастание, по наступлению благоприятных условий.

Известны и другие случаи синзоохории. Так, плоды бразильского ореха не раскалываются, падая с большой высоты. Их разгрызают небольшой грызун - агути. Агути не может съесть все семена сразу и оставляет плод, но позже уже не может их найти, предоставляя семенам возможность прорасти. Примечательны и так называемые "сурочьи сады". Во время уборки своих нор зверьки выбрасывают семена и плоды вместе с мусором, после таких уборок возле нор появляются новые всходы.

Также нередко семена прорастают и в самих норах. Такая забывчивость животных имеет важное значения для распространения деревьев с тяжелыми семенами и плодами. Возобновление кедра европейского и сибирского во многом зависит от сбора их семян кедровками. Кедровки зарывают кедровые орешки, после чего теряют их, способствуя облесению гарей и лесосек, расширяя таким образом площадь обитания кедров. Естественно, область распространения кедровых сосен совпадает с сибирским участком ареала кедровки. Подобным образом ведут себя сойки, запасавшие желуди. Было установлено, что всхожесть собранных сойками желудей выше, а сами птички собирают больше, чем могут. Сойки являются главным распространителем дуба черешчатого, так как в осенне-зимний период питается

исключительно желудями. Помимо сойки, в расширении европейских дубрав принимают участие грачи, дятлы и белки.

Грецкий орех, лещина и настоящий каштан также распространяются благодаря синзоохории. Существует мнение, что именно деятельность животных способствовала возвращению этих пород после отступления ледника.

Глава 2. Защита растений от фитофагов.

Культура человеческого общества зачастую учит нас делить мир на черное и белое. Это помогает ориентироваться в обществе, но, на мой взгляд, мало применимо к природе. Механизмы взаимоотношений между организмами в природе можно сравнить с работой искусного мастера, настолько в природе все сбалансировано, настолько точно и удивительно. В связи с этим, мне бы хотелось привести биоценотическое правило Морозова " В природе не существует полезных и вредных птиц, полезных и вредных насекомых, там все служит друг другу и взаимно приспособлено".

Экологическая структура каждого биоценоза формируется в соответствии с эдафоклиматическими и биотическими условиями в каждом конкретном случае. В каждом конкретном случае биоценоз располагает индивидуальным набором и соотношением автотрофов и гетеротрофов, жизненных форм, экологических групп, жизненных стратегий. В лесах умеренного пояса например преобладают сапрофаги, в степных и пустынных сообществах фитофаги преобладают над сапогами. В агроценозах резко снижается роль разнообразия жизненных форм и экологических групп. Ведущими являются один или несколько продуцентов. Таким образом биоценоз - это не сумма видов разного таксономического состава, это совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных групп организмов, выполняющих определенную метаболическую и структурную функцию.

Итак, растения и животные неразрывно связаны. Как было сказано ранее, их взаимоотношения могут принимать различные формы. Известно, что автотрофные зеленые растения являются первым звеном пищевой цепи, а значит, пищей для фитофагов. Слово само говорит за себя, фитофаги - это организмы, которые питаются растениями, иначе говоря - травоядные животные. Данный вид взаимоотношений - основа экологической пирамиды, поэтому такой тип взаимоотношений имеет особую значимость в экосистемах.

В случае, когда растение оказывается съеденным, нельзя сказать, что оно просто исчезает. Преобразованные растением в органические вещества углекислый газ и солнечная энергия переходят на новый трофический уровень, что позволяет функционировать экосистеме, а в глобальном смысле обеспечивает жизнь на Земле. Можно сказать, что все живые организмы паразитируют на растениях.

Также не стоит забывать, что не для всех растений поедание их плодов и других частей животными губительно. Существуют растения, которые не против такого взаимодействия с животными, ведь это способствует их распространению. Такое интересное приспособление нельзя назвать полноценной защитой от фитофагов, однако, я не могу не упомянуть ее. Превратить своего врага - фитофага в союзника, распространяющего вид, не самый плохой путь эволюции, однако, он не единственный. Растения имеют анатомо-морфологические адаптации, выделяют токсичные вещества, репелленты, привлекают хищников и даже регенерируют с целью защиты от растительноядных животных. Фитофаги в свою очередь не отстают от растений и поражают своими приспособлениями для удовлетворения своих appetitов.

Эволюция каждого взаимодействующего таксона зависит от эволюции другого. Эволюция защищенности растений вызывает появление способов обхода этой защиты со стороны фитофагов. Как отмечает Миркин и Наумов эти коадаптации обычно носят коллективный характер, что обеспечивает возможность быстрого переключения фитофагов на питание другим видом. Если у растения выработалась способность выделять вещества, отпугивающие большинство хищников, а кого-то из них появился способ справиться с этим соединением, такое животное получает источник пищи недоступный конкурентам, и специализируется на питании этим типом растений. Химическая дивергенция средств защиты растений приводит к ускорению темпов эволюции стенофагов.

Формирующееся биоразнообразие является еще одним аспектом фитофагии. Появление более высокого трофического уровня способно вызвать повышение разнообразия на предыдущем уровне. Примером такого действия эволюции может быть "кембрийский взрыв", который мог произойти из-за того, что около 600 млн. лет назад первыми растительноядными организмами были выедены монокультуры водорослей, что могло вызвать крупнейшую вспышку эволюционной активности. Еще одним примером совместного развития может послужить расцвет цветковых растений, произошедший с появлением чешуекрылых, питающихся нектаром.

Помимо всего прочего, фитофаги оказывают влияние на конкуренцию среди растений, уничтожая и повреждая лишь часть особей. Фитофаги могут настолько ослабить вид, что он будет полностью вытеснен из сообщества конкурентами.

2.1 Фитофаги и фитопаразиты.

Фитофаги и фитопаразиты сходны в том, что вопрос их существования сводится к тому, чтобы получать преобразованные органические вещества, употребляя растения в пищу. Существует множество форм фитофагии: сокращение при съедании поверхности поедаемого органа, выедание полостей внутри него (минирование) или высасывание содержимого, образование галлов. В некоторых случаях деятельность фитофага сразу на растении может и не отражаться. Например, тли прокалывают своими стилетами ткани растения и высасывают сок из ситовидных трубок, которые в это время не прекращают активной работы (М.Бигон и др., 1989). Но во всех случаях, используя ткани растения, фитофаг ослабляет его.

Среди фитофагов есть моно-, олиго- и полифаги. Монофаги способны питаться растениями конкретного вида. Монофагия распространена среди растительноядных видов: например, мелкая форма долгоносика *Calandra granaria* питается только зёрнами пшеницы, а крупная — кукурузой, гусеницы

бабочек рода парнассиус питаются исключительно растениями рода *Sedum* (очиток). Олигофаги способны питаться только некоторыми видами, обычно это небольшое количество родственных видов - Например, гусеница бабочки Поликсены питается лишь четырьмя видами растений рода Кирказон, коллорадский жук - пасленовыми, а бабочка белянка - крестоцветными. Согласно А. Ф. Емельянову (1967) преимущественной эволюции в сторону олигофагии способствуют, с одной стороны, малые размеры и малая миграционная способность животных-олигофагов, с другой — высокая степень обилия кормового объекта и его длительная и стойкая устойчивость в историческом плане, значительная величина его индивидуальной массы, его систематическая обособленность и др. Напротив, условия, способствующие формированию и сохранению полифагов, во многом противоположны. Соответственно полифаги - наименее привередливые к еде фитофаги, способные питаться большим количеством различных видов растений, К полифагам относятся, например, гусеницы лугового мотылька, питающиеся более чем на 200 видах растений, или даже питаться не только растениями, но и беспозвоночными, как рыжие лесные муравьи, что относится уже к миксофагии.

Некоторые животные специализируются на поедании отдельных органов и тканей растений. Соответственно выделяют:

Семяедов - личинки насекомых, развивающиеся в семенах растений, Хорошо известны С. галлицы — еловая (*Plemeliella abietina*) и пихтовая (*Resseliella piceae*), встречающиеся спорадически и повреждающие соответственно семена ели и пихты кавказской; уничтожают до 15% семян ели и значительно больше пихты. [Лесная энциклопедия: В 2-х т., т.2/Гл.ред. Воробьев Г.И]

Филлофагов - животных, поедающих листья растений (амброзиевый листоед)

Ксилофагов - животных, повреждающих ткани флоэмы и ксилемы стволов, ветвей и корней деревьев.

Карпофаги - питающихся плодами и семенами

Ризофагов - использующих корни растения в качестве пищи, и другие.
[<http://www.ecolognatural.ru/enats-382-4.html>]

Риклефс считал животных, объедающих отдельные части растений паразитами, хотя обычно фитопаразитами принято называть тех фитофагов, которые обитают внутри тел хозяев, получая питание от растений и выделяя в них свои метаболиты. Это является отличием фитопаразитов от простых фитофагов. [Березина Н.А., Афанасьева Н.В. "Экология растений"]

Если рассматривать вопрос с точки зрения трофического критерия, то животные фитопаразиты являются фитофагами. Фитопаразиты, как и консументы первого порядка потребляют органические вещества, производимые продуцентами - зелеными растениями. Для питания фитопаразиты имеют КСРА (колюще-сосущий ротовой аппарат), слюнные железы, ферменты которых преобразуют содержимое клеток в питательный раствор, что позволяет фитопаразитам высасывать питательные вещества из тканей живых растений. Фитопаразиты принимают участие в пищевых цепях и являются питанием для хищников, зоопаразитов и детритофагов, а также регулируют численность растений, сдерживая на популяционном уровне биопотенциал своих хозяев. В экосистеме фитопаразиты замедляют скорость прохождения веществ и энергии в цепях.

Если же рассматривать фитопаразитов с паразитологического критерия, то фитопаразитов животного происхождения можно разделить на эндо- и экзопаразитов, в зависимости от того, где они паразитируют внутри или на поверхности растения, а также на мигрирующих и седентарных паразитов, в зависимости от того перемещаются ли они по телу хозяина или паразитируют на определенном органе, и микропаразитов, таковыми являются вирусы,

бактерии, низшие грибы, простейшие, мезопаразитов - это тли, трипсы, галлиты, грибы и макропаразиты - грибы, растения-паразиты, цикады, клопы. По классификации Скрябина можно выделить истинных паразитов, использующих тело растения-хозяина в качестве жилища и обитать внутри тела или на его поверхности.[Шестеперов А. А. Критерии оценки фитопаразитов животного происхождения // Защита и карантин растений. 2010.]

Стоит подчеркнуть, что речь идет именно о животных-фитопаразитах, но на растениях паразитируют не только животные, но и растения, примером может быть повилка. Естественно, растения-паразиты не относятся к фитофагам.

Большинство трофических отношений между фитофагами и поедаемыми растениями можно отнести к варианту хищничества. Однако эти взаимоотношения значительно отличаются от типичных отношений в системе хищник—жертва, так как растения не способны избежать атаки фитофага. Поэтому в процессе коэволюции у них сформировался ряд анатомо-морфологических и физиолого-биохимических приспособлений, позволяющих уменьшать наносимый животными вред.

2.2. Адаптации растений, для защиты от фитофагии.

Последствия влияния растительоядных организмов зависят от того, в какой период жизни и какие органы растения подверглись нападению. Разные способы воздействия фитофагов (обкусывание листьев, высасывание сока, поедание меристем, повреждение цветков или плодов, подгрызание корней) также неодинаково действуют на растения. Последствия лишения листа для проростка будут совсем иными, чем для взрослой особи. Результат зависит и от реакции растения. Оно может перераспределить вещества в организме, изменить уровень обмена, сформировать дополнительные защитные образования. Отмечается также, что фитофаги чаще повышают

чувствительность растений к факторам смертности, нежели сами убивают их (М.Бигон и др., 1989).

2.2.1 Анатомо-морфологические адаптации

Как уже было сказано, отношения между растениями и животными-фитофагами можно отнести к хищничеству, при котором жертва не имеет возможности убежать от врага и скрыться. Растения не тратят на это свою энергию, а создают барьеры, препятствующие доступу фитофагов к пище. Такими помехами могут быть густое опушение, развитые механическая и покровная ткани, колючие выросты.

Растения могут формировать целлюлозные образования, которые могут служить основой прочных оборонительных покровов для важных тканей. Чешуи и твердые околоплодники, толстая скорлупа или волокнистая шишка, если не полностью исключают поедание семян, то существенно увеличивает время добывания пищи, что в результате способствует сокращению числа поедаемых семян. Давно было замечено, что семена имеющие твердые и толстые покровы не ядовиты, так как прочная защита делает излишними траты энергии на другие способы защиты.

Также растения могут использовать в качестве защиты наружного покрова разнообразные трихомы и их производные. В густом покрове волосков насекомое может запутаться, колючки могут его проткнуть, а плотные ткани делают недоступными лежащие под ними съедобные образования. Например, дубовый коконопряд не трогает колючих листьев падуба, но после удаления колючек питается ими. Крупные потребители легко обходят такой вид защиты. Например, снегири весной легко склевывают бутоны плодовых деревьев.

Растения также проводят работу над ошибками, усиливая защиту после повреждения (на ежевике, которую обедает крупный рогатый скот колючки вырастают более длинными и острыми, чем на неповрежденных). Скот, поедая поросли лиственных деревьев, не трогает жесткие побеги.

