

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АГРОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Методические указания
к лабораторно-практическим занятиям

Новосибирск 2017

УДК 632.937

ББК 44я73

Кафедра защиты растений

Составители: канд. с.-х. наук, доц. *И.В. Андреева*
д-р биол. наук, проф. *М.В. Штерншис*

Рецензент: канд. биол. наук, доц. Е.В. Дымина

Биологическая защита растений: метод. указания / Новосибир. гос. аграр. ун-т. Агроном. фак.; сост. И.В. Андреева, М.В. Штерншис. - Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2017. - 40 с.

Методические указания предназначены для студентов-бакалавров агрономического факультета по направлениям подготовки 35.03.04 – Агрономия, 35.03.01 – Лесное дело, 35.03.10 – Ландшафтная архитектура.

Утверждены и рекомендованы к изданию Учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол № 7 от 25 сентября 2017 г.).

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2017

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Биологическая защита растений» изучается студентами-бакалаврами, обучающимися на агрономическом факультете по направлениям подготовки 35.03.04 – Агрономия, 35.03.01 – Лесное дело, 35.03.10 – Ландшафтная архитектура.

Целью дисциплины является формирование у бакалавров теоретических знаний, практических умений и компетенций по биологической защите растений от вредных организмов.

По окончании изучения дисциплины студент должен **знать**: основные формы взаимоотношений организмов в биологических сообществах; классификацию, биологию и экологию насекомых-энтомофагов, акарифагов, энтомопатогенных нематод, энтомопатогенных вирусов, грибов, бактерий, а также микроорганизмов и их метаболитов, подавляющих возбудителей болезней растений; способы и методы применения биологических средств от вредителей и болезней при защите сельскохозяйственных, декоративных и лесных культур;

уметь: выявлять и учитывать численность энтомо- и акарифагов; распознавать болезни насекомых по внешним признакам; применять биологически активные вещества в защите растений от вредных организмов (феромоны, фитогормоны, антибиотики и др.); правильно использовать приемы биологической защиты растений, учитывая климатические и фитосанитарные условия региона, конкретного хозяйства; обосновать целесообразность применения защитных мероприятий в различных агроэкологических условиях и разработки системы защиты растений с учетом естественной деятельности полезных организмов; определять биологическую эффективность мероприятий с использованием биологических средств защиты растений;

владеть: методами биологического контроля вредных организмов при защите сельскохозяйственных, декоративных и лесных культур.

Раздел I. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Тема 1.1. Бактериальные и грибные болезни насекомых

Бактерии – наиболее распространенный тип микроорганизмов, связанных с насекомыми. Большинство патогенных для насекомых бактерий относится к семейству *Bacillaceae*. К основным внешним симптомам бактериозов относится потемнение кожных покровов, тело приобретает коричневый или черный цвет, делается мягким и бесформенным, но внутренние ткани не разжижаются. В дальнейшем насекомое высыхает и сморщивается.

Наиболее изучены и используются в практике защиты растений разные подвиды бактерии *Bacillus thuringiensis* (БТ). Эта бактерия образует споры, кристаллы эндотоксина, а некоторые подвиды и термостабильный экзотоксин (рис. 1.1).



*Рис. 1.1. Споры и кристалл
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki*

Грибные болезни насекомых легко заметить и распознать. Тело насекомого, пораженного микозом, не разлагается, обычно сохраняет исходную форму, целиком заполняясь мицелием и спорами гриба. Если споры гриба имеют определенную окраску, то погибшее насекомое приобретает характерный цвет (белый, розовый, зеленый). Наиболее значимые для биозащиты виды энтомопатогенных грибов относятся к отделам *Deuteromycota* и *Zygomycota* (рис. 1.2, 1.3).

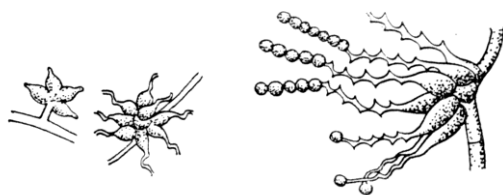
Учебные материалы и оборудование: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пинцеты, спиртовки, иммерсионное масло, спирт, дистиллированная вода, готовые окрашенные препараты бактерий и грибов, фотографии бактерий и грибов насекомых. *Объекты:* колонии бактерий *Bacillus thuringiensis* и энтомопатогенных грибов на ИПС; больные и погибшие насекомые, инфицированные энтомопатогенными бактериями и грибами.

План занятия:

1. Описать симптомы бактериальных и грибных заболеваний насекомых.
2. Изучить морфологические признаки бактерий (форма, размеры).
3. Промикроскопировать и описать морфологические и культуральные признаки различных энтомопатогенных грибов в чистой культуре: *Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria* spp., *Conidiobolus* spp. (рис. 1.2, 1.3).
4. Рассмотреть погибших от микозов насекомых, промикроскопировать и определить возбудителя.
5. Записать основные виды грибов и подвиды бактерии *Bt*, являющихся основой энтомопатогенных препаратов.

Микроскопирование грибов

Структуры основных видов энтомопатогенных грибов (споры, мицелий, конидиеносцы) обычно хорошо видны без предварительной окраски при световой микроскопии. Для исследования грибов используют методы раздавленной и висячей капли. В случае метода *раздавленной капли* на предметное стекло помещают культуру гриба в каплю воды, накрывают покровным стеклом так, чтобы под ним не образовывались пузырьки воздуха и просматривают под микроскопом. При использовании этого метода можно хорошо рассмотреть мицелий и споры.

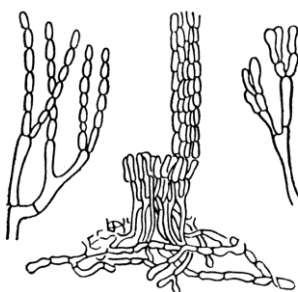


A



Б

В



Г

Рис. 1.2. Энтомопатогенные грибы отдела Deuteromycota:
 А – *Beauveria bassiana*; Б – *Lecanicillium lecanii*; В – *Isaria* spp.;
 Г – *Metarhizium anisopliae*

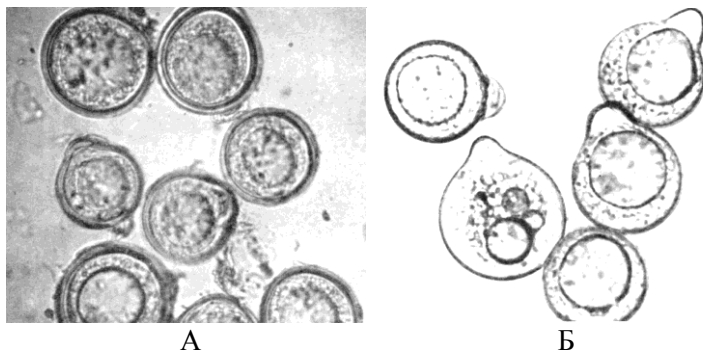


Рис. 1.3. Хламидоспоры (А) и конидии (Б) *Conidiobolus obscurus*

Тема 1.2. Вирусные, нематодные и микроспорициальные болезни насекомых

Наиболее распространенные энтомопатогенные вирусы относятся к семейству *Vaculoviridae*, включающему группы ядерных полиэдрозов (ВЯП) и гранулезов (ВГ). Эти заболевания названы так благодаря форме белковых включений (полиэдров и гранул), образующихся в инфицированных тканях. Тельца-включения бакуловирусов по своим размерам доступны для идентификации их с помощью светового микроскопа (рис. 1.4).

