

Федеральное агентство по образованию РФ  
ГОУ ВПО «Шадринский государственный педагогический институт»  
Факультет педагогики и методики начального образования  
Кафедра биологии с методикой преподавания

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**Взаимодействие микроорганизмов с высшими растениями**

Научный руководитель:  
ст. преподаватель кафедры биологии с  
методикой преподавания  
Ревякина Г.А.

Шадринск 2005

## Содержание

Введение

Глава 1. Основы взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями

1.1 Понятие и виды взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями

1.2 Симбиотические взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями

1.3 Влияние фитопатогенных микроорганизмов на жизнедеятельность высших растений

Выводы по главе I

**Глава 2. Место и роль знаний о взаимодействиях микроорганизмов с высшими растениями в школьном курсе биологии**

2.1 Использование знаний о взаимодействии микроорганизмов с высшими растениями на уроках биологии

2.2 Практическое применение знаний о взаимодействии микроорганизмов с высшими растениями во внеурочной работе

Выводы по главе II

Заключение

Библиографический список

Приложение

## **Введение**

Развитие современной науки привело к тому, что в основе естественнонаучной картины мира лежит живой организм и его взаимодействия. Одним из центральных вопросов современной биологической науки является вопрос о взаимодействии микроорганизмов с высшими растениями, обеспечивающее регуляцию жизненных процессов. Именно взаимодействие микроорганизмов с высшими растениями регулирует слаженность физиологических процессов, упорядоченность развития организмов, способность их к адаптации в меняющихся условиях.

В настоящее время биологические исследования характеризуются особым вниманием к вопросам повышения урожайности растений и уменьшения их заболеваемости при помощи микроскопически малых организмов. Это основано на изучении разнообразных видов взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями, основы которых изучаются уже в школьном курсе биологии.

Микробиологи В.П. Израильский и Н.А. Красильников изучали важные микробиологические процессы в почве и их возбудителей. М.М. Кононова и Г.Л. Селибер исследовали состав микробного населения различных почв, М.П. Корсакова, Е. Н. Мишустин занимались вопросами динамики развития почвенной микрофлоры и эколого-географической изменчивости почвенных бактерий. К. И. Рудаков выделил закономерности распространения микробов в зависимости от географических и экологических факторов среды. Проблемы взаимоотношения микроорганизмов с высшими растениями раскрыты в трудах Н.И. Вавилова, А.В. Рыбалко, М.В. Фёдорова, Б.П. Токина и других ученых.

Материал о фитопатогенных микроорганизмах использовала в методике преподавания биологии Г.Г. Захарченко. Особое внимание изучению микоризы, ризосферных и эпифитных микроорганизмов на уроках биологии уделила В.М. Пакулова. Важность связи полученных знаний с их

практическим применением рассматривал И.Д. Зверев.

Тема взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями методике преподавания биологии изучена недостаточно. «Обязательный минимум содержания основного общего образования по биологии» включает изучение бактерий и грибов – возбудителей заболеваний растений (1998).

Взаимодействие микроорганизмов с высшими растениями создает базу для развития отраслей растениеводства, обеспечивая человечество экологически чистыми продуктами питания, поэтому теоретические и практические знания и умения, формируемые при изучении курса биологии, могут применяться в практической деятельности.

В связи с актуальностью проблемы нами определена тема выпускной квалификационной работы: *«Взаимодействие микроорганизмов с высшими растениями»*.

*Цель исследования:* изучить виды взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями и возможность использования этих знаний в школьном курсе биологии.

*Объект исследования:* влияние микроорганизмов на растения

*Предмет исследования:* виды взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями.

В соответствии с целью, объектом и предметом были определены *задачи исследования:*

- 1) Проанализировать имеющуюся по данной теме специальную, биологическую и педагогическую и методическую литературу.
- 2) Выявить особенности симбиотического взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями.
- 3) Выяснить влияние фитопатогенных микроорганизмов на жизнедеятельность высших растений.
- 4) Показать возможность использования этих знаний в школьном курсе биологии.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, двух глав,

выводов, заключения, библиографического списка, приложения. Объем работы – 55 страниц машинописного текста. Список литературы включает 45 источников.

## **Глава I. Основы взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями**

### **1.1 Понятие и виды взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями**

Растения вступают в тесные взаимоотношения с содержащейся в почве микрофлорой. Некоторые бактерии и грибы, обитающие в почве и на корнях, постепенно переходят в наземную часть развивающегося растения и расселяются на ней (15, 256). Отсюда неизбежно взаимодействие высших растений и микроорганизмов.

По мнению Н. Ф. Реймерса, *микроорганизмы* – это организмы, величина которых от 50 до 500 мкм (36, 102).

Учёный В. Б. Богорад относит к *микроорганизмам* – невидимые простым глазом растительные и животные организмы (3, 124). Иногда употребляется термин «*микробы*» – это общее название микроскопически малых организмов, к которым относятся бактерии, актиномицеты, дрожжи, некоторые грибы (3, 24).

Мы в своей работе будем придерживаться определения микроорганизмов, данного Н. Ф. Реймерсом.

По определению, данного В. Б. Богорадом, *высшие растения* - это автотрофные формы, имеющие расчленение на листья, стебли и корни (3, 47).

Высшие растения как все живые существа постоянно взаимодействуют с микроорганизмами, являясь одной из природных сред обитания микробов.

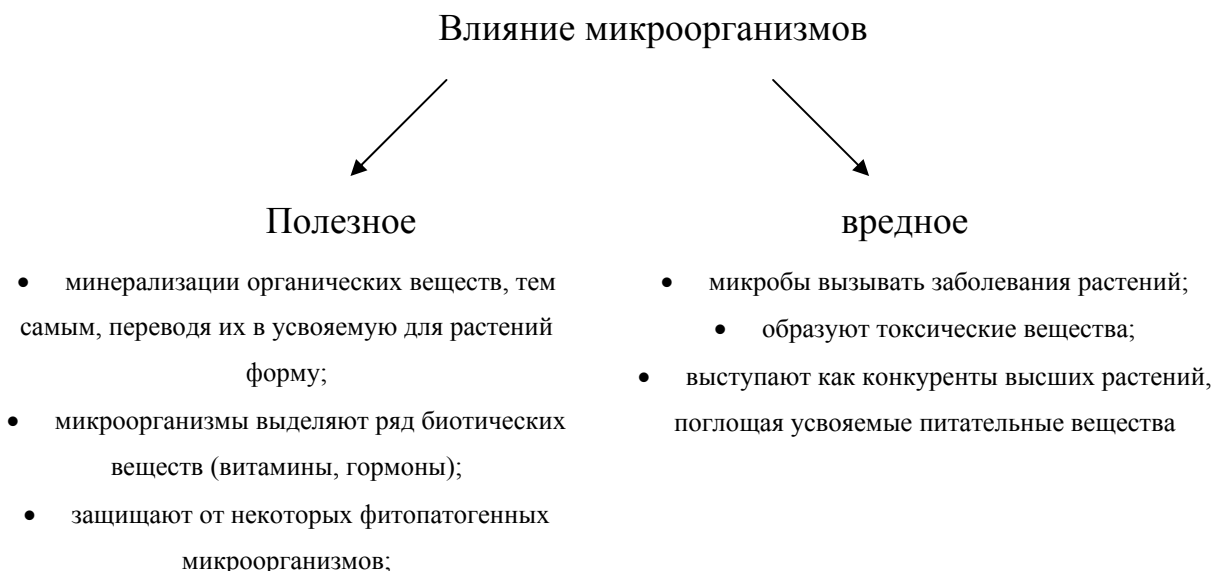
*Взаимодействие* – это взаимная связь, согласованность действий (24, 48).

Из выше сказанного сформулируем определение «*взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями*» - это взаимная связь организмов величиной от 50 до 500 мкм с автотрофными формами, имеющими

расчленение на листья, стебли и корни.

Растения выделяют во внешнюю среду различные органические соединения – сахара, органические кислоты, нуклеотиды, аминокислоты, витамины, стимуляторы роста, представляющие собой легкодоступный и весьма разнообразный субстрат для питания микроорганизмов. Поэтому не случайно, что корневая система и наземные органы растений обильно населены микроорганизмами.

По мнению К.А. Лукумской (1987), влияние микробов на высшие растения может быть полезным или вредным для последних (см. Рис. 1).

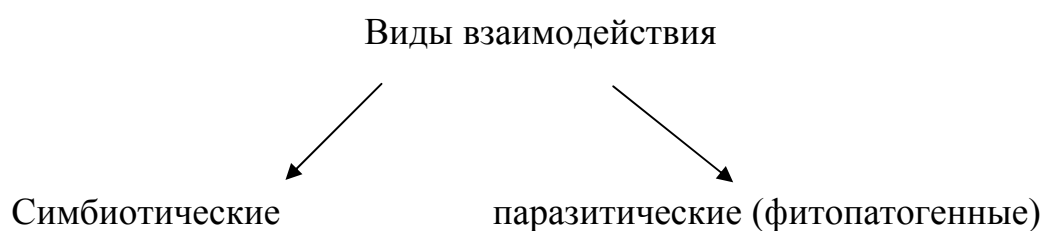


**Рис. 1** Влияние микроорганизмов на высшие растения.

Взаимодействие микроорганизмов с высшими растениями носит разносторонний характер. Имеются мирные сожители – эпифиты (обитатели поверхности организмов), ризосферные микроорганизмы и грибы-микоризообразователи, приносящие пользу обоим организмам. Наряду с безвредными микроорганизмами существуют фитопатогенные (болезнетворные) микробы, вызывающие отравления и заболевания растений. Исключительный случай взаимодействия микробов с высшими растениями представляют многочисленные примеры симбиоза. Иногда, даже трудно определить, является высший организм субстратом, и микроорганизмы размножаются на нём, либо наоборот, высшее растение

паразитирует на микробах. Например, клубеньковые бактерии образуют на корнях (чаще бобовых) растений наросты, заселённые бактериями. С течением времени бактерии разрушаются в клубеньках, и растение использует вещества, запасённые микробами (паразитизм растения на бактериях) (16, 315).

Из разносторонних влияний микроорганизмов на высшие растения вытекают различные виды взаимодействия (см. Рис 2).