Одной из анатомо-морфологические реакции растений на фитофагов может быть образование галлов, ограничивающих ткани растения от личинки животных, таких как минирующие мухи, галлицы, осы-орехотворки. Для запуска этой морфогенетической реакции достаточно бывает откладки одного яйца, не обязательно присутствие потом личинок.

2.2.2 Регенерация, как средство защиты от фитофагов.

В связи с ограниченными возможностями избегания нападения животных, одной из адаптаций растений, направленных на защиту, является регенерация. Обладая открытой системой роста и модульным строением, растительные организмы в благоприятных условиях быстро образуют новые вегетативные органы взамен съеденных и поврежденных. Отрастание после стравливания животными обычно включает и продолжение роста поврежденных побегов и образование новых.

Способность к восстановлению зависит от возраста растений, времени воздействия, окружающей обстановки. При повреждениях верхушечных почек деревья усиливают ветвление, образуют кроны шарообразной формы. При сильном объедании некоторые деревья приобретают форму кустарников. При восстановлении растений перераспределяется ток ассимилятов: он направляется или к наиболее поврежденным органам, или к наименее пострадавшим. Часто растения с поврежденными корнями, недополучающие воду и минеральное питание, направляют больше ассимилятов на восстановление корней, а особи с поврежденными побегами и пониженным из-за этого фотосинтезом большую часть биогенов тратят на восстановление стеблей и листьев. Возможно также локальное перераспределение ассимилятов при компенсации небольших повреждений, например соя компенсирует потери плодов увеличением массы отдельных семян.

2.2.3 Выделение токсических веществ для защиты от фитофагов

Растения содержат немало вторичных метаболитов, вероятно не участвующих в основном обмене веществ. Они очень разнообразны от простых соединений, как щавелева кислота до довольно сложных, как гликозиды, алкалоиды. Некоторые из них обладают токсическим действием на животных, в таком случае с помощью них растения могут эффективно защищаться от фитофагов. Например, токсичные аминокислоты, присутствующие в семенах тропических бобовых вызывают гибель фитофагов, вероятно вследствие того, что включается в белке вместо нормальных аминокислот.

Некоторые токсичные вещества образуются у растений при повреждении клеток. В ряде случаев в зависимости от содержания токсических веществ растения либо вовсе не поедаются животными, либо у них поедаются только некоторые органы, и в то время, когда содержание токсинов незначительно.

Обычно одновременно у животных возникают приспособления к детоксикации содержащихся в растениях токсинов, и ответная реакция растений, синтезирующих новые токсические соединения. Защитные реакции растений против поедания наиболее важны для их роста, проявляется сезонном изменении содержания нежелательных для фитофагов веществ. Это особенно распространено у растений пустынь и полупустынь, как полынь или солянки, которые поедаются животными в основном после созревания семян, поздней осенью и зимой.

В некоторых случаях животные научились избегать такие растения, в других у них формируются устойчивые вторичные метаболиты растений. Даже при их высокой токсичности многие насекомые выработали способность детоксикации ядов. Фитофаги преодолевшие химическую защиту растений иногда потом специализируется на его употребление не испытывая конкуренции. В Калифорнии *dentata*, содержащая значительное количество фенола в смоле и потому не поддается многими животными, составляет 75%

рациона древесной крысы обладающей повышенной устойчивостью к выделению вещества.

2.2.4 Защита растений от поедания животными путем привлечения хищников

Защита растений путем привлечения хищников относится к группе симбиотических взаимоотношений. Растение выделяет аттрактанты - вещества, привлекающие насекомых-защитников. Такие охранники были обнаружены у нескольких десятков видов растений, в том числе и культурных, как томаты, огурцы, и кукуруза. Часто в зависимости от того, какой вид повреждения нанес фитофаг, растения выделяют разные сигнальные вещества. Изменения, приводящие к образованию аттрактантов могут начаться задолго до того, как растительная ткань будет повреждена. Так, листья вяза начинают выделять привлекающее хищников вещество до того, как из отложенных яиц выводятся гусеницы бабочки. Хорошим примером привлечения хищников являются естественными врагами насекомых и вредителей демонстрируют для тропических растений страдающих от муравьев испытывая вред от одних видов растения привлекают для защиты другие виды муравьев некоторых региональных в регионах тропической Африки Америки муравьи листорезы могут правильно уничтожить листья ряда видов агрессивность видов муравьев позволяет растениям справиться с листьями резать лучшие *myrmica* филе наблюдается обоюдная польза от сожительства растений с муравьями. Многие из растений уже утратили способность самостоятельно противостоять фитофагам. Растения выработали ряд приспособлений полезных для муравьев. Некоторых акации при основании листьев имеются большие колючки из сердцевинки закладывая колонию Муравьиная матка прогуливает основания колючки отверстие извлекают часть сердцевинки освобождая место для по мере роста колонии осваивается и другие колючки пищи муравьям служат богатые белками округлые Тельца на концах листочков и сахаристая жидкость выделяемая из при основании черешков в свою очередь в муравьи

убивают всех растительноядных насекомых пытающихся напасть на акацию отпугивают крупных млекопитающих листья и даже уничтожают появляющиеся.

2.2.5 Защита от фитофагов путем изменения участие растений в фитоценозе

Губительного воздействия фитофагов в период размножения растения могут избегать путем цикличности своего доминирования или значительно снизить участие в фитоценозах. Сдерживать влияние фитофагов удается благодаря уходу вегетативно подвижных видов с участка, на котором растение размножается. фитофаги такое избегание пространства и времени мест массового скопления. Клеверные нематоды отлично изменяя свое участие в фитоценозе так называемые клеверный года сменяются временным отсутствием травостой Сибирская сосна и меньшей степени к аниматорам семена которых тоже появляются животными ели сосны пихты и лиственницы отсутствие асинхронности плодоношения семена служит кормом животным в неурожайные годы приводит к снижению численности видов или полному уничтожению имя семян в следующие годы обильного плодоношения. [Березина Н.А., Афанасьева Н.В. "Экология растений]

Глава 3. Животные как пища для хищных растений

Когда речь идет о трофических связях, не все растения выступают в роли жертвы. В данной главе речь пойдет о менее очевидном случае, когда в роли хищника выступает растение, а в роли добычи - насекомые и даже мелкие млекопитающие.

Насекомоядные растения (используются также термины хищные растения и плотоядные растения) — собирательное название около 630 видов растений из 19 семейств, которые приспособились к ловле и перевариванию небольших животных, в основном насекомых. Таким образом, они дополняют свое нормальное автотрофное питание (фотосинтез) одной из форм гетеротрофного питания. В результате насекомоядные растения менее зависят от почвенного неорганического азота, необходимого для синтеза их собственных белков.

Насекомоядные — преимущественно многолетние травянистые растения, встречающиеся во всех частях света. На территории СНГ встречаются 18 видов из четырёх родов, относящихся к двум семействам, росянковых и пузырчатках.

Считается, что истинные насекомоядные растения эволюционировали независимо друг от друга в пяти различных группах цветковых растений. Хотя, говорить об эволюции насекомоядных растений очень сложно. Дело в том, что данные об эволюции насекомоядных растений крайне скудны из-за малого числа ископаемых останков последних. Окаменелостей, большая часть которых представлена семенами или пылью, найдено недостаточно. Большинство представителей насекомоядных, будучи травянистыми растениями, лишены плотных структур, таких как кора или древесина, и сами ловчие образования, вероятно, не сохранились в виде окаменелостей.

В настоящее время некоторые люди выращивают хищные растения в своих домах, в целях борьбы с насекомыми, а также из-за того, что такие растения кажутся нам очень необычными. Действительно, растения, питающиеся как животные, представляют интерес не только для цветоводов любителей, но и для ученых ботаников. Дело в том, что изучение таких растений началось относительно недавно, и еще во времена Дарвина существование таких растений воспринималось современниками как теория, не имеющая никаких обоснований.

3.1 Изучение насекомоядных растений

Насекомоядные растения стали известны в XVIII столетии. Первое точное ботаническое описание венериной мухоловки было сделано английским натуралистом Джоном Эллисом в письме к Карлу Линнею в 1769 году. В этом письме Эллис впервые предположил, что пойманные насекомые служат пищей для растений.

В 1782 году немецкий врач А. В. Рот описал своеобразные движения, совершаемые листьями росянки для ловли насекомых, и развил мысль Эллиса, что пойманные беспозвоночные являются источником пищи для таких растений.

В 1791 году У. Бартрам в книге о своих путешествиях по штатам Северной Америки описал растения рода *Sarracenia*, имевшие листья-кувшинчики для ловли насекомых. Он же впервые употребил термин «плотоядные растения».

В первой и в начале второй половины XIX века список насекомоядных растений значительно увеличился, так как был описан ряд новых форм, относящихся к этой группе; особенно следует отметить открытие насекомоядности у *Nepenthes*, описанной Кортальсом в 1835. Вскоре начали появляться отдельные работы, посвященные более глубокому изучению

движений и других биологических особенностей этих растений. В 1861 г. Оже де Ляссио описал движения листьев у *Aldrovanda* и обнаружил, что они чувствительны к прикосновению. В 1868 г. Кэнби впервые указал на пищеварительные свойства сока, выделяемого листьями *Dionaea*.

Несмотря на все эти открытия, правильное понимание биологии и физиологии насекомоядных растений все еще очень медленно пробивало себе путь в сознание естествоиспытателей этой эпохи. Для примера укажем на архаические взгляды, которых придерживался в этой области Ламарк. По его мнению, растения, в том числе и насекомоядные, представляют собой организмы, никогда и ни в одной из своих частей не обладающие чувствительностью, лишённые способности к пищеварению и не совершающие движений под влиянием раздражений. Таковы были взгляды и многих других выдающихся биологов первой половины прошлого столетия.

Борьба с этими отжившими воззрениями началась и велась главным образом на почве нового учения об эволюции организмов, творцом и первым проводником которого был Ч. Дарвин. Механистические идеи, безраздельно господствовавшие в физиологии растений додарвиновской эпохи, под напором новой эволюционной теории быстро теряли свой кредит. Все более и более выяснялось существенное сходство между животными и растительными организмами во всех главнейших их отправлениях. Эти сдвиги подготовили путь для правильного подхода к тем явлениям, которые наблюдались у насекомоядных растений и так плохо вязались с традиционными биологическими представлениями. Становилось невозможным мыслить растение, как “неполноценный организм”, лишённый целого ряда основных свойств, которыми наделено активно движущееся и чувствительное животное. Искусственная грань между этими двумя царствами организованной природы все более стиралась. Разрушить ее окончательно было необходимо для полного торжества эволюционной идеи, и потому-то Ч. Дарвин так часто подчеркивал,

что ему всегда доставляла большое удовлетворение возможность “поднять, растение на высшую ступень в системе живых существ”.

Для достижения этой цели, для “уравнения в правах” животного и растительного организма, трудно было найти более подходящий объект, чем некоторые представители группы насекомоядных растений: их исключительно высокая чувствительность к прикосновению и к химическим раздражениям, передача полученного возбуждения по тканям, разнообразные и более или менее быстрые хватательные движения для овладения добычей, наконец, способ переваривания пищи и поглощения продуктов работы пищеварительных ферментов - все это такие черты организации, которые раньше считались свойственными только животным организмам в отличие от растительных. Не приходится поэтому удивляться, если Ч. Дарвин в одном из своих писем к Аза Грею (1863 или 1864 г.), упоминая о росянке (*Drosera*), говорит, что это - “удивительное растение или, скорее даже, очень умное животное”.

Работа Чарльза Дарвина началась с наблюдений за росянками в 1860 году. Тогда же Дарвин поставил ряд лабораторных опытов, переросших в исследование. Он изучал «вкусы» растений и составлял «меню». Дарвина привлекла способность растений переваривать пищу, их хватательные движения, высокая чувствительность к прикосновениям — то есть свойства, схожие с таковыми у животных. Впоследствии эти опыты стали серьёзной научной работой, вобравшей в себя множество уникальных наблюдений и смелых, но разумных выводов.

Дарвин долгое время не решался опубликовать результаты своих исследований. Лишь через 15 лет, когда они были дополнены другими исследователями, он издал книгу «*Insectivorous Plants*» (1875). Второе издание «Насекомоядных растений» с большими дополнениями, написанными его сыном, вышло после смерти Дарвина, в 1888 году.

Работа Чарльза Дарвина стала переломным пунктом в исследованиях насекомоядных растений. Как пишет К. Гибель (1893), "едва ли какой-нибудь другой отдел ботаники в новейшее время привлекал к себе внимание более широких кругов, чем так называемые насекомоядные растения. Причиной этого была в особенности обширная работа Дарвина, давшая толчок к появлению многочисленных других работ."

Однако эта работа не сразу нашла признание среди учёных своего времени и подверглась жестокой критике, в большинстве случаев из-за их принципиальных расхождений с новой эволюционной теорией Дарвина. Директор Петербургского ботанического сада Ригель (1879) выразил мнение, что утверждение Дарвина о существовании в природе насекомоядных растений принадлежит к числу теорий, над которыми всякий здравомыслящий ботаник и естествоиспытатель просто смеялся бы, если бы оно не исходило от прославленного Дарвина. Мы надеемся, что холодный разум и основательное наблюдение наших немецких исследователей скоро забросят эту теорию, подобно теориям первичного зарождения, партеногенеза, чередования поколений и т. п., в ящик научного хлама, который сами бывшие последователи таких теорий меньше всех захотят когда-либо открыть.