Вирусы ядерного полиэдроза, поражающие чешуекрылых насекомых, по современной классификации относятся к роду **Альфабакуловирус (*Alphabaculovirus*)**. К основным внешним симптомам вирусных заболеваний можно отнести побеление кожных покровов личинок вследствие заполнения клеток жирового тела и гиподермы полиэдрами, имеющими в массе белую окраску. В период эпизоотий гусеницы, пораженные ВЯП, могут повисать на растениях, прикрепившись либо ложной ногой, либо концом тела. Аналогичные симптомы наблюдаются и при гранулезах (р. **Бетабакуловирус - *Betabaculovirus***).

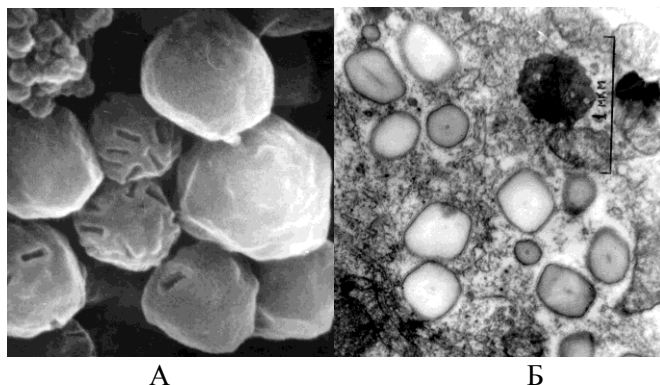


Рис. 1.4. Полиэдры капустной совки (А) и гранулы яблонной плодожорки (Б)

Микроспоридии – тип одноклеточных животных, в основном внутриклеточных облигатных паразитов, сильно повреждающих разные ткани своих хозяев. Споры микроспоридий имеют сложное внутреннее строение, что обусловлено необходимостью для начальных стадий развития паразита миновать кишечный тракт хозяина и избежать переваривания вместе с пищей (рис. 1.5).

Микроспоридии вызывают, как правило, долго длящиеся, хронические заболевания своих хозяев. Симптомы микроспориidioзов могут значительно колебаться у разных видов насекомых. Некоторые зараженные насекомые приобретают молочно-белый непрозрачный вид, другие – серый и желтоватый оттенок, на теле обычно появляются участки с темно-бурыми крапинками или темно-бурые пятна. Размеры тела зараженных насекомых могут уменьшаться, либо, наоборот, растягиваться и разбухать.

Класс нематоды (Nematoda) относится к типу круглых червей, или первичнополостных (Nemathelminthes). В цикле развития большинства нематод имеются 3 фазы развития – яйцо, личинка (4 стадии роста) и взрослое животное.

Симптомы, связанные с заражением насекомых нематодами, сильно колеблются, их трудно обобщить. При некоторых гельминтозах никаких внешних симптомов инфекции фактически не бывает. В других случаях изменения являются сильными и бросающимися в глаза. Обычно питание зараженных насекомых понижено, и они менее активны, чем здоровые. Зараженные личинки могут становиться вялыми и окрашенными, а иногда покрыты крапинками.

Наибольшее практическое значение имеют факультативные паразиты сем. *Steinernematidae*. *Steinernema carpocapsae* – мелкие круглые черви (2,5–10 мм), паразитирующие в полости тела насекомых (рис. 1.6). Заражающей стадией являются инвазионные личинки 3-й стадии. Развитие личинок нематод начинается только в полости тела насекомых и происходит совместно с симбиотическими бактериями *Xennorhabdus nematophilus*. Поражают насекомых из разных отрядов.

Учебные материалы и оборудование: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пинцеты, спиртовки, иммерсионное масло, готовые окрашенные препараты вирусов ядерного полиэдроза (ВЯП) и гранулеза (ВГ), постоянные препараты тканей насекомых, пораженных микроспоридиями и нематодами, фотографии энтомопатогенных вирусов, микроспоридий, нематод. *Объекты:* суспензии энтомопатогенных вирусов; больные и погибшие насекомые, инфицированные вирусами, нематодами и микроспоридиями.

План занятия:

1. Описать симптомы вирусных, микроспоридиальных и нематодных заболеваний насекомых.
2. Изучить и зарисовать строение споры и жизненного цикла микроспоридии (рис. 1.5).
3. Изучить и зарисовать жизненные циклы нематод рода *Steinernema* (рис. 1.6),
4. Привести примеры видов микроспоридий и нематод, поражающих вредителей лесных культур.

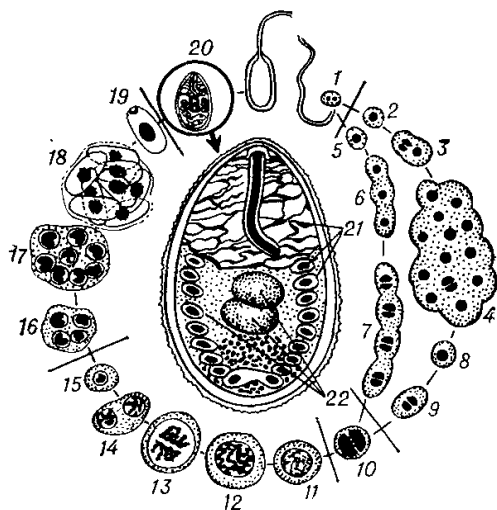


Рис. 1.5. Схема жизненного цикла и строения споры микроспоридий: 1 — выход зародыша; 2 — 9 — шизогония; 10 — клетка с диплокарионом; 11—19 — спорогония; 20 — зрелая спора; 21 — полярная трубка; 22 — спороплазма с двумя ядрами

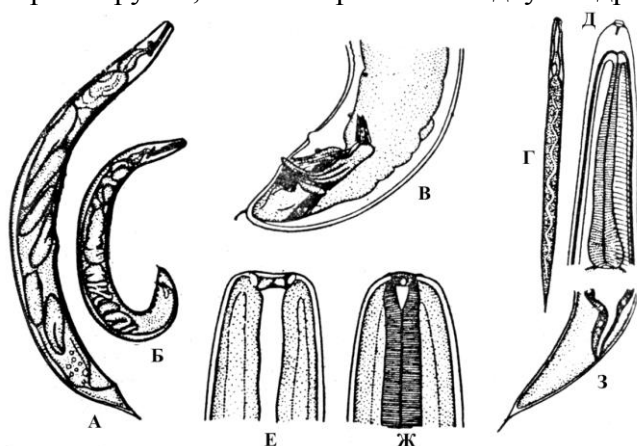


Рис. 1.6. *Steinernema carpocapsae*:

А — самка, Б — самец, В — конец тела самки, Г — рабдитоидная личинка, Д — головной конец личинки в чехле, Е и Ж — ротовые отверстия

Тема 1.3. Антагонисты и гиперпаразиты в практике защиты растений

Антагонизм – форма взаимоотношений между организмами, при которой один вид подавляет развитие другого или убивает его. Это явление широко распространено среди различных групп микроорганизмов – бактерий, грибов, актиномицетов. Формы проявления антагонизма:

- конкуренция за субстрат – источник питания;
- образование антибиотических веществ;
- проявление гиперпаразитизма.

