**Пояснительная записка**

Программа элективного курса «Микробиология» адресо­вана учащимся 10 – 11 классов и разработана на основе авторской программы элективного курса «Микробиология» 10-11 классы (авт. Шапиро Я.С., Г.Н.Панина, М.: Издательский центр «Вентана – Граф», 2012 г.).

Она нацелена на получение школьниками знаний и умений, необходимых для формирова­ния целостного представления о мире микроорганизмов, об их роли в природных процессах и в жизни человека, а также о методах исследования микромира.

***Цели курса***

- углубление и расширение знаний в области общей и частной микробиологии;

- формирование научного мировоззрения, современных взглядов о месте микроорганизмов в системе живого;

- гигиеническое воспитание и формирование здорового образа жизни в целях сохранения психического, физического и нравственного здоровья;

- подготовка учащихся к практической деятельности в области медицины.

***Задачи курса***

***Обучающие:***

- овладеть основными понятиями в области общей и частной микробиологии;

- изучить методы микробиологических исследований;

- рассмотреть особенности морфологии и физиологии микроорганизмов;

- определить роль микроорганизмов в природе и в жизнедеятельности человека;

- познакомить учащихся с характерными особенностями возбудителей, основными

признаками вызываемых ими заболеваний, эпидемиологией и профилактикой.

***Развивающие:***

- обеспечить развитие познавательных процессов учащихся при объяснении взаимосвязи строения и функций;

**-**продолжить развитие интеллектуальных умений и навыков (систематизировать, сравнивать, обобщать);

**-**практических умений (готовить микропрепараты и объяснять биологические явления с точки зрения проявляющихся в них физических и химических законов);

**-**применять полученные знания при выполнении заданий.

***Воспитывающие:***

- определить единство биологических закономерностей для всей живой природы от микроорганизма до человека;

- показать, как знание микробиологии помогает выяснить причины многих тяжелых заболеваний человека, своевременно ставить диагноз, находить меры профилактики и лечения.

***Формы организации образовательного процесса***

Курс позволяет использовать элементы современных педагогических технологий. Это приемы технологии развития критического мышления: «минуты разминки», «заполнение таблички», «пометки на полях», «рефлексия себя на уроке». Построение занятий через организацию педагогических мастерских, а также с учетом технологий дифференцированного обучения.

Осуществляется проведение традиционных классно-урочных занятий. Для повышения познавательной активности учащихся используются нетрадиционные формы: урок творческий отчет, пресс-конференции, презентации. Особое внимание уделяется исследовательскому методу обучения. Учебно-исследовательская деятельность как процесс совместной работы учащихся и педагога по выявлению сущности процессов и явлений помогает развить интерес к познанию мира, сущности процессов и явлений, сформировать умения самостоятельно и творчески мыслить.

В рамках изучаемого курса выделено время на решение заданий ЕГЭ, что способствует успешной сдаче единого государственного экзамена по биологии. Курс основан на сочетании индивидуальной и коллективной форм работы.

**Общая характеристика элективного курса**

Программа элективного курса «Микробиология» основана на интеграции знаний предметов естественнонаучного цикла (биологии, химии, физики, экологии), что становится возможным только на старшей ступени обучения в школе. Она предусматривает наряду с поиском, анализом и интеграцией необходимой информации, выполнение учащимися практических заданий, предложенные темы которых можно конкретизировать в соответствии с задачами элективного курса и имеющимися возможностями.

Программой предусматривается изучение учащимися теоретических и прикладных основ микробиологии. В ней нашли отражение задачи, стоящие в настоящее время перед биологической наукой, решение которых направлено на сохранение окружающей природы и здоровья человека. Данный курс позволяет углубить биологические знания учащихся, расширить их кругозор, повысить познавательный интерес в области медицины.

**Место** **элективного курса в учебном плане**

На изучение элективного курса выделен 1 час в неделю (34 часа в год).

**Требования к уровню подготовки учащихся**

**Учащиеся должны знать:**

- основные понятия, используемые в микробиологии: патогенность, инфекция, иммунитет и т.д.;

- методы микробиологических исследований;

- классификацию микроорганизмов;

- морфологические и физиологические особенности микроорганизмов;

- распространение микроорганизмов в окружающей среде и влияние факторов среды на них;

- роль микроорганизмов в природе и в жизни человека;

- практическое значение стерилизации и дезинфекции;

- основные стадии инфекционного процесса и формирование иммунитета с позиций взаимодействия микро- и макроорганизма в условиях внешней среды;

- характерные особенности возбудителей, основные признаки вызываемых ими заболеваний, эпидемиологию и профилактику.

