

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

М. Ю. Гарицкая, А. А. Шайхутдинова

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, ЖИВОТНЫХ И МИКРООРГАНИЗМОВ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Оренбург
2016

УДК 502.17(076.5)

ББК 20.18я7

Г20

Рецензент – кандидат биологических наук, доцент Э. Ш. Манеева

- Г20 **Гарицкая, М. Ю.**
Экология растений, животных и микроорганизмов : методические указания / М. Ю. Гарицкая, А. А. Шайхутдинова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2016. – 57 с.

Методические указания включают в себя комплекс лабораторных работ по темам: «Санитарно-бактериологическое исследование почвы», «Санитарно-бактериологическое исследование воды», «Санитарно-бактериологическое исследование кожи», «Экосистема. Биоценоз. Биотоп», «Биогеохимический круговорот азота», «Моделирование трофической структуры биоценоза и биотопа», «Продуктивность экологических систем», «Исследование повреждений листьев растений грызущими насекомыми», «Эктопаразиты растений», «Определение устойчивости растений к засолению почвы и воздуха», «Жизненные формы жуков-жужелиц», «Определение изменения численности популяций малого мучного хрущака и суринамского мукоеда в условиях конкуренции» и экологическую игру «Пути решения экологических проблем».

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Экология растений, животных и микроорганизмов» для студентов, обучающихся по программам высшего образования направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

УДК 502.17(076.5)

ББК 20.18я7

© Гарицкая М. Ю.,
Шайхутдинова А. А., 2016
© ОГУ, 2016

Содержание

Введение.....	4
1 Экология микроорганизмов.....	5
1.1 Лабораторная работа «Санитарно-бактериологическое исследование почвы».....	5
1.2 Лабораторная работа «Санитарно-бактериологическое исследование воды».....	9
1.3 Лабораторная работа «Санитарно-бактериологическое исследование кожи».....	14
2 Экология растений.....	17
2.1 Лабораторная работа «Экосистема. Биоценоз. Биотоп».....	17
2.2 Лабораторная работа «Биогеохимический круговорот азота».....	20
2.3 Лабораторная работа Моделирование трофической структуры биоценоза и экосистемы».....	24
2.4 Лабораторная работа «Продуктивность экологических систем».....	30
2.5 Лабораторная работа «Исследование повреждений листьев растений грызущими насекомыми.....	32
2.6 Лабораторная работа «Эктопаразиты растений».....	34
2.7 Лабораторная работа «Определение устойчивости растений к засолению почвы и воздуха».....	37
3 Экология животных.....	41
3.1 Лабораторная работа «Жизненные формы жуков-жужелиц».....	41
3.2 Лабораторная работа «Определение изменения численности популяций малого мучного хрущака и суринамского мукоеда в условиях конкуренции»...	44
4 Экологическая игра «Пути решения экологических проблем».....	47
Список использованных источников.....	51
Приложение А Методики приготовления питательных сред.....	52
Приложение Б Термины и понятия.....	55

Введение

Экология – это наука, изучающая закономерности жизнедеятельности организмов, в любых ее проявлениях и на всех уровнях интеграции, в их естественной среде обитания, с учетом изменений, вносимых в среду деятельностью человека. Экология – одна из сравнительно молодых и бурно развивающихся наук. Экология, как общая биологическая наука, может быть расчленена на составные части: экологию растений, экологию насекомых и т. д. При этом если для других наук индивидуум является наикрупнейшей единицей, то для экологии он – мельчайшая единица исследований.

Учебная дисциплина «Экология растений, животных и микроорганизмов» логически увязана с основными дисциплинами направления подготовки. Рассматриваемая дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как «Биология» и «Экология», связана с такими дисциплинами как «Биоразнообразие», «Биоэкология».

В данных методических указаниях представлен комплекс лабораторных работ по трем основным теоретическим аспектам дисциплины «Экология растений», «Экология микроорганизмов», «Экология животных». В рамках каждой лабораторной работы представлены цель, материалы и оборудование, основные положения, ход работы и контрольные вопросы.

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Экология растений, животных и микроорганизмов» составлены для студентов, обучающихся по программам высшего образования направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

1 Экология микроорганизмов

1.1 Лабораторная работа «Санитарно-бактериологическое исследование почвы»

Цель работы: провести санитарно-микробиологическую оценку почв; определить общее количество сапрфитных бактерий, бактерий группы кишечной палочки и термофильных бактерий в почве.

Материалы и оборудование: образцы почвы; чашки Петри; стеклянные палочки; пипетки на 10 мл; стерильная вата; спирт этиловый 95 %; мясопептонный агар; питательная среда Эндо; плитка; стеклянный стакан; термометр; колбы на 250 мл; весы.

Основные положения. При исследовании почвы может проводиться полный или краткий анализ.

Полный санитарно-бактериологический анализ почвы проводится:

- для подробной и глубокой характеристики санитарного состояния почвы;
- для определения пригодности почвы при размещении жилья, мест отдыха, детских учреждений и водопроводных сооружений;
- для эпидемиологических исследований.

Краткий анализ рекомендуется при осуществлении текущего санитарного надзора и включает определение общего количества сапрофитных бактерий, бактерий группы кишечной палочки (БГКП) (коли-титр и коли-индекс), клостридий (перфрингенс-титр), термофильных бактерий, нитрифицирующих бактерий.

В полный санитарно-бактериологический анализ входят дополнительно: определение актиномицетов, грибов, сальмонелл, шигелл, возбудителей столбняка, ботулизма, бруцеллеза, сибирской язвы.

Ход работы. Подготовка почвы. Почву освобождают от включений – камней, осколков стекла и др. Крупные агрегаты почвы дробят. Навеску почвы в количестве 30 г заливают стерильной водопроводной водой в соотношении 1:10. Полученную суспензию встряхивают 10 мин и отстаивают 2 – 5 мин. Из первого разведения 1:10 готовят ряд последующих 10-ти кратных разведений от 1:10 до 1:1000 при исследовании чистых почв и до 1:10000 при исследовании сильно загрязненных почв.

Определение общего количества сапрофитных бактерий.

Микробное число почвы – общее количество микроорганизмов, содержащихся в 1 г почвы.

Посев почвенной суспензии производят на мясопептонный агар (МПА) (методика приготовления представлена в приложении А) в чашки Петри по 1 мл из каждого разведения. Затем в чашки выливают по 7 – 10 мл расплавленного и остуженного до 45 °С агара. Посевы инкубируют при 28 – 30 °С в течение 72 ч и подсчитывают количество выросших колоний. Если на чашке Петри вырастает более 150 колоний, то подсчет ведется на $\frac{1}{4}$ площади с последующим перерасчетом на всю площадь. Из суммы колоний, подсчитанных на всех чашках Петри, выводится среднее арифметическое и затем определяют количество микроорганизмов в 1 г почвы с учетом разведений.

Определение бактерий группы кишечной палочки.

Коли-индекс – количество жизнеспособных *E. coli* в 1 г почвы.

При анализе малозагрязненных почв используют метод мембранных фильтров. При предполагаемой невысокой степени фекального загрязнения рекомендуется применение титрационного метода. При высокой степени фекального загрязнения рекомендуется метод прямого посева почвенной суспензии (1:10) на среду Эндо (методика приготовления представлена в приложении А).

Метод мембранных фильтров. Почвенную суспензию 1:10 центрифугируют при 2000 об/мин в течение 5 мин, затем 5 – 10 мл суспензии фильтруют через мембранные фильтры № 3 в аппарате Зейтца. После фильтрования верхнюю часть прибора снимают и фильтр осторожно стерильным пинцетом переносят на среду

Эндо в чашку Петри. Фильтр накладывают вверх поверхностью, на которой осели бактерии. Чашки Петри инкубируют при 37 °С 24 ч. При наличии в почве БГКП на фильтрах появляются колонии типичные для кишечных палочек – темно-красные с металлическим блеском или розовые с красным центром. Из таких колоний делают мазки, окрашивают по Граму. Для отличия бактерий семейства *Enterobacteriaceae* от *Pseudomonadaceae* ставят оксидазный тест. Для этого на культуру микроорганизмов в чашке Петри наносят индикатор – 1 % раствор диметилпарафенилендинитролазы. В положительном случае через 15 – 20 мин появляется темно-синее окрашивание. Колонии учитывают, как БГКП, если они образованы грамотрицательными палочками, ферментирующими глюкозу до кислоты и газа и не обладающие протеолитической активностью.

Колонии подсчитывают на тех фильтрах, на которых из соответствующего разведения почвенной суспензии выросло не более 30 – 50 колоний.

Пересчитывают количество выросших колоний на фильтрах на 1 г почвы и определяют коли-индекс.

Коли-титр почвы – наименьшее количество почвы, в котором обнаруживается жизнеспособная *E. coli*.

Титрационный метод. Из приготовленных разведений почвенной суспензии делают посеvy в питательную среду Кесслера (1 % пептона, 5 % желчи, 0,25 % лактозы, генциановый фиолетовый).

Из разведений 1:10 10 мл засевают во флакон с 50 мл среды, что соответствует 1 г почвы. Посев меньших количеств (0,1 и 0,01) делают по 1 мл из соответствующих разведений почвенной суспензии в пробирки с 9 мл среды. Отсутствие во всех пробирках роста и газообразования указывает на отсутствие БГКП.

Если в посевах обнаруживается рост или рост и газообразование, делают высев в чашки Петри со средой Эндо или в пробирки с розоловым агаром, инкубируют 24 ч при 37 °С и проводят дальнейшую идентификацию выделенных бактерий.

Результат выражают в коли-титре.

Определение перфрингенс-титра.

Перфрингенс-титр почвы – наименьшее весовое количество почвы, выраженное в граммах, в котором обнаруживается жизнеспособная клетка *C. perfringens*.

Определение перфрингенс-титра является важным критерием для санитарной оценки почвы и ее самоочищения, так как в почве, загрязненной фекалиями, уже через 4 – 5 месяцев эшерихии исчезают, а *C. perfringens* обнаруживаются в титре 0,01. Перфрингенс-титр дает возможность судить о давности фекального загрязнения.

Из приготовленных разведений почвенной суспензии по 1 мл переносят в два параллельных ряда пробирок. Один ряд прогревают при 80 °С 15 мин.

Затем во все пробирки наливают по 9 – 10 мл расплавленной и охлажденной до 45 °С среды Вильсона-Блер. Инкубацию посевов проводят при 43 °С 24 ч, но уже через 2 – 3 ч при положительном результате можно наблюдать в толще агара образование круглых колоний черного цвета. В мазках, приготовленных из колоний видны характерные грамположительные палочки.

Определение термофильных бактерий.

Учет термофильных бактерий производят на МПА, разлитом в чашки Петри более толстым слоем, чем обычно. Посев делают из разведений 1:10, 1:100, 1:1000, причем из каждого разведения рекомендуется засеивать по 2 – 3 параллельные чашки.

Термофильные бактерии выращивают при температуре около 60 °С. Результат учитывают через 24 ч после посева. Подсчет количества бактерий проводят на 1 г почвы.

Санитарно-микробиологическая оценка почвы.