В защите растений для подавления фитопатогенов явление антагонизма используют путем применения биопрепаратов на основе живых культур микробов-антагонистов, препаратов на основе антибиотиков и гиперпаразитов. Примерами препаратов на основе микроорганизмов-антагонистов являются ризоплан (планриз) (*Pseudomonas fluorescens*), бактофит (*Bacillus subtilis*), триходермин (*Trichoderma viride*) и другие.

Гиперпаразитизм – использование в качестве хозяина других паразитов. В природе существуют микроорганизмы, способные паразитировать на фитопатогенах (гиперпаразиты). Например, *Ampelomyces quisqualis* поражает возбудителей мучнистой росы; препарат ампеломицин на его основе применяют для защиты яблони и огурца от этих заболеваний.

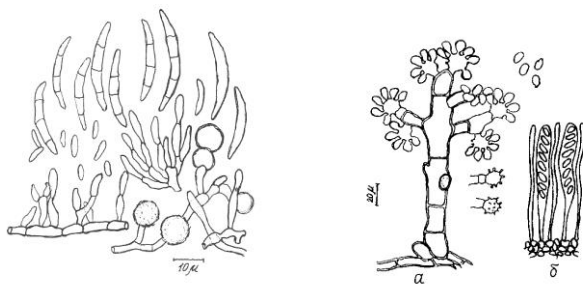
Учебные материалы и оборудование: учебная литература, микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, дистиллированная вода, чашки Петри, фотографии культур фитопатогенов и антагонистов. *Объекты:* чистые культуры фитопатогенных грибов и их антагонистов.

План занятия:

1. Провести микроскопирование и описать культурально-морфологические признаки фитопатогенных грибов в чи-

стой культуре (*Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*) (рис. 1.7).

2. Провести микроскопирование и описать культурально-морфологические признаки грибов-антагонистов в чистой культуре (р. *Trichoderma*, *Trichotecium roseum*) (рис. 1.8).
3. Изучить картину влияния антагонистов на фитопатогены через 3-5 дней после их совместного посева в чашках Петри. Описать и сделать выводы.
4. Записать препараты, основой которых являются грибы-антагонисты и гиперпаразиты.



А

Б

Рис. 1.7. Фитопатогенные грибы:

А - *Fusarium oxysporum*, Б - *Botrytis cinerea*



А

Б

Рис. 1.8. Грибы-антагонисты: А – конидиеносцы и конидии *Trichoderma viride*, Б – мицелий и пикниды *Ampelomyces quisqualis* в гифах эризифового гриба

Тема 1.4. Правила применения, биологическая эффективность биопрепаратов

При применении биопрепаратов следует учитывать абиотические и биотические факторы, которые могут повлиять на их эффективность.

В первую очередь необходимо учитывать природу действующего начала биопрепарата. Если это микробный метаболит (токсин, антибиотик), то действие препарата меньше зависит от экологических факторов внешней среды, чем действие препарата на основе спор или клеток микроорганизма. Эффективность грибных и нематодных препаратов больше зависит от влажности, чем эффективность бактериальных или вирусных.

Температура окружающей среды играет первостепенную роль при использовании биопрепаратов, оптимальной считается 24-28 °С. При температурах ниже 13-14°С применение биологических препаратов нецелесообразно, т.к. резко снижается их эффективность.

Как правило, биопрепараты наиболее эффективны при низком уровне заселения вредителем или поражения фитопатогенами. Энтомопатогенные биопрепараты важно применять против личинок младших возрастов, более восприимчивых к инфекциям. Кроме того, необходимо обращать внимание и на вид защищаемой культуры, т.к. биологически активные вещества растений могут оказывать как прямое влияние на биологический агент – основу препарата, так и опосредованное через насекомо-вредителя, снижая или усиливая действие биопрепарата.

Для приготовления рабочей суспензии сухие биопрепараты заливают небольшим количеством холодной воды, тщательно перемешивают, затем доводят водой до нужной концентрации. Обработку проводят в сухую погоду, выдерживая без полива несколько часов. Если сразу после обработки пошел дождь, следует повторить обработку. Целесообразно опрыскивать растения в утренние или вечерние часы, когда нет прямых солнечных лу-

чей. Не рекомендуется надолго оставлять рабочую суспензию биопрепарата до обработки, особенно при высокой температуре окружающей среды и прямых солнечных лучах.

Учебные материалы и оборудование: учебная литература, комплекты задач, калькуляторы.

План занятия:

1. Изучить правила применения биопрепаратов и влияние экологических факторов на их эффективность.
2. Записать формулы определения биологической эффективности биопрепаратов, решить задачи.
3. Решить задачи по расчету норм расхода, концентрации и титра биологических препаратов.

Биологическая эффективность выражается величиной гибели, степенью снижения численности вредных организмов или сокращением повреждения защищаемых растений.

Расчет биологической эффективности для энтомопатогенных препаратов (и энтомофагов) осуществляют по формуле Аббота:

$$БЭ = \left(1 - \frac{K_1 \times K_{\kappa}}{K_0 \times K_2} \right) \times 100,$$

где БЭ – биологическая эффективность, %;

K_0 – число живых особей в опыте до обработки, экз.;

K_1 – число живых особей в опыте после обработки, экз.;

K_{κ} – число живых особей в контроле до обработки, экз.;

K_2 – число живых особей в контроле после обработки, экз.;

При отсутствии контрольного участка, используется следующая формула:

$$БЭ = \left(1 - \frac{K_1}{K_0} \right) \times 100$$

Биологическая эффективность биопрепаратов, используемых для подавления фитопатогенов, оценивается по уровню снижения (по сравнению с контролем) развития болезни или поражения растений под влиянием защитных мероприятий по формуле:

$$БЭ = \left(\frac{P_K - P}{P_K} \right) \times 100,$$

где P_K – распространенность болезни в контроле, %;

P – распространенность болезни в опытном варианте, %.

Распространенность болезни, выраженная в процентах, вычисляется по следующей формуле:

$$P = \frac{n}{N} \times 100,$$

где P – распространенность болезни, %;

n – количество больных растений в пробе;

N – общее количество растений в пробе.

В отсутствие контроля используется следующая формула:

$$БЭ = \left(1 - \frac{P_1}{P_0} \right) \times 100,$$

где P_1 – распространенность болезни после обработки, %;

P_0 – распространенность болезни до обработки, %.

Развитие болезни растений вычисляют в баллах по формуле:

$$P = \left(\frac{\sum (a \times b)}{N \times K} \right) \times 100,$$

где P – развитие болезни, %;

$\sum (a \times b)$ – сумма произведений числа больных растений (органов) на соответствующий балл поражения;

N – общее число растений (органов) в пробе;

K – высший балл шкалы учета.

В практике защиты растений необходимо уметь рассчитывать нормы расхода препаратов, а также титр и концентрацию рабочей суспензии.

Количество биопрепарата, необходимое для приготовления рабочей суспензии, определяют по формуле:

$$P = \frac{K \times Y}{T}, \text{ где}$$

Р – количество препарата, кг (л);

К – титр рабочей суспензии (или концентрация, %);

У – объем рабочей жидкости, л;

Т – исходный титр препарата.

Задание 1. *Определить биологическую эффективность биопрепаратов.*

1.1. На посадках березы количество гусениц непарного шелкопряда до обработки на контрольном участке составляла 25 гусениц на 1 ветку, в опытном варианте – 27. На 5-е с утки после обработки лепидоцидом численность личинок в контроле составила 23, в опыте – 4 особи на 1 ветку.