**Учащиеся должны уметь:**

- составлять характеристику основных групп микроорганизмов;

- пользоваться микробиологическими знаниями для объяснения с материалистических позиций причин инфекционных заболеваний и меры их профилактики;

- работать с микроскопом и изготовлять простейшие препараты для микроскопических исследований;

- выявить (при микроскопировании) и описать микроорганизмы в природной среде или культуре.

**Развитие компетентности учащихся**

-Учебно-познавательная (готовность учащегося к самостоятельной познавательной деятельности: целеполаганию, планированию, анализу, рефлексии, самооценке учебнопознавательной деятельности);

- Информационная (готовность обучающегося самостоятельно работать с информацией);

- Коммуникативная (навыки работы в группе, умение представить свою презентацию, вести дискуссию);

- Социально-трудовая (готовность учащихся к профессиональному самоопределению)

Микроорганизмы по их значению для биосферных процес­сов, для человека как биологического вида и для хозяйственной деятельности людей вполне сопоставимы с представителями макромира – растениями и животными, а в некоторых облас­тях существенно их превосходят. Медицина и экологическая безопасность, генетическая инженерия и промышленная био­технология, ветеринария и фитосанитария – развитие этих и многих других сфер деятельности человека невозможно без глубоких знаний о мире микроорганизмов.

В то же время весьма скромное положение, которое зани­мают микроорганизмы в образовательных программах и учеб­ных пособиях по биологии для средней школы, не соответству­ет современным требованиям к уровню микробиологического образования выпускников профильной школы. Сложившееся противоречие нуждается в преодолении, а ознакомление уча­щихся с основами микробиологии целесообразно начинать уже в средней школе. Вышеизложенное обусловливает актуаль­ность включения элективного курса «Микробиология» в прог­рамму профильного биологического образования.

Весь объем предлагаемого учебного материала распределен по пяти главам и подразделяется на *основной* и *дополнительный.* Основной учебный материал является необходимым и достаточным для успешного овладения учащимися знаниями и умениями согласно предлагаемому ниже учебно-тематическому плану. До­полнительный материал позволит учителю творчески модифици­ровать учебно-тематический план, обогатить содержание проект­ной деятельности учащихся, а также будет способствовать самооб­разованию школьников.

Введение имеет цель, с одной стороны, ознакомить учащихся с наиболее общими признаками микроорганизмов, а с другой – дать представление о многообразии микромира. Три первых главы раздела программы элективного курса посвящены традиционным объектам микромира – вирусам, бактериям и грибам. В каждой из этих глав рассматриваются особенности организации соответству­ющей группы, ее роль в природных процессах и значение для чело­века. Поскольку важнейшая отрасль биотехнологии – генетичес­кая инженерия за сравнительно короткий срок из «чистой» науки превратилась в непосредственную производительную силу и заня­ла ведущую позицию в народном хозяйстве, четвертая глава прог­раммы посвящена исключительной роли использования микроор­ганизмов в развитии этого научного направления.

Микроскопические растения и животные обзорно рассматри­ваются в пятой главе настоящей программы. Поскольку эти груп­пы микроорганизмов достаточно полно отражены в соответствую­щих разделах базовых дисциплин «Растения» и «Животные», в элективном курсе этот учебный материал предложен в качестве дополнительного.

Программа элективного курса «Микробиология» основана на интеграции знаний предметов естественнонаучного цикла (биоло­гии, химии, физики, экологии), что становится возможным только на старшей ступени обучения в школе. Она предусматривает наря­ду с поиском, анализом и интеграцией необходимой информации, выполнение учащимися практических заданий, предложенные те­мы которых можно конкретизировать в соответствии с задачами элективного курса и имеющимися возможностями.

