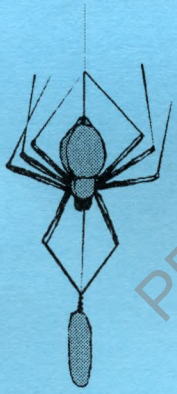
57(075.8)
К 901

В. Ф. Купеш, В. В. Маврищев

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ УПРАВЛЯЕМАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

ПО КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ



(ЭКОЛОГИЯ)

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

УДК 57(075.8)
ББК 28.8я73
К 901

Печатается по решению редакционно-издательского совета БГПУ, рекомендовано секцией естественных и сельскохозяйственных наук (протокол № 8 от 15.10.05)

Рецензент доктор биологических наук, заведующий лабораторией гидроэкологии Института зоологии НАН Беларуси *В. М. Байчоров*

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Кулеш, В. Ф., Маврищев, В. В.

К 901 Самостоятельная управляемая работа студентов по комплексной биолого-методической практике (экология) : учеб.-метод. пособие / В. Ф. Кулеш, В. В. Маврищев. — Мн. : БГПУ, 2005. — 66 с.

ISBN 985-435-950-6.

В пособии рассматриваются вопросы проведения экологической практики, овладения методами полевых исследований. Даются направление и содержание самостоятельной управляемой работы по проблемам экологии, профессиональной специализации и научных исследований.

Адресуется студентам факультета естествознания БГПУ, преподавателям, учителям, всем интересующимся экологией и охраной окружающей среды.

УДК 57(075.8)
ББК 28.8я73

ISBN 985-435-950-6

© Кулеш, В. Ф.; Маврищев, В. В., 2005
© УИЦ БГПУ, 2005

ТЕМА 6. ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Задание 6.1. Определение загрязнения воздуха микроорганизмами

Цель работы: определить степень загрязненности воздуха в биоценозах с различной степенью загрязненности.

Материалы и оборудование: мясо-пептонный агар, чашки Петри.

Ход работы

1. В начале эксперимента необходимо определить, что будет контролем. Для этого открытые чашки Петри с питательной средой (МПА — мясо-пептонный агар) оставляют в комнате на 20—30 мин. Затем их закрывают и помещают в специально отведенное место при комнатной температуре. Колонии микроорганизмов, которые вырастут на этой питательной среде, будут контрольными.
2. В этот же период времени берут пробы воздуха в частях леса и луга, подвергшиеся различной антропогенной нагрузке. После экскурсии чашки Петри помещают рядом с контрольными.
3. Через 2—3 суток в чашках появляются колонии. Их определяют и зарисовывают.
4. Для определения степени загрязнения воздуха, леса и луга микроорганизмами необходимо подсчитать в чашках Петри количество колоний различных микроорганизмов, учитывая и мелкие колонии. Полученное число колоний делится на время выдержки в минутах и умножается на **7644** (*коэффициент пересчета площади чашки Петри на 1 м*^{2}). Результаты выполнения заданий записываются в табл. 6.1.1. Итогом работы должен быть вывод о степени загрязнения воздуха в помещении, в лесу и на лугу. Желательно указать возможные причины загрязнения.

РЕПОЗИТОРИЙ ВГПУ

Таблица 6.1.1. Определение загрязнения воздуха микроорганизмами [Денисова,1999]

Место взятия пробы	Количество спор за 1 ч на 1 м^2		
	Бактерии	Плесневые грибы	Актиномицеты
Контроль			
Опыт			

Отличительные признаки микроорганизмов [Денисова, 1999]:

Бактерии — колонии гладкие или морщинистые; блестящие или матовые; круглые либо неправильной формы, а также выпуклые, вогнутые или плоские; белые, серые, часто желтые, красные, розовые; никогда не бывают пушистыми.

Плесневые грибы — колонии разной окраски, большие, иногда распространяются по всей поверхности питательной среды; обычно круглые, всегда пушистые.