1.2. В лесопитомнике на участке, где против проволочников в почву вносили метаризин, численность вредителя составляла 4 особей на 1 м², в контроле – 16. До обработки численность вредителя составляла в среднем 17 особей на 1 м².

1.3. До обработки препаратом Вирин-диприон численность рыжего соснового пилильщика составляла в среднем 248 особей на пробу, на 7-е сутки после обработки – 27.

1.4. В варианте с использованием вертициллина на citrusовых культурах против щитовок до обработки численность вредителя составляла в среднем 123 особи на ветку, после обработки – 14, в варианте с применением боверина до защитных мероприятий количество щитовок было 107, после обработки – 10 особей на ветку. Сравнить эффективность биопрепаратов.

1.5. Бактероденцид против грызунов в лесопитомнике применяли в приманках. До использования препарата численность грызунов составляла 12 особей на 1000 м², через 2 недели после использования приманок количество особей сократилась до 0,5.

1.6. При внесении препарата триходермин в почву против полегания сеянцев хвойных пород в лесопитомнике количество здоровых растений составило 89 из 100 посеянных семян, на участке, где биопрепарат не применяли, взошло только 48 из 100 сеянцев.

1.7. При обследовании 80 деревьев на зараженность корневой губкой на участке, где вносили микоризин, обнаружено 3 растения, зараженных фитопатогенном. В варианте без использования препарата больных растений было 12 из 75 деревьев в пробе.

1.8. Испытание биопрепарата ампеломицин против мучнистой росы на дубе показало следующие результаты. В контрольном варианте (без обработки) количество листьев с соответствующим баллом заражения составило: здоровых – 6, с 1-м баллом – 2, со 2-м – 3, с 3-м – 2, с 4-м – 4, с 5-м – 3. В опытном варианте: здоровых – 13, с 1-м баллом – 4, со 2-м – 1, с 3-м – 1, с 4-м – 1, с 5-м – 0. При учете использована 5-ти балльная шкала.

1.9. Применение биопрепарата ризоплан совместно с регулятором роста растений симбионт универсал позволило получить 73 укоренившихся растений из 100 обработанных черенков, без применения препаратов выход здоровых растений составил 25 из 100 посаженных.

1.10. Применение биопрепарата трихотецин против мучнистой росы на яблоне показало следующие результаты. В контрольном варианте (без обработки) количество листьев с соответствующим баллом заражения составило: здоровых – 2, с 1-м баллом – 15, со 2-м – 10, с 3-м – 2, с 4-м – 1, с 5-м – 0. В опытном варианте: здоровых – 17, с 1-м баллом – 10, со 2-м – 3, с 3-м – 0, с 4-м – 0, с 5-м – 0. При учете использована 5-ти балльная шкала.

Задание 2. Рассчитать количество (концентрацию, титр) биопрепарата. Выбрать оптимальный вариант условий применения.

2.1. Рассчитать количество грибного препарата метаризин для внесения в почву с поливной водой против щелкунов в лесопитомнике на площади 2 га. Расход рабочей жидкости 400л на 1 га, концентрация препарата 1 %.

Условия применения:

- а) t - 25-30°C, относительная влажность воздуха 50-60%;
- б) t - 22-25°C, относительная влажность воздуха 80% и выше, периодически идут дожди;
- в) t - 20-22°C, относительная влажность воздуха 60-80%.

2.2. Рассчитать количество биопрепарата фитоверм для обработки растений яблони против паутинного и красного плодового клеща на площади 10 га, если концентрация рабочего раствора составляет 0,2%, расход рабочей жидкости 1000 л/га.

Условия применения:

- а) t - 20-25°C, влажность - 70-80%;
- б) t - 30-35°C, влажность - 50-60%;
- в) t и влажность не оказывают существенного влияния на эффективность мероприятия.

2.3. Рассчитать концентрацию рабочего раствора бакпрепарата лепидоцид, необходимую для обработки дуба от дубовой листовёртки, если известно, что расход препарата - 1 л/га, расход рабочей жидкости - 500л/га.

Условия применения:

- а) - 22-26°C, влажность 55-65%;
- б) - 22-25°C, дождь,
- в) t > больше +30°C, сухой солнечный день.

2.4. Рассчитать количество вирусного препарата вирин-НШ для обработки березы (10 га) против непарного шелкопряда, если расход рабочей жидкости при авиаобработке составляет - 50л/га, титр рабочей суспензии $1 \cdot 10^7$ гранул/мл, титр препарата - 1×10^9 гранул/мл.

Условия применения:

- а) температура 25°C, гусеницы разных возрастов;
- б) появление гусениц 1-2 возраста, температура – 22-26°C;
- в) период лета бабочек, t не ниже +14°C.

2.5. Рассчитать требуемое количество грибного препарат ампеломицин для обработки дуба против мучнистой росы на площади 10 га, если расход рабочей жидкости составляет 500л/га, титр рабочей суспензии - 2×10^8 конидий/мл, исходный титр препарата - 10^{10} бактерий/мл.

Условия применения:

- а) при появлении первых признаков заболевания;
- б) в начале вегетации растений для профилактики болезни;
- в) высокая степень поражения растений возбудителем.

2.6. Рассчитать какой титр спор гриба в рабочей суспензии был использован при обработке 100 кг семян хвойных пород триходермином, если израсходовано 1 кг препарата, с титром 5×10^9 спор/г, расход рабочей жидкости - 10л.

Условия применения:

- а) за 2 месяца перед посевом;
- б) непосредственно перед посевом;
- в) срок обработки не имеет значения.

2.7. Рассчитать количество биопрепарата битоксибациллин для обработки декоративных лиственных пород от американской белой бабочки на площади 10 га, если концентрация рабо-

чего раствора составляет 0,5%, расход рабочей жидкости 500л/га.

Условия применения:

а) опрыскивание растений при появлении имаго против каждого поколения вредителя;

б) опрыскивание растений при массовом отрождении гусениц против каждого поколения вредителя;

в) многократное опрыскивание в период вегетации с интервалом 15-17 дней.

2.8. Рассчитать концентрацию рабочего раствора биопрепарата фитолавин, необходимую для обработки семян хвойных пород против полегания сеянцев, если известно, что расход препарата составляет 2 г/10 кг семян, расход рабочей жидкости - 1л/10 кг семян.

Условия применения:

а) за 3-5 месяцев перед посевом;

б) непосредственно перед посевом;

в) срок обработки не имеет значения.

2.9. Рассчитать какой титр спор гриба в рабочей суспензии был использован при обработке пней против корневой губки биопрепаратом триходермин, если израсходовано 5 кг препарата, с титром 5×10^9 спор/г, расход рабочей жидкости – 100 мл на 1 пень, обработано всего 200 пней.

Условия применения:

а) многократная обработка пней в течение летнего периода;

б) обработка разрушенных пней;

в) обработка пней во время санитарной рубки деревьев.

2.10. Рассчитать количество биопрепарата немабакт, необходимого для регуляции численности звездчатого пилильщика ткача на площади 3 га, если на 1 м^2 требуется 100 тыс. личинок нематод, а в 1 г препарата содержится 5×10^6 нематод.

Условия применения:

- а) внесение препарата в почву в период окукливания вредителя;
- б) опрыскивание растений в период размножения личинок;
- в) опрыскивание растений в период лёта имаго.