**Рис. 2** Виды взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями.

Различные виды взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями изучались рядом биологов. Академик В.А. Шапиро выяснил, что «в течение вегетативного периода растение выделяет в почву до половины синтезированных веществ. Растение кормит микроорганизмы, а ризосферные бактерии разлагают гумус и обеспечивают растение минеральным питанием. Когда вегетативный период заканчивается, растения выделяют ингибиторы и тормозят развитие микроорганизмов» (42, 27).

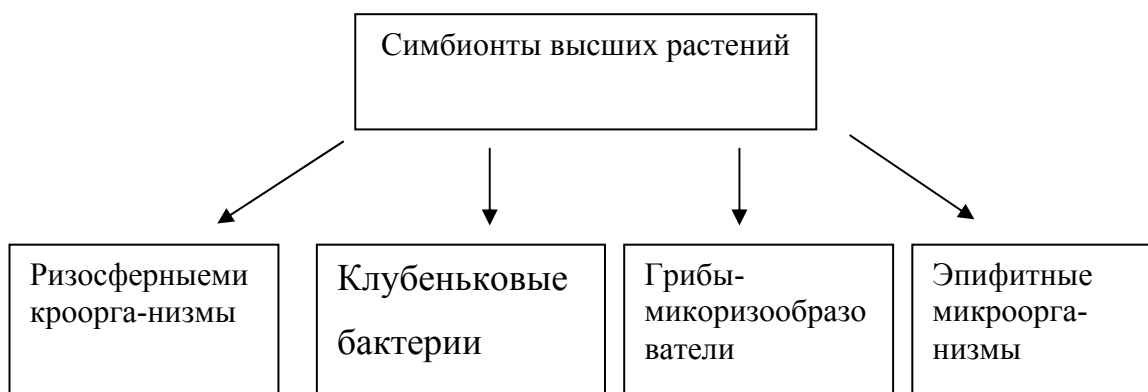
Биолог Ф.Ю. Гельцер разработала теорию симбиотрофности растений, утверждающую, что растения питаются только при посредничестве микроорганизмов-симбионтов, на примере микоризы (42, 45).

К.Т. Сухоруков развил представление об активном и пассивном иммунитете. Б.А. Рубин рассматривал иммунитет как весьма сложный процесс взаимодействия патогенного начала и растения, в котором существенная роль принадлежит окислительно-восстановительным явлениям (1, 49).

## 1.2 Симбиотические взаимодействия между микроорганизмами и высшим растениям

*Симбиоз* – весьма распространенное явление. Понятие о симбиозе было сформулировано во второй половине XIX века немецким ученым де Бари, который понимал симбиоз в широком смысле слова как взаимосвязи между двумя или несколькими организмами (11, 143).

Симбионты высших растений, представленные микроорганизмами, разнообразны (см. Рис. 3).



**Рис. 3** Симбионты высших растений.

Почва представляет собой благоприятную среду для развития ризосферных микроорганизмов. Приблизительные подсчеты показывают, что в 1г почвы содержится  $1 \times 10^9$  бактерий,  $1 \times 10^5$  грибов,  $1 \times 10^5$  актиномицетов,  $1 \times 10^3$  водорослей. Суммарная масса всех микробных клеток в пахотном слое составляет примерно 6-7 т на 1 га. Естественно, такое колоссальное количество живых клеток оказывает многообразное и разностороннее влияние на процессы, происходящие в почве, и на жизнь высших растений. (45, 181)

Микрофлора ризосферы, принимая участие в процессах трансформации органических веществ в почве, обеспечивает растения необходимыми элементами минерального питания и некоторыми

биологически активными веществами. Кроме того, микроорганизмы ризосферы разлагают многие токсичные для растений соединения, обеззараживая почву.

Микрофлору зоны корня принято подразделять на микрофлору ризопланы – микроорганизмы, непосредственно поселяющиеся на поверхности корня, и микрофлору ризосферы – микроорганизмы, населяющие область почвы, прилегающей к корню (16, 320). Численность микроорганизмов в ризоплане и ризосфере (Р) в сотни и даже тысячи раз превышает их содержание в окружающей почве (П), что можно выразить отношением: Р/П (см. Приложение 1).

На численность и групповой состав микрофлоры ризопланы и ризосферы оказывает влияние:

- тип почвы,
- климатические условия,
- характер растительного покрова
- стадия развития растений.

Корни растений стимулируют или угнетают микроорганизмов в разной степени. Бобовые растения чаще всего стимулируют развитие микробов. В ризосфере клеверов, например, обнаружено значительно больше микроорганизмов, чем в зоне корней злаков и деревьев.

Корневые выделения растений в случае длительного выращивания одних и тех же культур на одних и тех же площадях приводят к «почвенному утомлению». Такая обстановка в сочетании с одинаковым по составу растительным опадом вызывает селекцию отдельных групп, видов микроорганизмов и их чрезмерное развитие в почвах. Следствием этого являются стойкие заболевания растений (при развитии патогенных для растений микроорганизмов) (16, 321).

Как правило, в динамике численности микроорганизмов ризопланы и ризосферы наблюдаются два максимума: первый приходится на фазу кущения растений, второй – на фазу цветения и начало плодоношения (см.

Приложение 2). В зоне молодого корня доминируют неспорообразующие бактерии рода *Pseudomonas* и некоторые микроскопические грибы. К фазе цветения растений их сменяют бациллы; актиномицеты, образующие активные вещества – антибиотики, угнетающие развитие патогенов на корнях; клеточкоразрушающие бактерии, которые принимают участие в разложении органических веществ отмирающих корней. Корневые выделения растений, несомненно, служат селективным фактором в формировании микробной ассоциации ризосферы. Например, в ризосфере пшеницы ведущая роль принадлежит микобактериям, в то время как в ризосфере клевера преобладают флюоресцирующие бактерии рода *Pseudomonas* (26, 82).

Интенсивно протекающие микробиологические процессы трансформации веществ в ризосфере обуславливают накопление в ней водорастворимых элементов минерального питания растений. Выделяемые бактериями угольная и другие минеральные и органические кислоты способствуют растворению и усвоению растениями труднодоступны соединений, таких, как фосфаты кальция, силикаты калия и магния. Синтезируемые микроорганизмами витамины (тиамин, витамин В12, пиридоксин, рибофлавин, пантотеновая кислота и др.) и ростовые вещества (гиббереллин, гетероауксин) оказывают стимулирующее действие на ростовые процессы растений. Многие сапрофитные бактерии ризосферы являются антагонистами фитопатогенных микробов и выполняют роль санитаров в почве.

Ризосферный эффект более ярко выражен в песчаных почвах и менее – в гумусных. В пустынных районах ризосфера является, по-видимому, единственной зоной, где активно развивается микрофлора. В любой почве изменения окружающей среды, включая агротехнические мероприятия, оказывают меньшее воздействие на микроорганизмы в ризосфере по сравнению с обитателями почвы. Ризосферная зона представляет собой своеобразную «буферную» систему, препятствующую воздействию среды на

микрофлору (16, 321).

Другой пример симбиоза – сожительство высших растений с клубеньковыми бактериями.

В 1866 г. известный ботаник и почвовед М.С. Воронин увидел в клубеньках на корнях бобовых растений мельчайшие «тельца». Он выдвинул смелые для того времени предположения: связал образование клубеньков с деятельностью бактерий, а усиленное деление клеток ткани корня с реакцией растения на проникшие в корень бактерии (16, 355).

Б. Франк предложил родовое название клубеньковых бактерий – *Rhizobium* (от греч. *Rhizo* – корень, *bio*- жизнь; жизнь на корнях). Это название используется до сих пор. Для обозначения вида клубеньковых бактерий принято к родовому названию добавлять термин, соответствующий латинскому названию того вида растения, на котором они могут образовать клубеньки. Например, *Rhizobium trifolii* – клубеньковые бактерии клевера.

Для клубеньковых бактерий характерно разнообразие форм: палочковидные, овальные, кокковидные подвижные и неподвижные. Размер колеблется от 0,5-0,9 до 1,2-3 мкм. Делятся перешнуровыванием, а с возрастом могут переходить к почкованию. При старении клубеньковые бактерии теряют подвижность и переходят в состояние опоясанных палочек. Такое название они получили вследствие чередования в клетках плотных и неплотных участков протоплазмы. В двухмесячных клубеньковых бактериях образуется от 1 до 5 артростор сферической формы. Развиваются при незначительных количествах кислорода в среде, однако, предпочитают аэробные условия. Многие виды клубеньковых бактерий способны синтезировать витамины группы В, а также ростовые вещества типа гетероауксина. Они приблизительно одинаково устойчивы к щелочной реакции среды, но неодинаково чувствительны к кислой.

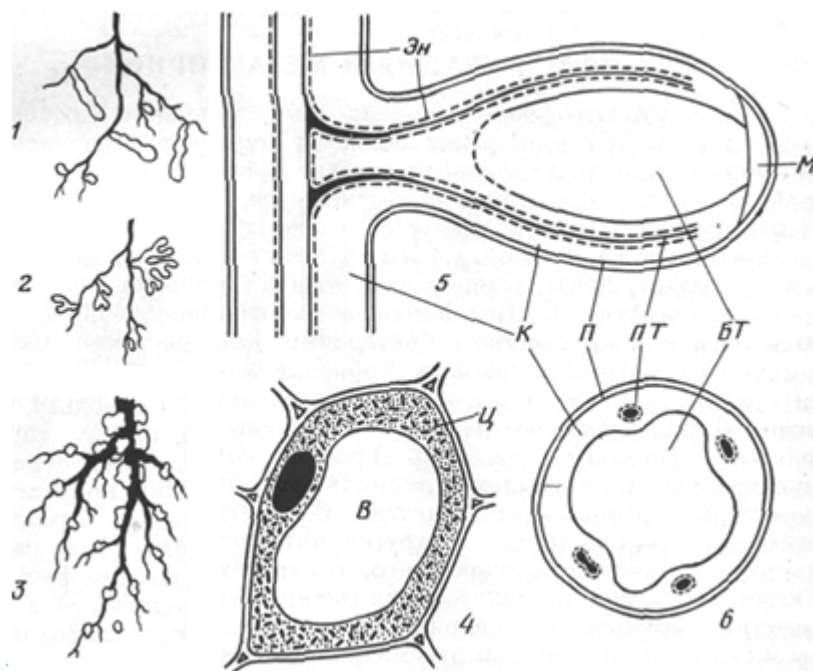
Для клубеньковых бактерий характерна специфичность – способность образовывать клубеньки. Специфичность может быть узкой: клубеньковые бактерии клевера заражают только группу клеверов – видовая

специфичность, а клубеньковые бактерии люпина обладают сортовой специфичностью – заражают только сорта люпина. При *широкой* специфичности клубеньковые бактерии, например, гороха могут заражать растения гороха, чины, бобов (16, 358).