Санитарно-микробиологическую оценку почвы производят по комплексу показателей. Для санитарной оценки почвы необходимо пользоваться показателями таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Схема санитарного состояния почвы по микробиологическим показателям

Категория почв	Титры		Число термофильных бактерий в 1 г
	коли-титр	перфрингенс-титр	
Чистая	1 и выше	0,01 и выше	100 – 1000
Загрязненная	0,9 – 0,01	0,009 – 0,0001	1000 – 100000
Сильно загрязненная	0,09 и ниже	0,00009 и ниже	100000 – 4000000

Контрольные вопросы:

1. С какой целью проводится санитарно-бактериологический анализ почвы?
2. Дайте определение понятию микробное число почвы.
3. Дайте определение понятиям коли-титр и коли-индекс почвы.
4. Охарактеризуйте методику определения общего количества сапрофитных бактерий в почве.
5. Охарактеризуйте методику определения бактерий группы кишечной палочки в почве.

1.2 Лабораторная работа «Санитарно-бактериологическое исследование воды»

Цель работы: изучить способы санитарно-бактериологического исследования воды; дать оценку качества воды по микробиологическим показателям.

Материалы и оборудование: пробы водопроводной воды; колбы на 250 мл с притертыми пробками; чашки Петри; стерильная вата; спирт этиловый 95 %; мясопептонный агар; термостат; термометр; плитка; стеклянный стакан; питательная среда Эндо; пробирки.

Основные положения. Исследованию подлежит вода централизованного водоснабжения, колодцев, открытых водоемов, бассейнов и сточные воды.

Для оценки санитарно-бактериологического состояния воды используют следующие показатели:

- определение общего микробного числа (ОМЧ);
- определение бактерий семейства *Enterobacteriaceae* и термотолерантных колиформных бактерий;
- определение спор сульфитредуцирующих клостридий;
- определение колифагов;
- определение патогенных бактерий кишечной группы.

Исследование питьевой воды на наличие колифагов, патогенных бактерий кишечной группы проводится по эпидемиологическим показателям. Определение спор сульфитредуцирующих клостридий проводится при оценке эффективности технологий обработки воды.

Ход работы. Отбор проб водопроводной воды. Кран стерилизуют обжиганием с последующим стоком воды в течение 10 мин при полностью открытом кране. Пробу воды забирают в стерильную стеклянную посуду с плотно закрывающимися пробками.

Доставка воды производится в контейнерах-холодильниках при температуре от 4 °С до 10 °С.

Определение общего микробного числа (ОМЧ).

Для определения ОМЧ вносят два объема воды по 1 мл в стерильные чашки Петри, в которые выливают по 6 – 8 мл расплавленного и остуженного до 45 °С МПА (методика приготовления представлена в приложении А).

Содержимое чашки смешивают, оставляют до застывания агара и помещают в термостат на 24 ч. Подсчитывают количество колоний на чашках, вычисляют среднее арифметическое.

Результат выражают числом КОЕ (колониеобразующих единиц) в 1 мл воды.

Определение бактерий семейства Enterobacteriaceae.

Термотолерантные колиформные бактерии обладают всеми признаками бактерий семейства *Enterobacteriaceae*, но они способны ферментировать лактозу до кислоты и газа при температуре 44 °С в течение 24 ч.

Для выявления бактерий семейства *Enterobacteriaceae* и термотолерантных колиформных бактерий используют два метода: метод мембранных фильтров и титрационный метод.

Метод мембранных фильтров. Необходимый объем воды – 300 мл – фильтруют через мембранные фильтры по 100 мл. Фильтры переносят на среду Эндо в чашке Петри и инкубируют при 37 °С 24 ч. Подсчитывают число красных и красных с металлическим блеском колоний.

Идентификацию бактерий проводят по оксидазному тесту и тесту образования кислоты и газа при ферментации лактозы (маннита) для чего исследуют не менее 10 колоний.

Так как, микроорганизмы семейства *Enterobacteriaceae* и термотолерантные колиформные бактерии не обладают оксидазной активностью, то оксидазоположительные культуры дальше не исследуются.

Все лактозоположительные колонии засевают в две пробирки с одной из лактозных сред и 1 пробирку инкубируют при 37 °С (для культивирования микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae*), а другую при 44 °С (для культивирования термотолерантных колиформных бактерий).

Учитывают бактерии семейства *Enterobacteriaceae* – показатели давнего фекального загрязнения воды и термотолерантные колиформные бактерии – показатели свежего фекального загрязнения.

Результаты анализа выражают числом колониеобразующих единиц бактерий семейства *Enterobacteriaceae* и термотолерантных колиформных бактерий в 100 мл воды.

Титрационный метод. Принцип метода заключается в посеве установленного объема воды (300 мл – 3 объема по 100 мл – качественный анализ и 333 мл – 3 объема по 100 мл, 3 объема по 10 мл, 3 объема по 1 мл – количественный анализ) в

лактозно-пептонную (или глюкозо-пептонную) среду, с последующим пересевом в среду Эндо и идентификацией культуры по морфологическим, культуральным и биохимическим свойствам для определения бактерий семейства *Enterobacteriaceae*.

Для выявления термотолерантных колиформных бактерий делают посев 2 – 3 изолированных колоний в пробирки с лактозной средой, нагретой на водяной бане или в термостате до 44 °С.

При обнаружении бактерий семейства *Enterobacteriaceae* и термотолерантных колиформных бактерий хотя бы в одном из трех объемов делают заключение – об обнаружении колиформных бактерий в 100 мл воды.

Определение спор сульфитредуцирующих бактерий.

Сульфитредуцирующие клостридии, преимущественно *C. perfringens* – спорообразующие анаэробные палочки, редуцирующие сульфит натрия на железосульфитном агаре при 44 °С в течение 24 ч.

Определение сульфитредуцирующих клостридий проводят двумя методами: методом мембранных фильтров и прямым посевом.

Метод мембранных фильтров. Метод основан на фильтровании воды через мембранные фильтры, выращивании посевов в железосульфитном агаре в анаэробных условиях и подсчете черных колоний.

Результаты анализа выражают числом колониеобразующих единиц спор сульфитредуцирующих клостридий в 20 мл воды.

Метод прямого посева. Производят посев 20 мл воды в пробирки с железосульфитным агаром (2 объема по 10 мл в 2 пробирки или 4 объема по 5 мл в 4 пробирки) инкубируют при 44 °С 24 ч и посчитывают черные колонии.

Результаты выражают числом КОЕ в 20 мл воды.

Определение колифагов.

Колифаги – вирусы, лизирующие кишечную палочку и образующие зоны лизиса (бляшки) на бактериальном газоне. Определение колифагов проводят прямым и титрационным методами.

Прямой метод. Исследуемую воду вносят в 5 стерильных чашек по 20 мл. В шестую – контрольную воду не берут. Затем во все чашки заливают расплавленный

и остуженный до 45 °С агар с добавлением суточной культуры *E. coli*, штамм К 2 (1,5 мл смыва *E. coli* в концентрации 10^9 на 150 мл агара). Перемешивают, оставляют для застывания и инкубируют при 37 °С 24 ч. Учитывают результат подсчетом бляшек в чашках Петри в БОЕ (бляшкообразующих единицах) в 100 мл воды. В контрольной чашке бляшки должны отсутствовать.

Титрационный метод. В основе метода – предварительное подращивание колифагов в среде обогащения в присутствии *E. coli* и последующее выявления бляшек колифага на газоне *E. coli*.

Определение бактерий родов сальмонелла и шигелла.

Для выявления патогенных энтеробактерий исследуемый объем воды (не менее 2 – 3 мл) засевают в среды обогащения (Мюллера-Кауфмана, магниевая среда) с последующим высевом на плотные селективные и дифференциально-диагностические среды – Плоскирева, Эндо, Левина, висмут-сульфитный агар. Выделенные культуры идентифицируют по морфологическим, тинкториальным, биохимическим и серологическим свойствам.

Оценка воды по микробиологическим показателям.

Критерии оценки воды разработаны дифференциально в зависимости от ее категории и назначения. Вода плавательных бассейнов по своим качествам должна соответствовать ГОСТу питьевой воды (см. таблицу 1.2).

Таблица 1.2 – Нормативы качества питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы
Общее микробное число	КОЕ в 1 мл воды	Не более 50
Бактерии семейства <i>Enterobacteriaceae</i>	Число кишечных бактерий в 300 мл воды	Отсутствие
Термотолерантные колиформные бактерии	Число кишечных бактерий в 300 мл воды	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий	Число спор в 20 мл воды	Отсутствие
Колифаги	Число БОЕ в 100 мл воды	Отсутствие

Примечание – КОЕ – колониеобразующая единица; БОЕ – бляшкообразующая единица.

Контрольные вопросы:

1. Какие показатели используют для оценки санитарно-бактериологического состояния воды?
2. Охарактеризуйте методику отбора проб водопроводной воды.
3. Опишите методику определения общего микробного числа.
4. Опишите методику определения бактерий семейства *Enterobacteriaceae*.
5. Опишите методику определения спор сульфитредуцирующих бактерий.
6. Какие методы используют для определения колифагов в водопроводной воде?
7. Перечислите основные нормативы качества питьевой воды.

1.3 Лабораторная работа «Санитарно-бактериологическое исследование кожи»

Цель работы: изучить методы санитарно-бактериологического исследования кожи рук.

Материалы и оборудование: стерильная вата; чашки Петри; физиологический раствор; пипетки на 10 мл; плитка; мясопептонный агар; питательная среда Эндо; термометр; спирт этиловый 95 %; термостат; термометр; стеклянный стакан, лапу, пробирки.

Основные положения. Поверхность кожи человека, особенно открытые ее части, обсеменены различными микроорганизмами, здесь определяется от $25 \cdot 10^6$ до $1 \cdot 10^9$ особей микробов.

Собственная микрофлора кожи человека представлена сарцинами, стафилококками, дифтероидами, некоторыми видами стрептококков, бациллами, грибами и др.

Кроме характерной для кожи микрофлоры здесь могут присутствовать транзиторные микроорганизмы, быстро исчезающие под влиянием бактерицидных свойств кожи. Большой способностью к самоочищению обладает чисто вымытая кожа. Бактерицидность кожи отражает общую резистентность организма.

Неповрежденные кожные покровы для большинства микроорганизмов, в том числе и патогенных, непроницаемы. При нарушении их целостности и понижении резистентности организма могут возникать заболевания кожи.

Санитарно-бактериологическое исследование кожи проводится двумя методами:

1. Посев отпечатков пальцев рук на МПА в чашках Петри с последующим макроскопическим и микроскопическим изучением выросших колоний.
2. Посев смывов с кожи для определения общего микробного числа и кишечной палочки.

Ход работы. Тампоном, смоченным в 10 мл стерильного физиологического раствора, тщательно протирают ладони, подногтевые, межпальцевые пространства обеих рук. Тампон прополаскивают в пробирке с физиологическим раствором и исходный смыв исследуют на общее микробное число и наличие кишечной палочки.

Определение общего микробного числа.

1 мл смыва помещают в стерильную чашку Петри, наливают 12 – 15 мл расплавленного и остуженного до 45 °С МПА (методика приготовления представлена в приложении А), перемешивают содержимое чашки и после застывания агара посева инкубируют при 37 °С 24 – 48 ч. Подсчет выросших колоний на поверхности и в глубине агара можно производить при помощи лупы.

Определение кишечной палочки.