Актиномицеты — колонии плотные, часто кожистые; выпуклые либо плоские, круглые либо фестончатые; обычно белые, серые, темно-коричневые. Поверхность колонии покрыта шелковистым либо мучнистым налетом.

Задание 6.2. Определение степени запыленности воздуха

Цель работы: определить степень запыленности воздуха вблизи антропогенного воздействия (дорога, стройка, склад удобрений и т. п.)

Материалы и оборудование: дистиллированная вода, стеклянные банки, фильтры, весы.

Ход работы

1. Вблизи дороги (для контроля) на некотором расстоянии от нее выбирают по 5 деревьев одной породы. На высоте 1—1,5 м со стороны дороги с каждого дерева срывают по 10 листьев и помещают в чистую стеклянную банку с крышкой. В другую банку таким же образом собирают листья с контрольных деревьев, растущих вдали от дороги.
2. Места взятия проб отмечаются на карте микрорайона.

3. Каждый фильтр до фильтрации тщательно взвешивается.
4. Листья в банках заливаются дистиллированной водой. Затем тщательно смывают пыль с поверхности каждого листа. Воду фильтруют и фильтр о осадком высушивают в термостате при 60^{0}С. После сушки каждый фильтр взвешивают.
5. По разности массы фильтра после фильтрации и до фильтрации определяют массу пыли с поверхности каждого листа.
6. Для определения поверхности обмытых листьев берут 5 листьев, лучше разных по размеру, протирают их от воды и обводят каждый из них на бумаге. Затем вырезают по контуру и взвешивают вырезанные проекции листа. Из той же бумаги вырезают квадрат 10х10 см и его взвешивают.
7. Поверхность обмытых листьев рассчитывается по формуле:

$$S = \frac{M_1 P}{5 M_2} \text{ (дм}^2\text{)},$$

где: M_1 – масса бумаги, вырезанной по контурам 5 листьев, мг; M_2 — масса 1 дм^2 бумаги, мг; **P** — количество обмытых листьев.

8. Далее определяют количество пыли, осаждаемой на 1 м^2 поверхности листвы. Зная точное накопление пыли (от последнего сильного дождя) рассчитывают среднюю скорость осаждения пыли за сутки (**V**, г/ м^2 сут) :

$$V = \frac{m\ 100}{S\ t},$$

где: **m** — масса пыли, г; **S** — поверхность обмытых листьев, дм^2; **t** — время осаждения пыли, сутки.

9. Проведя подобные исследования в разных точках микрорайона, можно построить карту запыленности района.

Задание 6.3. Биоиндикация кресс-салатом степени загрязнения воздуха и почвы

Цель работы: определить степень загрязнения почвы и воздуха по всхожести семян кресс-салата.

Кресс-салат — однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами, а также к

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей.

Известно, что побеги и корни кресс-салата под действием загрязнителей подвергаются заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины и массы корней, а также число и масса семян).

Семена кресс-салата прорастают уже на 3—4 сутки, а полный срок эксперимента может не превышать 2-х недель [Школьный экологический мониторинг, 2000].

Материалы и оборудование: чашки Петри, банки или горшочки, фильтры, семена кресс-салата, пинцет.

Ход работы

1. Прежде чем приступать к эксперименту, необходимо партию семян кресс-салата проверить на всхожесть. Для этого берется несколько чашек Петри, в которые насыпается промытый речной песок слоем в 1 см. Сверху песок накрывается фильтровальной бумагой. Далее песок и бумага увлажняется до полного насыщения водой и на нее раскладывается определенное количество семян. Сверху семена закрываются фильтровальной бумагой и неплотно прижимаются стеклом. Проращивание проводится при температуре 20—25°С и желательно в стационарных условиях (в термостатах). Нормой считается прорастание 90—95 % семян в течение 3—4 суток. Затем просчитывается процент проросших семян от числа посеянных. Эта величина называется **всхожестью**.