Процесс внедрения клубеньковых бактерий в ткань корня одинаков у всех видов бобовых растений и состоит из двух фаз.

*В первую фазу* происходит инфицирование корневых волосков. Проникнув в корень (через корневой волосок, эпидермальную клетку, места повреждений корня), клубеньковые бактерии далее перемещаются в ткани корня растений. Внедриться может одна клетка или группа клеток бактерий, которые передвигаются по корню (16, 362).

*Во вторую фазу* интенсивно идет процесс образования клубеньков из паренхимных клеток корня и эндодермы (внутреннего слоя первичной коры). В образовании сосудистой системы клубеньков принимают участие ткани центрального цилиндра корня (см. Рис. 4). Защитную функцию у клубеньков выполняет клубеньковая кора, состоящая из нескольких рядов, не зараженных паренхимных клеток корня. Состояние растения-хозяина оказывает влияние на длительность функционирования клубенька.



**Рис. 4.** Бактериальные клубеньки на корнях бобовых:

1— у сочевичника; 2— у клевера ползучего; 3— у люпина; 4— клетка с бактериями в цитоплазме; 5— схема продольного разреза через клубенек и материнский корень; 6—схема поперечного разреза через клубенек; БТ— бактериальная ткань; В—вакуоль; С—кора; М—меристема; Л—перидерма; ПТ—проводящие ткани; Ц—цитоплазма; Эн — эндодерма.

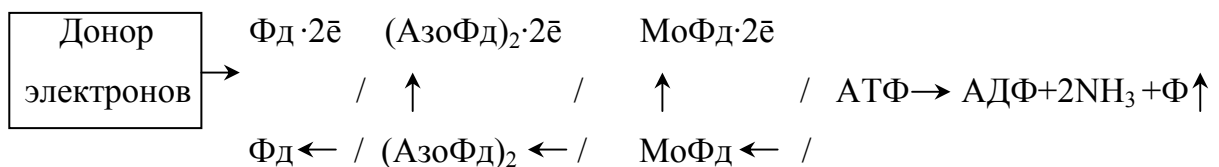
Продолжительность фаз неодинакова у разных видов растений. В некоторых случаях трудно обнаружить границы между фазами. Наиболее интенсивное внедрение клубеньковых бактерий в корневые волоски происходит на ранних этапах развития растения. Вторая фаза заканчивается в период массового образования клубеньков. Нередко внедрение клубеньковых бактерий в корневые волоски продолжается уже после того, как клубеньки сформировались на корнях (16, 362).

В период функционирования клубеньки обычно плотные, образованные активными культурами клубеньковых бактерий и в молодом возрасте имеют беловатую окраску. К моменту проявления оптимальной активности они становятся розовыми. Клубеньки, возникшие при заражении (инфекции) неактивными культурами бактерий, зеленоватого тона. Старые

образования тёмные, дряблые, мягкие. При надрезе из них выступает водянистая слизь. Клубеньки многолетних растений, в отличие от клубеньков однолетних, могут функционировать в течение многих лет. К концу вегетационного периода бактериальная ткань многолетних клубеньков деградирует, но всё образование не отмирает. На следующий год клубенёк вновь начинает функционировать.

Для симбиоза, обеспечивающего хорошее развитие растений, необходим определенный комплекс условий среды: влажность, температура, реакция почвы, доступ кислорода, наличие определенных химических элементов. Большое значение имеет влияние ризосферной микрофлоры на клубеньковые бактерии, которые могут быть стимуляционным или антагонистическим в зависимости от состава микроорганизмов ризосферы (16, 373).

Из 13.000 видов бобовых растений наличие клубеньков выявлено пока только приблизительно у 1.300 видов. Сюда в первую очередь относятся виды растений, используемые в сельском хозяйстве - более 200. Сформировав клубеньки, бобовые растения приобретают способность усваивать атмосферный азот, который фиксируют из воздуха. Азотфиксирующие бактерии восстанавливают азот (N<sub>2</sub>) до аммиака (NH<sub>3</sub>) с помощью сложной ферментной системы нитрогеназы содержащей железо, молибден, магний. Эта система нуждается в источнике электронов, которые поступают в нитрогеназную систему через восстановитель с низким потенциалом, содержащий негеминовое железо – ферродоксин (переносчик электронов) (см. Рис. 5).



**Рис. 5.** Восстановление азота до аммиака азотфиксирующими бактериями.

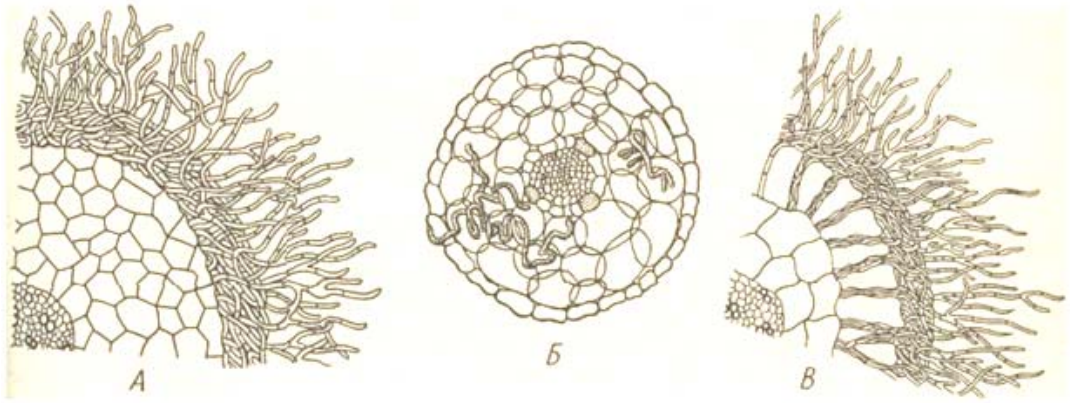
Цепь переноса электронов состоит из ферредоксина (Фд), азоферредоксина (АзоФд) и молибдоферредоксина (МоФд) и за один раз переносятся только два электрона. Для последнего переноса расходуется одна молекула АТФ (21, 53).

Растения поставляют клубеньковым бактериям продукты углеводного обмена и минеральные соли, необходимые им для роста и развития.

Часто встречается микоризообразование – симбиоз мицелия гриба с корнем высшего растения. Это явление открыл в 1881 г. польский ученый Ф.М. Каменский, которое в последствии получило название *микоризы* (от греч. *mykes* – гриб и *rhiza* – корень, грибокорень) (9, 142).

При этом в непосредственный контакт вступает грибница, находящаяся в почве. По тому, как осуществляется этот контакт, различают два типа микоризы – эндотрофную и экзотрофную (17, 232). У эндотрофных микориз мицелий гриба распространен главным образом внутри тканей корня (в коровой паренхиме) и относительно немного выходит наружу (см. Рис. 6). Корни при этом несут нормальные корневые волоски. Мицелий гриба идет и межклетно, и внутриклетно. Типичная эндотрофная микориза характерна для семейства (Orchidaceae), где она также является для большинства видов облигатной, то есть семена этих растений не могут прорасти и развиваться в отсутствие гриба. Эндотрофная микориза встречается у многих травянистых растений, хотя присутствие гриба для развития растения здесь не столь обязательно, реже – у деревьев.

Эктотрофная микориза отличается наличием наружно чехла из гиф на корнях, или она имеет вид плотно переплетенной ткани, одевающей корень (см Рис. 6). От этого переплетения гиф в окружающую почву простираются свободные гифы. Собственных корневых волосков корень при этом не образует.



**Рис. 6.** Поперечные срезы микориз древесных пород. Микоризы: А – эктотрофная (береза); Б – эндотрофная (клен); В – эктоэндотрофная (дуб).

Гифы гриба проходят между клетками эпидермиса, образуя сеть. Такая микориза характерна для древесных растений и редко встречается у травянистых (4, 221).

Провести четкую границу между эндотрофной и экзотрофной микоризами трудно. Переходом между ними являются эктоэндотрофная микориза, распространенная более часто, чем чисто эктотрофная. Грибные гифы при такой микоризе густо оплетают корень снаружи и в то же время дают обильные ветви, проникающие в его коровую паренхиму. Мицелий идет отчасти межклетно, отчасти внутриклетно, образуя в клетках клубки, гиф или разветвления, напоминающие гаустории. Клетки корня при этом остаются живыми (см. Рис.6). Такая микориза встречается у большинства древесных пород: дуб, ель, сосна, лиственница и другие (17, 233).

Микоризу образует большинство растений (за исключением водных), как древесных, так и травянистых (особенно многолетних). Травянистые растения вступают в микоризный симбиоз с микроскопическими грибами в основном из класса несовершенных грибов (Deuteromycetes), отчасти из класса зигомицетов (Zygomycetes) с мицелием, лишенным перегородок (неклеточным) и отчасти из класса сумчатых грибов (Ascomycetes). Грибы родов элафомицес (Elaphomyces) и трюфель (Tuber) образуют микоризу с буком, дубом и другими деревьями. Но большинство древесных пород

образуют микоризу с грибницей шляпочных грибов – макромицетов из класса базидиальных (*Basidiomycetes*) и группы порядков гименомицетов.

В гименомицетной эктоэндотрофной микоризе древесных пород гриб оплетает корень снаружи и частично проникает внутрь. Здесь он получает от корня углеводное питание, так как сам, будучи гетеротрофом, не может синтезировать органические вещества. Наружные свободные гифы гриба широко расходятся в почве от корня, заменяя последнему корневые волоски. Эти свободные гифы получают из почвы воду, минеральные соли, а также растворимые органические вещества (главным образом азотистые). Часть этих веществ поступает в корень, а часть используется самим грибом на построение грибницы и плодовых тел. В клетках корня частично перевариваются внедрившиеся гифы и служат дополнительным источником органических веществ.

Почва леса, особенно в прикорневой зоне деревьев, пронизана грибницей микоризных грибов, а на поверхности почвы появляются многочисленные плодовые тела. Это подберезовик (*Leccinum scabrum*), подосиновик (*Leccinum aurantiacum*) и многие другие шляпочные грибы, встречающиеся только в лесу. Для этих грибов такой симбиоз обязателен. Если их грибница и может развиваться без участия корней дерева, то плодовые тела в этом случае обычно не образуются.