Оставшееся количество смыва помещают в пробирку с глюкозопептонной средой (методика приготовления представлена в приложении А). Посевы инкубируют при 43 °С 24 ч. При наличии газообразования производят высева на среду Эндо. Рост на этой среде красных колоний укажет на наличие в смыве кишечной палочки, свидетельствующей о фекальном загрязнении рук.

Контрольные вопросы:

1. Какими видами микроорганизмов представлена собственная микрофлора кожи человека?
2. Дайте определение понятию резистентность организма.
3. Охарактеризуйте методы для проведения санитарно-бактериологического исследования кожи.
4. Опишите методику определения общего микробного числа на коже рук.
5. Опишите методику определения бактерий группы кишечной палочки на коже рук.

2 Экологи растений

2.1 Лабораторная работа «Экосистема. Биоценоз. Биотоп»

Цель работы: дать определение базовых понятий: экосистема, биоценоз, биотоп.

Материалы и оборудование: наглядные учебные пособия (плакаты, ноутбук, проектор); линейки; цветные карандаши; рабочая тетрадь.

Ход работы. Пользуясь наглядными учебными пособиями, опорной схемой, студенты формулируют базовые понятия – экосистема, биоценоз и биотоп.

Результаты отражают в рабочей тетради.

Задание 1. Ответьте на вопросы.

1. Почему сов в экосистеме леса относят к консументам второго порядка, а мышей – к консументам первого порядка?

2. К какому типу живых компонентов биогеоценоза относится вид *Homo Sapiens*?

3. Почему экосистему смешанного леса считают более устойчивой, чем экосистему елового леса?

4. В еловом лесу травянистых растений значительно меньше, чем в березовой роще. Объясните это явление.

5. Почему в сообществах, созданных человеком (посевы, лесные насаждения), чаще наблюдаются вспышки численности насекомых-вредителей, чем в природных экосистемах?

6. Длительное время у нас в стране поощрялась охота на волков и за каждого убитого животного выдавали премию. Затем отстрел волков полностью запретили. В настоящее время в ряде районов этот запрет вновь снят и часть волков разрешают уничтожать. Чем можно объяснить подобные отклонения в распоряжениях природоохранительных органов?

7. У какой популяции растений больше шансов на выживание: у той, которая состоит из одних проростков? Из проростков, молодых и взрослых особей? Ответ обоснуйте.

8. Можно ли цветочный горшок с цветущим растением считать экосистемой?

9. Вспомните основные принципы функционирования экосистем. Противоречат ли им основные тенденции развития человеческого общества? Каковы явные и возможные последствия этих противоречий? Что необходимо учитывать в первую очередь при выработке стратегии развития нашей цивилизации.

10. Вспомните основные типы биотических взаимоотношений. Приведите примеры.

11. Могут ли искусственные экосистемы существовать без участия человека?

Задание 2. Найдите ошибки в приведенном тексте и исправьте их.

1. Организм, строящий вещества своего тела за счет неорганических веществ, называется продуцентом.

2. Сообщество живых организмов и их среды обитания, составляющее единое целое на основе устойчивого взаимодействия между элементами живой и неживой природы, называется биоценозом.

3. Участок водоема или суши с однотипными условиями рельефа, климата и других абиотических факторов, занятый определенным биоценозом, называют биотопом.

4. Плодовый сад – это агроэкосистема.

5. Примером природной экосистемы служит лес.

6. Ряд организмов, в котором от предшествующего организма к последующему происходит передача вещества и энергии, называется сетью питания.

7. Смена одного сообщества организмов другим в определенной последовательности называют сукцессией.

8. Количество энергии, передаваемой с одного трофического уровня на другой, составляет 100 %.

9. Количество трофических уровней в пищевой цепи равно 2.
10. Согласно правилу пирамиды чисел общее число особей, участвующих в цепях питания, с каждым звеном увеличивается.
11. Симбиоз – это тип биотических отношений, когда виды могут существовать изолированно, но совместная жизнь приносит пользу обоим видам.
12. Совокупность особей одного вида, обладающих общим генофондом и занимающих определенную территорию, называют биологическим видом.
13. Группа популяций видов, населяющих определенную территорию и связанных друг с другом трофическими связями, называют биоценозом.
14. Число особей вида на единицу площади или единицу объема жизненного пространства называют численностью популяции.
15. Самоизреживание у елей является примером внутривидовой конкуренции.
16. Хищники в природном сообществе оздоравливают популяцию жертв и регулируют ее численность.
17. Продуцентом в трофической цепи пшеница – мышь – бактерии – змея является мышь.
18. Тип биотических взаимоотношений, при котором два вида мешают друг другу в извлечении ресурса, называют конкуренцией.
19. Львы и тигры находятся на одном трофическом уровне.
20. Термин комменсализм означает, что один вид получает выгоду при совместном обитании, а другой не испытывает отрицательного влияния.
21. Аменсализм относится к типу взаимопользных биотических взаимоотношений.
22. Представители вида *Homo Sapiens* являются консументами I порядка.
23. Биосфера – это глобальная экосистема Земли.
24. Пищевая цепь мхи – олени – люди характерна для экосистемы тундра.
25. Редуценты – это организмы, разлагающие органические вещества до минеральных.
26. Растения и грибы являются продуцентами.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятиям экосистема, биоценоз, биотоп.
2. Дайте определение понятиям продуценты, консументы, редуценты.
3. Перечислите основные компоненты экосистемы.
4. Назовите основные типы биотических отношений. Приведите примеры.
5. Составьте общую схему пищевых взаимоотношений в естественных экосистемах.
6. Составьте пищевую цепь и обозначьте в ней все трофические уровни.
7. Перечислите характеристики естественных и искусственных экосистем.
8. Приведите примеры естественных и искусственных экосистем.

2.2 Лабораторная работа «Биогеохимический круговорот азота»

Цель работы: изучить круговороты веществ на примере биогеохимического цикла азота.

Материалы и оборудование: наглядные учебные пособия (таблицы, схемы, слайды, ноутбук, проектор); линейки; цветные карандаши; рабочая тетрадь.

Основные положения. Газообразный азот (N_2) в атмосфере крайне инертен, иными словами, необходимо очень большое количество энергии, чтобы связи в молекуле азота (N_2) разорвались и образовались другие соединения, например, оксиды.

Однако азот является важнейшим компонентом биологических молекул, таких как белки, нуклеиновые кислоты и т. д. Переводить атмосферный азот в доступную для организмов форму (нитриты и нитраты) способны лишь некоторые бактерии. Этот процесс называется азотфиксацией и представляет собой основной путь поступления азота в биотический компонент экосистемы.

Азотфиксация – энергоемкий процесс, поскольку требует разрушения очень прочной связи между двумя атомами азота в его молекуле. Бактерии используют для этого фермент нитрогеназу и энергию, заключенную в АТФ.

Неферментативная азотфиксация требует гораздо больше энергии, получаемой в промышленности за счет сгорания ископаемого топлива, а в атмосфере в результате действия ионизирующих факторов, например, молний и космического излучения.

Азот так важен для плодородия почвы, и потребность в нем сельского хозяйства так велика, что ежегодно на химических заводах производятся колоссальные количества аммиака, который применяется в составе азотных удобрений, таких как нитрат аммония (NH_4NO_3) или мочевина [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$].

Сейчас масштабы промышленной азотфиксации сравнимы с природными, но мы до сих пор плохо представляем возможные последствия постепенного накопления в биосфере доступных организмам соединений азота.

Относительно небольшое количество фиксированного азота (5 – 10 %) дает ионизация в атмосфере. Образующиеся оксиды азота, взаимодействуя с дождевой водой, дают соответствующие кислоты, которые, попав в почву, в конечном итоге превращаются в нитраты.

Вероятно, главный природный источник фиксированного азота – представители семейства бобовых, например, клевер, соя, люцерна, горох. На корнях бобовых имеются характерные утолщения, называемые клубеньками, в которых внутриклеточно живут азотфиксирующие бактерии рода *Rhizobium*. Этот симбиоз мутуалистичен, поскольку растение получает от бактерий фиксированный азот в форме аммиака, а взамен снабжает их энергией и некоторыми органическими веществами, например, углеводами.

В пересчете на единицу площади клубеньковые бактерии могут дать в 100 раз больше фиксированного азота, чем свободноживущие. Неудивительно, что бобовые растения часто высевают для обогащения почвы этим элементом, получая заодно и урожай высококачественных кормовых трав.

Все азотфиксаторы связывают азот в форме аммиака, но он сразу же используется для синтеза органических соединений, в первую очередь белков.

Большинство растений в качестве источника азота используют нитраты. Животные в свою очередь прямо или косвенно получают усвояемый азот из растений.

Нитраты образуются после разложения белка мертвых тканей сапротрофными бактериями и грибами. Этот процесс включает окислительные реакции с участием кислорода и аэробных бактерий. Белки сначала расщепляются до аминокислот, а затем аминокислоты дают аммиак. Этот же продукт образуется при разложении экскретов и фекалий животных.

Хемосинтезирующие бактерии *Nitrosomonas* и *Nitrobacter* осуществляют так называемую нитрификацию – поэтапно окисляют аммиак до нитратов.

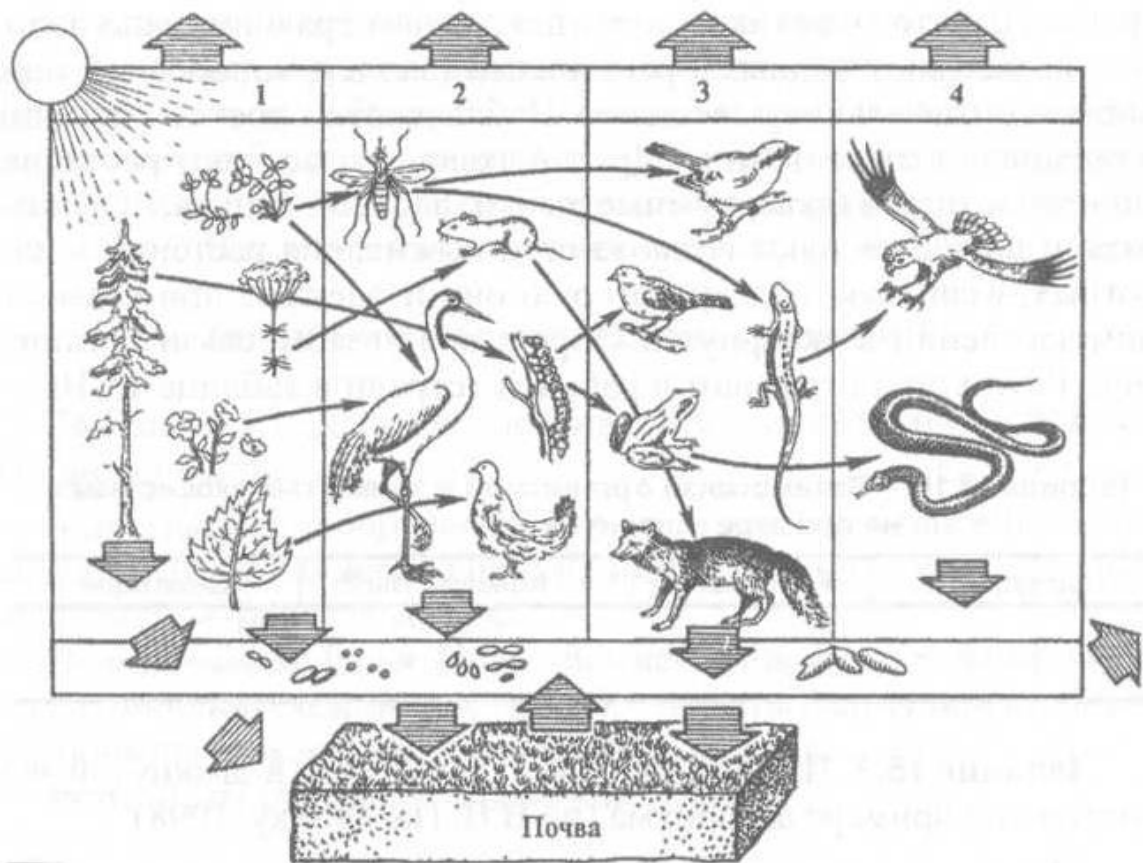
В некотором смысле процессом, обратным нитрификации, является денитрификация, также осуществляемая бактериями, которые в результате понижают плодородие почвы.