Контрольные вопросы к разделу 1

1. Назовите энтомопатогенные бактериальные препараты и их объекты-мишени.
2. Какие бактерии используются в качестве основы биопрепаратов против возбудителей болезней лесных культур?
3. Перечислите способы применения грибных препаратов для борьбы с болезнями древесных пород.
4. Какие абиотические факторы влияют на эффективность грибных энтомопатогенных биопрепаратов?
5. Назовите биопрепараты на основе облигатных возбудителей болезней насекомых.
6. Опишите цикл развития нематоды *Steinernema carpocapsae*.
7. Опишите строение споры микроспоридий.

Раздел II. БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

Тема 2.1. БАВ микроорганизмов: антибиотики и токсины

Антибиотики – специфические продукты жизнедеятельности организмов, обладающие высокой физиологической активностью по отношению к определенным группам микроорганизмов и избирательно задерживающие их рост или полностью подавляющие развитие.

Основные свойства антибиотиков – высокая биологическая активность по отношению к чувствительным к ним организмам, т.е. действуют в очень низких концентрациях; обладают выраженной избирательностью действия, т.е. каждый антибиотик проявляет свое биологическое действие только по отношению к определенным группам микроорганизмов.

В нашей стране в защите растений применяются препараты трихотecin (на основе антибиотика, продуцируемого грибом *Trichotecium roseum*) и фитолавин (продуцент – *Srteptomycetes lavendulae*).

Токсины – ядовитые вещества, выделяемые живыми клетками и оказывающие токсическое действие на другие организмы. Примером препарата на основе токсинов является фитоверм. Его действующим веществом является природный авермектиновый комплекс, продуцируемый почвенным актиномицетом *Srteptomycetes avermitilis*. По механизму действия авермектины являются высокоспецифичными нейротоксинами, обладающих инсектицидной активностью в отношении вредных насекомых и клещей. Препараты на основе токсинов имеют ряд преимуществ, так как они длительно сохраняют активность и эффективно снижают численность вредителей за короткий срок, а их применение не требует создания специальных климатических условий.

Учебные материалы и оборудование: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пинцеты. *Объекты:* культуры грибов и актиномицетов, продуцирующих антибиотики и токсины на ИПС; чашки Петри с культурами фитопатогенов и антибиотиков.

План занятия:

1. Промикроскопировать, зарисовать и описать культуральные и морфологические признаки грибов *Trichotecium roseum*, *Trichoderma viride*, актиномицета *Srteptomycetes avermitilis*.
2. Оценить влияние антибиотиков на фитопатогенные грибы в чашках Петри.
3. Записать препараты на основе антибиотиков, используемых в защите леса.

Тема 2.2. БАВ насекомых: аттрактанты, репелленты, гормоны и их синтетические аналоги

В процессе жизнедеятельности насекомые продуцируют разнообразные метаболиты, которые выполняют определенные функции. Такие БАВ (или их синтетические аналоги) можно использовать в защите растений от вредителей.

Аттрактанты – вещества (предметы, излучения и т.д.) привлекающие животных. Аттрактантами для насекомых могут являться свет, вещества, синтезирующиеся в растениях, а также феромоны.

Феромоны – летучие БАВ, выделяемые насекомыми и другими животными в окружающую атмосферу и управляющие поведением и другими формами жизнедеятельности организма (для особей одного вида). Существуют феромоны различного спектра действия – половые, агрегационные, следовые вещества, феромоны тревоги. Для борьбы с лесными фитофагами

используют половые феромоны, привлекающие особей противоположного пола (*диспалюр* для непарного шелкопряда), а также агрегационные феромоны, которые привлекают насекомых к источнику пищи (*вертенол* для короеда-типографа).

Репелленты – вещества естественного происхождения или синтетические, отпугивающие животных (насекомых). Применяют для защиты от кровососущих насекомых и клещей, а также для защиты растений от позвоночных животных (зайцы, мышевидные грызуны) и насекомых-вредителей.

Гормоны - вещества, выделяемые насекомыми непосредственно в гемолимфу железами внутренней секреции, которые регулируют их рост и развитие. Например, ювенильный гормон отвечает за личиночный рост, экдизон регулирует линьку насекомых. В защите растений используют синтетические аналоги ювенильного гормона – ювеноиды, которые вызывают у насекомых нарушения в развитии, приводящие к их гибели (*инсегар*, *ювенил*, *метопрен* и др.). Ингибиторы синтеза хитина (ИСХ) блокируют синтез хитина насекомых в процессе линьки, а также обладают стерилизующим действием (*димилин*, *номолт*, *аполло* и др.).

Учебные материалы и оборудование: учебная литература.

План занятия:

1. Изучить теоретический материал.
2. Записать феромоны, ювеноиды и ИСХ, которые используются для регуляции численности лесных вредителей.

Тема 2.3. БАВ растений: фитонциды, фитоалексины, фитогормоны

Фитонциды – продуцируемые растениями летучие вещества, обладающие бактерицидными, фунгицидными, инсектицидными свойствами и являющиеся одним из факторов иммунитета растений.

Фитоалексины – особая группа антибиотических веществ высших растений, выполняющих защитную роль в их иммунитете.

Фитогормоны – органические соединения, участвующие в регуляции ростовых процессов у целого растения.

Учебные материалы и оборудование: учебная литература.

План занятия:

1. Изучить теоретический материал.
2. Привести примеры использования фитонцидов и регуляторов роста растений для их защиты от вредителей и болезней.

Контрольные вопросы к разделу 2

1. *Какие биопрепараты на основе антибиотиков используют против болезней лесных культур?*
2. *Назовите препарат на основе метаболитов микроорганизма, перечислите его основные достоинства.*
3. *Как влияют фитонциды на возбудителей болезней растений?*
4. *Какие регуляторы роста и развития растений можно использовать для увеличения выхода жизнеспособных семян хвойных пород в лесопитомнике?*
5. *Какое действие оказывают ювеноиды на насекомых, когда их необходимо применять?*

6. Назовите ингибиторы синтеза хитина и вредителей, против которых их применяют.

7. Перечислите способы использования феромонов для регуляции численности лесных фитофагов.

Раздел III. ЭНТОМОФАГИ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

Тема 3.1. Отряд Coleoptera (жесткокрылые насекомые)

Жесткокрылые (жуки) – насекомые с полным превращением. Разнообразные по величине (от 0,3 до 180 мм), форме, окраске и образу жизни насекомые. Отличительная особенность представителей отряда – разнородные крылья, передняя пара превращена в непрозрачные твердые роговые или кожистые надкрылья (элитры), задние крылья перепончатые (иногда недоразвиты или отсутствуют).

Учебные материалы и оборудование: коллекции насекомых отряда жуков, бинокляры МБС-15, определители насекомых.

План занятия:

1. Описать морфологические и биологические особенности представителей семейств жужелиц и божьих коровок.
2. Определить насекомых семейства жужелиц до рода, божьих коровок – до вида, используя определители.
3. Записать основные виды жужелиц и божьих коровок, обитающих в лесных биоценозах.

Семейство Жужелицы – Carabidae

Подвижные жуки темной, часто с металлической окраской. Тело чаще удлинненное, обычно стройное. Ноги бегательные, усики щетинковидные или нитевидные (рис. 3.1). Взрослые жуки большинства видов живут на почве или в ее верхних слоях и ведут ночной образ жизни. Днем они прячутся в укромных местах. Личинки камподеовидные, обычно обитают в почве или под растительными остатками.