Однако до сих пор фундаментальная работа Дарвина является крупнейшим вкладом в изучение насекомоядных растений. *"Наши знания в этой области, - говорит другой физиолог В. Пфедфер (1904), - были значительно углублены и расширены благодаря обширным и превосходным исследованиям Ч. Дарвина"*. По словам А. Вагнера (1911), автора одной из лучших популярных сводок по насекомоядным растениям, исследования Дарвина впервые привлекли серьезное внимание естествоиспытателей к этой теме.

За столетие, истекшее со времени открытия первых насекомоядных растений, работа Ч. Дарвина была, несомненно, самым крупным вкладом в этот

отдел ботаники. Ей мы обязаны наиболее значительной частью наших знаний о биологических особенностях и о физиологии этих своеобразных организмов. До сих пор не потеряли своей научной ценности и постоянно цитируются в учебниках данные Дарвина, относящиеся к движениям щупалец росянки, их чувствительности к механическим и химическим раздражениям, передаче этих раздражений из воспринимающей зоны в реагирующую, выделительной и поглощающей деятельности железок, к процессу переваривания различных органических азотистых соединений, к открытому им явлению так называемой агрегации протоплазмы в клетках щупалец и железок. Целый ряд интереснейших наблюдений сделан им и относительно других насекомоядных растений.

3.2 Особенности физиологии и пищевого поведения некоторых насекомоядных растений

Считается, что насекомоядные растения эволюционировали вне зависимости друг от друга, поэтому они имеют различные приспособления для захвата и переваривания своей добычи.

3.2.1 Росянка обыкновенная (*Drosera rotundifolia*) в труде Чарльза Дарвина "Насекомоядные растения"

Труд Чарльза Дарвина о насекомоядных растениях можно назвать фундаментом изучения этого направления ботаники. Насекомоядные растения не так разнообразны, как растения, предпочитающие автотрофный тип питания, однако имеют различные ловушки и способы приманки жертв. Одним из самых интересных представителей хищных растений я считаю росянку обыкновенную.

Вот, что писал в своем труде "Насекомоядные растения" Чарльз Дарвин о росянке обыкновенной (*Drosera rotundifolia*): "Летом 1860 года я был удивлен, обнаружив, какое большое количество насекомых было поймано листьями

обыкновенной росянки (*Drosera rotundifolia*). Я слышал, что насекомые улавливаются таким образом, но более ничего не знал об этом предмете. Я собрал наудачу дюжину растений, на которых было пятьдесят шесть вполне распустившихся листьев; из них на тридцати одном оказались мертвые насекомые или остатки их; несомненно, впоследствии теми же самыми листьями было бы поймано гораздо большее количество, и еще того большее - листьями еще нераспустившимися." Дарвин обнаружил, что у одного растения все шесть листьев поймали добычу, а у нескольких растений на очень многих листьях попало более одного насекомого. На одном большом листе были найдены остатки тринадцати различных насекомых. Мухи (*Diptera*) попадают гораздо чаще других насекомых. Многие растения, например, липкие почки конского каштана (*Aesculus hippocastanum*), причиняют смерть насекомым, не получая от этого, насколько мы можем судить, никакой выгоды; но уже очень скоро стало очевидным, что *Drosera* превосходно приспособлена к специальной цели - к ловле насекомых, так что этот предмет показался [мне] вполне достойным исследования."

Результаты оказались в высшей степени замечательными; из них важнейшие: во-первых, необыкновенная чувствительность железок к легкому давлению и к очень малым дозам некоторых азотистых жидкостей, обнаруживаемая движениями так называемых волосков, или щупалец; во-вторых, присущая листьям способность переводить в растворимое состояние, т. е. переваривать, азотистые вещества и впоследствии поглощать их; в-третьих, изменения, происходящие внутри клеток щупалец, когда железки раздражаются различными способами.

Но как же растение захватывает добычу? Было установлено, что если поместить маленький органический или неорганический предмет на железки в центре листа, они передают двигательный импульс краевым щупальцам. Ближайшие из них первыми подвергаются действию и медленно пригибаются к центру, потом - стоящие дальше, пока, наконец, все не наклонятся над

предметом. Для этого требуется от одного часа до четырех, пяти и более. Разница в потребном времени зависит от многих обстоятельств, а именно, от размеров предмета и свойств, его, то есть от того, содержит ли он растворимое вещество надлежащего рода; от силы и возраста листа; от того, приходил ли он недавно в действие, и даже от температуры воздуха.

Живое насекомое оказывает более сильное действие, чем мертвое, так как, барахтаясь, оно нажимает на железки многих щупалец. Такое насекомое, как, например, муха, с тонкими покровами, через которые растворенное животное вещество легко может переходить в окружающее густое выделение, успешнее вызывает продолжительное загибание, чем насекомое с толстыми покровами, как, например, жук. Загибание щупалец происходит безразлично на свету и в темноте; этому растению не свойственно какое-либо ночное движение, так называемый сон.

Если несколько раз тронуть или задеть железки на листовой пластинке, хотя бы ничего не оставляя на ней, краевые щупальца загибаются внутрь. Далее, если помещать на центральные железки капли различных жидкостей, например слюны или раствора любой аммиачной соли, тот же самый результат наступает быстро, иногда скорее чем через полчаса.

Характер производимого щупальцами изгиба обнаруживается лучше всего, когда каким-либо способом раздражается железка только одного из длинных внешних щупалец, так как окружающие его щупальца остаются при этом неподвижными.

Железка приходит в раздражение, если к ней просто прикоснуться три-четыре раза или от продолжительного соприкосновения с органическими или неорганическими предметами и различными жидкостями. Удивительно, какой маленькой частицы любого вещества, например, кусочка нитки или волоса, или осколка стекла,- если только они действительно соприкасаются с поверхностью железки, - достаточно, чтобы вызвать загибание щупалец.

Если предмет, перенесенный этим движением в центр, не очень мал, или если он содержит растворимое азотистое вещество, то он действует на центральные железки, а эти последние сообщают двигательный импульс внешним щупальцам, заставляя их загибаться внутрь. Не только щупальца, но и пластинка листа часто сильно загибается, если на ее поверхность поместить какое-либо сильно возбуждающее вещество или жидкость. Особенно капли молока и раствора азотнокислого аммония или натрия обладают свойством вызывать такое действие. Пластинка таким образом превращается в чашечку. Способы, которыми она изгибается, весьма различны. Иногда загибается только верхушка, иногда один край, иногда оба.

Время, в течение которого как щупальца, так и пластинка остаются загнутыми над помещенным на пластинке предметом, зависит от различных обстоятельств, а именно от мощности и возраста листа. Но наибольшее значение имеет характер самого предмета; в среднем щупальца гораздо дольше остаются прижатыми к предметам, содержащим растворимое азотистое вещество, чем к тем предметам, органическим или неорганическим, которые такого вещества не содержат. Через промежуток времени от одного до семи дней щупальца и пластинка распрямляются и снова готовы прийти в действие.

Выделение железок чрезвычайно липко. Если такой предмет, как кусочек мяса или насекомое, поместить на листовую пластинку, то, как только окружающие щупальца заметно пригнутся, их железки выпускают увеличенное количество выделения. Итак, мы должны заключить, что при сильном раздражении центральные железки передают какое-то влияние щупальцам на окружности, заставляя их давать более обильное выделение.

Еще важнее тот факт, что при загибании щупалец,- вследствие ли механического раздражения центральных железок или от соприкосновения железок с животным веществом, - выделение не только увеличивается, но и изменяется качественно и становится кислым; это происходит прежде, чем

железки прикоснутся к предмету, находящемуся в центре листа. Эта кислота иного характера, чем та, которая содержится в ткани листьев. Пока щупальца остаются плотно пригнутыми, железки продолжают выделять, и это выделение кислое, так что если его нейтрализовать углекислым натрием, оно снова становится кислым через несколько часов. Один и тот же лист, со щупальцами, плотно пригнутыми к трудно перевариваемым веществам, например, к химически приготовленному казеину, давал кислое выделение восемь дней подряд, а над кусочками кости - десять дней подряд.

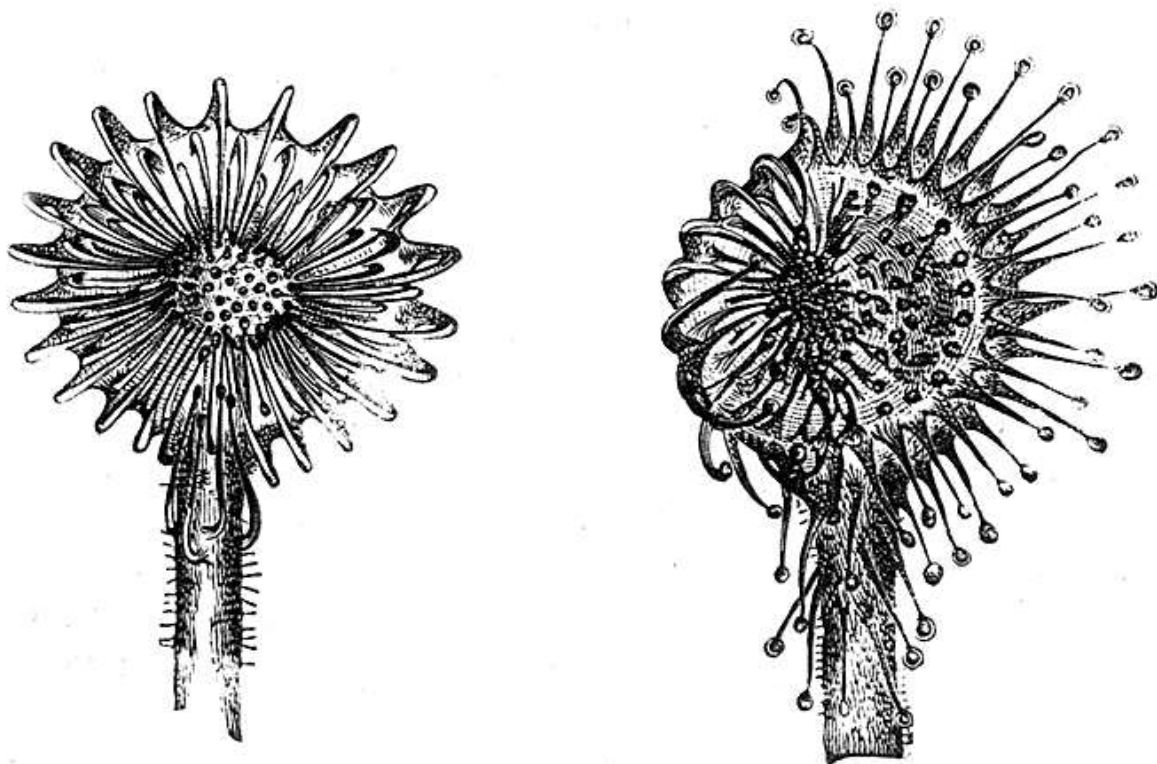


Рисунок 2. Загибание щупалец росянки.

[<http://vivovoco.astronet.ru/VV/PAPERS/BIO/DARWIN/DROSERA/DROS06.GIF>]

По-видимому, выделение обладает каким-то антисептическим свойством, подобно желудочному соку высших животных. Так, кубики белка и сыра, помещенные на мокрый мох, были опутаны волокнами плесени, а поверхности их слегка изменили свой цвет и разложились; между тем кубики на

листьях *Drosera* остались чистыми, а белок превратился в прозрачную жидкость.

Как только щупальца, пробывшие несколько дней плотно пригнутыми к предмету, начинают опять выпрямляться, их железки выделяют менее обильно или перестают выделять и остаются сухими. В таком положении они покрыты пленкой беловатого, полуволокнистого вещества, которое в выделении находилось в растворенном состоянии. Высыхание железок в течение акта выпрямления отчасти полезно для растения: я часто наблюдал, что тогда легкий ветерок может сдуть прилипшие к листьям предметы; таким путем листья освобождаются от остатков насекомого и готовы к дальнейшей деятельности. Тем не менее, часто случается, что не все железки высыхают вполне, и в таком случае нежные предметы, как, например, хрупкие насекомые, иногда разрываются при выпрямлении щупалец на кусочки, которые остаются разбросанными по всему листу. После полного выпрямления железки вскоре опять начинают выделять, и как только образуются капли нормального размера, щупальца готовы обхватить новый предмет.

Когда насекомое садится на середину пластинки, оно мгновенно запутывается в липком выделении; спустя некоторое время окружающие щупальца начинают загибаться и, наконец, обхватывают его со всех сторон. Если насекомое прилипнет лишь к немногим железкам внешних щупалец, то последние вскоре изгибаются и переносят добычу к ближайшим щупальцам по направлению к середине; эти в свою очередь загибаются внутрь и так далее, пока, наконец, насекомое не будет перенесено любопытным, как бы катящим движением к центру листа. Затем, после некоторого промежутка, щупальца со всех сторон пригибаются и погружают добычу в свое выделение совершенно так же, как если бы насекомое первоначально село на середину пластинки. Удивительно, какого крошечного насекомого достаточно, чтобы вызвать это действие, например, что когда один комар, относящийся к самому мелкому виду комаров (*Culex*), только что опустил своими ножками на железки самых

крайних щупалец, последние сразу начали загибаться внутрь, хотя еще ни одна железка не прикоснулась к тельцу насекомого. Даже ничтожные дозы некоторых органических жидкостей и солевых растворов вызывают весьма заметное загибание.