Белый гриб образует микоризу со многими породами деревьев: березой, дубом, сосной, елью. Некоторые виды грибов – только с одной определенной породой. Так лиственничный масленок образует микоризу с лиственницей.

Для деревьев симбиоз с грибами тоже имеет значение: опыты на лесных полосах показали, что без микоризы деревья развиваются хуже, отстают в росте, они более ослаблены, подвержены заболеваниям.

В случае эндотрофных микориз взаимоотношения гриба и высшего растения еще более сложные. В связи с малым контактом гиф микоризного гриба с почвой таким путем в корень поступает относительно небольшое

количество воды, минеральных и азотистых веществ. В этом случае значение для высшего растения, вероятно, приобретают вырабатываемые грибом биологически активные вещества типа витаминов. Отчасти гриб снабжает высшее растение азотистыми веществами, так как часть гиф гриба, находящаяся в клетках корня, переваривается ими. Гриб получает углеводы, а в случае микоризы орхидных гриб сам отдает углеводы (сахар) высшему растению (17, 234).

Нужно отметить, что микоризный симбиоз – явление очень сложное, не укладывающееся в какую-то определенную схему. Эти взаимоотношения часто зависят от окружающих условий.

Некоторые микроорганизмы ризосферы постепенно переходят в состав эпифитной микрофлоры. Особенно оживился этот вопрос в связи с работами немецкого ученого Е. Либберта (1966), который выступил с утверждением, что гормон роста высших растений гетероауксин синтезируется не растением, а эпифитной микрофлорой.

Работы В.И. Кефели (1969, 1971) показали, что в стерильных условия капуста образует гетероауксин из L – триптофана. А.А. Тарасенко (1972) установила, что эпифитная микрофлора влияет положительно на рост и обмен веществ проростков кукурузы (19, 142).

Микроорганизмы, развивающиеся на поверхности стеблей или листьев растений, получили название *эпифитной микрофлоры*. Микроорганизмы-эпифиты вынуждены довольствоваться минимальными источниками питательного субстрата, представленного выделениями растительных тканей и веществами-загрязнителями (пылью). Поэтому состав эпифитной микрофлоры весьма специфичен. Нередко 80% общего количества эпифитов составляют бактерии *Erwinia herbicola*. Второе место по численности занимают различные грибы (*Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium* и другие). На поверхности многих тропических растений обнаружены азотфиксирующие бактерии рода *Beijerinckia*, поставляющие азот непосредственно в лист.

Разнообразная и обильная микрофлора находится на поверхности

семян. Так, на 1г зерна ржи приходится не менее 2.500 тыс. микробных клеток, пшеницы – 1.500 тыс., риса – 250 тыс. В состав микрофлоры зерна обязательно входят неспорообразующие бактерии *Pseudomonas*, *Arthrobacter* и *Flavobacterium*, дрожжи *Candida*, *Rhodotorula*, *Cryptococcus*, а также грибы *Penicilium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Mucor* и другие. Развитие микроорганизмов на поверхности зерна в значительной мере зависит от влажности и температуры. Установлено, что при температуре 15 – 20°C и влажности 14,5 – 15% на зерне пшеницы начинается развитие грибов, а при влажности 17,5 – 18% - бактерий.

Общая численность эпифитных микроорганизмов резко возрастает при повышении влажности воздуха и усиленном выделении продуктов обмена растительными тканями.

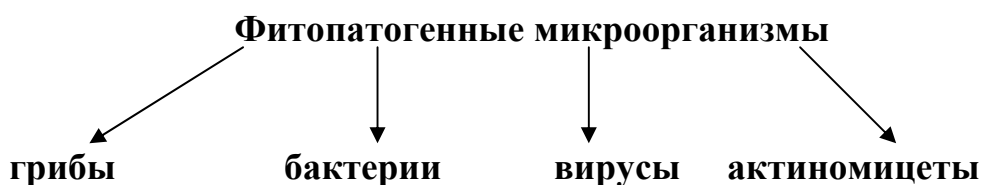
При жизни растения эпифитная микрофлора не оказывает на него вредного влияния. Наоборот, питаясь продуктами выделений растений, она способствует освобождению тканей от продуктов собственного обмена (15, 259). Эпифитная микрофлора образует определенный биологический барьер, препятствующий заражению растительных тканей фитопатогенными микробами (26, 83).

Таким образом, симбиотические взаимоотношения микроорганизмов с высшими растениями разнообразны. При таком контакте пользу получают оба организма, не нанося друг другу вреда.

### **1.3 Влияние фитопатогенных микроорганизмов на высшие растения**

Первые сведения о патологических изменениях в тканях растений были сделаны М. С. Ворониным (1867) при изучении образования клубеньков на корнях люпина. Это явление, хотя и симбиотическое, дало возможность обратить внимание на паразитический характер жизни микроорганизмов в растениях.

Практически во всех группах микроорганизмов имеются возбудители болезней растений (см. Рис. 7).



**Рис. 7.** Группы фитопатогенных микроорганизмов.

Первое место среди фитопатогенных микробов принадлежит грибам, второе место занимают бактерии и вирусы, и лишь небольшой процент болезней растений вызывают актиномицеты. Растения больше поражаются грибами, чем бактериями. Это связано с более кислой средой тканей растений, которая благоприятствует развитию больше грибов, чем бактерий. Тем не менее, известно довольно много бактериальных болезней растений (бактериозами) (10, 221).

Источники заражения фитопатогенными микроорганизмами различны. Одним из важнейших источников заражения являются семена. Попадая внутрь или на поверхность семян, фитопатогенные микроорганизмы находят подходящее место для перезимовки. При прорастании семян они могут заражать всходы, а затем по проводящим сосудам передвигаться в растения и заражать взрослые растения в период вегетации. Кроме того, больные семена могут служить источником распространения инфекции.

Заболевание могут распространять зеленые растения, в которых микробы хорошо сохраняются и переносятся в новые районы вместе с зараженными растениями (черенки, окулировочные материалы — глазки). Одним из основных источников заражения бактериозами являются остатки больных растений. Особенно долго и хорошо фитопатогенные микроорганизмы сохраняются в деревянистых частях растений.

Некоторые виды насекомых также могут являться источником первичной инфекции. Большую опасность в распространении бактериозов

представляют капельки дождя с мелкими частицами остатков больных растений, которые ветром и воздушными течениями разносятся на далекие расстояния.

Переносить фитопатогенные микроорганизмы может также и вода — поливная, вода рек и других источников.

Человек может распространять заболевания растений на большие расстояния при перевозке семян и посадочного материала, а также при обработке растений, уходе за ними в период вегетации (16, 399).

Проникший в ткани растения паразит выделяет различные вещества, комплекс которых получил название *токсинов*. В состав токсинов входят ферменты, могут входить некоторые органические кислоты и амины, специфические полисахариды и другие разнообразные соединения. Выделяя токсины, паразит убивает клетки растения-хозяина, питаясь продуктами разложения этих мертвых клеток. Иными словами, в ряде случаев имеется настоящий внутренний сапрофитизм. Как установили исследования К. Т. Сухорукова и его учеников, гриб, вызывающий заболевание, известное под названием вилта хлопчатника, действительно убивает своими выделениями клетки растения-хозяина и затем их использует для своего питания. Паразитические формы грибов и бактерий возникли из сапрофитических форм, и явление эндосапрофитизма свидетельствует об этом. Такое же явление можно отметить для гриба *Botrytis hyssoides*. Он проникает через отмершие ткани как сапрофит в верхушку луковицы, затем становится паразитом, развиваясь на живых, растущих тканях, убивая их, продолжает на них своё развитие как сапрофит (10, 221).

Особенно токсичными выделениями, убивающими клетки растения-хозяина, отличаются *факультативные паразиты*, которые могут жить как сапрофиты. Поселяясь на живом растении, они предварительно его убивают. В большинстве случаев такие факультативные паразиты являются мало специализированными.

*Облигатные* (обязательные) паразиты обычно строго

специализированы в отношении растения-хозяина. Многочисленные примеры строгой специализации дают ржавчинные и головневые грибы-паразиты (10, 221).

Взаимодействие между растением-хозяином и паразитом проходит ряд этапов. Можно различить четыре фазы в процессе поражения растения паразитом (Б.А. Рубин, 1964).

В *первой фазе* паразит (обычно спора гриба или бактерии), попадая на покровные ткани растения, начинает прорастать за счет веществ, вымываемых из тканей растения росой, дождем, поливом. Чем больше питательных веществ вымывается из растений, тем легче происходит заражение. Отмечено, что у устойчивых к гоммозу (*Bact. Malvacearum*) сортов хлопчатника количество вымытых веществ в два раза меньше, чем у неустойчивых. Выделяемые растением питательные вещества вызывают хемотропическое или хемотаксическое движение паразита к тканям растения.

*Вторая фаза* заключается в проникновении паразита внутрь растения. Большое значение во втором этапе имеют многие анатомические свойства растений, в частности толщина кутикулы и оболочки и т.д. Паразит или разрушает механически оболочку клетки, чему способствует свойственное большинству паразитических грибов высокое осмотическое давление (50 и более атмосфер), или чаще происходит растворение кутикулы, оболочки и особенно срединных пластинок оболочек внедряющимся паразитом. Многие паразиты проникают сквозь устьица. В ответ на внедрение многие организмы защищаются образованием специализированных клеток. При этом всегда возрастает интенсивность дыхания (10, 222).

*Третья фаза* представляется центральной для явлений иммунитета, так как здесь происходит основное физиологическое взаимодействие между растением-хозяином и паразитом. Последний мобилизует все имеющиеся у него средства нападения, а растение-хозяин – все имеющиеся у него средства защиты.

Растение реагирует неодинаково на факультативного

неспециализированного паразита и на облигатного. Факультативный паразит, например, гриб *Botrytis*, выделяет в значительном количестве токсины, убивающие клетки растений.

Устойчивые растения подавляют действие токсинов, в результате чего не происходит большого некроза тканей. У неустойчивых видов наблюдается полная деформация и некроз тканей.