Денитрификация происходит в анаэробных условиях, когда нитраты используются при дыхании вместо кислорода в качестве окислителя органических соединений (акцептора электронов). Сами нитраты при этом восстанавливаются, обычно до азота.

Следовательно, денитрифицирующие бактерии относятся к факультативным аэробам.

Ход работы. Основным принципом функционирования экосистем является приток одних веществ и удаление других в процессе круговорота всех элементов. Типичным примером может служить круговорот азота.

Пользуясь таблицами, слайдами, рисунками 2.1 и 2.2, студенты составляют в рабочей тетради схему биогеохимического цикла азота.



1 – продуценты; 2 – консументы I порядка; 3 – консументы II порядка; консументы III порядка; почва

Рисунок 2.1 – Пищевые взаимосвязи в наземных экосистемах

Обозначить стрелками:

1. Синей – движение азота к растениям от мест его фиксации (бобовые растения, промышленность, атмосферные электроразряды).
2. Красный – движение органических азотсодержащих соединений по цепям питания – к растениям, животным, бактериям, выделяющим газообразный азот, и бактериям, фиксирующим его.
3. Зеленый – выделения неорганических азотных соединений в окружающую среду.

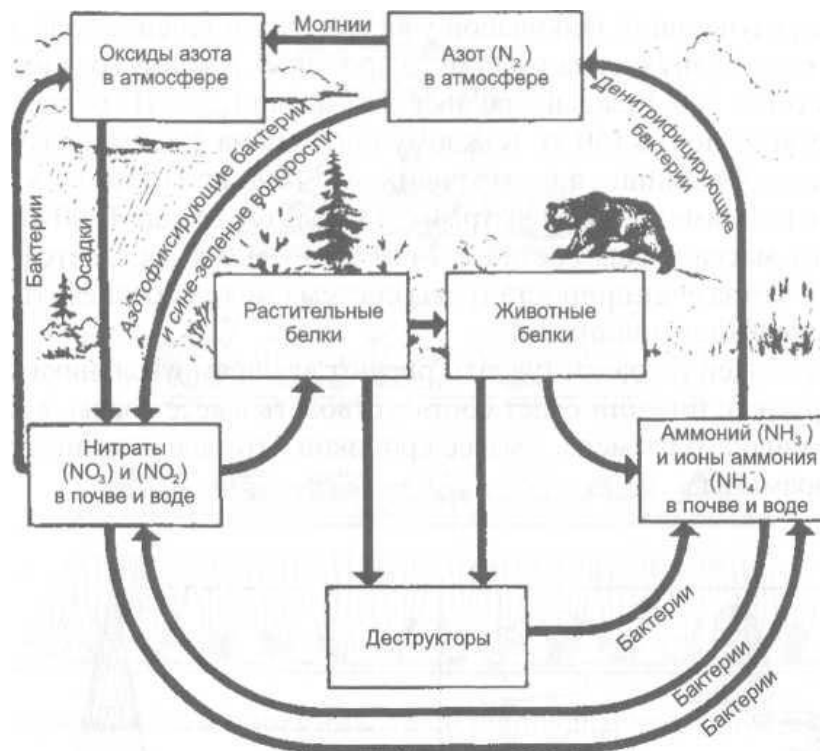


Рисунок 2.2 – Биогеохимический цикл азота

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные принципы функционирования экосистем.
2. Дайте определение понятию пищевая сеть.
3. Опишите сущность процесса азотофиксации, нитрификации и денитрификации.
4. Составьте схему круговорота азота в природе.

2.3 Лабораторная работа «Моделирование трофической структуры биоценоза и экосистемы»

Цель работы: изучить экологические пирамиды на примере пирамиды биомассы.

Материалы и оборудование: наглядные учебные пособия (таблицы, схемы, слайды, ноутбук, проектор); линейки; цветные карандаши; рабочая тетрадь.

Основные положения. Трофическую структуру биоценоза и экосистемы обычно отображают графическими моделями в виде экологических пирамид. Такие модели разработал в 1927 г. английский зоолог Ч. Элтон.

Экологические пирамиды – это графические модели (как правило, в виде треугольников), отражающие число особей (пирамида чисел), количество их биомассы (пирамида биомасс) или заключенной в них энергии (пирамида энергии) на каждом трофическом уровне и указывающие на понижение всех показателей с повышением трофического уровня.

Пирамида чисел (численностей) отражает численность отдельных организмов на каждом уровне. В экологии пирамида численностей используется редко, так как из-за большого количества особей на каждом трофическом уровне очень трудно отобразить структуру биоценоза в одном масштабе.

Чтобы уяснить, что такое пирамида чисел, приведем пример. Предположим, что в основании пирамиды 1000 т травы, массу которой составляют сотни миллионов отдельных травинок. Этой растительностью смогут прокормиться 27 млн кузнечиков, которых, в свою очередь, могут употребить в пищу около 90 тыс. лягушек. Сами лягушки могут служить едой 300 форелям в пруду. А это количество рыбы может съесть за год один человек! Таким образом, в основании пирамиды несколько сотен миллионов травинок, а на ее вершине – один человек. Такова наглядная потеря вещества и энергии при переходе с одного трофического уровня на другой.

Иногда случаются исключения из правила пирамид, и тогда мы имеем дело с перевернутой пирамидой чисел. Это можно наблюдать в лесу, где на одном дереве живут насекомые, которыми питаются насекомоядные птицы. Таким образом, численность продуцентов меньше, нежели консументов.

Пирамида биомасс – соотношение между продуцентами и консументами, выраженное в их массе (общем сухом весе, энергосодержании или другой мере общего живого вещества).

Обычно в наземных биоценозах общий вес продуцентов больше, чем консументов. В свою очередь, общий вес консументов первого порядка больше,

нежели консументов второго порядка, и т. д. Если организмы не слишком различаются по размерам, то на графике, как правило, получается ступенчатая пирамида с сужающейся верхушкой.

Американский эколог Р. Риклефс объяснял структуру пирамиды биомасс так: «В большинстве наземных сообществ пирамида биомасс сходна с пирамидой продуктивности. Если собрать все организмы, обитающие на каком-нибудь лугу, то вес растений окажется гораздо больше веса всех прямокрылых и копытных, питающихся этими растениями.

Вес этих растительоядных животных в свою очередь будет больше веса птиц и кошачьих, составляющих уровень первичных плотоядных, а эти последние также будут превышать по весу питающихся ими хищников, если таковые имеются. Один лев весит довольно много, но львы встречаются столь редко, что вес их, выраженный в граммах на 1 м^2 , окажется ничтожным».

Как и в случае с пирамидами чисел, можно получить так называемую обращенную (перевернутую) пирамиду биомасс, когда биомасса продуцентов оказывается меньше, чем консументов, а иногда и редуцентов, и в основании пирамиды находятся не растения, а животные. Это касается в основном водных экосистем.

Например, в океане при довольно высокой продуктивности фитопланктона общая масса его в данный момент может быть меньше, чем у зоопланктона и конечного потребителя-консумента (киты, крупные рыбы, моллюски).

Пирамида энергии отражает величину потока энергии, скорость прохождения массы пищи через пищевую цепь. На структуру биоценоза в большей степени оказывает влияние не количество фиксированной энергии, а скорость продуцирования пищи.

Все экологические пирамиды строятся по одному правилу, а именно: в основании любой пирамиды находятся зеленые растения, а при построении пирамид учитывается закономерное уменьшение от ее основания к вершине численности особей (пирамида чисел), их биомассы (пирамида биомасс) и проходящей через пищевые цепи энергии (пирамида энергии).

В 1942 г. американский эколог Р. Линдеман сформулировал закон пирамиды энергии, согласно которому с одного трофического уровня на другой через пищевые цепи переходит в среднем около 10 % энергии, поступившей на предыдущий уровень экологической пирамиды.

Остальная часть энергии тратится на обеспечение процессов жизнедеятельности.

В результате процессов обмена организмы теряют в каждом звене пищевой цепи около 90 % всей энергии. Следовательно, для получения, например, 1 кг окуней должно быть израсходовано приблизительно 10 кг рыбьей молоди, 100 кг зоопланктона и 1000 кг фитопланктона.

Общая закономерность процесса передачи энергии такова: через верхние трофические уровни энергии проходит значительно меньше, чем через нижние. Вот почему большие хищные животные всегда редки, и нет хищников, которые питались бы, к примеру, волками. В таком случае они просто не прокормились бы, настолько волки немногочисленны.

Ход работы. Число организмов, а, следовательно, и их биомасса, с повышением трофического уровня снижается (см. рисунки 2.3 и 2.4). Для выполнения задания для примера берут соотношение биомассы по пищевой цепи: трава – кролики – лисицы.

Эколог, изучающий небольшой участок луга в течение года, в начале года обнаружил на участке 25 кроликов. К концу года их число достигло 100. Каждый кролик весит около 1,5 кг. Их общая масса составит почти 150 кг. Каждому кролику на 400 г живого веса требуется 4 кг пищи, а всем кроликам – 1600 кг. Предположим, в начале года имелось 600 кг травы, а вырастет ее еще 1800 кг. Поскольку масса травы составит 2400 кг, то 800 кг останется. Это значит, что за счет прироста травы система может обеспечить кроликов необходимой пищей.

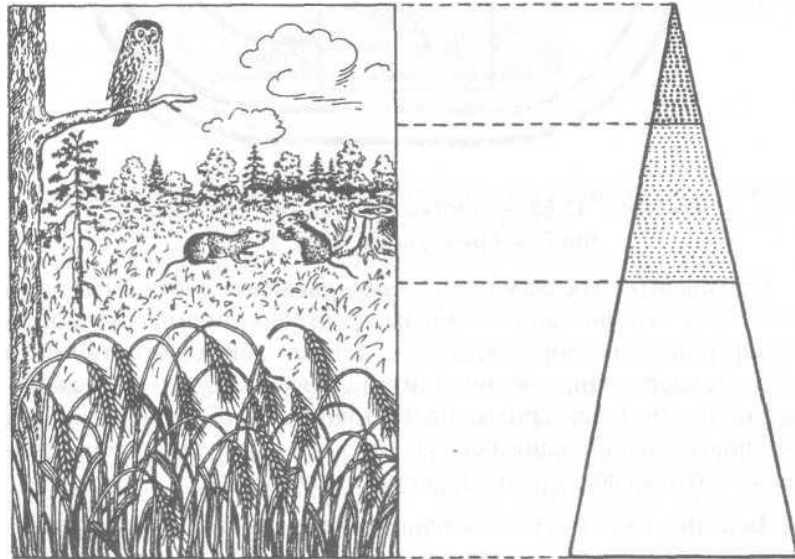


Рисунок 2.3 – Пирамида биомассы разных трофических уровней



Рисунок 2.4 – Пирамида, представляющая кормовую цепь: злаки – кузнечики – лягушки – змеи – орел

В рабочей тетради студенты рисуют два прямоугольника (друг над другом): нижний будет соответствовать массе травы, а верхний, меньшего размера, – массе кроликов. Это две нижние ступени пирамиды.