Считается, что насекомые садятся на растение-хищник из-за привлекательного запаха.

Способность поглощения, свойственная железкам, доказывается тем, что они почти мгновенно темнеют от ничтожного количества углекислого аммония; изменение цвета зависит главным образом или исключительно от быстрой агрегации их содержимого. При прибавлении некоторых других жидкостей они принимают бледную окраску. Однако лучше всего их способность поглощения обнаруживается совершенно различными результатами, которые получаются, если помещать капли разных азотистых и безазотистых жидкостей одинаковой крепости на центральные железки пластинки или на одну краевую железку; она доказывается также совершенно различной продолжительностью времени, в течение которого щупальца остаются пригнутыми к предметам, содержащим растворимое азотистое вещество или не содержащим его. В сущности точно такое же заключение можно было бы вывести из строения и движений листьев, так удивительно приспособленных к ловле насекомых.

Поглощением животного вещества из пойманных насекомых объясняется процветание *Drosera* на чрезвычайно бедной торфяной почве, где в некоторых случаях ничего не растет, кроме торфяного мха (*Sphagnum*), а питание мхов идет целиком за счет атмосферы. Хотя при беглом взгляде листья и не представляются зелеными вследствие пурпурной окраски щупалец, все-таки верхняя и нижняя стороны пластинки, ножки центральных щупалец и черешки содержат хлорофилл, так что, без сомнения, растение поглощает и усваивает углекислоту из воздуха. Тем не менее, ввиду свойств почвы, на которой оно растет, снабжение азотом было бы крайне ограничено или совершенно

недостаточно, если бы растение не обладало способностью добывать этот важный элемент из пойманных насекомых. Таким образом мы можем понять, почему корни столь слабо развиты. Обыкновенно они состоят всего из двух-трех слегка разделенных ветвей, от полдюйма до дюйма в длину, снабженных поглощающими волосками. Можно думать поэтому, что корни служат только для всасывания воды, хотя они, без сомнения, стали бы воспринимать питательное вещество, если бы оно находилось в почве; ибо, как мы увидим впоследствии, они поглощают слабый раствор углекислого аммония. Можно сказать, что растение *Drosera*, у которого края листьев загнуты внутрь, как бы образуя временный желудок, а железки плотно пригнутых щупалец изливают кислое выделение, растворяющее животное вещество для последующего его поглощения, что это растение питается, как животное. Но, в отличие от животного, оно пьет посредством корней; пить же ему приходится в изобилии, чтобы поддерживать вокруг железок многочисленные, иногда до 260, капли липкой жидкости, целый день выставленные на ослепительное солнце. [<http://vivovoco.astronet.ru/VV/PAPERS/BIO/DARWIN/DROSERA/DROSERA.HTM>]

3.2.2 Краткая характеристика некоторых других хищных растений

Рассмотрим еще несколько удивительных хищных растений.

Саррацения (*Sarracenia*) или Северо-американское насекомоядное растение является родом плотоядных растений, которые встречаются в районах восточного побережья Северной Америки, в Техасе, в Великих озерах, в юго-восточной Канаде, но большая часть находится только в юго-восточных штатах.

Это растение использует ловчие листья в форме кувшинки в качестве ловушки. Листья растения превратились в воронку с образованием, похожим на капюшон, который растет над отверстием, предотвращая попадание дождевой

воды, которая может разбавить пищеварительные соки. Насекомых привлекает цвет, запах и секрции, похожие на нектар на краю кувшинки. Скользящая поверхность и наркотическое вещество, окаймляющее нектар, способствуют тому, что насекомые падают внутрь, где они погибают и перевариваются протеазой и другими ферментами.

Непентес (*Nepenthes*) , тропическое насекомоядное растение, это другой вид плотоядных растений с ловушкой, при которой используются ловчие листья в форме кувшинки. Существует около 130 видов этих растений, которые широко распространены в Китае, Малайзии, Индонезии, на Филиппинах, Мадагаскаре, Сейшельских островах, в Австралии, Индии, Борнео и Суматре. Это растение также получило прозвище "обезьянья чашка", так как исследователи часто наблюдали, как обезьяны пили из них дождевую воду.

Большинство видов Непентес это высокие лианы, около 10-15 метров, с мелкой корневой системой. Из стебля часто видны листья с усиком, который выступает из кончика листа и часто используется для лазания. На конце усика, кувшинка формирует небольшой сосуд, который затем расширяется и образует чашу.

Ловушка содержит жидкость, выделяемую растением, которая может иметь водянистую или липкую структуру, и в которой тонут насекомые, которых поедает растение. Нижняя часть чаши содержит железы, которые поглощают и распределяют питательные вещества. Большая часть растений является небольшими и они ловят только насекомых, но крупные виды, такие как *Nepenthes Rafflesiana* и *Nepenthes Rajah*, могут ловить мелких млекопитающих, таких как крысы.

Генлисея (*Genlisea*) состоит из 21 вида, обычно растет во влажной наземной и полуводной среде и распространена в Африке и Центральной и Южной Америке.

Генлисея представляет собой небольшие травы с желтыми цветами, которые используют ловушку типа крабовой клешни. В такие ловушки легко попасть, но из них невозможно выйти из-за небольших волосков, которые растут к входу или, как в этом случае, вперед по спирали.

У этих растений два различных типа листьев: фотосинтезирующие листья над землей и специальные подземные листья которые заманивают, ловят и переваривают мелкие организмы, такие как простейшие. Подземные листья также выполняют роль корней, такую как впитывание воды и прикрепление, так как у самого растения их нет. Эти подземные листья под землей формируют полые трубки, которые имеют вид спирали. Мелкие микробы попадают в эти трубки с помощью потока воды, но не могут из них выйти. Когда они доберутся до выхода, они уже будут переварены.

Дарлингтония калифорнийская (*Darlingtonia Californica*) - это единственный представитель рода дарлингтония, который растет в северной Калифорнии и Орегоне. Оно растет в болотах и родниках с холодной проточной водой и считается редким растением.

Листья Дарлингтонии имеют луковичную форму и образуют полость с отверстием, находящимся под вздутой, как воздушный шар, структурой и двумя острыми листьями, которые свисают как клыки.

В отличие от многих плотоядных растений, оно не использует ловчие листья для ловушки, а используют ловушку типа крабовой клешни. Как только насекомое оказывается внутри, их сбивает с толку крапинки света, которые проходят через растение. Они приземляются в тысячи густых тонких волосков, которые растут внутрь. Насекомые могут следовать за волосками вглубь к пищеварительным органам, но не могут вернуться назад.

Пузырчатка (*Utricularia*) - это род плотоядных растений, состоящих из 220 видов. Они встречаются в пресной воде или влажной почве в качестве наземных или водных видов на всех континентах, за исключением Антарктиды.

Это единственные хищные растения, которые используют пузырчатую ловушку. У большинства видов очень маленькие ловушки, в которые они могут поймать очень мелкую добычу, такую как простейшие. Ловушки составляют от 0,2 мм до 1,2 см, а в большие ловушки попадают более крупная добыча, как например, водяные блохи или головастики.

Пузырьки находятся под отрицательным давлением по отношению к окружающей обстановке. Отверстие ловушки открывается, всасывает насекомое и окружающую воду, закрывает клапан, и все это происходит за тысячные доли секунд.

Жирианка (*Pinguicula*) относится к группе плотоядных растений, которые используют липкие, железистые листья для того, чтобы заманить и переварить насекомых. Питательные вещества, получаемые от насекомых, дополняют почву, бедную минеральными веществами. Существует приблизительно 80 видов этих растений в Северной и Южной Америке, Европе и Азии.

Листья жирианки сочные и обычно имеют ярко-зеленый или розовый цвет. Есть два специальных вида клеток, находящихся на верхней стороне листьев. Один известен, как цветоножная железа и состоит из секреторных клеток, находящихся на вершине одной клетки стебля. Эти клетки вырабатывают слизистый секрет, который образует видимые капли на поверхности листьев и действует, как липучка. Другие клетки называются сидячими железами, и они находятся на поверхности листа, вырабатывая ферменты, такие как амилаза, протеаза и эстераза, которые способствуют пищеварительному процессу. Тогда как многие виды жирианок плотоядны весь год, многие типы образуют плотную зимнюю розетку, которая не плотоядна. Когда наступает лето, оно расцветает, и у него появляются новые плотоядные листья.

Библис (*Byblis*) или радужное растение это небольшой вид плотоядных растений родом из Австралии. Радужное растение получило свое название за привлекательный вид слизи, которая покрывает листья на солнце. Несмотря на

то, что эти растения похожи на росянки, они никак не связаны с последними и отличаются зигоморфными цветами с пятью изогнутыми тычинками.

Листья его имеют круглое сечение, и чаще всего они удлинённые и конические на конце. Поверхность листьев полностью покрыта железистыми волосками, которые выделяют липкое слизистое вещество, служащее ловушкой для мелких насекомых, садящихся на листья или щупальца растения.

Альдрованда пузырчатая (*Aldrovanda vesiculosa*) - это великолепное бескорневое, плотоядное водное растение. Оно, как правило, питается мелкими водными позвоночными, используя ловушку-капкан.

Растение состоит в основном из свободно плавающих стеблей, которые достигают 6-11 см в длину. Листья-ловушки, величиной 2-3 мм, вырастают в 5-9 завитков по центру стебля. Ловушки прикрепляются к черешкам, которые содержат воздух, позволяющий растению плавать. Это быстро растущее растение и оно может достигать 4-9 мм в день и в некоторых случаях производить новый завиток каждый день. В то время как растение растёт на одном конце, другой конец постепенно погибает.

Ловушка растения состоит из двух долей, которые захлопывается, как капкан. Отверстия ловушки направлены наружу и покрыты тонкими волосками, которые позволяют ловушке закрыться вокруг любой жертвы, которая оказывается достаточно близко. Ловушка захлопывается за десятки миллисекунд, что является одним из примеров самого быстрого движения в животном мире.

Венерина мухоловка (*Dionaea Muscipula*), возможно, самое известное плотоядное растение, которое питается в основном насекомыми и паукообразными. Это мелкое растение, имеющее 4-7 листьев, которые растут из короткого подземного стебля.

Листовая пластина его разделена на две области: плоские, длинные, в форме сердца, способные на фотосинтез черешки и пару конечных долей, свисающих с главной жилки листа, которые формируют ловушку. Внутренняя поверхность этих долей содержит красный пигмент, а края выделяют слизь. [<http://www.infoniac.ru/news/10-udivitel-nyh-hishnyh-rastanii.html>]

Глава 4. Косвенные трансбиотические взаимоотношения растений

Растения взаимодействуют не только с животными и другими живыми организмами, но и между собой. Взаимоотношения между растениями можно разделить на контактные или прямые, косвенные трансбиотические и косвенные трансбиотические. Такую классификацию предложил В.Н. Сукачев в 1964 году. Прямые взаимоотношения могут быть механическими и физиологическими. Механические выражаются в прямом контакте, например древесные лианы могут сильно сдавливать ствол, вызывая гибель дерева. Физиологические же могут выражаться в таких видах взаимодействия как симбиоз и паразитизм. Косвенные взаимодействия могут производиться через другие организмы, такой тип взаимодействия будет называться трансбиотическим, Такая форма взаимоотношений наблюдается на лугах при выпасе скота, животные неравномерно поедают растения, повреждая одни меньше, или не поедая вовсе. Неповрежденные растения, в таком случае, будут разрастаться сильнее и угнетать другие виды. Но это не единственный случай косвенного взаимодействия между растениями. Растения могут влиять друг на друга через изменение среды. Такой тип взаимоотношений называется трансбиотическим, и довольно хорошо распространен.

Влияние через среду может осуществляться различными путями. Так, деревья в лесу могут являться причиной угнетения нижних ярусов лесного сообщества, в следствии их затенения. Еще один путь взаимодействия - через слой мертвых растительных остатков на поверхности почвы. Этот слой является механическим препятствием на пути проростков к свету, а также затрудняет проникновение в почву семян и спор. [Морозов Г.Ф. "Учение о лесе"]

Влияние растений через почву довольно разнообразно. Некоторые растения в процессе жизнедеятельности способны изменять питательные свойства почвы, что несомненно влияет на соседние растения. А некоторые древесные породы обогащают почву, поднимая минеральные вещества из более

глубоких почвенных горизонтов. Это оказывает положительное влияние на соседние растения, требовательные к почвенному питанию.

Растения могут влиять друг на друга, выделяя химические вещества. Такой вид влияния получил название аллелопатия. Эти вещества могут попадать в почву из отмерших частей растения (главным образом из листьев), также такими веществами могут быть, например, эфирные масла. Химические выделения могут отрицательно влиять на другие растения, вплоть до гибели. Так, выделения полыни горькой оказывают неблагоприятное воздействие, из-за которого в густых зарослях полыни не растут другие растения. В качестве примера можно назвать выделения соплодий свёклы, тормозящие прорастание семян куколя; нут подавляюще действует на картофель, кукурузу, подсолнечник, томаты и другие культуры; фасоль - на рост яровой пшеницы; корневые выделения пырея и кострица - на растущие вблизи с ними другие травянистые растения и даже деревья.