Интеграция теоретической и практической частей программы возможна в форме проектной деятельности учащихся. Выполненные учащимися проекты могут быть представлены на олимпиаду или на­учную конференцию, оформлены в виде публикации в сборнике ис­следовательских работ школьников. Они также могут стать основой сценариев тематических праздников, развивающих игр и конкурсов. Технология реализации программы предусматривает исполь­зование учащимися научной и научно-популярной литературы, справочников, энциклопедий, видеофильмов, компьютерных про­грамм, экспозиций музеев, лабораторного оборудования (как школьного, так и учреждений — партнеров школы). Реализация практической части программы возможна не только в условиях школьных кабинетов биологии и химии, но и в лабораториях науч­но-исследовательских организаций и высших образовательных уч­реждений, на предприятиях пищевой и микробиологической про­мышленности, в подразделениях санитарно-эпидемиологической службы, ветеринарного и фитосанитарного надзора, на земельных угодьях сельскохозяйственных предприятий.

Предлагаемая программа элективного курса объемом 35 часов может быть реализована как в течение года (с режимом реализации 1 час в неделю), так и в любом полугодии 10 или 11 классов (с режимом реализации 2 часа в неделю). Наиболее удобное время освоения программы — первое полугодие, по­скольку осенние месяцы открывают благоприятные возможности использования натуральных наглядных пособий, особенно по те­ме «Грибы».

Содержание программы дает возможность углубить и расши­рить представление учащихся о таких разделах биологической нау­ки, как вирусология, бактериология, микология, биотехнология, познакомиться с их прикладным значением, получить информа­цию о профессиях специалистов, работающих в этой области нау­ки и практики.

Предлагаемая учащимся информация объединена в пяти гла­вах: «Вирусы», «Бактерии», «Грибы», «Роль микроорганизмов в ге­нетической инженерии», «Обзор организации микроскопических растений и животных». Последовательность изучения этих разде­лов допускает изменения, однако время изучения четвертой главы следует сохранить, так как она интегрирует и

обобщает содержание предыдущих разделов программы.

Для освоения программы элективного курса «Микробиоло­гия» могут быть использованы различные источники информации, но основным является одноименное учебное пособие Я.С. Шапи­ро, содержание глав которого полностью соответствует разделам программы элективного курса. Некоторая избыточность информа­ции позволит учителю осуществить модификацию программы и обеспечить индивидуальный подход, удовлетворяя запросы от­дельных учащихся в получении дополнительных сведений.

Практические занятия нацелены на овладение школьниками некоторыми методами исследований, используемыми учены­ми-микробиологами, что позволит сформировать разнообразные практические умения, необходимые специалистам названных вы­ше сфер профессиональной деятельности, обеспечить проверку направленности интересов учащихся.

На самом первом занятии элективного курса следует провести подробную беседу о необходимости строгого выполнения правил техники безопасности при наблюдении за микроорганизмами, в процессе постановки экспериментов и использовании специаль­ного лабораторного оборудования.

Выполнение самостоятельных творческих проектов даст воз­можность сосредоточить внимание учеников на конкретной, инте­ресующей их проблеме, проявить умения работать с информацией, самостоятельно проводить практические работы и исследования, анализировать и интерпретировать полученные результаты, про­явить творчество на любом этапе выполнения проекта.

Выбор тематики проектов может осуществляться с учетом раз­ной направленности интересов учащихся:

* углубление, расширение, конкретизация теоретических знаний о микроорганизмах («Гипотезы о происхождении вирусов», «Роль грибов-сапротрофов в биосфере»);
* расширение представлений о прикладном значении мик­робиологии («Микозы рыб, выращиваемых в рыбоводных хозяйствах», «Использование дрожжей для производства белков»);
* углубление знаний об истории развития науки, роли уче­ных («История развития вирусологии», «Н.И. Вавилов — основоположник учения об иммунитете растений»);
* расширение лингвистических представлений («Основные принципы названий микробиологических объектов», «Ла­тинские и греческие корни биологического языка»);
* расширение представлений о профессиях и тех образова­тельных учреждениях, где они приобретаются («Вирусолог и сфера его деятельности», «Миколог и объекты его иссле­дований»);
* формирование и совершенствование практических умений («Влияние настоя сенной палочки на развитие дрожжей», «Развитие гриба мукора в присутствии различных концент­раций молочной сыворотки»).

Проекты готовятся в течение определенного времени, при этом учащиеся могут использовать различные источники информации в дополнение к учебному пособию, могут рассчитывать на подробную консультацию педагога или другого специалиста. Пре­зентация и защита проектов возможны при изучении соответству­ющих тем или при завершении программы элективного курса, на заключительной конференции.