Предположим, что на луг проникли две лисицы. Вес каждой 6 кг, следовательно, общий 12 кг. Поскольку лисица потребляет 60 кг пищи, двум хищникам требуется 120 кг крольчатины для выживания. Если каждый кролик весит 1,5 кг, то лисицы съедят 75 кроликов в течение года. К концу года из 100 кроликов на лугу останется всего 25. Это значит, что экосистема обеспечивает травой 100 кроликов, из которых 75 идет на питание двух лисиц.

Затем рисуют третью, самую маленькую ступень пирамиды. Пирамида биомассы в данной пищевой цепи приобретает следующий вид:

2 лисы, съедающие 120 кг крольчатины

100 кроликов, съедающих 1600 кг травы

2400 кг травы

На каждом предыдущем уровне количество биомассы, создаваемой за определенное время (в данном случае за год), больше, чем на последующем уровне.

Выясняют принципиально важный вопрос: почему с повышением трофического уровня биомассы становится меньше?

Прежде всего следует учитывать два фактора: биомасса каждый год увеличивается за счет роста и размножения организмов, и одновременно сокращается за счет гибели и потребления консументами. Растительные съедают в год не больше того, что производят продуценты.

Следовательно, чем больше биомасса популяции, тем ниже занимаемый ею трофический уровень.

Контрольные вопросы:

1. Могут ли существовать замкнутые пищевые цепи между организмами животных, не включающие продуцентов?

2. Допустимо ли предположение о том, что при таких пищевых цепях консументы погибнут от голода? Да, нет и почему?

3. Что произойдет, если консументы потребляют питательных веществ больше, чем их образуют продуценты?

4. Сформулируйте три основных принципа функционирования экосистем, используя понятия: круговорот биогенов; поток солнечной энергии; уменьшение количества биомассы при повышении трофического уровня.

5. Охарактеризуйте закон пирамиды энергии Р. Линдемана.

6. На основании правила экологической пирамиды определите, сколько нужно орлов при наличии 100 тонн злаковых растений, если цепь питания имеет вид: злаки – кузнечики – лягушки – змеи – орел, а масса взрослого орла 5 кг. Каковы механизмы антропогенного фактора на биоценозы?

7. На основании правила экологической пирамиды определите, сколько нужно зерна, чтобы вырос один филин массой 3,5 кг, если цепь питания имеет вид: зерно злаков – мышь полевка – хорек – филин.

2.4 Лабораторная работа «Продуктивность экологических систем»

Цель работы: изучить понятия валовой чистой первичной продукции и вторичной продукции экосистем; дать оценку эффективности потребления и усвоения корма.

Материалы и оборудование: наглядные учебные пособия (таблицы, схемы, слайды, ноутбук, проектор, колонки); линейки; цветные карандаши; рабочая тетрадь.

Основные положения. Способность живых организмов к созданию новой биомассы называется продуктивностью. Скорость образования биомассы за единицу времени на единице площади называется продукцией. Биологическую продукцию выражают в джоулях на 1 м² за одни сутки, калориях на 1 м² за одни сутки, килограммах на 1 га за один год.

Органическая масса, создаваемая растением за единицу времени, называется первичная продукция.

Валовой первичной продукцией называют общее количество вещества и энергии, производимых автотрофами экосистемы.

Чистая первичная продукция – скорость накопления органического вещества в растительных тканях после вычета расходов на дыхание. Консументы могут использовать только чистую первичную продукцию.

Вторичная продукция в экосистемах образуется консументами. Вторичная продукция сообщества всегда меньше первичной продукции.

Согласно правилу пирамиды биологической продукции на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы создаваемой за единицу времени больше, чем на последующем.

Ход работы. Пользуясь таблицей 2.1, студенты рассчитывают для малых сусликов и степных сурков процентное отношение вторичной продукции к потребленному и усвоенному корму.

Таблица 2.1 – Продукция малых сусликов и степных сурков, тыс. ккал/га

Вид	Год наблюдения	Корм		Продукция
		потреблено	усвоено	
Суслик	1	535	427	40
Суслик	2	355	283	28
Суслик	3	283	225	17
Сурок	4	278	206	54
Сурок	5	318	239	65

В рабочей тетради дают оценку эффективности потребления и усвоения корма.

Пользуясь данными таблицы 2.2, студенты рассчитывают количество потребленной растительной массы и растительной массы, затраченной на поддержание жизнедеятельности сусликов, выразив их в процентах к урожаю растительности.

Таблица 2.2 – Показатели трофической деятельности сусликов кг/га сухой массы

Год наблюдения	Урожай растительной массы	Изъято сусликами	Кормовые остатки	Экскременты	Прирост популяции, %
1	1150	240	121	24	4,2
2	590	180	101	16	3
3	1940	340	247	13	20

Определяют в какой год наблюдения суслики наиболее эффективно участвовали в круговороте веществ в данной системе. В какие годы эффективность использования ресурса была выше и чем это можно объяснить.

Результаты отражают в рабочей тетради.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятиям продукция и продуктивность.
2. Дайте определение понятиям автотрофы и гетеротрофы. Приведите примеры.

2.5 Лабораторная работа «Исследование повреждений листьев растений грызущими насекомыми»

Цель работы: изучить типы повреждений листьев растений грызущими насекомыми.

Материалы и оборудование: коллекция насекомых-вредителей сельскохозяйственных культур: капустная белянка, клубеньковый долгоносик, капустный листоед, свекловичная муха, шведская муха, свекловичная крошка, гусеницы озимой совки; гербарный материал типов повреждений листьев

сельскохозяйственных культур грызущими насекомыми; ручные лупы с 5 или 10-кратным увеличением; линейки; цветные карандаши; рабочая тетрадь.

Ход работы. Используя коллекцию насекомых вредителей сельскохозяйственных культур и гербарий повреждений растений грызущими насекомыми, определяется тип повреждений, вызываемых теми или иными вредителями.

1. Сплошное (грубое) объедание ткани органов, например, повреждения листьев капусты гусеницами капустной белянки (*Pieris brassicae*), репной белянки (*P. rapae*) или ложногусеницами рапсового пилильщика (*Athalia colibri*).

2. Объедание с краев, так называемое фигурное объедание, причиняемое листьям гороха, клевера, люпина и других бобовых культур клубеньковыми долгоносиками (*Sitona*).

3. Дырчатое объедание листьев в виде округлых или продолговато-округлых отверстий. Такого рода повреждения наносятся листьям капусты гусеницами капустной совки (*Barathra brassicae*), жуками капустного листоеда (*Phaedon cochlearie*) и другими листоедами.

4. Скелетирование, т. е. уничтожение мякоти листа и оставление вредителем только жилок (скелета). Поврежденный таким образом лист или участок листа имеет вид сетки, состоящей из тонких жилок. В форме скелетирования наносят повреждения листьям злаковых культур личинки пядицы (*Lema melanopus*), листьям яблони – молодые гусеницы боярышницы (*Aporia crataegi*), ложногусеницы вишневого слизистого пилильщика (*Eriocampoides limacina*) и др.

5. Изъязвление (соскабливание) листьев; при этом на поверхности листовой пластинки выгрызаются не сквозные отверстия, ямочки (язвочки). Такие повреждения обычно наносятся крестоцветным культурам блошками рода *Phyllotreta*, свекле *Chaetocnema*, конопле – конопляной блохой (*Psylliodes attenuate*), льну – синей льняной блошкой (*Aphthona euphorbia*).

6. Минирование, при котором вредитель в фазе личинки образует ходы (мины) в паренхиме листа между верхним и нижним эпидермисами. Подобного рода

повреждения наносят листьям крестоцветных культур личинки светлоногой блошки (*Phyllotreta nemorum*), молодые личинки капустной моли (*Plutella maculipennis*), свеклы – личинки свекловичной мухи (*Pegomya hyosciami*), дуба – гусеницы дубовой моли-крошки (*Nepticula atricapitella*), дубовой одноцветной моли (*Tischerin comlanella*).

7. «Окошечки». Выгрызаются на крестоцветных растениях взрослыми гусеницами капустной моли; кутикула одной из сторон листа при этом остается нетронутой. Такие повреждения имеют вид «окошечек», затянутых прозрачной пленкой.

Результаты отражают в рабочей тетради.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные типы повреждений листьев насекомыми-вредителями.
2. Перечислите основные виды грызущих насекомых.

2.6 Лабораторная работа «Эктопаразиты растений»

Цель работы: дать понятие эктопаразитизма; изучить эктопаразитов растений на примере повилики европейской (*Cuscuta europaea*).

Материалы и оборудование: гербарный материал повилики европейской (*Cuscuta europaea*) на люцерне, клевере, малине и др.; линейки; цветные карандаши; рабочая тетрадь.

Основные положения. Паразитизм – один из типов сосуществования организмов. Явление, при котором два и более организма, не связанных между собой филогенетически, генетически разнородных – сосуществуют в течение

продолжительного времени и при этом находятся в антагонистических отношениях. Это вид взаимосвязей между различными видами, при котором один из них – паразит определенное время использует другого (который называется хозяином) в качестве источника питания и среду обитания, частично или полностью возлагая на него регуляцию своих взаимоотношений с окружающей средой. Паразитизм встречается среди различных групп организмов: животных (простейшие, плоские черви, нематоды, кольчатые черви, моллюски, членистоногие), бактерий, грибов (мучнисторосяные, трутовики) и даже у покрытосеменных растений.

Различают эктопаразитизм, при котором паразит обитает на хозяине и связан с его покровами (клещи, блохи, вшии др.), и эндопаразитизм, при котором паразит живет в теле хозяина (паразитические черви, простейшие и др.). Эктопаразитизм в природе встречается гораздо реже эндопаразитизма. Эта форма паразитизма более характерна для растений паразитов, многих насекомых и клещей, и также грибов.

Повилика (лат. *Cūscuta*) – род паразитических растений семейства Вьюнковые, все виды которого отнесены к категории карантинных сорняков.

Повилика не имеет корней и листьев. Стебель нитевидный или шнуровидный, желтоватый, зеленовато-желтый или красноватый. Повилика обвивается вокруг растения-хозяина, внедряет в его ткань «присоски» (гаустории) и питается его соками.

Цветки – мелкие (2 – 7 мм), бывают белого, розового, зеленого цвета. Собраны в шаровидные соцветия.

Плод – коробочка с четырьмя (редко с двумя или одним) семенами. Семена – округлой неправильной формы, с двумя плоскими сторонами. Поверхность семян шершавая, губчатая. Зародыш у повилик спирально согнутый, нитевидный, без семядолей и корешка. Незрелые семена прорастают быстрее, чем зрелые. Семена сохраняют всхожесть в почве в течение 8 – 10 лет и не теряют ее при прохождении через пищеварительный тракт животных.