У разных видов растений степень воздействия на абиотическую среду, а тем самым на жизнь обитателей экосистемы неодинакова из-за особенности их морфологии, биологии, сезонного развития и так далее. Растения наиболее активно и глубоко преобразующие среду и определяющие условия существования для других сообитателей, называют эдификаторами. Различают сильные и слабые эдификаторы. К эдификаторам относятся ель, так как дает сильное затенение, обедняет почву питательными веществами, сфагновые мхи, задерживающие влагу и создающие таким образом избыточное увлажнение, особый температурный режим, повышающие кислотность. Слабыми эдификаторами являются лиственные породы с ажурной кроной, такие как береза и ясень, а также растения травянистого покрова лесов.

Также к трансбиотическим взаимоотношениям относят конкуренцию, так как конкуренция возникает на основе использования одних и тех же жизненно важных ресурсов местообитания. Большое значение имеет конкуренция за питательные вещества в почве и почвенную влагу. Такая

конкуренция возникает из-за того, что корни растений с разной эффективностью поглощают воду и питательные вещества.

В природе все перечисленные виды взаимоотношений проявляются одновременно, поэтому их разграничение является непростой задачей.

4.1 Аллелопатия

Высказывания о влиянии растений друг на друга через прижизненные выделения были уже в работах древнегреческих ботаников — Теофраста и Диоскорида. Подобный род взаимоотношений был назван в 1937 году немецким ученым Гансом Молишем аллелопатией. [<http://www.polnaja-jenciklopedija.ru/biologiya/vliyanie-rasteniy-drug-na-druga.html>]

Аллелопатия (от греческого слова взаимовлияние), или биохимические влияния растений, осуществляется посредством выделения и усвоения физиологически активных органических веществ. В процессе жизнедеятельности растения выделяют в окружающую среду разнообразные вещества в летучем, жидком и твердом состояниях. В их составе могут быть различные физиологически активные вещества типа витаминов, ауксинов, ферментов, ядов и др. Физиологически активные вещества, входящие в состав растительных выделений, условно называются фитонцидами. Фитонциды одних растений усваиваются другими растениями и вызывают у них значительные изменения интенсивности процессов обмена веществ. Отношение растения к фитонцидам своего вида безразлично, фитонциды же других видов могут вызвать у них положительную или отрицательную реакцию. Кроме того, имеет значение концентрация фитонцидов: малые дозы любых фитонцидов вызывают стимулирование жизнедеятельности растений, а большие в зависимости от вида — подавление, стимуляцию или бывают безразличными. Поскольку от состояния жизнедеятельности зависит интенсивность питания и роста растения, то аллелопатия может иметь большое значение во взаимоотношениях растений. Фитонциды открыты Б. П. Токиным в 1928 г. и в

настоящее время активно используются человеком в лечебных и профилактических целях.

Аллелопатические эффекты очень наглядно проявляются в экспериментах, проводимых в замкнутых экологических средах "микрокосмах": чашках Петри, под стеклянными колпаками, в вегетационных сосудах с использованием концентрированных вытяжек из растений или смывов с них. По мнению Т. А. Работнова, в природных фитоценозах аллелопатия не играет существенной роли, так как там нет условий для накопления аллелопатических веществ (большинство из них - летучие терпены или фенольные соединения) (Харборн, 1985).

Их концентрация постоянно понижается ветром, водой, микроорганизмами. Кроме того, в естественных условиях крайне сложно отделить аллелопатические взаимовлияния растений от конкуренции (Работнов, 1987, 1998; Миркин, Усманов, 1991). Таким образом, сегодня нет однозначного ответа на вопрос о том, каков вклад аллелопатии в организацию фитоценозов. Результаты многочисленных лабораторных опытов по аллелопатии сравнивались с полевым опытом совместного выращивания соответствующих пар древесных пород в культуре, где их состояние оценивалось по сравнению с ростом древесных пород в чистом насаждении, в тех же условиях среды. Такое сопоставление обнаружило поразительное совпадение эффекта аллелопатии и состояния смешанных культур. Так, в лабораторном опыте фитонциды ясеня и вяза подавляли интенсивность фотосинтеза и минерального питания дуба, а фитонциды клена остролистного и липы, наоборот, повышали их.

В практике лесоразведения при равной доле смешения дуба и ясеня, дуба и вяза наблюдался сначала плохой рост дуба, а затем его гибель, а при смешении дуба с липой или кленом формировалось хорошее насаждение дуба. Аналогичные данные получены и по другим породам.

Обнаруженное совпадение результатов опыта по изучению аллелопатии с практикой лесоразведения позволяет считать аллелопатию важной формой проявления взаимоотношений растений и выдвинуть гипотезу об аллелопатическом соответствии древесных растений в сложившемся лесном насаждении и отсутствии такого соответствия в плохо растущем, разрушающемся насаждении.

Выдвинутая гипотеза позволяет с большей определенностью подходить к решению вопроса выбора целесообразных сочетаний древесных пород в культуре. К главной породе необходимо подбирать породы-активаторы, т. е. биохимически положительно влияющие на нее при равной доле смешения, частично можно включать и ингибиторы, т. е. породы, биохимически влияющие отрицательно, поскольку небольшая примесь ингибитора будет стимулировать жизнедеятельность главной породы. Набор разных пород обеспечит создание биологически более устойчивого лесного насаждения. Имеются данные, что разные виды растений могут защищать друг друга своими фитонцидами от поражения вредителями и болезнями.

По-видимому, в разных ситуациях он различен. Работнов отмечает, что аллелопатические взаимодействия могут быть существенны между интродуцированными растениями и растениями местной флоры. Например, эвкалипты, завезенные на Кавказ из Австралии, аллелопатически воздействуют на травянистые растения кавказской флоры, и здесь под их кронами травы не растут; грецкий орех в садах отрицательно влияет на все прочие культуры.

Возможны аллелопатические взаимодействия между корнями растений, в результате чего корни равномерно распределяются в объеме почвы и практически не сталкиваются. Роль сигнала "занято" могут выполнять выделяемые из корней в почву органические кислоты (но, возможно, что эту роль играют электрические сигналы). А.М.Гродзинский и его ученики пытались объяснить эффектом почвоутомления (снижение урожая при

длительном выращивании на почве одной и той же культуры).

Однако, кроме накопления токсичных веществ, т.е. аллелопатии, почвоутомление вызывается увеличением в почве числа патогенных микроорганизмов, потерей плодородия почвы вследствие извлечения монокультурой одних и тех же веществ, разрушением структуры почвы и т.д. (Остроумов, 1986; Работнов, 1992). По-видимому, во многих типах сообществ, особенно в лесах, весьма важны аллелопатические выделения при разложении мертвого органического вещества. В частности, накопилось немало данных о влиянии подстилки на возобновление деревьев (Работнов, 1998). [Березина Н.А., Афанасьева Н.В. "Экология растений"]

4.2 Средообразующее влияние растений

Изменение растениями среды - это наиболее универсальный и широко распространенный тип взаимоотношений растений, при их совместном существовании. Когда тот или иной вид или группы видов растений, в результате своей жизни сильно изменяет в количественном и качественном отношении основные экологические факторы таким образом, что другим видам сообщества приходится жить в условиях, которые значительно отличаются от зонального комплекса факторов физической среды. Это говорит о средообразующей роли или средообразующем влиянии первого вида по отношению к остальным. Наиболее ярким примером взаимовлияния через изменение факторов климата может служить ослабление солнечной радиации внутри растительного покрова; обеднение фотосинтетически активными лучами, изменение сезонного ритма освещенности, изменение температурного режима воздуха, его влажности и скорости ветра, содержание углекислоты и так далее.

Другой путь взаимодействия растений в сообществах - через напочвенный слой мертвых растительных остатков, называемых на лугах и степях ветошью, травянистым спадом, а в лесу опадом или подстилкой. Этот слой,

иногда толщиной в несколько сантиметров, вызывает затруднение для проникновения семян и спор в почву. Прорастающие в слое ветоши (или на нём) семена часто гибнут от высыхания раньше, чем корни проростков достигнут почвы. Для семян, попавших в почву и прорастающих, напочвенные остатки могут являться серьезным механическим препятствием на пути ростков к свету. Возможны и взаимоотношения растений через содержащиеся в подстилке продукты распада, тормозящих или, напротив, стимулирующих рост растений. Известно, что в свежем опаде ели или буква содержатся вещества, тормозящие прорастание ели и сосны. [Челнокова А.А. "Общая и прикладная экология"]

4.3 Конкуренция

Положение о конкуренции впервые четко сформулировал Ф. Клементе: «Под конкуренцией следует понимать состояние, возникающее при совместном произрастании растений, когда наличные ресурсы в отношении какого-либо условия или ряда условий, необходимых для нормальной жизнедеятельности растений, недостаточны для удовлетворения потребности в них всех растений, входящих в состав фитоценоза». Существование и широкое распространение в природе как внутривидовой, так и межвидовой конкуренции подтверждаются огромным фактическим и экспериментальным материалом. [<http://www.polnaja-jenciklopedija.ru/biologiya/vliyanie-rasteniy-drug-na-druga.html>]

Конкуренция возникает, если какого-то ресурса не хватает для удовлетворения в нем потребности всех совместно обитающих растений (Т. А. Работнов, 1993, 1998 и др.). Большинство фитоценологов считает ее основным механизмом взаимоотношений между растениями. Конкурентные отношения между видами зависят от условий произрастания, количественных соотношений видов и воздействия других организмов.

Сильное влияние на жизнь растений оказывает конкуренция за почвенную влагу, особенно в областях с недостаточным увлажнением, и за питательные вещества почвы, что более заметно на бедных почвах.

Межвидовая конкуренция проявляется у растений, как и внутривидовая, то есть через проявление специфических морфологических изменений, снижение плодовитости, численности и так далее. При этом доминирующий вид постепенно вытесняет или сильно снижает жизнеспособность подчиненных видов. [Общая и прикладная экология, Саевич, Челноков, Ющенко,]

Большой материал о конкуренции получен в работах лесоводов и на сельскохозяйственных опытных станциях. Примерами внутривидовой конкуренции могут быть изреживание подроста в лесу и угнетение злаков в загущенном посеве. При этом снижается семенная продуктивность и сильнее выражена периодичность плодоношения деревьев (Т. А. Работнов, 1993).

Внутривидовая конкуренция по-разному влияет на однолетники и многолетники. Об этом свидетельствует «правило Сукачева»: в загущенном посеве развитие и переход в генеративное состояние у однолетников ускоряется, а у многолетников замедляется.

В загущенном посеве у однолетних растений обычно все выжившие особи, несмотря на сильное угнетение, цветут и плодоносят. Так, у мари белой (*Chenopodium album*) плодоношение наблюдалось даже на стадии семядоли. Ускорение развития однолетников при усилении конкуренции объясняется тем, что в эволюции они приобрели способность с ухудшением условий произрастания давать потомство за более короткий срок. Многолетники же в загущенном посеве замедляют развитие, чтобы накопить ресурсы для более мощных генеративных органов. Наблюдения над многими монокарпическими двулетниками привели к выводу, что за 2 года эти виды завершают жизненный цикл в питомниках только в разреженных посевах. А в природе, где конкуренция между растениями достаточно интенсивна, они живут значительно дольше (нередко до 10 и более лет) (Т. А. Работнов, 1960 и др.).

Большое значение в определении конкурентных отношений между особями вида имеет разнокачественность семян. Разные размеры семян определяют неодинаковую обеспеченность всходов питанием. В экспериментах

с клевером подземным (*Trifolium subterraneum*) было показано, что выросшие из крупных семян растения имели более длинные черешки и выносили листья выше, чем растения, возникшие из мелких семян. Это позволило крупносемянным особям побеждать в конкуренции за свет.

У клональных растений конкуренция может возникать между побегами, причем она тем сильнее, чем слабее конкуренция между клонами (Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, 1998). Конкуренция приводит и к тому, что возрастная структура популяций может меняться при изменении условий среды. Например, при внесении азотно-фосфорных удобрений общее число побегов осоки песчаной (*Carex arenaria*) не изменилось, но соотношение побегов разного возраста поменялось резко. Так, на удобренных участках стали преобладать молодые побеги, а более старые, многочисленные на контрольных площадках, стали редки, так как не выдержали конкуренции (М. Бигон и др., 1989). [<http://eco-rasteniya.ru/bioticheskie-ekologicheskie-factory/konkurentnye-vzaimootnosheniya-rastenij.html>]

Глава 5. Эпифиты и их взаимодействие с другими растениями

Помимо того, что растения способны влиять на условия окружающей среды, могут использовать животных в качестве пищи и помощников в распространении, а также имеют ряд защищающих их адаптаций, существуют растения, которые даже не нуждаются в почве.

Согласно определению, эпифиты — растения, которые проводят всю свою жизнь или какую-то ее часть на других растениях без связи с почвой, но при этом получают необходимые им минеральные вещества не из растения, на котором поселяются, а из окружающей среды. По оценкам ученых, эпифитный образ жизни ведет 10% видов растений. Когда говорят о них, чаще всего вспоминают экзотические растения из тропиков: орхидеи, бромелиевые, папоротники, многие из которых стали обычными на наших подоконниках. Но это лишь малая их часть. Эпифиты есть практически во всех классах растений и распространены по всему земному шару.