Облигатные паразиты действуют гораздо медленнее на растение-хозяина, и это позволяет им завершить в организме цикл своего развития. Растение реагирует на внедрение облигатного паразита образованием и накоплением в протоплазме темно-окрашенных продуктов окисления – фенолов, пропитывающих в дальнейшем оболочку клеток. Эти изменения вызывают гибель клетки и часто сопровождаются гибелью паразита. Клевер, пораженный грибом *Erysiphe polygonii*, дает у восприимчивого сорта картину более или менее мирного сосуществования гриба и паразита, заканчивающегося истощением растения-хозяина и спороношением паразита. У устойчивого к этому заболеванию сорта клевера в месте инфекции наблюдается резкое потемнение, некроз части клеток и сильный подъем окислительных процессов. Изменение окислительных процессов под влиянием паразита является ответной защитной реакцией организма хозяина. При этом снижается активность гидролитических ферментов микроорганизмов и растения-хозяина, что препятствует переводу питательных веществ в доступную для паразитов форму. Высокая интенсивность окислительных процессов приводит к обезвреживанию токсинов, а также способствуют синтезу веществ (суберин), препятствующий распространению паразитов. Окисление фенолов приводит к образованию хинонов, которые, пропитывая вещества клетки, делают их недоступными для питания паразитов.

*Четвертую фазу* можно считать заключительным периодом взаимодействия обоих организмов. Наблюдаемая здесь картина зависит от степени устойчивости растения-хозяина. Иммунные формы в это время

полностью ликвидируют инфекцию, и все процессы приходят в норму. У не иммунных форм в этот период появляется ясно выраженное заболевание с полным нарушением обмена веществ и распадом тканей (10, 223).

Наиболее распространенные инфекционные заболевания, вызываемые:

- бактериями – это загнивание, опухали, рак, бактериозы, ожоги ветвей, листьев, плодов;

- грибами – головня, ржавчина, спорынья, мучнистая роса (см. Приложение 3);

- вирусами – мозаичные болезни, морщинистость или карликовость листьев (13, 31).

Устойчивость растений против инфекционных заболеваний называется *иммунитетом*. Есть немало растений, которые не поражаются той или иной инфекционной болезнью. Различают иммунитет абсолютный – полную устойчивость к данному заболеванию (например, у пшеницы к пыльной головне овса) и относительный – частичную поражаемость растений в зависимости от условий окружающей среды (11, 219).

Большой вклад в учение об иммунитете внесли исследования Н.И. Вавилова. Он установил ряд анатомо-морфологических и физиологических особенностей (10, 119).

К *анатомо-морфологическим особенностям* относится наличие кутикулы и пробки, покрывающей часто органы растения, а также состоящих из целлюлозы оболочек, окружающих каждую клетку. Всё это препятствует быстрому распространению болезни по растению. Поэтому многие паразиты проникают в растение сквозь устьичные щели, как это, например, отмечено для картофельного гриба (*Phitophtora infestans*).

Паразит, проникший в растительный организм, вызывает у него ответную реакцию. Больное растение отличается от здорового целым рядом свойств. В работе А.Л. Курсанова было показано значительное усиление дыхания и транспирации под влиянием головневого гриба, поражающего злаки. Несколько повышался фотосинтез, но это повышение было

неустойчиво и не компенсировало траты вещества за счет усиленного дыхания. Таким образом, внедрение паразита в ткани высшего растения вызывает *физиологические изменения*. Увеличивается проницаемость цитоплазмы и нарушается водный обмен, приводящий к повышению транспирации, возрастает активность гидролитических ферментов, что влечёт за собой распад ряда сложных соединений клетки (белков, крахмала) и их превращение в доступные паразиту более простые формы, разрушающие хлорофилл и частично пластиды, нарушающие весь обмен веществ (дыхание, фотосинтез, ферментативная деятельность).

Л.И. Курсанов (1933) наблюдал отрицательное влияние гриба *Chrysomyxa piola* на грушанку *Piola rotundifolia* в первый год заражения. На второй год, когда у гриба наступало спороношение, и он нуждался в значительном количестве питательных веществ, наблюдалось резкое нарушение функций пораженного грибом растения (10, 220).

В литературе отмечают *деструктивных паразитов* и *сбалансированных*. Первые вызывают полную гибель растения, а вторые могут жить годами в симбиозе с растением-хозяином. Факультативные паразиты, грибы из рода *Botrytis*, представляют собой деструктивных паразитов, а вышеприведённый пример с грибом *Chrysomyxa* – сбалансированных. Однако сбалансированный паразитизм у *Chrysomyxa* на второй год жизни переходит в деструктивный.

Помимо чисто анатомо-морфологических и физиологических изменений, растения обладают химическими средствами защиты, связанными с накоплением в клетках тканей различных химических веществ – гликозидов, алкалоидов, фенольных соединений, губительно действующих на фитопатогенных микроорганизмов. Такими веществами являются фитонциды и фитоалексины (10, 220).

В иммунитете большую роль играют *фитонциды* (от греч. «фитон» – растение и лат. «цидере» – убивать), открытые Б.П. Токиным в 1928г. Учёный установил их наличие у многих высших растений. Фитонциды могут

выделяться растением в газообразном, а также в растворенном в воде виде. Особенно богаты фитонцидами чеснок, лук, тысячелистник, подорожник, берёза и некоторые другие растения.

Химическая природа фитонцидов неодинакова. У одних растений это органические кислоты, у других – эфирные масла, алкалоиды или аминокислоты. Они останавливают рост микроорганизмов, повреждают и убивают их (11, 144). Фитонциды черёмухи и лука быстро убивают картофельный гриб (*Phitophthora infestans*) (10, 221).

Многие фитонциды действуют обычно только в течение небольшого промежутка времени после их выделения из растений. По-видимому, открытые цепи соединений, обладающих фитонцидным действием, замыкаются в кольца и теряют свою активность.

Фитоалексины (от слов «фитон» - растение и «алексо» – отражение атаки) были открыты в 1940г. Они относятся к своеобразным антибиотикам и образуются только высшими растениями в ответ на заражение их фитопатогенными микроорганизмами.

Фитоалексины отличаются от фитонцидов и других антибиотиков тем, что являются производными двух систем – растения-хозяина и паразита. Метаболиты паразита являются индукторами, вызывающими отклонения в обмене веществ у растения-хозяина. Последнее образует специфические для данного вида фитоалексины. Образование фитоалексинов идёт в живых клетках растения, но максимальные их количества находятся в некротической ткани. В этом проявляется реакция сверхчувствительности растения, при которой за счёт гибели части клеток организм как единое целое сохраняется. В некоторых случаях растение образует два фитоалексина, что затрудняет проникновение в него паразита. Так, например, у картофеля на инфекцию картофельного гриба (*Phytopthora infestans*) образуются токсичные фитоалексины решитин и любимин.

Все фитоалексины представляют собой низкомолекулярные соединения, а вещества, выделяемые паразитом, являются соединениями

белковой природы. Многие стороны учения о фитоалексинах разработаны Л.В. Метлицким и О.Л. Озерецковской (1973 г.) (10, 223).

Таким образом, большинство фитопатогенных микроорганизмов активно синтезируют гидролитические ферменты (пектиназы, целлюлазы, протеазы и др.), вызывающие разрушение растительных тканей и клеточных оболочек, что приводит к проникновению возбудителя болезни внутрь клетки. Проникнув в клетку, фитопатогенные микробы нарушают нормальный ход физиологических процессов, прежде всего фотосинтеза и дыхания. Токсины, выделяемые возбудителем болезни, инактивируют ферменты растительной клетки, что в конечном счете приводит её к гибели. Растения защищаются различными способами от фитопатогенных микроорганизмов.

### **Выводы по главе I**

Обобщив выше сказанное, сделаем следующие выводы:

1) Взаимодействие микроорганизмов с высшими растениями – это взаимная связь организмов величиной от 50 до 500 мкм с автотрофными формами, имеющими расчленение на листья, стебли и корни.

2) Между высшими растениями и микроорганизмами существуют различные симбиотические взаимоотношения, приносящие пользу взаимодействующим организмам. К симбионтам высших растений относятся ризосферные и эпифитные микроорганизмы, клубеньковые бактерии, грибы-микоризообразователи.

3) Практически во всех группах микроорганизмов имеются возбудители заболеваний растений. Различают 4 фазы поражения растения паразитом. Проникнув в клетку, фитопатогенные микробы нарушают нормальный ход физиологических процессов в растении.

4) Устойчивость растений против инфекционных заболеваний называется иммунитетом. Существуют анатомо-морфологические и

физиологические особенности растений, способствующие их невосприимчивости к инфекциям. Особое место занимают фитонциды и фитоалексины.

## **Глава II. Место и роль знаний о взаимодействии микроорганизмов с высшими растениями в школьном курсе биологии**

### **2.1 Изучение взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями на уроках биологии**

Социальный заказ школе, учитывающей достижения биологической науки и изменения в окружающем мире, предъявляет требования к школьному биологическому образованию, к повышению биологической грамотности подрастающего поколения. В обучении мы должны исходить из того, что биологическая грамотность становится социально необходимой, поскольку основной объект биологии – жизнь, а сейчас остро стоят вопросы, как выжить, как обращаться с природой, чтобы не нанести ей вреда, проявить заботу не только о себе, но и об окружающей среде (41, 53).

Биологическое образование должно обеспечить выпускникам высокую биологическую и экологическую грамотность. Решить эту задачу можно лишь на основе преемственного развития понятий, законов, теорий, идей, являющихся фундаментом для практической деятельности учащихся, формирования их научного мировоззрения (32, 57).

При анализе «Обязательного минимума содержания основного общего образования по биологии» мы выяснили, что часть материала нашей работы является обязательной для изучения. Сюда входит: бактерии и грибы – возбудители заболеваний растений, биологические основы выращивания культурных растений (27, 29).

Следует учитывать, что в минимум включены не все вопросы содержания. Это означает, что минимум ориентирует учителя на более широкое и глубокое раскрытие содержания каждой темы.

В системе обучения биологии ведущая роль принадлежит уроку, который был и остается основной формой учебно-воспитательной работы в школе. На уроках биологии учитель дает теоретические знания, формирует у

учащихся важнейшие биологические понятия. Наиболее часто встречающимся элементом урока является изучение нового материала. Учитель вооружает учащихся системой биологических знаний, переводит их в умения и навыки через организацию определенных программой лабораторных и практических работ, формирует общеучебные умения (30, 8).

При разработке поурочного планирования учитель решает, какой дополнительный материал можно использовать, чтобы заинтересовать учащихся. При этом учитывается важность и полезность информации. В дальнейшем этот материал должен быть востребован учителем.