Существует около 170 видов повилик, среди которых:

1. Повилика полевая (*Cuscuta campestris*).
2. Повилика клеверная (*Cuscuta trifolii*).

3. Повилика тимьянная (*Cuscuta epithymum*).
4. Повилика льняная (*Cuscuta epilinum*).
5. Повилика европейская (*Cuscuta europaea*).
6. Повилика одностолбиковая (*Cuscuta monogyna*).
7. Повилика Лемана (*Cuscuta lehmanniana*) и другие.

Повилика паразитирует на сорняках, кормовых травах, овощных и бахчевых культурах, картофеле, льне, джуте, кенафе, деревьях и кустарниках. Нарушая обмен веществ у растений, сильно ослабляет их, задерживает рост и развитие, нередко вызывает гибель.

Повилика снижает урожай растений и качество продукции. Скошенные на сено травы, зараженные повиликой, плесневеют, при скармливании животным вызывают заболевания. Повилика является также переносчиком вирусных болезней растений.

С повиликой борются строгим карантинном растений, ведением системы севооборотов, применением средств защиты растений, тщательной очисткой посевного материала.

Растения, пораженные повиликой, как правило, уничтожаются.

Недавние исследования показали, что повилика способна улавливать запах растений и таким образом находить жертву.

Ход работы. Одним из известных цветковых безхлорофилльных растений эктопаразитов является повилика европейская (*Cuscuta europaea*), паразитирующая на многих травянистых – видах и невысоких кустарниках (см. рисунок 2.5). Тело растения представлено тонкими желтоватыми стеблями, напоминающими нити, которые обвиваются вокруг стеблей растения-хозяина, нередко переплетаясь друг с другом. Внедрение в ткани хозяина происходит с помощью гаусторий. Листья у повилики полностью отсутствуют, а после прикрепления к хозяину отмирает и слабо развитый корень, поэтому стебли повилики не имеют связи с почвой. В середине лета на них появляются шаровидные клубочки мелких бледно-розовых цветков.



Рисунок 2.5 – Повилика европейская

Студенты рассматривают гербарный материал повилики европейской, как эктопаразита, на люцерне, клевере, малине. Измеряют толщину стеблей. Описывают форму паразитизма, величину цветков и семян.

Результаты отражают в рабочей тетради.

Контрольные вопросы:

1. Опишите строение повилики европейской.
2. Назовите основные источники энергии и питательных веществ повилики.
3. В течение какого времени семена повилики сохраняют всхожесть в почве?
4. На каких культурах паразитирует повилика?
5. Каким образом борются с повиликой в сельском хозяйстве?

2.7 Лабораторная работа «Определение устойчивости растений к засолению почвы и воздуха»

Цель работы: изучение засоления почв как экологического фактора развития растений.

Материалы и оборудование: большие пробирки или цилиндры на 100 мл; штативы к пробиркам; мерные пробирки или цилиндры; теххимические весы; разновесы; острая бритва; соли NaCl, Na₂CO₃; вода; веточки разных растений с 3 – 4 одинаковыми небольшими листьями (березы, тополя, яблони и др.).

Основные положения. На территории нашей страны и сопредельных государств встречаются засоленные почвы, которые особенно характерны для засушливых районов.

Наиболее широко распространены засоленные почвы в Казахстане, на юге Западной Сибири, в Среднем и Нижнем Поволжье, на юге Украины, в Северо-Восточном Предкавказье, среднеазиатских государствах. Эти почвы содержат в своем профиле легкорастворимые соли в количествах, которые могут быть токсичны для растений и почвенных микроорганизмов.

Влияние таких солей на растения – мощный экологический фактор, сдерживающий их нормальный рост.

В основном засоление почвы в той или иной степени вызывается следующими солями: NaCl, Na₂SO₄, Na₂CO₃, NaHCO₃, MgCl₂, MgSO₄ и др.

В районах широкого распространения соленых озер и солончаков (озерные системы Аральского региона Туркмении, озера Тувы, Хакасии) большую роль в переносе солей играют ветровые процессы. При переносе солей ветром на поверхности суши может отлагаться от 2 до 20 т, а иногда и более легкорастворимых солей на 1 км². Эти соли попадают на растения и воздействуют на них в виде солевой пыли, в виде растворов (с утренней росой), переносятся на огромные расстояния и выпадают в виде солевых осадков. Из почвенных растворов засоленных почв растения с трудом извлекают минеральные вещества и воду для своей жизнедеятельности.

Соли (преимущественно NaCl) также применяются на улицах городов для борьбы с гололедом, их растворы проникают в почву и наносят большой вред растениям.

В процессе выполнения данной работы проводятся два опыта, охватывающие все вышеприведенные случаи повреждения растений. При этом они могут ставиться как отдельно, так и вместе в зависимости от цели и продолжительности занятия (2 или 4 часа).

В опытах могут использоваться соли тяжелых металлов, являющиеся сильными загрязнителями биосферы.

Опыт 1. Опыт имитирует влияние солевых осадков на лист (или выпавшей росы на солевой покров листа), т. е. действие на лист раствора солей. Ветки разных видов древесных растений с одинаковым числом листьев выравнивают путем взвешивания, затем погружают на 15 и 30 минут в 5-процентные растворы солей (NaCl , Na_2CO_3).

Контрольные ветви выдерживают в воде. Для опыта требуется не менее четырех веток каждого вида.

После этого срезы быстро обновляют бритвой и ветви ставят в воду (одинаковое количество во всех опытах и контрольных вариантах). Испарение воды из пробирок предотвращают изолированием фольгой.

Через одну – две недели (на очередном занятии) производится оценка состояния растений и измерение поглощенной воды.

Опыт 2. Опыт имитирует состояние растений и поглощение ими растворов из почв, засоление которых вызвано близко лежащими к поверхности засоленными грунтовыми водами.

Приготавливают серию растворов разных солей (NaCl , Na_2CO_3): 1-, 3-, 5-, 7-, 10-, 20-процентный. Наливают равное количество этих растворов в большие пробирки.

Контролем служит вода.

Ветки растений взвешивают и уравнивают путем подрезания так же, как и в предыдущих опытах. Сосуды изолируют от испарения воды фольгой.

Результаты опыта записываются в виде таблицы 2.3.

Таблица 2.3 – Результаты исследований

Растение	Формула соли	Процент соли в растворе						Процент от контроля (100 %)
		1	3	5	7	10	20	

Контрольные вопросы:

1. Какая соль наиболее сильно влияет на поглощение растворов?
2. Какие растения поглощают растворы сильнее?
3. Какие растения имеют наименьшие повреждения от поглощения солевых растворов?
4. Сделайте выводы, какие соли оказываются наиболее токсичными для растений.

3 Экология животных

3.1 Лабораторная работа «Жизненные формы жуков-жужелиц»

Цель работы: провести сравнительный анализ жизненных форм жуков-жужелиц по морфологическим признакам в зависимости от яруса обитания.

Материалы и оборудование: коллекции жуков-жужелиц разных жизненных форм; лупы; бинокулярные микроскопы; линейки; цветные карандаши; рабочая тетрадь.

Основные положения. При проведении занятия пользуются классификацией жизненных форм жуков-жужелиц по И. Х. Шаровой, 1981.

Внешний облик миксофитофагов можно рассмотреть на примере рода *Zabrus* (хлебная жужелица), видов *Amara*, *Harpalus*. Эти представители широко распространены на полях сельскохозяйственных культур.

Зоофаги заметно различаются морфологически в зависимости от предпочитаемого яруса обитания и специализации к характеру передвижения в этом ярусе. К основным жизненным формам зоофагов относят жуков-жужелиц (см. рисунок 3.1).

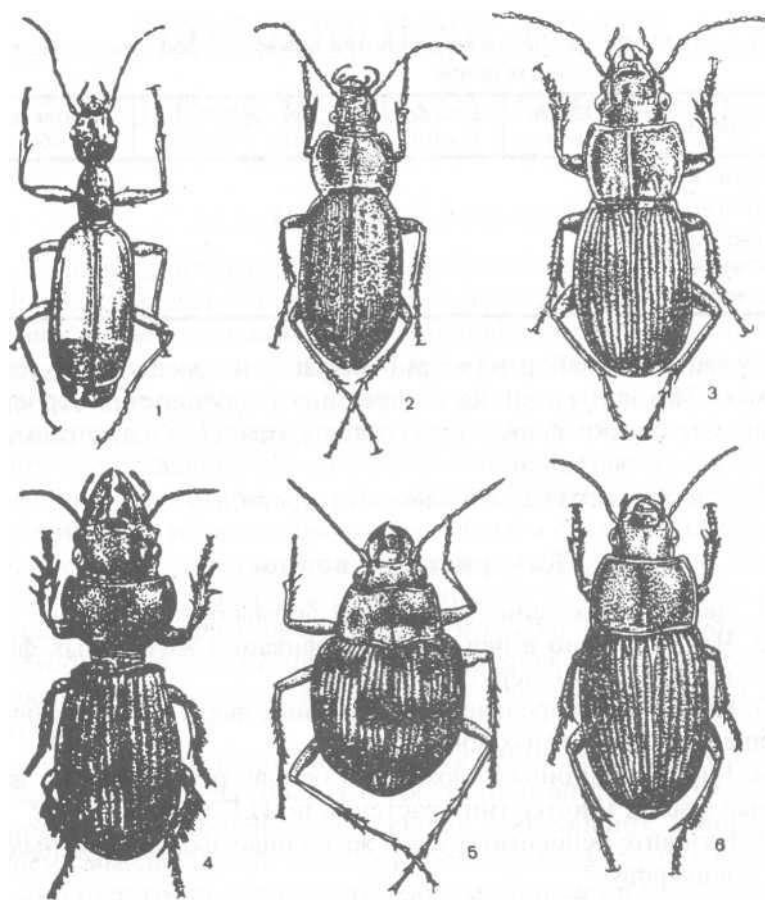
Фитобионты – хищники, охотящиеся в ярусе растительности. Показательные роды – *Lebia*, *Odacantha*, *Drypta*. Отличаются лазающим типом ног и узкотелостью; у некоторых (*Lebia*) тело расширенное, укороченное, как у жуков-листоедов.

Эпигеобионты – жуки, охотящиеся на поверхности почвы. Представители – виды родов *Carabus*, *Cicindela* (скакуны). Жуки имеют выпуклое тело, сильно склеротизованные покровы, ноги бегательного или ходильного типа.

Стратобионты – обитатели подстилки, скважин почвы, нор, пещер. Представители – виды родов *Cymindis*, *Calathus*, *Pterostichus*. Ноги у жуков этой группы могут быть разнообразны по форме, но всегда присутствуют черты бегательного типа. Основной отличительный признак – уплощенность тела.

Геобионты – специализированные роющие виды. Показательные роды *Brosicus*, *Scarites*. Отличительные признаки: ноги копательные, короткие и массивные, с зубчатыми голеньями, мощными шпорами, маленькими лапками. Тело цилиндрическое. Среднегрудь образует перетяжку – шейку. Голова мощная.