Эпифиты используют другие растения в качестве опоры и при большом заселении могут ему навредить. Хотя слово "эпифиты" переводится как "надревники", встречаются эпифиты не только среди наземных растений, но и среди водорослей. Некоторые эпифиты селятся на листьях, их называют эпифиллами. [<http://greendome.net/base/171-epiphyte.html>] [<http://www.pro-rasteniya.ru/glossariy/epifiti>]

Больше всего их действительно в тропических лесах, где под пологом пышной многоярусной растительности царит тьма. Неудивительно, что травянистые растения, а среди эпифитов большинство — травы, то есть растения, стебель которых не одревесневает и потому не может служить прочной опорой, способной высоко вверх вознести зеленые листья, — вынуждены искать иные пути к свету. Поэтому их особая стратегия — переселяться в верхние ярусы тропического леса — вполне объяснима. С такой же проблемой сталкиваются растения и в других климатических зонах: в

тенистых расщелинах гор и темнохвойных северных лесах. Но где бы ни росли эпифиты, цель у них одна: приспособиться к жизни на стволах и ветвях других растений.

5.1 Адаптации эпифитов

В связи с недостатком места обитания эпифиты имеют ряд приспособлений для получения питательных веществ и воды. Так у большинства орхидей это воздушные корни серебристого цвета, поверхностный слой которых называется веламен. Они имеют пористую поверхность, которая будто фильтр впитывает влагу из воздуха и поставляет ее растению. Воздушные корни некоторых орхидей при перемещении из сухого во влажный воздух способны за сутки увеличить свою массу на 11 %. Воздушные корни других эпифитов дорастают до почвы и проникают в нее, превращаясь в обычные. Корни других орхидей, напротив, в поисках питания, могут расти в верх, если там расположен источник получения их жизненной энергии.

Часто растения начинают своё существование как истинные эпифиты - высоко на дереве, где много солнца, но потом их длинные воздушные корни достигают почвы и укореняются в ней. Так растут многие крупные ароидные, фикусы.

У коммелиновых всасывающую роль играют волоски, покрывающие поверхность корней и придающие им бархатистость. Растения семейства бромелевые образуют розетку листьев, которые плотно охватывают друг друга, образуя у основания подобие чаш, в которые собирается дождевая вода. В чаши попадают также остатки листьев, пыль, утонувшие в воде насекомые и загнивают там. Впоследствии эта питательная масса всасывается растением.

Стоит заметить, что наши северные эпифиты - лишайники, поселяясь на стволе и толстых ветвях дерева, не приносят ему вреда при нормальных условиях развития дерева. Однако при замедленном росте, тонкие ветви

дерева также заселяются лишайником, что мешает дыханию дерева, нанося ему тем самым вред.

Еще одно необычное решение проблемы минерального питания найдено некоторыми представителями семейства мареновых, в том числе — мирмекодийей и гиднофитумом. Эти растения, обитающие в самых высоких ярусах тропического леса, заживо превратились в муравейники. В нижней части их стеблей расположены большие клубни, пронизанные внутри густой сетью лабиринтов и полостей, как будто специально для муравьев. Благоустроивая это жилище, насекомые приносят внутрь клубня растительные остатки, а растения извлекают из них для себя минеральные вещества. Ловко придумано: питание стекается к неподвижному растению с такой обширной территории, о которой другим и мечтать не приходится.

Бывают иные, более оригинальные способы. Орхидеи, одно из чудес растительного царства, при всей своей красоте обладают серьезным «природным» изъяном: тех органических веществ, которые они способны синтезировать, им не хватает.

Многие орхидеи и вовсе утратили способность к фотосинтезу и стали сапрофитами — растениями, которые полностью зависимы от внешних источников готовой органики. Всем своим существованием эти чудо-цветы обязаны соседству с грибами, которые питаются за счет гниющих растительных остатков и кормят орхидеи. Гифы грибов проникают в живые клетки корневища цветка. После этого орхидея переваривает часть гифов и усваивает находящиеся в них углеводы. Эти цветы нуждаются в грибах даже тогда, когда на ранних стадиях своего развития они неспособны к фотосинтезу (то есть сразу после прорастания семечка).

Но как же эпифиты достают воду? Для тех из них, кто проводит жизнь между небом и землей, единственный источник влаги — дожди и туманы.

Правда, зачастую и этот источник ненадежен, вот почему эпифиты создают запасы. Для этого у растений есть разные приспособления: «кувшины» из листьев, гигроскопические губчатые ткани, полости в стеблях. Бывает, что все растение целиком сложено из гигроскопической ткани, она разбухает после дождя, а в период засухи сморщивается настолько, что растения кажутся погибшими. На самом же деле они будто впадают в «спячку» и ждут следующего оживляющего дождя. Такая особенность присуща, например, некоторым эпифитным папоротникам, в том числе американскому папоротнику, широко распространенному в субтропической и тропической зонах Нового Света. В семействе бромелиевых, к которому относится ананас, есть растение, не похожее ни на одно из родственников. Оно называется тилландсия уснеевидная, что отражает внешнее сходство этого представителя с лишайником-бородачом — уснеей. В местах обитания все деревья увешаны длинными клочьями тилландсии.

В угоду эпифитному образу жизни она лишилась листьев и корней и впитывает влагу с помощью волосков, которые покрывают всю поверхность ее побегов. [<http://clubbrain.ru/referatu-botanika/epifity-i-pitanie/>]

Подземные корни, которые нужны обычным растениям для закрепления в почве и всасывания воды и минеральных растворов, эпифитам, в общем-то, ни к чему. Зато у них образуются многочисленные воздушные корни — другие и по предназначению, и по строению. Они нередко зеленые, так как в них есть хлорофилл — зеленый пигмент, ответственный за фотосинтез. Это первое отличие от обычных корней, способных к всасыванию и транспортировке полезных веществ, но только не к синтезу. Второе отличие — направление роста. Если подземные корни растут всегда вниз, то воздушные корни этому правилу не подчиняются. Они могут направляться вбок, вверх — в зависимости от цели. А цель бывает разная. В одних случаях нужно тянуться вверх, чтобы поднять растение и, соответственно, цветы — органы размножения — еще выше к свету. В других — для лучшего закрепления, вбок, иногда корням приходится многократно изменять направление роста, чтобы обмотать ствол

хозяина. Важная функция воздушных корней — добыча влаги, они нащупывают влажные места и снабжают растение водой. Отличаются они и строением: наружная часть коры воздушных корней состоит из мертвых пустых клеток, которые могут впитывать воду, подобно промокательной бумаге, и таким образом запасать, чтобы растение использовало ее по мере надобности. [<http://aquaria2.ru/node/7620>]

5.2 Взаимоотношения эпифитов с растениями-опорой

Эпифиты не считаются паразитами, но, тем не менее, они бывают привередливы в выборе растения-опоры. Многие орхидеи поселяются только на растениях одного вида. Что это — взаимовыгодный симбиоз или все же, они паразитируют на своих носителях?

Есть основание полагать, что отношения эпифитов и давших им пристанище "растений-хозяев" не всегда безобидны. Они могут быть нейтральными, отрицательными (эпифиты могут ускорять разрушение коры) и положительными (в продуктах жизнедеятельности гумусных эпифитов могут формироваться придаточные корни "растения-хозяина"). Безусловно, в целом роль лиан и эпифитов в организации растительных сообществ невелика.

К эпифитам принято относить только тех «постояльцев», которые не наносят ущерба хозяевам. В противном случае — это паразиты. В большинстве случаев это действительно так. Но в природе все сложнее. Одно эпифитное растение вместе с корневым «гнездом», наполненным влажной трухой, может весить несколько десятков килограммов, а ведь на стволе их может быть несколько. У эпифитного папоротника «олений рог» из рода платицериум верхние листья по форме напоминают ветвистые рога, а крупные нижние овальные листья создают нишу, где скапливаются перегной и остатки старых листьев. С возрастом ниша увеличивается, и у самых крупных экземпляров она иногда достигает массы 100 килограммов. Неудивительно, что растения с эпифитами обламываются чаще тех, которые не обременены лишним весом. В самую тихую погоду тропический лес полон треска постоянно

обламывающихся веток и грохота от их падения наземь. Пусть не злонамеренно, но эпифиты все же сокращают своим хозяевам срок жизни.

Т. А. Работнов считает, что влияние этих "нетрофических полупаразитов" может быть и существенным, поскольку лианы представлены широкой гаммой растений - от сравнительно слабых, которые практически не воздействуют на растение-подпорку, до сильных, таких как лианы-душители. [Березина Н.А., Афанасьева Н.В. "Экология растений"] Из тысячи известных видов фикусов около ста начинают свою жизнь как душители. Хотя «злого умысла» нет и у них. Иногда фикусовое семечко прорастает не на почве, а где-нибудь в выстланной перегноем развилке живого дерева. По мере роста фикус спускает вниз воздушные корни, чтобы дотянуться до почвы, укорениться и проститься с эпифитным детством, ведь взрослые фикусы ведут традиционный почвенный образ жизни. Но воздушные корни, с самого начала оплетающие растение-опору, растут, становятся все толще, сдавливают его и тем самым убивают. И в результате от него остается лишь полый каркас из плотно переплетенных корней фикуса. Поскольку жизнь в образе эпифита — лишь временная стадия в жизни фикусов, их называют полуэпифитами.

Эпифиты, которые питаются за счет коры растения хозяина, — это еще одно отклонение от «нормы». Конечно, кора — это только поверхностный слой ствола, предназначенный для защиты более важных его частей — луба и древесины, и кора все время отрастает новая, то есть здоровью хозяина такой эпифит не вредит. Но и бескорыстными такие отношения тоже не назовешь.

Давно подмечено, что на древесине деревьев, обросших лишайниками, есть пятна другого цвета, нежели остальная древесина. Перемена окраски — признак изменения химического состава. Теперь точно известно, что лишайники выделяют в ткани дерева-субстрата ферменты, расщепляющие полисахариды — крахмал, целлюлозу и сахарозу — до простых сахаров —

глюкозы и фруктозы. По сути, это наружное переваривание. Так что не такие уж они и безвредные.

В водных сообществах тоже встречаются эпифиты. Вода, даже незагрязненная, уже в небольшом слое поглощает большую часть светового спектра, и даже в самых чистых озерах на глубине 20—30 м царит сумрак. В замутненных же реках солнечным лучам недоступны даже двух–трехметровые глубины. Неудивительно, что у водных растений фотосинтезирующие части всегда расположены возле поверхности. Микроскопические водоросли, которым тоже не прожить без света, используют их в своих интересах и во множестве вырастают на верхних частях крупных растений. Это так называемые «обрастания». В роли опор в пресных водах выступают рдесты и другие водные цветковые, в морях — морская трава zostера и бурые водоросли ламинарии, фукусы или цистозира. Непрошенные поселенцы причиняют неудобства и им. Слой живых и разрушенных водорослевых клеток, как бы они ни были малы, плохо пропускает свет к зеленым частям растения-хозяина, затрудняет фотосинтез, приводит к преждевременному их старению, привлекает мелких беспозвоночных животных-соскабливателей, которые довершают разрушение нежных тканей.

[<http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/3099/>]

Несмотря на хорошую изученность, эпифиты остаются до конца неразгаданными. Из-за своей способности обходиться без почвенного питания они стали притягательными объектами для научной фантастики, при этом не теряя интерес со стороны ученых.

Глава 6. Характеристика почвы как среды обитания

Если эпифиты, способные обходиться без почвы, являются скорее исключением, чем правилом. Почва - уникальное образование, дающее растениям минеральное питание, растения в свою очередь являются пищей для фитофагов и так далее, до возвращения в почву. Однако, для большого числа организмов почва является средой обитания.

В природе существует всего четыре среды жизни: водная, наземно-воздушная, организменная и почвенная. Каждая из сред отличается своими абиотическими условиями, определяющими биоту .

Большая часть суши покрыта тонким слоем (по сравнению с толщиной земной коры) почвы, названной В.И. Вернадским биокосным телом. Почва представляет собой сложный многослойный «пирог» из горизонтов с разными свойствами, причем состав и толщина «пирога» в разных зонах различны. Любая почва представляет собой многофазную систему, в состав которой входят:

- минеральные частицы – от тончайшего ила до песка и гравия;
- органическое вещество – от тел только что умерших животных и отмерших корней растений до гумуса, в котором это органическое вещество подверглось сложной химической обработке;
- газовая (воздушная) фаза, характер которой во многом определяется физическими свойствами почвы – ее структурой и соответственно плотностью и порозностью. Газовая фаза почвы всегда обогащена углекислым газом и парами воды и может быть обеднена кислородом, что сближает условия жизни в почве с условиями водной среды;
- водная фаза. Вода в почве также может содержаться в разных количествах (от избытка до крайнего дефицита) и в разных качествах, быть

гравитационной, т.е. свободно перемещающейся по капиллярам и наиболее доступной для корней растений и животных организмов, гигроскопической, т.е. входящей в состав коллоидных частиц, и газовой, т.е. в форме пара.

Эта многофазность почв делает их среду наиболее насыщенной жизнью. В почвах сконцентрирована основная биомасса животных, бактерий, грибов. Совокупность организмов, обитающих в почве называется эдафоном.