Мы проанализировали программы и учебники по биологии с 6 по 11 классы разных авторов: В. В. Пасечника, И. Н. Пономарёвой, Т. И. Серебряковой, Д. К. Беляева. В результате выделили темы, при изучении которых на уроках можно использовать знания о взаимодействии микроорганизмов с высшими растениями как дополнительный материал (см. Табл. 1).

Таблица 1.

Применение дополнительного материала на уроках биологии.

Класс	Раздел	Дополнительный материал	Материалы и оборудование
6	Царства Бактерии и грибы.	Бактерии-симбионты (клубеньковые бактерии). Клубеньки бобового растения.  Бактерии-паразиты (фитопатогенные). Бактериальные болезни, источники заражения.  Иммунитет растений. Фитонциды. Фитоалексины.  Грибы-паразиты и поражённые ими растения. Болезни, источники заражения.  Грибы-микоризообразователи (примеры).	Влажный препарат корень бобового растения с клубеньками.  Коллекция растений, поражённые бактериями.  Лук, чеснок.  Коллекция растений, поражённых грибами.  Корни растений с

	<p>Корень.</p> <p>Побег.</p> <p>Семя.</p> <p>Плод.</p> <p>Природные сообщества</p>	<p>Проникновение гиф гриба в корень растения. Микориза, виды, значение.</p> <p>Ризосферные микроорганизмы, их влияние на высшие растения.</p> <p>Эпифитная микрофлора, её влияние на высшее растение. Примеры микроорганизмов.</p> <p>Инфицированные семена, средства их защиты.</p> <p>Влияние микроорганизмов на плодоношение растений. Признаки поражения плодов микроорганизмами.</p> <p>Взаимодействие микроорганизмов с сообществами высших растений.</p>	<p>микоризой.</p> <p>Микропрепараты ризосферных микроорганизмов.</p> <p>Микропрепараты эпифитных микроорганизмов.</p> <p>Бактериальные удобрения.</p> <p>Плоды, поражённые микроорганизмом.</p>
7	<p>Органы пищеварения животных.</p> <p>Биогеоценозы.</p>	<p>Последствия поедания растений, поражённых фитопатогенными микроорганизмами.</p> <p>Влияние микроорганизмов на урожайность растений</p>	<p>Растения, поражённые микроорганизмами.</p>
8	<p>Органы пищеварения человека.</p>	<p>Последствия употребления в пищу растений и их плодов, поражённых фитопатогенными микроорганизмами.</p>	<p>Плоды, поражённые микроорганизмами.</p>
9	<p>Вирусы.</p> <p>Основы экологии.</p>	<p>Вирусы, вызывающие заболевания высших растений. Примеры вирусных болезней, их признаки.</p> <p>Симбиотические взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями.</p> <p>Фитопатогенные микробы.</p>	<p>Растения, поражённые вирусами.</p> <p>Корни растений с микоризой, растения, поражённые микроорганизмами, корень бобового растения с клубеньками.</p>
10	<p>Биогеоценоз.</p>	<p>Влияние взаимодействия микроорганизмов с высшими растениями на продуктивность биогеоценоза.</p>	
11	<p>Вирусы.</p>	<p>Вирусы, вызывающие заболевания высших растений. Примеры болезней, их признаки.</p>	<p>Растения, поражённые вирусами.</p>

Изучение клубеньковых бактерий, грибов-микоризообразователей, ризосферных и эпифитных микроорганизмов показывает учащимся разнообразные симбиотические взаимодействия этих организмов с высшими растениями.

Знакомство учащихся с болезнетворными бактериями и грибами позволяет сосредоточить внимание на причинной обусловленности явлений, рассматривать заболевания как результат жизнедеятельности их возбудителей, убедиться в познаваемости причин заболеваний. Учитель раскрывает вопрос о борьбе с болезнями сельскохозяйственных растений: предпосевной обработке семян, об уничтожении болезнетворных микроорганизмов в посевах. Особое внимание уделяется иммунитету растения и средствам защиты организма от фитопатогенных микробов (20, 70).

Материал можно включить в курсы зоологии и анатомии, рассказав о последствиях употребления в пищу растений и их плодов, пораженных фитопатогенными микроорганизмами, животными и человеком. Учитель при этом отмечает, что важно соблюдение гигиены и употреблять в пищу доброкачественные фрукты и овощи.

При изучении растительных сообществ учитель раскрывает вопрос о роли микроорганизмов, рассказывает о разнообразных симбиотических и паразитических взаимоотношениях микробов с высшими растениями.

Таким образом, отдельного урока по теме «Взаимодействие микроорганизмов с высшими растениями» в школьном курсе биологии нет. Данная тема используется, в основном, в 6 классе при изучении различных разделов. Также этот материал может быть полезен, интересен и познавателен при изучении биологии в других классах.

Материал о фитопатогенных микроорганизмах можно использовать для проведения лабораторной работы. Примером, может служить лабораторная работа *на тему*: «Изучение характерных признаков болезней полевых, овощных и плодово-ягодных культур на образцах пораженных растений».

*Цель:* закрепить знания учащихся об основных типах болезней растений, вызываемых патогенными бактериями и грибами; познакомить с характерными признаками, распространённых заболеваний сельскохозяйственных культур.

*Материалы и оборудование:* живые или гербарные образцы культурных растений, поражённых болезнями; свежие или консервированные плоды, ягоды, клубни, поражённые заболеваниями; муляжи органов растений с внешними признаками заболеваний; лупы, пинцеты, цветные карандаши, атласы болезней растений.

*Методические указания:* при выполнении лабораторной работы учащиеся должны познакомиться с внешними признаками заболеваний главных полевых, овощных и плодово-ягодных культур данной почвенно-климатической зоны.

По заданию учителя каждый ученик изучает 2-3 наиболее вредоносных заболеваний сельскохозяйственных растений в районе расположения школы.

К занятию необходимо подготовить и выдать на каждый рабочий стол образцы сельскохозяйственных культур с характерными признаками грибных и бактериальных заболеваний. Желательно использовать свежие растения, многие из которых в несезонный зимне-весенний период рекомендуется заготовить в сооружениях защищённого грунта. Например, из парников может быть получена рассада поражённых растений (огурца, томата, капусты), из зимних и весенних теплиц – листья, побеги, плоды этих и других культур с внешними признаками заболевания (фитофтороза, мучнистой росы, бактериоза и так далее).

На свежем материале из хранилищ – корнеплодах, клубнях, луковицах – целесообразно познакомить учащихся с различными гнилями овощей и картофеля (черная сухая гниль, фомоз и мокрая гниль моркови, фомоз свеклы, шейковая гниль лука и другие).

Симптомы целого ряда болезней культурных растений могут быть успешно изучены на гербарных экземплярах и консервированном материале.

Так для рассмотрения характерных признаков стеблевой головни ржи, полосатой пятнистости ячменя, ржавчины льна к занятию необходимо заготовить гербарные образцы пораженных растений; формы проявления парши яблони груши, мучнистой росы и ржавчины крыжовника, гнилей земляники необходимо изучать не только по гербарию, но и на консервированных плодах и ягодах этих культур.

При проведении лабораторной работы рекомендуется использование учащимися атласов болезней сельскохозяйственных культур.

*Порядок выполнения работы:*

1) Рассмотреть, пользуясь лупой, образцы растений и найти признаки поражения их органов.

2) Сравнить признаки проявления болезней растений с рисунками и описанием в атласе и определить название каждого заболевания.

3) Выяснить с помощью атласа, к какой группе относятся изученные вами болезни растений – к грибковым или бактериальным.

4) Сделать цветные зарисовки поражённых органов сельскохозяйственных растений, указав название каждого заболевания и группу, к которой оно принадлежит в зависимости от возбудителя.

5) Сделать вывод (19, 14).

В ходе выполнения заданий учащиеся знакомятся с основными грибковыми и бактериальными болезнями растений, с характерными признаками заболеваний сельскохозяйственных культур. Полученные знания пригодятся при выполнении внеурочных заданий для работы на дачном участке, в теплице, на огороде, при уходе за комнатными растениями.

Необходимо обратить особое внимание на то, чтобы приобретаемые учащимися на уроках отдельные знания умения и навыки к концу биологических курсов и главным образом при проведении внеурочных работ по постановке опытов на учебно-опытном участке были объединены.

## **2.2 Практическое применение знаний о взаимодействии микроорганизмов с высшими растениями во внеурочной работе**

Учащихся необходимо учить пользоваться научными знаниями при выполнении внеурочной работы. Учитель должен давать им задания с использованием биологических знаний при постановке опытов на учебно-опытном участке, при сборе растений для коллекций и гербариев. В этих условиях у школьников будет воспитываться не только понимание связи теории с практикой, но и умение начинать с самого простого – с формирования умения наблюдать природу, использовать свой практический опыт на уроке, во время работы на учебно-опытном участке. Если учащиеся сознательно освоили теоретический материал, то они сумеют пользоваться им в различных ситуациях, применять при решении разнообразных учебных и жизненных задач (30, 48).

Внеурочная работа по биологии обязательна для всех учащихся и выполняется по заданию учителя. Её содержание тесно связано с уроками. Результаты внеурочной работы оценивает учитель.

**Внеурочная работа** – это организация учащихся для выполнения после уроков обязательных, связанных с изучением курса практических работ по индивидуальным и групповым заданиям учителя (6, 281).

В процессе изучения биологии преподаватель учит школьников самостоятельно работать, ставить опыты с растениями, вести наблюдения за их ростом и развитием.

Организация внеурочных работ учащихся диктуется в первую очередь необходимостью длительных наблюдений за объектами природы, которые не укладываются в расписание учебных занятий. Такие работы носят предварительный характер. Это значит, что учитель своевременно организует учащихся, чтобы получить результаты к конкретному уроку, основываясь на продолжительности выполнения задания (35, 223). Например, учитель просит учащихся принести овощи или фрукты, пораженные фитопатогенными

микроорганизмами (яблоко, клубень картофеля, томат и другие). Внеурочная работа предварительного характера обогащает уроки и развивает интерес у учащихся.

Внеурочные работы могут осуществляться после изучения темы в классе как закрепление и углубление знаний, полученных на уроке. Такие работы могут быть достаточно сложными по сравнению с предварительными заданиями. Здесь уже можно в большей степени рассчитывать на самостоятельность учеников. В зависимости от уровня подготовленности школьники получают задания разной сложности (35, 224).

Внеурочные работы выполняются:

- в кабинете биологии,
- в уголке живой природы,
- на учебно-опытном участке,
- в природе.