Зимуют жуки и личинки. Жуки, как правило, живут до двух лет. Яйца откладывают поодиночке или группами в почву. Поколение одно в год или одно в два года.

Значительная часть жужелиц – хищники. Хищнический образ жизни ведут и жуки, и личинки, которые питаются насекомыми, слизнями, улитками, дождевыми червями.

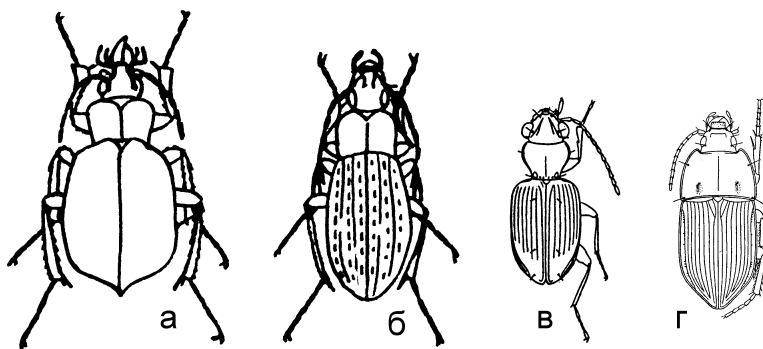


Рис. 3.1. Жужелицы (сем. Carabidae):
а – р. *Calosoma*; б – *Carabus*; в – *Bembidion*; г – *Amara*

Семейство Божьи коровки – Coccinellidae

Мелкие или средней величины жуки (1-9 мм), обычно с выпуклым сверху округлым телом. Многие виды ярко окрашены, с пятнами на крыльях (рис. 3.2).

Личинки камподеовидные, подвижные, тело часто покрыто различными выростами, а иногда спрятано под рыхлыми восковыми выделениями. Личинки живут на растениях открыто, ведут, как и жуки, хищный образ жизни. Хищные виды истребляют тлей листоблошек, кокцид, белокрылок, паутиных клещей.

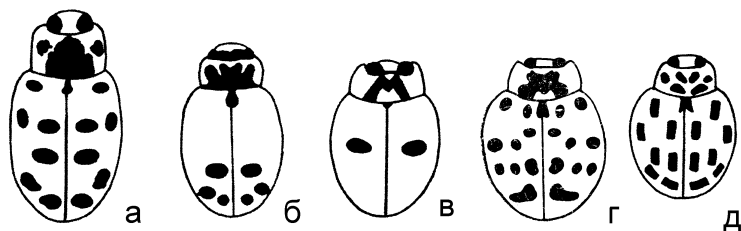


Рис. 3.2. Имаго сем. Coccinellidae (по Савойской Г.И., 1991):
а – *Hippodamia tredecimpunctata* L.; б – *Adonia variegata* Gz.;
в – *Adalia bipunctata* L.; г – *Harmonia* Muls.;
д – *Propylaea quatuordecimpunctata* L.

Тема 3.2. *Отряд Hemiptera (полужесткокрылые насекомые)*

Полужесткокрылые (клопы) – насекомые с неполным превращением, с умеренно уплощенным телом и колюще-сосущими ротовыми органами. Крыльев 2 пары. Передняя пара у основания кожистая, вершина перепончатая, обычно прозрачная (перепоночка), задняя пара – перепончатая. Среди представителей отряда есть хищники и фитофаги.

Учебные материалы и оборудование: коллекции насекомых отряда клопов, бинокуляры МБС-15, определители насекомых.

План занятия:

1. Описать морфологические и биологические особенности представителей семейств хищнецов, слепняков, щитников, хищников-крошек, клопов-охотников (рис.3.3).
2. Определить клопов до семейства, используя определители.
3. Записать основные виды клопов, обитающих в лесных биоценозах.

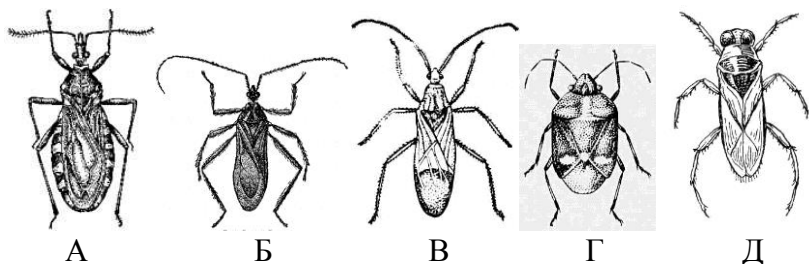


Рис. 3.3. Представители семейств клопов:

А, Б – Reduviidae, В – Miridae, Г – Pentatomidae, Д – Notonectidae

Тема 3.3. Отряд *Hymenoptera* (перепончатокрылые насекомые)

Перепончатокрылые – насекомые с полным превращением, разнообразные по величине (от 0,2 до 60 мм) с двумя парами перепончатых крыльев; иногда крылья отсутствуют. Ротовые органы грызущие, грызуще-лижущие, иногда редуцированы. Большинство энтомофагов относятся к подотряду стебельчатых.

Учебные материалы и оборудование: коллекции насекомых отряда перепончатокрылых, бинокляры МБС-15, определители насекомых.

План занятия:

1. Описать морфологические и биологические особенности представителей семейств ихневмонид, браконид, афидиид, сцелионид, птеромалид, трихограмматид, афелинид, ос сколий и тифий, муравьев (рис. 3.4).
2. Определить представителей отряда до семейства, используя определители.
3. Определить представителей семейства Formicidae (муравьи) до вида.
4. Записать основные виды перепончатокрылых насекомых, являющихся энтомофагами лесных вредителей.

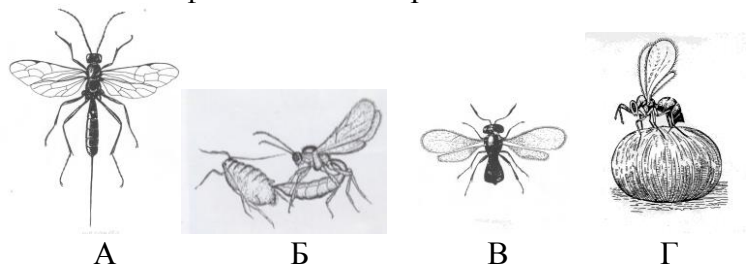


Рис. 3.4. А – *Лиссонота* (сем. Ichneumonidae), Б – *афидиус* (сем. Aphidiidae), В – *теленормус* (сем. – Scelionidae), Г – *трихограмма* (сем. Trichogrammatidae)

Тема 3.4. Отряд *Diptera* (двукрылые насекомые)

Двукрылые – насекомые с полным превращением, с двумя парами перепончатых крыльев, иногда бескрылые. Голова шаровидная или полушаровидная, подвижная. Ротовые органы режуще-сосущие, колюще-сосущие или лижущие. В подотряде длинноусых отмечено немного видов хищников и паразитов (сем. галлиц и звонцов). В подотряде короткоусых значительно больше энтомофагов.

Учебные материалы и оборудование: коллекции насекомых отряда двукрылых, бинокляры МБС-15, определители насекомых.

План занятия:

1. Описать морфологические и биологические особенности представителей семейств галлиц, ктырей, жужжал, журчалок, саркофагид, тахин (рис. 3.5).
2. Определить представителей отряда до семейства, используя определители.
3. Определить представителей семейства *Syrphidae* (мухи-журчалки) до вида.
4. Записать основные виды двукрылых-энтомофагов, регулирующих численность лесных фитофагов.