Гигантское разнообразие жизни в почве включает не только те организмы, которые живут в ней постоянно – позвоночные (кроты), членистоногие, бактерии, водоросли, дождевые черви и т.д., но и те организмы, которые связаны с ней лишь в начале своей «биографии» (саранчовые, многие жуки и т.д.). [Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова "Основы общей экологии Учебное пособие."М.: Университетская книга, 2005] Кроме постоянных “жителей” в почве есть временные “квартиранты”: суслики, сурки, кролики, барсуки. Они роют в почве норы, в которых отдыхают, спасаются от врагов, размножаются, зимуют, делают запасы.

6.1 Основные почвенные характеристики

По Г. Добровольскому (1979), «почвой следует называть поверхностный слой земного шара, обладающий плодородием, характеризующийся органо-минеральным составом и особым, только ему присущим профильным типом строения. Почва возникла и развивается в результате совокупного воздействия на горные породы воды, воздуха, солнечной энергии, растительных и животных организмов. Свойства почвы отражают местные особенности природных условий». Таким образом, свойства почвы в своей совокупности создают определенный экологический режим ее, основными показателями которого служат гидротермические факторы и аэрация.

В состав почвы входят четыре важных структурных компонента: минеральная основа (обычно 50 — 60% общего состава почвы), органическое вещество (до 10%), воздух (15 — 25%) и вода (25—35%).

Хотя почва — рыхлый верхний слой земной поверхности, однако почвенную среду более плотное, чем наземно — воздушную и водную. Здесь не побежишь, не полетит, выплыв. В нем практически отсутствует солнечный свет и значительно меньше кислорода, чем в наземно — воздушной среде.

К основным факторам, которые делают почву средой обитания многих организмов, относятся; влажность, температура, воздух, заполняет полости между комочками почвы, наличие органических и неорганических веществ.

Органическое вещество почвы. Животные и растения, обитающие на почве и в почве, постоянно воздействуют на субстрат, забирая у него питательные вещества. Поэтому каждый раз нарушается только что установившееся химическое равновесие в почве, происходит дальнейшее углубление процессов разложения и выветривания.

Из отмерших растений образовавшаяся органическая субстанция попадает в виде опада листвы и хвои в почву, перерабатывается микроорганизмами и превращается непосредственно или через животные организмы в почвенный гумус. Таким путем она вновь вовлекается в минеральный или пищевой круговорот и может быть в обновленном виде усвоена растениями.

Несмотря на то, что число микроорганизмов в 1 дм³ почвы измеряется миллионами, в общей массе они составляют только 5% суммарного количества органических соединений. Минеральная субстанция почвы занимает 93%. Органическое вещество почвы, состоящее из отмерших остатков растений и животных, называют *гумусом*. Таким образом, процесс гумусообразования начинается разрушением и измельчением растительной массы и мертвого животного вещества. Этот процесс осуществляется позвоночными животными при обязательном участии грибов и бактерий. К таким животным относятся: *фитофаги*, питающиеся тканями живых

растений; *сапрофаги* потребляющие мертвые вещества растений, *некрофаги*, питающиеся трупами животных; *хищники*, поедающие живых животных; *копрофаги*, уничтожающие экскременты животных. Все они составляют сложную систему, получившую название *сапрофильного комплекса* животных.

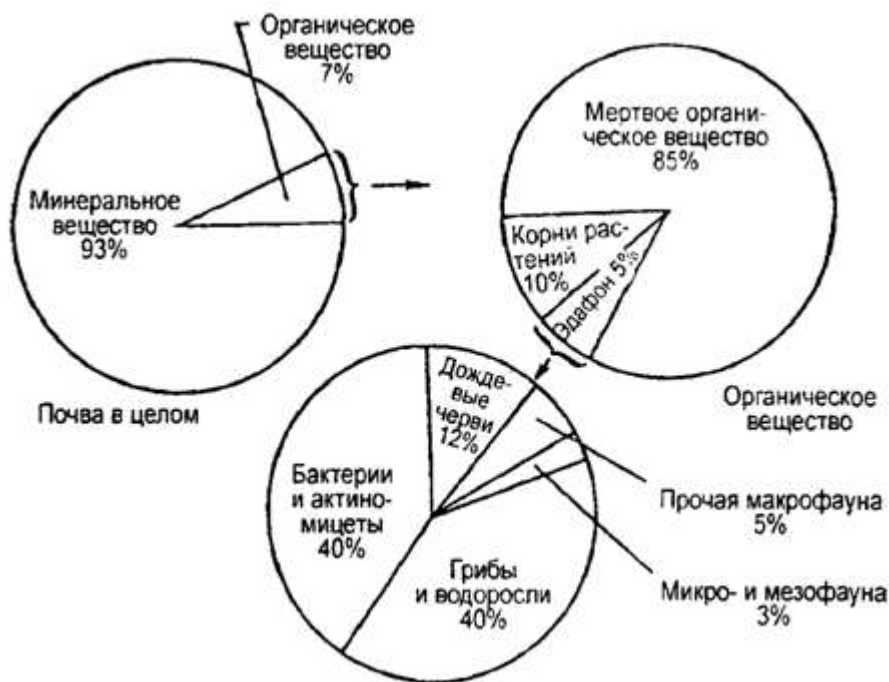


Рисунок 3. Общий состав верхнего слоя почвы и его эдафона
[\[http://lib4all.ru/base/V3337/img/V3337p166-1.jpg\]](http://lib4all.ru/base/V3337/img/V3337p166-1.jpg)

Большую роль в разрыхлении почвы, механическом перемещении органического и минерального вещества играют подвижные почвенные животные (дождевые черви, грызуны и др.).

Влажность и аэрация. Как нами было отмечено при изучении наземно-воздушной среды жизни, по физическому состоянию, подвижности, доступности и значению для растений почвенная вода подразделяется на гравитационную, гигроскопическую и капиллярную (рис. 4).

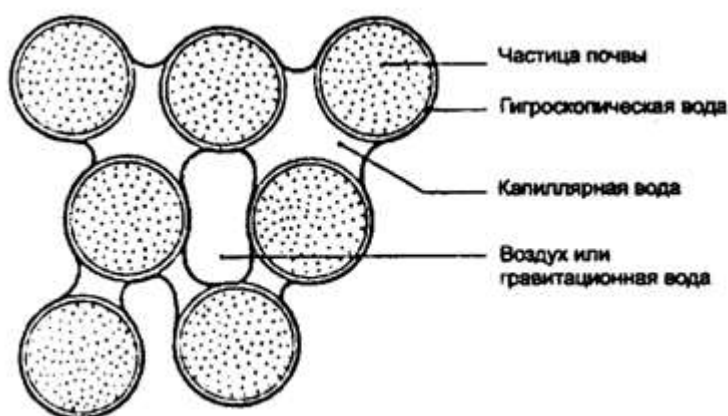


Рисунок 4. Три типа почвенной воды

[<http://lib4all.ru/base/B3337/img/B3337p169-1.jpg>]

Гравитационная вода — подвижная вода, является основной разновидностью свободной воды, которая заполняет широкие промежутки между частицами почвы и просачивается вниз сквозь почву под действием силы тяжести, (рис. 4) Три типа почвенной воды пока не достигнет грунтовых вод. Растения легко усваивают гравитационную воду, когда она находится в зоне корневой системы. С этой точки зрения для растений весьма важен полив почвы, смачивание ее водой.

Вода в почве удерживается также вокруг отдельных коллоидных частиц в виде тонкой прочной связанной пленки. Такую воду называют *гигроскопической*. Она адсорбируется за счет водородных связей на поверхности глины и кварца или на катионах, связанных с глинистыми минералами и гумусом. Гигроскопическая вода высвобождается только при температуре 105—110°C и физиологически практически недоступна растениям. Количество гигроскопической воды зависит от содержания в почве коллоидных частиц. В глинистых почвах ее содержится около 15%, в песчаных около 5% массы почвы. Она образует так называемый мертвый запас воды в почве.

По мере того как накапливаются слои воды вокруг почвенных частиц, она начинает заполнять сначала узкие поры между этими частицами, а затем

распространяется во все более широкие поры. Гигроскопическая вода постепенно переходит в *капиллярную*, удерживающуюся вокруг почвенных частиц силами поверхностного натяжения. Капиллярная вода может подниматься по узким порам и канальцам от уровня грунтовых вод благодаря высокому поверхностному натяжению воды. Растения легко поглощают капиллярную воду, играющую наибольшую роль в регулярном снабжении их водой. Капиллярная вода в отличие от гигроскопической легко испаряется. Тонкоструктурные почвы, например глины, удерживают больше капиллярной воды, чем грубоструктурные, такие, как пески.

Помимо перечисленных форм воды в почве содержится *парообразная влага*, занимающая все свободные от воды поры.

Водный и воздушный режимы почвы зависят от вида почвы и содержания в ней гумуса. Последние в свою очередь влияют на пористость, влагоемкость и водопроницаемость почв и тем самым — на их тепловой баланс.

В рыхлой почве (слева) пористость верхнего слоя (до 70 см) составляет 20—30%; воды мало — 10—20%, ее содержание увеличивается только на большой глубине. Обратное соотношение наблюдается у тяжелых почв (справа). Вода заполняет в них практически все поры. Только верхний горизонт глубиной 30 см обеспечен воздухом (не более 15%). Большая примесь как глинистых, так и песчаных частиц снижает качество почвы. Песчаные (легкие) почвы имеют малую влагоемкость. Они слишком быстро высыхают. Глинистые (тяжелые) почвы содержат слишком мало воздуха, поэтому они плохо прогреваются и таким образом задерживают рост растений и деятельность почвенных организмов. Наилучшие условия для роста растений имеют пылеватые суглинки и суглинки, их водные и воздушные режимы оптимальны.

Хорошо увлажненная почва легко прогревается и медленно остывает. На поверхности ее происходят более резкие колебания температур, чем в глубине.

При этом суточные колебания ее затрагивают слои до глубины 1 м. Если учесть, что зимой температура почвы с глубиной повышается, а летом, наоборот, падает, то легко представить сезонные вертикальные миграции почвенных обитателей, которые вызываются изменением условий среды. Естественно, зимой почвенные животные находятся глубже, чем летом.

Большую роль в формировании почвы играет *рельеф*. На одинаковых и одновозрастных формах рельефа образуются близкие и однотипные почвы. На местности с расчлененным рельефом, неодинаковым уровнем *грунтовых вод* наблюдаются различия в климате, режиме тепла, скорости испарения поверхностной влаги и в распределении атмосферных осадков. Все это существенно влияет на физические и химические свойства почв, а также и на характер растительного покрова и животного мира. [А.С. Степановских "Экология. Учебник для вузов"]

В связи с перечисленными особенностями почвы, организмы, обитающие в ней, должны приспосабливаться к ним. Зависимость адаптаций эдафона и условий жизни в почве показана в таблице 2.

Таблица 2. Особенности почвы, как среды обитания.

Особенности почвы	Приспособления организмов	Примеры организмов
1. Высокая плотность	Микроскопические размеры Роющие конечности, способность изменять толщину своего тела, мощные резцы Округлая, червеобразная форма тела	Водоросли, грибы, простейшие, вирусы, бактерии Кроты, медведки, слепыши Дождевые черви, личинки насекомых, многоножки
2. Комковатая структура	Прочные и гибкие покровы тела (защита от повреждений)	Жуки, клещи, муравьи
3. Отсутствие света почти во всех горизонтах	Редукция органов зрения, исчезновение пигментации (окраски) у части растений и животных	Кроты, слепыши Микроорганизмы
4. Полости заполнены газами и растворами	Наличие плотной, не проницаемой для воды и газов оболочки - кутикулы	Почвенные насекомые
5.	Кожное дыхание	Дождевые черви,

Недостаток кислорода, избыток углекислоты	(использование воздуха, растворенного в воде)	личинки насекомых и другие беспозвоночные
б. Большое количество мертвых организмов	Развитие сапрофагии - питания разложившимися остатками	Дождевые черви, бактерии, грибы

6.2 Экологические группы почвенных организмов

Растения, животные и микроорганизмы, обитающие в почве, находятся в постоянном взаимодействии друг с другом и со средой обитания. Данные взаимоотношения сложны и многообразны. Животные и бактерии потребляют растительные углеводы, жиры и белки. Благодаря этим взаимоотношениям и в результате коренных изменений физических, химических и биохимических свойств горной породы в природе постоянно происходят почвообразовательные процессы. В среднем почва содержит 2 — 3 кг/м² живых растений и животных, или 20 — 30 т/га. При этом в умеренном климатическом поясе корни растений составляют 15т (на 1 га), насекомые — 1 т, дождевые черви — 500 кг, нематоды — 50кг, ракообразные—40 кг, улитки, слизни—20кг, змеи, грызуны — 20 кг, бактерии — 3т, грибы — 3т, актиномицеты — 1,5 т, простейшие — 100 кг, водоросли — 100 кг.

Несмотря на неоднородность экологических условий в почве, она выступает как достаточно стабильная среда, особенно для подвижных организмов. Крупный градиент температур и влажности в почвенном профиле позволяет почвенным животным путем незначительных перемещений обеспечить себе подходящую экологическую обстановку.