Это опыты, наблюдения с последующим составлением гербариев и коллекций, а также проведение опытов для демонстрации их результатов на уроке.

Внеурочная деятельность является хорошим дополнением к урочной работе. Она носит познавательный, воспитательный и практический характер. В её процессе формируется активность и самостоятельность в познании природы и жизни, культура мышления и поведения, понимание своего положения в окружающей среде, появляется стремление сберечь и защитить природу. При этом учащиеся выходят на иной уровень понимания проблемы, видят и оценивают привычные явления с разных сторон, приобретают личностно значимый опыт и знания.

Внеурочные работы в кабинете и в уголке живой природы выполняются преимущественно поздней осенью, зимой и ранней весной: в другое время года они проводятся на учебно-опытном участке.

Особенно широкое применение они находят в преподавании биологии в 6 классе. Это определяется содержанием курса, позволяющим выполнять

разнообразные и доступные возрасту учащихся работы, относительно меньшей нагрузкой учащихся, а также возможностью добыть природный материал.

Некоторые опыты и наблюдения в данном случае связаны с темой «Царства бактерии и грибы». Учащиеся наблюдают за комнатными растениями. Если внешний вид растения изменился, то причиной этого может быть поражение растения фитопатогенными микроорганизмами. Зная признаки поражения растений микроорганизмами, учащиеся могут определить заболевание. Одни и те же опыты могут быть использованы при изучении нескольких тем или применительно к каждой из них.

Самое важное заключается в полном педагогическом использовании внеурочных работ учащихся на уроках, т. е. в осуществлении обратной связи наиболее продуманным образом. Учащихся приучают докладывать всему классу на уроке о том, как проходил опыт или наблюдение, какие выводы сделаны (6, 285).

В школах дают задания по наблюдениям в природе, помогающие выяснению явлений главным образом из области морфологии, экологии, систематики и связанному с ними составлению гербариев и коллекций. Выполняются они преимущественно летом и потому называются часто *летними заданиями*. Их нельзя рассматривать как сбор любых ботанических материалов без определенного биологического осмысления и в любом количестве. Сбор объектов должен производиться по заданиям. Учащихся следует предупредить, что важно не количество взятых объектов, а качественное выполнение задания: собрано то, что нужно, в ограниченном количестве, правильно засушено и закреплено с указанием места и времени сбора.

Например, в летний период учащимся предлагается сделать следующие гербарии:

- овощные культуры, пораженные фитопатогенными микроорганизмами;

- полевые культуры, пораженные фитопатогенными микроорганизмами;
- комнатные растения, пораженные фитопатогенными микроорганизмами;
- цветочно-декоративные растения, пораженные фитопатогенными микроорганизмами;
- бактериальные клубеньки на корнях различных бобовых растений.

Сбор таких коллекции лучше распределить между небольшими группами учащихся в течение всего учебного года в связи с изучением тем программы.

Внеурочные работы, в уголке живой природы, в кабинете, в природе доставляют интересные материалы для изучения их на уроках, воспитывают у учащихся умения и навыки самостоятельной работы, развивают живой интерес к природе. Для выполнения таких работ учащиеся обращаются к специальной литературе о растениях, справочникам, энциклопедиям, что воспитывает потребность в постоянном обращении к книге для руководства и углублении знаний (40, 287).

Внеурочные работы на школьном учебно-опытном участке проводятся при педагогически правильной организации учебно-опытного участка и работ на нем открываются широкие возможности обучения и воспитания учащихся. Развитие приобретенных на уроках биологических понятий вступает в особенно важную стадию – их практикования, применения в решении практических задач, что способствует прочности знаний.

Школьный участок – это лаборатория биологии для опытов и наблюдений, многообразное натуральное наглядное пособие и источник демонстрационного и раздаточного материала. Это первое звено в трудовом воспитании.

Очень важно предусмотреть групповые летние задания, которые касаются длительных опытов на учебно-опытном участке. Каждая группа учащихся участвует в планировании закреплённого за ними опыта, его

закладке, использует агротехнические приёмы, способствующие развитию растений на опытных и контрольных делянках в течение лета.

Планируемые опыты и задания должны соответствовать возрасту и физическому развитию учеников. Выполнение опытов на учебно-опытном участке способствует овладению учащимися комплексом практических умений и навыков сельскохозяйственного труда (35, 225).

В программе опытно-практических работ дается примерная тематика опытов для учащихся с растениями. Из неё учитель выбирает те темы опытов, которые наиболее актуальны в учебно-воспитательном отношении и отвечают местным природным и производственным условиям (40, 294).

Для проведения опытнической работы класс рекомендуется делить на звенья по 5-6 человек. Каждому звену поручается отдельный опыт. Выбор темы опыта проводится совместно с членами звена, при этом необходимо поощрять темы, предложенные самими учащимися. Учитель должен убедить учащихся в необходимости строгого соблюдения методики опыта (43, 47).

Ниже приведены примерные темы опытов, рекомендуемых для проведения (см. Табл. 2).

Таблица 2.

Технология проведения опытов по взаимодействию микроорганизмов с высшими растениями

№	Тема	Схема опыта	Методические указания
1	Влияние бактериальных удобрений на урожай капусты или гибридной брюквы.	1. Посев семян без бактериализации – контроль. 2. Посев бактериализованными семенами.	Препарат тетрагина или азотабактерина высыпают из бутылки в чистую посуду, добавляют воду и тщательно перемешивают. Полученной мутной жидкостью, не давая ей отстояться, равномерно и обильно опрыскивают семена. Слегка просушивают и высевают в тот же день. При закладке опыта необходимо избегать попадания прямых солнечных лучей, которые губительно действуют на бактерии.
2	Борьба с фитофторозом томатов при	1. Опрыскивание водой (контроль).	Для приготовления настоя 40-50 г головок чеснока измельчают, помещают в 3-литровую стеклянную

	помощи настоя чеснока.	2. Опрыскивание настоем чеснока.	бан-ку, заливают водой комнатной температуры и закрывают крышкой. Настаивают в течение 5 суток в тёплом месте. Процеживают, разбавляют водой до 10 литров. Первое опрыскивание проводят в начале завязывания плодов на 2-й кисти, последующие – с интервалами в 7-10 дней
3	Борьба с серой гнилью земляники при помощи совместного выращивания с репчатым луком.	1. Земляника (контроль). 2. Земляника + лук репчатый.	Весной после оттаивания почвы грядки с земляникой очищают от отмерших листьев, вносят удобрения и рыхлят почву. На опытных участках высаживают лук-репку из расчёта – 1 луковица на 4 куста земляники.
4	Обработка семян овощных растений фитонцидными парами.	1. Сухие семена (контроль). 2. Семена, обработанные парами фитонцидов горчицы.	Сухую горчицу перемешивают с небольшим количеством тёплой воды: на 10 г горчицы берут 20 мл воды, помещают на дно 2-3-литровой банки. Семена в марлевом мешочке подвешивают над горчицей и выдерживают в герметически закрытом сосуде 30-40 мин. Затем семена кладут на фильтровальную бумагу и оставляют на воздухе на 2-3 ч. При перемешивании горчицы с теплой водой усиливается выделение фитонцидов, которые убивая микробы, обеззараживают семена. Контролем служат семена, не подвергавшиеся обработке фитонцидами.
5	Протравливание семян в настое чеснока.	1. Намачивание семян в воде (контроль). 2. Протравливание семян в настое чеснока.	Головки чеснока измельчают и заливают водой (1:10). После суточного настаивания используют для протравливания семян. В настой чеснока на 1-2 ч опускают в марлевом мешочке семена. После обработки семена ополаскивают водой и просушивают. Семена контрольного варианта намачивают в воде 1-2 ч, высушивают.

Во всех опытах с протравливанием семян перед посевом проверяют их энергию прорастания и всхожесть. В течение вегетации проводят наблюдения за поражаемостью растений болезнями, а перед уборкой на опытных и контрольных вариантах определяют процент больных растений. Предложенные опыты просты в выполнении, а материалы и оборудование для проведения легкодоступны.

Таким образом, внеурочная работа занимает важное место в процессе

обучения биологии: способствует развитию у учащихся самостоятельности и активности, формирует культуру мышления и поведения, развивает практические умения и навыки.

## **Выводы по главе II**

Резюмируя изложенное, мы пришли к выводам:

1) Знания о взаимодействии микроорганизмов с высшими растениями можно использовать на уроках биологии с 6 по 11 класс как дополнительный материал.

2) Материал о фитопатогенных микроорганизмах целесообразно использовать для проведения лабораторной работы в 6 классе.

3) Дополнительный материал, данный на уроках, учитель должен использовать для формирования практических умений и навыков во время внеурочной работы.

4) Особое внимание уделяется внеурочной работе на школьном учебно-опытном участке, так как здесь открываются широкие возможности обучения и воспитания учащихся. Для опытнической работы учитель выбирает темы опытов, которые наиболее актуальны в учебно-воспитательном отношении.

## **Заключение**

Изучив и проанализировав биологическую, научную и педагогическую литературу, мы пришли к следующим выводам:

1) Взаимодействие микроорганизмов с высшими растениями – это взаимная связь организмов величиной от 50 до 500 мкм с автотрофными формами, имеющими расчленение на листья, стебли и корни.

2) Между высшими растениями и микроорганизмами существуют симбиотические и паразитические взаимодействия полезные или вредные для обоих взаимодействующих организмов или одного из них. К симбионтам высших растений относятся ризосферные и эпифитные микроорганизмы, клубеньковые бактерии, грибы-микоризообразователи.

3) Невосприимчивость растений к заболеваниям называется иммунитетом. Существуют анатомо-морфологические и физиологические особенности растений, способствующие их невосприимчивости к инфекциям.

4) Знания о взаимодействии микроорганизмов с высшими растениями можно использовать на уроках биологии с 6 по 11 класс как дополнительный материал.

5) Дополнительный материал, использованный на уроках, должен применяться во внеурочной работе. Особое внимание уделяется постановке опытов, темы которых актуальны в учебно-воспитательном отношении.

Таким образом, мы решили поставленные перед нашей работой задачи и выяснили, что материал о взаимодействии микроорганизмов с высшими растениями актуален на данном этапе развития биологической науки.