Псаммоколимбеты – жужелицы – обитатели сыпучих песков. Характерный род – *Omphron*. Специализирован к закапыванию в песок и передвижению в нем. Тело округло-овальное, выпуклое, обтекаемое. Ноги бегающе-отгребающие.



Хищники: 1 – фитобионты *Odacantha melanura* L.; 2 – эпигеобионты *Carabus fuscilatus*; 3 – стратобионты *Pterostichus melas* Krants; 4 – геобионты *Scarites bucida* Pall; 5 – псаммоколимбеты *Omphron* sp.

Фитофаги: 6 – геохортобионты *Harpalus distinguendus* Duft.

Рисунок 3.1 – Представители жизненных форм жуков-жужелиц (по И. Х. Шаровой, 1981)

Ход работы. Рассматривают в коллекциях внешний вид жуков-жужелиц – зоофагов, обитающих в разных ярусах биоценоза (экосистемы). Отмечают степень развития морфологических признаков (см. таблицу 3.1).

Таблица 3.1 – Особенности морфологии жужелиц-зоофагов разных жизненных форм

Признаки	Фитобионты	Эпигеобионты	Стратобионты	Геобионты	Псаммоколимбеты
Форма тела					
Форма ног					
Склеротизация покровов					
Окраска					

Сравнивают набор жужелиц-зоофагов и жужелиц-миксофитофагов. Находят различия во внешних особенностях строения жуков. Оценивают форму тела, головы, относительные размеры челюстей, строение ног.

Результаты отражают в рабочей тетради.

Контрольные вопросы:

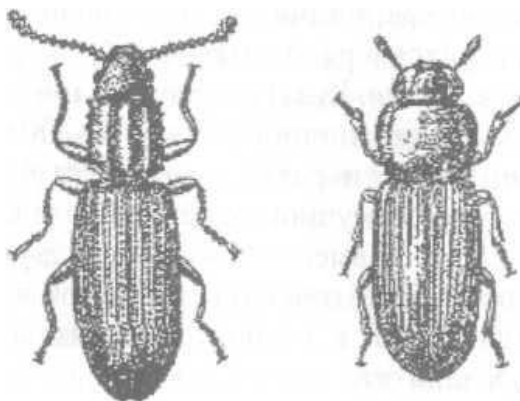
1. Дайте определение понятиям зоофаги и фитофаги.
2. Опишите принципиальные различия хищников и фитофагов.
3. Перечислите основные приспособления хищников, которые охотятся в ярусе растительности.
4. Опишите внешние признаки геобионтов.
5. Перечислите различия во внешних особенностях жужелиц-зоофагов и жужелиц-миксофитофагов.

3.2 Лабораторная работа «Определение изменения численности популяций малого мучного хрущака и суринамского мукоеда в условиях конкуренции»

Цель работы: изучить рост популяций малого мучного хрущака и суринамского мукоеда при конкуренции за пищу (по Н. М. Черновой, 1986).

Материалы и оборудование: жуки малого мучного хрущака и суринамского мукоеда; стеклянные банки с жуками; бинокляры; лупы; пинцеты; сита; кисточки; листы белой бумаги; линейки; цветные карандаши; рабочая тетрадь.

Основные положения. Амбарные вредители являются удобными объектами для проведения лабораторных занятий, исследований (см. рисунок 3.2).



1 – мукоед суринамский; 2 – малый мучной хрущак

Рисунок 3.2 – Жуки-вредители запасов

Суринамский мукоед – *Oryzaephilus surinamensis* L. Жуки и личинки питаются как растительной, так и животной пищей. Повреждают муку, отруби, сухие фрукты, поедают личиночные шкурки других вредителей, нападают на зерно, поврежденное другими видами. Плодовитость самок до 280 яиц. Личинки мелкие, подвижные, развиваются быстро. Окукливаются в колыбельках из частиц пищи. При комнатной

температуре и выше все развитие занимает 21 – 42 дня. В природных условиях могут развиваться под корой деревьев.

Малый хрущак – *Tribolium confusum* Duv. Повреждает муку, отруби, манную крупу и другие продукты. Плодовитость самок около 450 яиц. Развитие яйца при 25 °С длится 6 – 7 дней. Личинки при такой температуре развиваются около 3 недель, при более низкой – до 100 дней. Куколки при 25 – 27 °С развиваются 10 – 14 дней. В отапливаемом помещении развитие одного поколения продолжается примерно месяц.

Сходный цикл развития имеют близкие по размерам и экологии виды *Tribolium castaneum*, *T. destructor*.

Жуков содержат в крупных (2 – 3 л) стеклянных банках, наполовину заполненных мукой. Банки во избежание миграции жуков плотно закрываются полиэтиленовыми крышками с густой сетью мелких отверстий для вентиляции. Культуры длительно хранятся в теплом месте. Не допускается сильное подсыхание кормового субстрата. Периодически во избежание накопления метаболитов пищевой субстрат полностью или частично сменяется предварительно отсеивая жуков и личинок через сита. Кондиционированная мука используется в ряде опытов.

Ход работы. Культуру двух видов жуков закладывают в небольшом объеме пшеничной муки (100 – 200 г) с исходной плотностью популяции 5 – 10 пар. Опыт проводят в трех вариантах:

1. Чистая культура малого мучного хрущака.
2. Чистая культура суринамского мукоеда.
3. Совместная культура двух видов.

Содержат при температуре 25 – 30 °С при относительной влажности воздуха 70 %. Опыт закладывают в 3 – 4 повторности за полтора и три месяца до учебных занятий.

На занятиях студенты подсчитывают число жуков каждого вида. У малого мучного хрущака подсчитывают и число личинок жуков. Личинок предварительно

отсеивают через сито на лист бумаги. В рабочей тетради заполняют таблицу 3.2, подводят итог работы.

Таблица 3.2 – Рост популяций малого мучного хрущака и суринамского мукоеда при конкуренции за пищу

Вид жуков	Исходная плотность популяции	Плотность популяции			
		через 1,5 месяца		через 3 месяца	
		в чистой культуре	с другим видом	в чистой культуре	с другим видом
Малый мучной хрущак					
Мукоед суринамский					

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию популяция.
2. Перечислите динамические и статические показатели популяций.
3. Охарактеризуйте условия существования жуков-вредителей в природных условиях.
4. Опишите методику проведения эксперимента по исследованию численности популяций малого мучного хрущака и суринамского мукоеда при конкуренции за пищу.

4 Экологическая игра «Пути решения экологических проблем»

Цель работы: проанализировать экологические проблемы современного мира и предложить пути их решения.

Материалы и оборудование: наглядные учебные пособия (плакаты, ноутбук, проектор); линейки; цветные карандаши; рабочая тетрадь.

Ход работы. При проведении семинара студенты делятся на две подгруппы или звена. Несмотря на то, что в конце XX – начале XXI столетий приняты важные решения на национальном и международном уровнях, все еще не устранены причины острых критических ситуаций в области экологии. Студенты сравнивают две группы действий (см. таблицу 4.1) по сохранению и улучшению природной среды. Обосновывают, почему отдают предпочтение тем или иным из них.

Таблица 4.1 – Группы действий по сохранению и улучшению природной среды

Группа действий А	Группа действий Б
1. Сократить утечку отходов со свалок	Внедрить вторичные технологии использования отходов
2. Повысить безотходность АЭС	Использовать новые безвредные источники энергии
3. Применять новые способы борьбы с загрязнением от автомобильного транспорта	Сократить потребность автотранспорта в топливе
4. Спасать виды, находящиеся на грани вымирания	Ограничить рост народонаселения, приводящий к разрушению экосистем и сокращению биоразнообразия

Выбирают путь: обострение ситуации или решение проблемы?

Обсуждение позволяет сделать вывод о том, что создаваемые человеком системы жизнеобеспечения, противоречащие естественным, неустойчивы. Попытки сохранить их обречены на неудачу.

В сложившейся ситуации ведется поиск выхода. Ориентируются на действия, ведущие к устойчивому развитию:

- стабилизация численности народонаселения;
- введение сельскохозяйственных технологий, предотвращающих истощение почвы и водных ресурсов, не загрязняющих землю и продукты питания;
- вторичное использование отходов;
- развитие экологически чистых источников энергии;
- достижение разумного потребления и экономию ресурсов.

Отвечают на вопросы: какие меры вы считали бы нужным добавить к этому списку? Какое участие вы могли бы принять в охране окружающей среды:

- изменить личный образ жизни;
- принять участие в экологическом движении;
- избрать профессию, связанную с экологией, природопользованием?

Несколько десятилетий существует два противоположных взгляда на роль человека в мире и опасность проблем окружающей природной среды. Одни люди считают, что при сохранении существующих тенденций будут усугубляться деградация и истощение природы и мир окажется на грани катастрофы, другие уверены, что технологические достижения позволяют успешно разрешить экологические проблемы. Для оценки этих позиций группа (подгруппа) делится на два звена:

1. А – сторонники так называемого «технологического оптимизма».
2. Б – сторонники «угрозы экологической катастрофы».

Каждое звено берет карточки с текстами (см. таблицу 4.2), выражающими свою точку зрения. При обсуждении студенты приводят доводы «за» и «против» альтернативных позиций. Итоги семинара отражают в рабочей тетради.

Таблица 4.2 – Экологические проблемы современности и пути их решения

Группа действий А	Группа действий Б
1	2
Роль человека на Земле и проблемы среды	
«Я и вообще человек в первую очередь». Завоевание природы в целях экономического роста	«Мы и Земля в целом». Сотрудничество с природой для обеспечения экономического роста и поддержания жизни на Земле
Проблемы среды преувеличены, их можно решить путем введения новых технологий	Проблемы очень сложны, их можно решить, если перейти к устойчивому экологическому росту, соответствующему экологическим требованиям
Рост численности населения	
Нет необходимости контролировать: люди – это самый важный потенциал для решения проблем	Необходим контроль в целях поддержания систем жизнеобеспечения, рост численности населения ограничивается условиями для выживания всех народов
Истощение и деградация ресурсов и энергии	
Мы научимся бережно использовать ресурсы и поэтому не исчерпаем их	Многие ресурсы сильно деградированы и их почти невозможно восстановить (почва, луга, лес, многие виды организмов)
Разведка новых месторождений, замена использованных ресурсов обеспечит их неисчерпаемость	Видимо, невозможно заменить некоторые виды невозобновляемых ресурсов; внедрение заменителей требует новых экономических затруднений
Экономический рост и новые технологии уменьшат истощение ресурсов, загрязнение и деградацию среды	Усиленное использование ресурсов приведет к увеличению отходов, региональному истощению ресурсов загрязнению и истощению среды
Заменить можно любые виды редких ресурсов, поэтому их сбережение не так уж и обязательно	Замена может быть худшего качества или более дорогой
Дикая природа	
Дикорастущие растения и дикие животные существуют для удовлетворения потребностей человека	Исчезновение любого вида организмов под влиянием деятельности человека неоправданно; их использование не должно нарушать равновесие экологических систем

Продолжение таблицы 4.2

1	2
Контроль загрязнения	
Контроль не должен сдерживать экономический рост, обеспечивающим средства на его проведение	Недостаточный контроль наносит ущерб здоровью людей, других видов организмов, ухудшает перспективы развития экономики
Тем, кто загрязняет, правительство предоставляет налоговые льготы на оборудование для контроля загрязнения	Те, кто загрязняет, несут расходы по загрязнению; цены на товары и услуги включают стоимость контроля за загрязнением; принцип «за все платит налогоплательщик» маскирует пагубные издержки производства
Контроль на выходе, после того как загрязнение уже произошло	Контроль на входе с целью предотвращения загрязнения среды
Сжигание, затопление, захоронение отходов	Отходы, как вторичные ресурсы, которые необходимо использовать повторно

Контрольные вопросы:

1. Какие основные экологические проблемы стоят перед человечеством?
2. Какое влияние оказывает хозяйственная деятельность человека на окружающую среду?
3. Какова экологическая ситуация в вашем регионе?
4. В чем сущность концепции устойчивого развития в глобальной системе «Общество – природа»?
5. Какова стратегия развития промышленности, энергетики, сельского хозяйства и борьбы с загрязнением?
6. В чем сущность сохранения природных сообществ, как основы благосостояния человечества в будущем?