В процессе реализации программы весьма желательны встречи со специалистами, экскурсии в учебные заведения, научно-иссле­довательские учреждения и на предприятия, где обучаются специ­алисты, изучаются и используются микроорганизмы для получе­ния продуктов питания, ряда лекарственных веществ и др.

При успешном завершении программы учащимся выдаются сертификаты, а выполненные ими проекты могут быть далее представлены на конференциях школьного, районного и город­ского уровней, на олимпиадах (биологической, медицинской, экологической).

В процессе освоения теоретической и практической частей программы учащиеся приобретают знания и умения, необходимые для овладения в будущем рядом профессий и специальностей: ми­кробиолога, биотехнолога, эколога, врача, ветеринара, специалис­та по экологической безопасности и защите растений, а также пе­дагога.

**КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ**

**элективного курса «Микробиология»**

**10 «Б» ,11 «В» классы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№****п/п** | **Дата** **проведения** | **Наименование раздела и тем** | **Вид занятий** |
| **теоретические** | **практические** |
| 1 | 11В-04.09.1410Б-05.09.14 | Введение. Предмет микробиологии, объекты и методы исследований | 1 |  |
| **Вирусы (9 ч)** |
| 2 (1) | 11В-11.09.1410Б-12.09.14 | Общая характеристика вирусов как представителей неклеточной формы жизни | 1 |  |
| 3 (2) | 11В-18.09.1410Б-19.09.14 | Взаимоотношения вируса и клетки-хозяина. Методы обнаружения вирусов | 1 |  |
| 4 (3) | 11В-25.09.1410Б-26.09.14 | Вирусы — паразиты бактерий (бактериофаги) | 1 |  |
| 5 (4) | 11В-02.10.1410Б-03.10.14 | Вирусы растений и вызываемые ими болезни | 1 |  |
| 6 (5) | 11В-09.10.1410Б-10.10.14 | Диагностика вирусных болезней растений |  | 1 |
| 7 (6) | 11В-16.10.1410Б-17.10.14 | Защита растений от вирусов | 1 |  |
| 8 (7) | 11В-23.10.1410Б-24.10.14 | Вирусы животных и вызываемые ими болезни | 1 |  |
| 9 (8) | 11В-30.10.1410Б-31.10.14 | Вирусы человека и вызываемые ими болезни | 1 |  |
| 10 (9) | 11В-13.11.1410Б-14.11.14 | Заключительное занятие по теме «Вирусы» | 1 |  |
| **Бактерии (10 ч)** |
| 11 (1) | 11В-20.11.1410Б-21.11.14 | Общая характеристика бактерий как прокариотических организмов | 1 |  |
| 12 (2) | 11В-27.11.1410Б-28.11.14 | Обмен веществ и энергии у бактерий, их роль в экосистемах | 1 |  |
| 13 (3) | 11В-04.12.1410Б-05.12.14 | Азотфиксирующие симбиотические бактерии |  | **1** |
| 14 (4) | 11В-11.12.1410Б-12.12.14 | Фотосинтезирующие бактерии |  | **1** |
| 15 (5) | 11В-18.12.1410Б-19.12.14 | Бактерии — компонент нормальной биоты организма животного и человека | **1** |  |
| 16 (6) | 11В-25.12.1410Б-26.12.14 | Бактериальные болезни растений |  | **1** |
| 17 (7) | 11В-15.01.1510Б-16.01.15 | Бактериальные болезни животных и человека | **1** |  |
| 18 (8) | 11В-22.01.1510Б-23.01.15 | Молочнокислое брожение |  | **1** |
| 19 (9) | 11В-29.01.1510Б-30.01.15 | Микроскопическое изучение бактерий — возбудителей молочнокислого брожения |  | **1** |
| 20 (10) | 11В-05.02.1510Б-06.02.15 | Использование бактерий в биотехнологии | **1** |  |
| **Грибы (12 ч)** |
| 21 (1) | 11В-12.02.1510Б-13.02.15 | Общая характеристика грибов как эукариотических гетеротрофных микроорганизмов | **1** |  |
| 22 (2) | 11В-19.02.1510Б-20.02.15 | Грибница плесневых (мицелиальных) грибов |  | **1** |
| 23 (3) | 11В-26.02.1510Б-27.02.15 | Бесполое размножение грибов |  | **1** |
| 24 (4) | 11В-05.03.1510Б-06.03.15 | Половое размножение грибов |  | **1** |
| 25 (5) | 11В-12.03.1510Б-13.03.15 | Классификация и важнейшие систематические группы грибов | **1** |  |
| 26 (6) | 11В-19.03.1510Б-20.03.15 | Обмен веществ и энергии у грибов, их роль в экосистемах | **1** |  |
| 27 – 28 (7 – 8) | 11В-02.04.1511В-09.04.1510Б-03.04.1510Б-10.04.15 | Спиртовое брожение, возбуждаемое дрожжами |  | **2** |
| 29 (8) | 11В-16.04.1510Б-17.04.15 | Взаимоотношения грибов и растений Симбиоз грибов и растений | **1** | **1** |
| 30 (9) | 11В-23.04.1510Б-24.04.15 | Грибы — паразиты животных и человека | **1** |  |
| 31 (10) | 11В-30.04.1510Б-08.05.15 | Использование грибов в биотехнологии | **1** |  |
| **Роль микроорганизмов в генетической инженерии (3 ч)** |
| 32 (1) | 11В-07.05.1510Б-15.05.15 | Биологические основы и направления использования микроорганизмов в генетической инженерии | **1** |  |
| 33 (2) | 11В-14.05.1510Б-22.05.15 | Генно-инженерные разработки **на** основе микроорганизмов в сельском хозяйстве, промышленности и медицине | **1** |  |
| 34 (3) | 11В-21.05.1510Б-29.05.15 | Заключительное занятие по теме «Роль микроорганизмов в генетической инженерии» | **1** |  |