## Библиографический список

- 1) Белозерский А.Н., Микулинский С.Р. Успехи советской биологии. – М.: Знание, 1967. – 72с.
- 2) Биологические основы сельского хозяйства: Учеб. для студ. пед. вузов/ Ващенко И.М., Лошаков В.Г. и др.; Под ред. Ващенко И.М. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 544с.
- 3) Богорад В.Б., Нехлюдова А.С. Краткий словарь биологических терминов. /Под ред. Генкеля П.А. – М.: Государственное учебно-педагог. изд-во министерства просвещения РСФСР, 19633. – 236с.
- 4) Большая Советская Энциклопедия. (В 30-ти томах) т. 1 /Под ред. Прохорова Н.В. – М.: Изд-во « Советская Энциклопедия», 1969. – 640с., ил.
- 5) Ботаника: Морфология и анатомия растений: Учебн. Пособие для студ. пед. ин-тов /А.Е. Васильев и др. – М.: Просвещение, 1988. – 480с.
- 6) Верзилин Н.М., Корсунская В.М. Общая методика преподавания биологии. Учебник для студентов биол. фак-ов пед. ин-тов. – М.: «Просвещение», 1972. – 368с.
- 7) Гарибова Л.В., Сидорова И.И. Грибы. – М.: «Просвещение», 1997. – 352с., цв. ил.
- 8) Гельцер Ф.Ю. Симбиоз с микроорганизмами – основа жизни растений. – М.: Изд-во МСХА, 1990. – 120 с.
- 9) Генкель П.А. Микробиология с основами вирусологии. Учеб. Пособие для студ-ов биол. фак-ов пед. ин-тов. – М.: «Просвещение», 1974. – 340с.
- 10) Генкель П. А. Физиология растений. М.: «Просвещение», 1975. – 335с.
- 11) Генкель П. А. Физиология растений: Учеб. пособие по факультатив. Курсу для IX кл. – 3-е изд., перераб. – М.: «Просвещение», 1985. – 175с., ил.
- 12) Горышина Т.К. Экология растений: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1979. – 368с., ил.
- 13) Грин Н, Стаут У и др. Биология: В 3-х томах, т. 1:Пер. с англ. – М.: Мир, 1993. – 368с., ил.

- 14) Гуленкова М.А., Красникова А.А. Летняя полевая практика по ботанике: Учеб. пособие для студ-ов пед. ин-тов. – 2-у изд., перераб. – М.: «Просвещение», 1986. – 173с.
- 15) Ежов Г.И. Руководство к практическим занятиям по сельскохозяйственной микробиологии: Учеб. пособие для студ. агрономич. специальностей высших сельскохозяйственных учеб. заведений. – М.: Высшая школа, 1981. – 271с., ил.
- 16) Жизнь растений. В 6-ти томах. Гл ред. чл-кор. АН СССР, проф. А.А. Фёдоров. Т.1. Введение. Бактерии и актиномицеты. Под ред. Н.А. Красильникова, А.А. Уранова. – М.: «Просвещение», 1974. – 487с., ил.
- 17) Жизнь растений. В 6-ти томах. Гл ред. чл-кор. АН СССР, проф. А.А. Фёдоров. Т.2. Грибы. Под ред. М.В. Горленко. – М.: «Просвещение», 1976. – 479с., ил.
- 18) Захаров В.Б., Сонин Н.И. Биология. 7 класс. Многообразие живых организмов: Учеб. для общеобразовательных учреждений /В.Б. Захаров, Н.И. Сонин. – 5-е изд. – М.: Дрофа, 2003. – 176с., ил.
- 19) Захарченко Г.Г. Планирование по курсам «Растения», «Бактерии. Грибы. Лишайники». //Биология: приложение к газете «Первое сентября». – 2001. - №23. – с. 6.
- 20) Зверев И.Д. и др. Воспитание учащихся в процессе обучения биологии: Пособие для учителя /И.Д. Зверев, А.Н. Мягкова, Е.П. Бруновт; Под ред. И.Д. Зверева. - М.: «Просвещение», 1984. – 160с.
- 21) Коротяев А.И., Бабичев С.А. Медицинская микробиология, иммунология, вирусология. Учебник. – СПб: «Спец. Литература», 1998. – 592с., ил.
- 22) Корчагина В.А. Биология. Растения, бактерии, грибы, лишайники. Учебник для 6-7 кл. – 24-е изд. – М.: Просвещение, 1993. – 256с.
- 23) Красильников Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. – М.: Просвещение, 1958. – 232с.
- 24) Лопатин В.В., Лопатина Л.Е. Русский толковый словарь: Ок. 35.000слов. – М.: Рус. яз., 1997. – 832 с.

- 25) Лощина Т.Е., Пономарёва И.Н. и др. Общая биология: Учебник для учащихся 10 кл. общеобразовательных учрежд-й /Под ред. проф. И.Н. Пономарёвой. – М.: Вентана-Графф, 2003. – 224с., ил.
- 26) Лукомская К.А. Микробиология с основами вирусологии: Учеб. пособие для студ. пед. ин-тов по биол. и хим. спец. – М.: Просвещение, 1987. – 288с.
- 27) Настольная книга учителя биологии /Авт.-сост. Г.С. Калинова, В.С. Кучменко. – М.: ООО «Издательство АСТ», «ООО Издательство Астрель», 2002. – 158 с., ил.
- 28) Нейман Б.Я. Индустрия микробов. – М.: Знание, 1983. – 208с.
- 29) Общая биология: Учеб. для 10-11 кл. общеобразоват. учреждений /Д.К. Беляев, П.М. Бородин и др.; Под ред. Д.К. Беляева, Г.М. Дымшица. – 3-е изд. – М.: «Просвещение», 2003. – 303с., ил.
- 30) Пакулова В.М. Методика обучения биологии. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 128с.
- 31) Пасечник В.В. Бактерии, грибы, растения. Биология 6 кл. – М.: Дрофа, 1997. – 272с.
- 32) Пасечник В.В. Учебно-методический комплект по биологии. //Биология в школе. – 2000. - №7. – с. 62.
- 33) Пономарёва И.Н. и др. Биология: Учеб. для 6 кл. /Под ред. проф. И.Н. Пономарёвой. – М.: Вентана-Графф, 2003. – 224с., ил.
- 34) Пономарёва И.Н. и др. Биология: Учеб. для 9 кл. /Под ред. проф. И.Н. Пономарёвой. – М.: Вентана-Графф, 2002. – 240с., ил
- 35) Пономарёва И.Н. Общая методика обучения биологии: Учеб. пособие для студ. пед. вузов /Под ред. И.Н. Пономарёвой. – М.: «Академия», 2003. – 272с.
- 36) Реймерс Н.Ф. Азбука природы (микроэнциклопедия биосферы). – М.: Знание, 1980. – 208с.
- 37) Рубин Б.А. Растение в борьбе с заболеваниями (Фитоиммунитет). - М.: Знание, 1977.- 64с.
- 38) Сонин Н.И. 6 кл. Живой организм: Учеб. для общеобразоват. Учреждений. – 9-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2003. – 216с.: ил.

- 39) Сонин Н.И. 8 кл. Человек: Учеб. для общеобразоват. Учреждений. – 5-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2003. – 216с.: ил.
- 40) Фёдорова В.Н., Беляева П.Л., Корчагина В.А. Методика ботаники: Пособие для учителя /Под ред. Фёдоровой В.Н. – М.: Просвещение, 1964. – 431с., ил.
- 41) Хрипкова А.Г., Калинова Г.С. Учебно-методический комплект по биологии. //Биология в школе. – 2001. - №4. – с. 20.
- 42) Шапиро В.А. Русское возрождение. – М.: Агроконсалт, 2001. – 88с.
- 43) Школьный учебно-опытный участок: агротехнические работы, опытническое дело: методические рекомендации для учителей биологии. – Новгород: ИГПи, 1987. – 78с.
- 44) Энциклопедический словарь юного земледельца /Сост. А.Д. Джахангиров и др. – М.: Педагогика, 1983. – 368с., ил.
- 45) Якушкина Н.И. Физиология растений: Учеб. пособие для студ. биол. спец. пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1980. – 304с., ил.

## Приложение 1.

Сравнение числа разных бактерий и актиномицетов в ризосфере пшеницы и в контрольной почве

Организмы	Ризосферная почва	Контрольная почва	Р/П
Бактерии	1200x10 <sup>6</sup>	53 x10 <sup>6</sup>	23/1
Актиномицеты	46 x 10 <sup>6</sup>	7x10 <sup>6</sup>	7/1
<i>Группы бактерий'</i>			
Аммонификаторы	500x10 <sup>6</sup>	4x10 <sup>6</sup>	125/1
Газообразующие анаэробы	39x10 <sup>4</sup>	3x10 <sup>5</sup>	13/1
Анаэробы	12 x10 <sup>6</sup>	6 x10 <sup>6</sup>	2/1
Денитрификаторы	126x10 <sup>6</sup>	1X10 <sup>5</sup>	1260/1
Аэробные целлюло- зоразлагающие	7 x10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>5</sup>	7/1
Анаэробные целлюло- зоразлагающие	9 x10 <sup>3</sup>	3X10 <sup>3</sup>	1/1
Спорообразующие	930 x10 <sup>3</sup>	575 x10 <sup>3</sup>	1/1

## Приложение 2

Групповой состав и численность микрофлоры ризосферы пшеницы  
(число микроорганизмов в тыс. на 1г. почвы).

(По Е. Н. Мишустицу, 1972)

Фазы развития растений	Бактерии	Из числа бактерий				
Кущение	300 000	295 000	5000	20	40	100
Колошение	420 000	417000	3000	55	55	100
Цветение	560 000	546 000	14000	70	70	1000
Созревание	280 000	205 000	75000	45	45	10000

### Приложение 3.

**Болезни растений:** 1 – кила капусты, 2 – мучнистая роса яблони, 3 – лептотириоз плодов яблони, 4 – парша яблони, 5 – черный рак яблони, 6 – серая гниль земляники, 7 – антракноз винограда, 8 – фитофтороз томата, 9 – альтернариоз капусты, 10 – черная гниль моркови, 11 – черная ножка картофеля, 12 – черная ножка картофеля, 13 – рак картофеля, 14 – антракноз тыквы.



**Болезни растений:** 1 – бурая ржавчина пшеницы и ржи; 2 – головня пшеницы (слева – здоровый колос, вверху – головневые споры); 3 – полосатая пятнистость ячменя; 4 – снежная плесень; 5 – стебли пшеницы, пораженные афиоблезом; 6 – мучнистая роса злаков; 7 0 антракноз клевера; 8 – аскохитоз люцерны.