Список использованных источников

1. Березина, Н. А. Экология растений : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н. А. Березина, Н. Б. Афанасьева. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 400 с. – ISBN 978-5-7695-5161-1.
2. Булохов, А. Д. Фитоиндикация и ее практическое применение / А. Д. Булохов. – Брянск, Изд-во БГУ, 2004. – 245 с.
3. Гарицкая, М. Ю. Экология растений, животных и микроорганизмов : учеб. пособие / М. Ю. Гарицкая, А. А. Шайхутдинова, А. И. Байтелова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2016. – 345 с.
4. Завалеева, С. М. Позвоночные животные Оренбургской области и наблюдения за ними в природе : учеб. пособие для вузов / С. М. Завалеева, Е. А. Сизова. – Оренбург : ОГУ, 2006. – 124 с. – Библиогр.: с. 124. – ISBN 8-8914-4452-6.
5. Завалеева, С. М. Эволюционно-функциональная морфология животных : учеб. пособие для вузов / С. М. Завалеева, Е. А. Сизова, Е. Н. Чиркова. – Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2010. – 245 с. : ил. – Библиогр.: с. 243 – 244. – ISBN 978-5-7410-1102-7.
6. Коростелева, Л. А. Основы экологии микроорганизмов : учеб. пособие / Л. А. Коростелева, А. Г. Коцаев. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 240 с. – Библиогр. : с. 235 – 238. – ISBN 978-5-8114-1400-0.
7. Методические указания МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест». Утверждены главным государственным санитарным врачом РФ 7 февраля 1999 г. – Москва : [б.и.], 1999.
8. Степановских, А. С. Биологическая экология. Теория и практика : учебник для студентов вузов, обучающихся по экологическим специальностям / А. С. Степановских. – М. : Юнити-Дана, 2009. – 791 с.

Приложение А

(обязательное)

Методики приготовления питательных сред

Бактерии группы кишечной палочки (также называются колиморфными и колиформными бактериями) – условно выделяемая по морфологическим и культуральным признакам группа бактерий семейства энтеробактерий, используемая санитарной микробиологией в качестве маркера фекальной контаминации, относятся к группе так называемых санитарно-показательных микроорганизмов. К бактериям группы кишечных палочек относят представителей родов *Escherichia* (в том числе и *E. coli*), *Citrobacter* (типичный представитель *Citr. coli citrovorum*), *Enterobacter* (типичный представитель *Ent. aerogenes*), которые объединены в одно семейство *Enterobacteriaceae* благодаря общности морфологических и культуральных свойств. Колиморфные бактерии различаются ферментативными свойствами и антигенной структурой.

Питательная среда Эндо – дифференциально-диагностическая питательная среда, предназначенная для выделения *Escherichia coli*. Названа по имени предложившего ее японского бактериолога Сигэру Эндо (1869 – 1937). Обладает слабыми селективными свойствами, компоненты среды подавляют рост грамположительных бактерий.

Состав: мясопептонный агар, лактоза, фуксин, сульфит натрия (Na_2SO_3), динатрия фосфат, карбонат натрия.

Принцип действия – фуксин обесцвечивается сульфитом натрия (образуется бесцветная фуксинсернистая кислота – реактив Шиффа). Энтеробактерии, сбраживающие лактозу, в процессе брожения выделяют муравьиную кислоту, которая дает цветную реакцию с реактивами на альдегиды, в том числе и с фуксинсернистой кислотой с образованием свободного фуксина, в результате чего их колонии окрашиваются в малиново-красный цвет с металлическим блеском или без него. Колонии бактерий, не сбраживающих лактозу, имеют белый или слабо-розовый цвет (цвет питательной среды).

Питательная среда Кесслера-ГРМ. Питательная среда для исследования объектов окружающей среды, сухая среда Кесслера-ГРМ предназначена для обнаружения бактерий группы кишечной палочки по признаку ферментации лактозы при санитарном обследовании пищевых продуктов и объектов внешней среды (вода, стоки и др.). Представляет собой гигроскопичный мелкодисперсный порошок серо-желтого цвета.

Состав: пептон, панкреатический гидролизат рыбной муки, лактоза, желчь очищенная сухая, кристаллический фиолетовый, натрий карбонат, рН готовой среды $(7,5 \pm 0,2)$ г/л.

Методика приготовления питательной среды Эндо.

36 г сухой смеси размешивают в 1 л дистиллированной воды, доводят до кипения и кипятят 2 минуты по полного расплавления на медленном огне при постоянном помешивании. Фильтруют через ватно-марлевый фильтр в стеклянный стакан и охлаждают до температуры $45 - 50$ °С. Приготовленную питательную среду разливают в стерильные чашки Петри. После застывания среды необходимо соблюдать все правила асептики. Чашки Петри подсушивают при температуре (37 ± 1) °С в течение 60 минут.

Готовая питательная среда Эндо может храниться в течение 7 суток при температуре от 2 °С до 8 °С.

Питательная среда МПА (мясопептонный агар) – среда искусственная, твёрдая, общего назначения. Представляет собой плотную студнеобразную массу. Эта питательная среда широко применяется в лабораторной практике для выращивания микроорганизмов. Для ее приготовления используют сухой агар-агар (по-малайски агар-агар – желе) – полисахарид с низким содержанием азотистых веществ и не представляющий питательной ценности для микроорганизмов. Агар-агар имеет вид серых листовидных пластинок. Добывается он из морских водорослей багрянки. Это отличное гелеобразующее вещество – обладает способностью набухать и растворяться при нагревании, а после застывания образовывать плотную студенистую массу.

Методика приготовления питательной среды мясопептонный агар.

36 г сухой смеси размешивают в 1 л дистиллированной воды, доводят до кипения и кипятят 2 минуты по полного расплавления на медленном огне при постоянном помешивании. Приготовленный раствор фильтруют через ватно-марлевый фильтр в стеклянный стакан, стерилизуют автоклавированием при температуре 121 °С в течение 15 минут и охлаждаем до температуры (48±2) °С. Приготовленную питательную среду разливают в стерильные чашки Петри. После застывания среды необходимо соблюдать все правила асептики. Чашки Петри подсушивают при температуре (37±1) °С в течение 60 минут.

Готовая питательная среда мясопептонный агар может храниться в течение 7 суток при температуре от 2 °С до 8 °С.

Приложение Б

(обязательное)

Термины и понятия

Автотрофы – организмы, берущие нужные им для жизни химические элементы из окружающей их косной материи и не требующие для построения своего тела готовых органических соединений другого организма. Основной источник энергии – Солнце.

Биомасса – совокупная масса растительных и животных организмов, присутствующих в биогеоценозе, определенного размера или уровня.

Биотоп – однородный в экологическом отношении участок земной поверхности (территории или акватории), занятый одним биоценозом.

Биоценоз – совокупность популяций всех видов живых организмов, населяющих определенную географическую территорию, отличающуюся от других соседних территорий по химическому составу почв, вод, а также по ряду физических показателей (высота над уровнем моря, величина солнечного облучения и т. д.).

Геобионты – специализированные роющие виды.

Гетеротрофы – организмы, нуждающиеся для своего питания в органическом веществе, образованном другими организмами.

Жизненная форма организма – морфологический тип приспособления растения или животного к основным факторам местообитания и определенному образу жизни.

Коли-индекс – количество жизнеспособных *E. coli* в 1 г почвы.

Коли-титр почвы – наименьшее количество почвы, в котором обнаруживается жизнеспособная *E. coli*.

Колифаги – вирусы, лизирующие кишечную палочку и образующие зоны лизиса (бляшки) на бактериальном газоне.

Конкуренция – тип биотических отношений, при котором необходимого ресурса не хватает для всех особей сообщества.

Консументы (от лат. *consume* – употреблять) – гетеротрофы, организмы, потребляющие готовые органические вещества, создаваемые автотрофами (продуцентами).

Микробное число почвы – общее количество микроорганизмов, содержащихся в 1 г почвы.

Паразитизм – тип биотических отношений, когда организм, испытывающий вредное влияние (хозяин), обычно не погибает сразу, а некоторое время используется паразитом.

Перфрингенс-титр почвы – наименьшее весовое количество почвы, выраженное в граммах, в котором обнаруживается жизнеспособная клетка *S. perfringens*.

Пищевая (трофическая) сеть – сплетение пищевых (трофических) цепей в сложном сообществе.

Пищевая (трофическая) цепь – последовательность переноса энергии в экосистеме.

Пищевые связи – механизмы передачи энергии от одного организма к другому.

Популяция – это элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности необозримо длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды.

Почва – поверхностный слой литосферы Земли, обладающий плодородием и представляющий собой полифункциональную гетерогенную открытую четырёхфазную (твёрдая, жидкая, газообразная фазы и живые организмы) структурную систему, образовавшуюся в результате выветривания горных пород и жизнедеятельности организмов.

Прирост популяции – разница между рождаемостью и смертностью. Прирост может быть положительным, нулевым и отрицательным.

Продуценты – организмы, способные производить органические вещества из неорганических, то есть, всеавтотрофы.

Псаммоколимбеты – жужелицы – обитатели сыпучих песков.

Редуценты – гетеротрофные организмы (бактерии, грибы), получающие энергию путем разложения мертвых тканей или путем поглощения растворенного органического вещества, выделяющегося самопроизвольно, или извлеченного сапрофитами из растений и других организмов.

Стратобионты – обитатели подстилки, скважин почвы, нор, пещер.

Фитобионты – хищники, охотящиеся в ярусе растительности.

Фитофаги – животные, питающиеся тканями живых растений.

Хищничество – тип взаимоотношения популяций, при котором представители одного вида поедают (уничтожают) представителей другого, т. е. организмы одной популяции служат пищей для организмов другой популяции.

Экологическая пирамида – графическое изображение соотношения между продуцентами и консументами всех уровней (травоядных, хищников, видов, питающихся другими хищниками) в экосистеме.

Экосистема – любое сообщество живых существ и его среда обитания, объединенные в единое функциональное целое, возникающее на основе взаимозависимости и причинно-следственных связей, существующих между отдельными экологическими компонентами.

Эктопаразитизм – тип биотических отношений, при котором паразит обитает на хозяине и связан с его покровами (клещи, блохи, вши и др.).

Эндопаразитизм – тип биотических отношений, при котором паразит живет в теле хозяина (паразитические черви, простейшие и др.).

Эпигеобионты – жуки, охотящиеся на поверхности почвы.