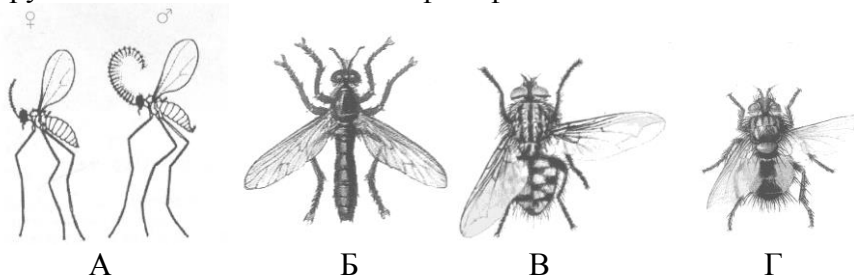


Рис. 3.5. Отряд двукрылых: А – самка и самец галлицы (сем. *Cecidomyiidae*), Б – ктырь (сем. *Asilidae*), В – саркофагида (сем. *Sarcophagidae*), Г – тахина (сем. *Tachinidae*)

Тема 3.5. Отряд *Neuroptera* (сетчатокрылые насекомые)

Сетчатокрылые – насекомые с полным превращением, средней или крупной величины (6-120 мм), с двумя парами больших сетчатых крыльев и тонким телом. Голова шаровидная или полушаровидная, подвижная. Ротовые органы грызущие, иногда редуцированы. Личинки, а у многих видов и имаго – хищники, питающиеся насекомыми и клещами (рис. 3.6).

Учебные материалы и оборудование: коллекции насекомых отряда сетчатокрылых, бинокляры МБС-15, определители насекомых.

План занятия:

1. Описать морфологические и биологические особенности представителей семейств златоглазок, гемеробиид, муравьиных львов.
2. Определить представителей отряда до семейства, используя определители.
3. Определить представителей семейства *Chrysopidae* (златоглазки) до вида.
4. Записать основные виды златоглазок, обитающих в лесных биоценозах.

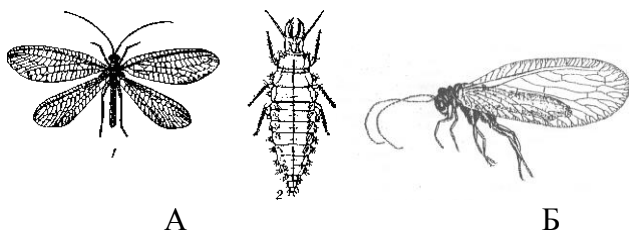


Рис. 3.6. Отряд сетчатокрылые: А – златоглазка (сем. *Chrysopidae*): 1 – имаго, 2 – личинка; Б – микрокус (сем. *Hemeroptera*)

**Тема 3.6. Отряды: *Mantoptera* (богомолы),
Odonatoptera (стрекозы), *Raphidioptera* (верблюдки),
Mecoptera (скорпионовы мухи)**

Богомолы относятся к отряду с неполным превращением. Крупные насекомые с удлинённым телом и свободной подвижной головой. Передние ноги – хватательные, средние и задние – бегательные. Крылья разнородные, сетчатые, передние крылья несколько плотнее задних; иногда крылья укорочены. Брюшко удлинённое, уплощённое на конце с членистыми церками. Покровительственная окраска и форма тела делают богомолов малозаметными в природе (рис. 3.7, А).

Личинки и имаго – подстерегающие добычу дневные хищники-засадники. Личинки младших возрастов питаются мелкими насекомыми – тлями, цикадками и др. На более поздних сроках развития поедают прямокрылых, жуков, бабочек, пчел, ос.

Стрекозы – крупные насекомые, имеют радужные крылья, стройное, обычно яркое тело, крупные глаза. Взрослые стрекозы – полезны – они истребляют большое количество насекомых, в том числе комаров. Личинки стрекоз (наяды) обитают в стоячих или в слабопроточных водоемах, где охотятся за водными насекомыми, мальками рыб и головастиками (рис. 3.7, Б).

Скорпионовы мухи – насекомые мелких и крупных размеров с двумя парами перепончатых крыльев. Голова вытянута вниз в виде клюва, на вершине которого находятся ротовые органы грызущего типа. На голове имеются длинные усики и большие глаза. У самцов некоторых видов последние сегменты брюшка сильно изменены, заггибаются вверх и напоминают вверх заднюю часть тела скорпиона (рис. 3.7, В).

Скорпионницы признаны полезными насекомыми, так как часть видов являются хищниками: уничтожают тлей и других мелких вредителей. Другие виды питаются гниющими растительными остатками или мертвыми беспозвоночными.

Верблюдки – насекомые средней величины с крупной прогнатической, суженной кзади головой и длинной подвижной переднегрудью. Брюшко самки с яйцекладом. Хищники, обитатели лесных и степных биоценозов. Имаго живут открыто на деревьях, нападая на тлей, щитовок, гусениц бабочек, личинок пилильщиков и мух. Личинки живут под корой деревьев или в подстилке, питаются личинками короедов, усачей и других стволовых вредителей (рис. 3.7, Г).

Учебные материалы и оборудование: коллекции насекомых отрядов богомоловых, стрекоз, скорпионовых мух и верблюдов, бинокуляры МБС-15, определители насекомых.

План занятия:

1. Описать морфологические и биологические особенности представителей всех отрядов.
2. Записать основные виды представителей изучаемых отрядов, играющих существенную роль в регуляции численности вредных фитофагов в лесу.

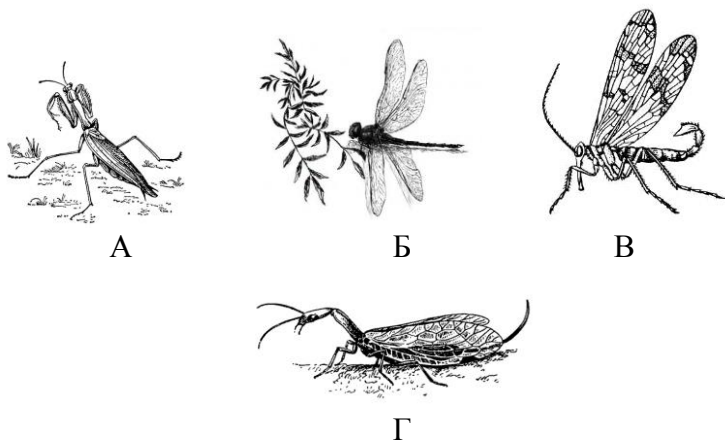


Рис. 3.7. Представители отрядов: А – Mantoptera (богомол),
Б – Odonatoptera (стрекоза), В – Mecoptera (скорпионова муха),
Г – Raphidioptera (верблюдка)

Тема 3.7. Хищные и паразитические клещи

Представители подкласса клещей (Acari) класса паукообразных (Arachnida) – обычно мелкие, часто микроскопические виды, разнообразные по внешнему строению и образу жизни. Тело клещей, как правило, лишено первичной сегментации и условно делется на два крупных отдела: гнатосому – ротовой аппарат и идиосому – отдел, несущий ходильные конечности. Большинство видов обладает тремя парами ног в фазе личинки и четырьмя – на всех последующих фазах развития.