6.3 Классификация обитателей почвы и их приспособления к жизни в почвенной среде

Неоднородность почвы приводит к тому, что для организмов разных размеров она выступает как разная среда. Для микроорганизмов особое значение имеет огромная суммарная поверхность почвенных частиц, потому что на них адсорбируется подавляющая часть микроорганизмов. Сложность почвенной среды создает большое разнообразие для самых разных функциональных групп: аэробов, анаэробов, потребителей органических и минеральных соединений. Для распределения микроорганизмов в почве характерна мелкая очаговость, так как на протяжении нескольких миллиметров могут сменяться разные экологические зоны.

По степени связи с почвой как средой обитания животных объединяют в три экологические группы: геобионты, геофилы и геоксены.

Геобионты — животные, постоянно обитающие в почве. Весь цикл их развития протекает в почвенной среде. Это такие, как дождевые черви (*Lymbricidae*), многие первичнобескрылые насекомые (*Apterygota*).

Геофилы — животные, часть цикла развития которых (чаще одна из фаз) обязательно проходит в почве. К этой группе принадлежит большинство насекомых: саранчовые (*Acridoidea*), ряд жуков (*Staphylinidae*, *Carabidae*, *Elateridae*), комары-долгоножки (*Tipulidae*). Их личинки развиваются в почве. Во взрослом же состоянии это типичные наземные обитатели. К геофилам принадлежат и насекомые, которые в почве находятся в фазе куколки.

Геоксены — животные, иногда посещающие почву для временного укрытия или убежища. К геоксенам из насекомых относятся таракановые (*Blattodea*), многие полужесткокрылые (*Hemiptera*), некоторые развивающиеся вне почвы жуки. Сюда же относятся грызуны и другие млекопитающие, живущие в норах.

Вместе с тем приведенная классификация не отражает роли животных в почвообразовательных процессах, так как в каждой группе есть организмы, активно передвигающиеся и питающиеся в почве и пассивные, которые пребывают в почве в период отдельных фаз развития (личинки, куколки или яйца насекомых). Почвенных обитателей в зависимости от их размеров и степени подвижности можно разделить на несколько групп.

Микробиотин, микробиота — это почвенные микроорганизмы, составляющие основное звено детритной пищевой цепи, представляют собой как бы промежуточное звено между растительными остатками и почвенными животными. Сюда относятся прежде всего зеленые (*Chlorophyta*) и сине-зеленые (*Cyanophyta*) водоросли, бактерии (*Bacteria*), грибы (*Fungi*) и простейшие (*Protozoa*). По существу можно сказать, что это водные организмы, а почва для них — это система микроводоемов. Они живут в почвенных порах, заполненных гравитационной или капиллярной водой, как и микроорганизмы, часть жизни могут находиться в адсорбированном состоянии на поверхности частиц в тонких прослойках пленочной влаги. Многие из них обитают и в обычных водоемах. Вместе с тем почвенные формы обычно мельче пресноводных и отличаются способностью значительное время находиться в инцистированном состоянии, переживая неблагоприятные периоды. Так, пресноводные амёбы имеют размеры 50—100 мкм, почвенные— 10—15 мкм. Жгутиковые не превышают 2—5 мкм. Почвенные инфузории также имеют мелкие размеры и могут в значительной степени менять форму тела.

Мезобиотин, мезобиота — это совокупность сравнительно мелких, легко извлекающихся из почвы, подвижных животных. Сюда относятся почвенные нематоды (*Nematoda*), мелкие личинки насекомых, клещи (*Oribatei*), ногохвостки (*Collembola*) и др. Эта группа весьма многочисленна — от десятков и сотен тысяч до миллионов особей на 1 м² почвы. Питаются в основном детритом и бактериями. Клещи и насекомые нередко являются

хищниками. Отдельные виды нематод паразитируют в корнях растений, зачастую сильно их повреждая.

Для данной группы животных почва представляется как система мелких пещер. У них нет специальных приспособлений к рытью. Они ползают по стенкам почвенных полостей при помощи конечностей или червеобразно извиваясь. Насыщенный водяными парами почвенный воздух позволяет им дышать через покровы тела. Нередко виды животных этой группы не имеют трахейной системы и весьма чувствительны к высыханию. Средством спасения от колебаний влажности воздуха для них является передвижение вглубь. Более крупные животные имеют некоторые приспособления, которые позволяют переносить в течение некоторого времени снижение влажности почвенного воздуха: защитные чешуйки на теле, частичная непроницаемость покровов и др.

Периоды затопления почвы водой животные переживают, как правило, в пузырьках воздуха. Воздух задерживается вокруг их тела из-за несмачиваемости покровов, снабженных у большинства из них волосками, чешуйками и т. д. Пузырек воздуха играет для животного своеобразную роль «физической жабры». Дыхание осуществляется за счет кислорода, диффундирующего в воздушную прослойку из окружающей среды. Животные мезо- и микробиотипов способны переносить зимнее промерзание почвы, что особенно является важным, так как большинство из них не может уходить вниз из слоев, подвергающихся воздействию отрицательных температур.

Макробиотип, макробиота — это крупные почвенные животные: с размерами тела от 2 до 20 мм. К данной группе относятся личинки насекомых, многоножки, энхитреиды, дождевые черви и др. Почва для них является плотной средой, оказывающей значительное механическое сопротивление при движении. Они передвигаются в почве, расширяя естественные скважины путем раздвижения почвенных частиц, роя новые ходы. Оба способа

передвижения накладывают отпечаток на внешнее строение животных. У многих видов развиты приспособления к экологически более выгодному типу передвижения в почве — рытью с закупориванием за собой хода. Газообмен большинства видов данной группы осуществляется при помощи специализированных органов дыхания, но наряду с этим дополняется газообменом через покровы. У дождевых червей и энхитреид отмечается исключительно кожное дыхание. Роющие животные могут уходить из слоев, где возникает неблагоприятная обстановка. К зиме и в засуху они концентрируются в более глубоких слоях, большей частью в нескольких десятках сантиметров от поверхности.

Мегабиотип, мегабиота — это крупные землерои, главным образом из числа млекопитающих.

Многие из них проводят в почве всю жизнь (златокроты в Африке, кроты Евразии, сумчатые кроты Австралии, слепыши, слепушонки, цокоры и т. п.). Они прокладывают в почве целые системы ходов и нор. Приспособленность к роющему подземному образу жизни находит отражение во внешнем облике и анатомических особенностях этих животных: недоразвиты глаза, компактное вальковатое тело с короткой шеей, короткий густой мех, сильные компактные конечности с крепкими когтями.

Помимо постоянных обитателей почвы, среди группы животных нередко выделяют в отдельную экологическую группу *обитателей нор*. К данной группе животных относятся барсуки, сурки, суслики, тушканчики и др. Они кормятся на поверхности, однако размножаются, зимуют, отдыхают, спасаются от опасности в почве. Ряд других животных используют их норы, находя в них благоприятный микроклимат и укрытие от врагов. Обитатели нор, или норники, имеют черты строения, характерные для наземных животных, но в то же время обладают рядом приспособлений, которые указывают на роющий образ жизни.

Так, для барсуков характерным являются длинные когти и сильная мускулатура на передних конечностях, узкая голова, небольшие ушные раковины.

К особой группе *псаммофилов* относят животных, заселяющих сыпучие подвижные пески. У позвоночных псаммофилов конечности нередко устроены в форме своеобразных «песчаных лыж», облегчающих передвижение по рыхлому грунту. Например, у тонкопалого суслика и гребнепалого тушканчика пальцы покрыты длинными волосами и роговыми выростами. Птицы и млекопитающие песчаных пустынь способны преодолевать большие расстояния в поисках воды (бегунки, рябки) или длительное время обходиться без нее (верблюды). Целый ряд животных получают воду вместе с пищей или запасают ее в период дождей, накапливая в мочевом пузыре, в подкожных тканях, в брюшной полости. Другие животные прячутся во время засухи в норы, зарываются в песок или впадают в летнюю спячку. Многие членистоногие также живут в подвижных песках. К типичным псаммофилам относятся мраморные хрущи из рода *Polyphylla*, личинки муравьиных львов (*Myrmeleonida*) и скакунов (*Cicindelinae*), большое количество перепончатокрылых (*Hymenoptera*). Почвенные животные, обитающие в подвижных песках, имеют специфические приспособления, которые обеспечивают им передвижение в рыхлом грунте. Как правило, это «минирующие» животные, раздвигающие частицы песка. Сыпучие пески заселяются только типичными псаммофилами.

Как уже было отмечено выше, 25% всех почв нашей планеты Земля засолено. Животных, приспособившихся к жизни на засоленных почвах, называют *галофилами*. Обычно в засоленных почвах фауна в количественном и качественном отношении сильно обедняется. Например, исчезают личинки щелкунов (*Elateridae*), хрущей (*Melolonthinae*), а вместе с тем появляются специфические галофилы, которые не встречаются в почвах обычной засоленности. Среди них можно отметить личинки некоторых пустынных жуков-чернотелок (*Tenebrionidae*).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение всех видов взаимоотношений организмов во всех средах жизни является чрезвычайно сложной задачей. Кажется, что на нашей маленькой планете не осталось белых пятен, но ученые до сих пор находят новые виды растений, животных, грибов, микроорганизмов, а значит будут найдены и другие экологические особенности и адаптации к жизни на Земле. Сохранение биоразнообразия планеты, а в лучшем случае, его приумножение - одна из задач современного мирового сообщества. Ключ к этому кроется в углублении знаний о многообразии форм жизни, сред обитания и взаимоотношений организмов между собой и с окружающим миром. В природе все находится в хрупком балансе, задача человека на данном этапе развития - не разрушить этот механизм окончательно. Природа имеет возможность к самовосстановлению, но с каждым годом экологическая обстановка ухудшается, что увеличивает его срок. В своей работе я постаралась освятить некоторые виды взаимоотношений между растениями и растениями, растениями и животными, а также постаралась раскрыть почву не как источник плодородия, а как дом для целого ряда организмов.

Подводя итоги, хотелось бы сказать, что все виды взаимоотношений между организмами необходимы для нормальной жизнедеятельности всех участников биогеоценозов.

Так, размножение и распространение растений с помощью животных повышает конкуренцию между растениями, расширяя "поле боя", превращая своих врагов-фитофагов в своих союзников.

Поедание фитофагами частей растения не всегда способствует размножению и распространению растений. В ходе совместной эволюции растений и фитофагов у первых вырабатывались различные способы защиты от фитофагов, а у вторых в свою очередь находились новые способы обхода

защиты. В конечном итоге, появлялись животные, специализирующиеся на поедании определенных растений, защиту которых они приспособились обходить лучше, чем другие, а у растений в свою очередь появлялись более совершенные методы защиты.

Помимо животных, питающихся растениями, на нашей удивительной планете существуют растения, поедающие насекомых и мелких млекопитающих. Такие растения изучены еще не в полной мере, однако, сейчас можно сказать, что эти растения нашли довольно интересный способ компенсации недостатка почвенного питания, получая необходимые питательные вещества в готовом виде, подобно животным.

Трансабиотические взаимоотношения растений между собой являются интересным видом конкуренции. Как и в прошлых случаях, не отменяется естественный отбор, и выживает наиболее приспособившийся, затенивший конкурентов или отравивших их своими выделениями.

Одним из проявлений трансабиотических взаимоотношений можно назвать эпифитов. Эти растения оторвались от почвы и используют другие растения в качестве субстрата, чтобы быть более успешными в борьбе за солнечный свет.

И наконец, почва, без которой невозможно представить жизнь на Земле. Удивительное образование, преобразованное благодаря жизни, дающее растениям необходимые питательные вещества, для поддержания жизни на Земле, а также являющееся средой жизни для огромного количества живых организмов. Жизнь в такой среде, как почва, имеет свои особенности, из-за которых обитатели почв имеют уникальные адаптации.

Насколько разнообразна жизнь на Земле, настолько разнообразны и адаптации обитателей планеты к окружающей природной среде. Все эти

многообразные связи и взаимоотношения требуют изучения для гармоничного сосуществования человека и природы.

Список используемых источников

Баландин С. А., Абрамова Л.И., Березина Н.А. "Общая ботаника с основами геоботаники"

Березина Н.А., Афанасьева Н.В. "Экология растений"

Воробьев Г.И. "Лесная энциклопедия"

Миркин Б.М., Наумова Л.Г. "Основы общей экологии Учебное пособие."

Морозов Г.Ф. "Учение о лесе"

Степановских А.С. "Экология. Учебник для вузов"

Тахтаджян А.Л. "Жизнь растений в 6 томах"

Челнокова А.А. "Общая и прикладная экология"

Шестеперов А. А. "Критерии оценки фитопаразитов животного происхождения // Защита и карантин растений."

<http://www.ecolognatural.ru/enats-382-4.html>

<http://eco-rasteniya.ru/bioticheskie-ekologicheskie-factory/konkurentnye-vzaimootnosheniya-rastenij.html>

<http://www.ecolognatural.ru/enats-382-4.html>

<http://vivovoco.astronet.ru/VV/PAPERS/BIO/DARWIN/DROSER/DROSERA.HTM>

<http://www.infoniac.ru/news/10-udivitel-nyh-hishnyh-rastenii.html>

<http://www.polnaja-jenciklopedija.ru/biologiya/vliyanie-rasteniy-drug-na-druga.html>

<http://greendome.net/base/171-epiphyte.html>

<http://www.pro-rasteniya.ru/glossariy/epifiti>

<http://clubbrain.ru/referatu-botanika/epifity-i-pitanie/>

<http://aquaria2.ru/node/7620>

<http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/3099/>