**СОДЕРЖАНИЕ**

*34 часа (1 час в неделю: теория — 23 ч, практика — 11 ч)*

**Вводное занятие**

**(1 час)**

Микробиология как научная и учебная дисциплина, объ­екты ее изучения. Общая и прикладная микробиология, ее важней­шие отрасли.

**1. Вирусы**

 **(9 часов)**

Общая характеристика вирусов как представителей не­клеточной формы жизни, история их открытия и изучения. Строе­ние вирусной частицы – вириона. Классификация вирусов, ДНК-содержащие и РНК-содержащие вирусы. Взаимоотношение вируса и клетки-хозяина. Методы обнаружения вирусов.

Вирусы – паразиты бактерий (бактериофаги). Роль бактерио­фагов в жизни бактерий и их значение для человека. Использование бактериофагов в научных исследованиях, медицине, ветеринарии.

Вирусы – паразиты растений (фитовирусы), вызываемые ими болезни. Циркуляция фитовирусов в природе. Биологические ос­новы защиты культурных растений от вирусов.

Вирусы животных и вызываемые ими болезни. Природные очаги зоопатогенных вирусов и их циркуляция. Биологические основы защиты домашних животных от вирусов. Вирусы насеко­мых и их использование против вредителей сельского и лесного хозяйства.

Вирусы человека и вызываемые ими болезни. Синдром при­обретенного иммунодефицита (СПИД) – опаснейшая вирусная болезнь человека. Карантинные вирусные болезни. Природные очаги и переносчики вирусов человека. Биологические основы профилактики и лечения вирусных болезней.

***Практическое занятие:***

Диагностика вирусных болезней растений.

**2. Бактерии**

**(10 часов)**

Общая характеристика бактерий как прокариотических (доядерных) организмов. Бактериальные клетки и бактериальные колонии. Размножение и генотипическая изменчивость бакте­рий. Обмен веществ и энергии у бактерий. Роль бактерий в круго­вороте биогенных химических элементов. Бактерии – продуцен­ты и деструкторы органических веществ, их место в экосистемах Земли.

Роль бактерий в почвообразовании, их значение для почвен­ного плодородия. Азотфиксирующая деятельность бактерий. Бак­териальные удобрения и их использование в земледелии. Бакте­рии – паразиты растений, их экономическое значение. Биологи­ческие основы защиты растений от болезней.

Бактерии – компонент нормальной биоты организма живот­ного, их роль в усвоении пищи животными. Бактериальные болез­ни домашних животных (сибирская язва, бруцеллез, орнитозы и др.), биологические основы их профилактики и лечения. При­родные очаги бактериозов домашних животных. Бактерии – возбудители болезней насекомых, их использование против вредных видов.