Клещи широко распространены в природе. Практическое значение клещей многообразно. Значительное число видов относится к хищникам и паразитам насекомых и других членистоногих, и представляют интерес для биологической защиты растений.

Учебные материалы и оборудование: иллюстрации и фотографии, постоянные препараты клещей, бинокляры МБС-15.

План занятия:

1. Описать морфологические и биологические особенности клещей семейств фитосейид (Phytoseiidae) и анистид (Anystidae) (рис. 3.8).
2. Записать основные виды клещей, играющих существенную роль в регуляции численности вредных фитофагов в лесных биоценозах.

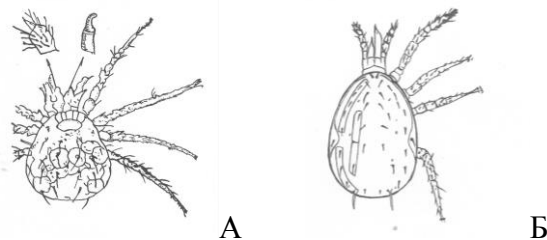


Рис. 3.8. Строение клещей:

А – *Анистис ягодный* (сем. Anistidae), Б – (сем. Phytoseiidae)

Тема 3.8. Пауки – регуляторы численности насекомых

В регулировании численности вредных фитофагов существенная роль принадлежит паукам, которые являются активными хищниками. Пауки относятся к типу членистоногих (Arthropoda), классу паукообразных (Arachnida). Они имеют членистые конечности и жесткий наружный скелет. Тело пауков разделено на 2 отдела – головогрудь и брюшко. На головогрудь располагаются хелицеры, 8 глаз (у большинства видов), 4 пары ног и пара педипальп. Брюшко имеет мягкие покровы, на его конце располагаются несколько пар паутинных бородавок (рис. 3.9). Использование паутины для постройки ловчих сетей, жилых трубок, гнезд, яйцевых коконов составляет характерную особенность поведения пауков, направленную на обеспечение основных жизненных функций особи и вида – на ловлю добычи, заботу о потомстве, спаривание и расселение.

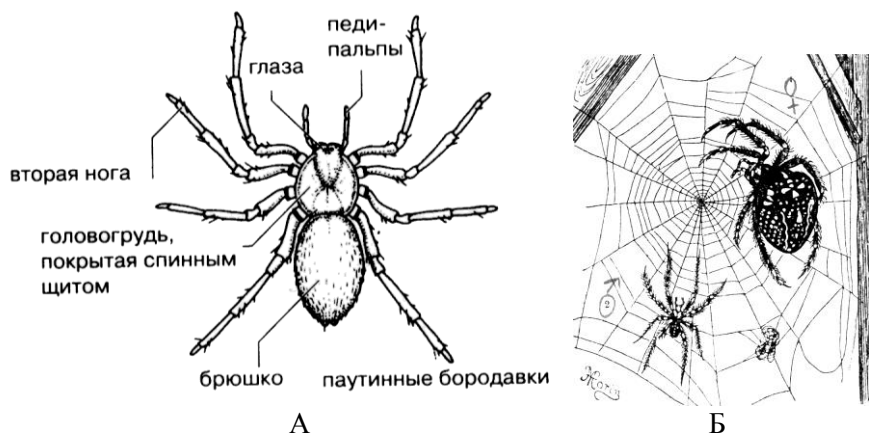


Рис. 3.9. А – строение паука, Б – пауки-крестовики на тенетах

Учебные материалы и оборудование: коллекции разных видов пауков, фотографии, бинокляры МБС-15.

План занятия:

1. Описать морфологические и биологические особенности пауков.
2. Записать основные виды пауков, играющих существенную роль в регуляции численности вредных фитофагов в лесу.

Контрольные вопросы к разделу 3

1. Назовите представителей отряда жесткокрылых, которые ведут хищный образ жизни на стадии имаго и личинки.
2. Какие виды божьих коровок регулируют численность тлей и хермесов на лесных и садовых культурах?
3. Назовите виды хищных клопов, обитающих в лесу.
4. Перечислите семейства перепончатокрылых насекомых, представители которых являются яйцеедами.
5. Представители каких семейств двукрылых являются хищниками, а какие паразитами насекомых?
6. На какой стадии развития хищничают златоглазки?
7. Назовите отряды насекомых, все представители которых являются хищниками.
8. Приведите примеры хищных видов клещей.
9. Охарактеризуйте роль пауков в лесных биоценозах.

Библиографический список

Основная литература

Штерншис М.В., Томилова О.Г., Андреева И.В., Шпатова Т.В. Биотехнология в защите растений: [Электронный ресурс] Учеб. пособие – Новосибирск: отдел информационно-образовательных ресурсов НГАУ, 2015.

Дополнительная литература

1. *Штерншис М.В.* Биологическая защита растений: учеб. / М.В. Штерншис, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова. - М.: КолосС, 2004.

2. *Штерншис М.В.* Биопрепараты в защите растений: учеб. пособие / М.В. Штерншис, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова. - Новосибирск, 2003.

3. *Бабенко А.С.* Энтомофаги в защите растений: Учебное пособие / А.С. Бабенко, М.В. Штерншис, И.В. Андреева, О.Г. Томилова, В.А. Коробов – Мин-во сел. хоз-ва РФ. Новосиб. гос. аграр. ун-т, Новосибирск, 2001. – 206 с.

4. *Практикум по биологической защите растений* / под ред. Н.В. Бондаренко. – М.: Колос, 1984.

5. *Определитель полезных видов насекомых отряда жесткокрылых: практикум по биологической защите растений* / сост.: И.В. Андреева. – Новосиб. гос. аграр. ун-т. Агроном. фак.; – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2012. – 32 с.

6. *Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации* // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – М. (за текущий год).

Содержание

Введение.....	3
1. Микробиологическая защита растений.....	4
1.1. Бактериальные и грибные болезни насекомых.....	4
1.2. Вирусные, нематодные и микроспорициальные болезни насекомых.....	7
1.3. Антагонисты и гиперпаразиты в практике защиты растений.....	11
1.4. Правила применения, биологическая эффективность биопрепаратов.....	13
2. Биологически активные вещества в защите растений....	22
2.1. БАВ микроорганизмов: антибиотики и токсины....	22
2.2. БАВ насекомых: аттрактанты, репелленты, гормоны и их синтетические аналоги.....	23
2.3. БАВ растений: фитонциды, фитоалексины, фитогормоны.....	24
3. Энтомофаги в защите растений.....	26
3.1. Отряд Coleoptera (жесткокрылые насекомые).....	26
3.2. Отряд Hemiptera (полужесткокрылые насекомые)....	29
3.3. Отряд Hymenoptera (перепончатокрылые насе- комые).....	30
3.4. Отряд Diptera (двукрылые насекомые).....	31
3.5. Отряд Neuroptera (сетчатокрылые насекомые).....	32
3.6. Отряды: Mantoptera (богомолы), Odonoptera (стрекозы), Raphidioptera (верблюдки), Mecoptera (скорпионообразные мухи).....	33
3.7. Хищные и паразитические кле- щи.....	35
3.8. Пауки – регуляторы численности насекомых.....	36
Библиографический список.....	38

Андреева Ирина Валерьевна
Щтерншис Маргарита Владимировна

Биологическая защита растений
Методические указания
к лабораторно-практическим занятиям

Печатается в авторской редакции