Бактерии – компонент нормальной биоты организма челове­ка, их значение для здоровья; дисбактериозы и их преодоление. Бактерии – возбудители болезней человека, классификация бак­териозов человека. Циркуляция болезнетворных бактерий в при­роде, роль переносчиков (насекомых, клещей, грызунов и др.) в возникновении эпидемий. Биологические основы профилактики и лечения бактериальных болезней человека.

Использование бактерий в биотехнологии. Бактерии – проду­центы аминокислот, белков, витаминов, антибиотиков и других ценных биоорганических соединений.

***Практические занятия:***

1.Бактерии – возбудители молочнокислого брожения.

2. Фотосинтезирующие бактерии (цианобактерии).

3. Азотфиксирующие бактерии – симбионты растений.

4. Бактерии – возбудители болезней культурных растений (бактериозов).

5. Обнаружение и количественный учет бактерий (в почве, во­де,

воздухе).

**3. Грибы**

**(12 часов)**

Общая характеристика грибов как гетеротрофных эукариотических микроорганизмов. Строение, питание и размножение грибов. Роль грибов в экосистемах, их значение для почвообразо­вания и плодородия почвы.

Классификация грибов. Высшие и низшие, совершенные и несовершенные грибы. Важнейшие систематические группы грибов и их представители.

Грибы – симбионты и паразиты растений. Микориза и ее роль в минеральном питании растений. Лишайники как симбиотические организмы; роль лишайников в экосистемах и их ис­пользование человеком. Болезни растений, вызываемые грибами и их экономическое значение. Грибы – разрушители древесины и продуктов ее переработки. Биологические основы профилакти­ки и лечения микозов растений.

Грибы – паразиты животных и человека. Пути распространения зоопатогенных грибов. Токсины грибов и вызываемые ими отравле­ния. Важнейшие микозы животных и человека, их профилактика.

 Использование грибов в биотехнологии. Грибы – продуценты витаминов, ферментов, белков, антибиотиков и других ценных био­органических соединений. Культивирование съедобных грибов (грибоводство).

***Практические занятия:***

1. Морфология и размножение грибов.

2. Важнейшие классы грибов и их представители.

3. Дрожжевые грибы – возбудители спиртового брожения.

4. Грибы – возбудители болезней культурных растений (ми­козов).

5. Симбиоз грибов и растений (микориза, лишайники).

6. Обнаружение и количественный учет грибов.

**4. Роль микроорганизмов в генетической инженерии**

**(3 часа)**

Генетическая инженерия – направление новейшей био­технологии; ее предмет, объекты и методы исследований. Микроор­ганизмы как источник ферментов, необходимых для генно-инже­нерных разработок. Использование микроорганизмов в качестве носителей (векторов) генетической информации. Микроорганиз­мы как доноры и реципиенты целевых генов. Генно-инженерные разработки на основе микроорганизмов и их использование в сельском хозяйстве, промышленности, медицине.

**5. Микроскопические растения и животные**

(дополнительный материал)

Микроскопические растения (водоросли), особенности их организации, роль в экологических системах и значение для человека. Важнейшие систематические группы водорослей и их представители. Микроскопические животные (одноклеточные, или простей­шие), особенности их организации, роль в экологических системах и значение для человека. Важнейшие систематические группы простейших и их представители.

**СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ**

Педагогическое наблюдение,

собеседование,

анализ опытов,

презентация проектов,

отчеты

**УМК**

**Основная литература**

1. Шапиро Я. С. Микробиология: 10 – 11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / Я. С. Шапиро. – М.: Вентана-Граф, 2008. – 272 с.: ил. – (Библиотека элективных курсов).

2. Панина Г. Н., Шапиро Я. С. Микробиология: 10 – 11 классы: методическое пособие. – М.: Вентана-Граф, 2008. – 64 с. – (Библиотека элективных курсов).

**Дополнительная литература:**

1. Энциклопедический словарь юного биолога. / Сост. М. Е. Аспиз. – М.: Педагогика, 1986. – 352 с., ил.
2. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология: В 3-х т: Пер. с англ./Под ред. Р. Сопера – 3-е изд., М.: Мир, 2004. – 454 с., ил.
3. Лаптев Ю. П. Биологическая инженерия. – М.: Агропромиздат, 1987. – 175 с.: ил.
4. Мазин В. В., Шашкова Л. С. Грибы, растения и люди. – М.: Агропромиздат, 1983. – 208 с., ил.