Определив всхожесть, приступаем непосредственно к эксперименту.

2. Чашки Петри наполняются до половины исследуемым субстратом (загрязненной почвой, речным или озерным илом и т. п.). В другие чашки помещается точно такой же объем заведомо чистого субстрата, который будет служить в качестве контроля. Для получения достоверных результатов делается несколько повторов (несколько чашек Петри) как исследуемого субстрата, так и контроля.
3. Субстраты и контроль во всех чашках увлажняются одним и тем же количеством отстоянной водопроводной воды до появления признаков насыщения.
4. В каждую чашку на поверхность субстрата укладывается равное количество (30—50) семян кресс-салата. Расстояние между соседними семенами должно быть примерно одинаковым. Далее семена покрываются тем же субстратом, который насыпается почти до краев чашки и его поверхность аккуратно разравнивается. Затем верхний субстрат увлажняется до состояния нижнего.

5. В течение 10—12 дней производятся наблюдения за прорастанием семян, поддерживая влажность и температуру на одинаковом уровне. Результаты наблюдения заносятся в таблицу 6.3.1.

Таблица 6.3.1. Скорость прорастания семян кресс-салата

Субстрат: ( )	**Число проросших семян, %**								
	3 сут.	4 сут.	5 сут.	6 сут.	7 сут.	8 сут.	9 сут.	10 сут.	.....
Опыт 1									
Опыт 2									
Опыт 3									
Контроль:									
Опыт 1									
Опыт 2									
Опыт 3									

В зависимости от результатов эксперимента субстратам присваивается один из 4-х уровней загрязнения.

1. Минимальный уровень загрязнения или оно отсутствует

Всхожесть семян достигает 90—100 %, всходы равномерные, проростки крепкие, ровные. Эти признаки характерны для контроля, с которым сравниваются опытные образцы.

2. Слабое загрязнение

Всхожесть 60—90 %. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные.

3. Среднее загрязнение

Всхожесть 20—60 %. Проростки по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые из них имеют уродства.

4. Сильное загрязнение

Всхожесть семян очень слабая (менее 20 %). Проростки мелкие и уродливые

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Примечание

При проведении опытов с кресс-салатом следует учитывать, что большое влияние на всхожесть семян и качество проростков оказывают водно-воздушный режим и плодородие субстрата. В хорошо аэрированной почве, богатой гумусом (чернозем, верхний горизонт лесной подзолистой почвы) всхожесть и качество проростков всегда лучше, чем в тяжелой глинистой или бедной песчаной почве. Поэтому при осуществлении данного эксперимента следует строго стандартизировать условия проведения для всех повторов и вариантов.

Следует помнить, что кроме загрязнения почвы, на кресс-салат оказывает влияние состояние воздушной среды. Газообразные выбросы автомобилей вызывают морфологические отклонения от нормы у проростков и в частности отчетливо уменьшают из длину. В этой связи кресс-салат можно использовать в качестве индикатора загрязнения воздуха, проводя эксперименты по проращиванию семян на незастекленных балконах многоэтажных зданий, расположенных вдоль оживленных автомобильных магистралей. Газообразные выбросы автотранспорта имеют плотность более высокую, чем воздух, и скапливаются в приземном слое до высоты 2-х метров. Одновременное проращивание семян кресс-салата на различной высоте в период теплой и безветренной погоды как правило показывает заметные различия в качестве и количестве проростков.

Задание 6.4. Изучение всходов и подроста ели и березы в биоценозах с различной степенью антропогенной нагрузки

Цель работы: изучить возможности заселения елью биотопов с различной степенью антропогенной нагрузки (вытаптывание, вырубки).

Всходы ели появляются в большом количестве под кронами взрослых деревьев. Толстый слой мха препятствует появлению массовых всходов. Под кронами елей всходы быстро погибают из-за недостатка света. Под пологом лиственного леса молодые елочки защищены от прямых солнечных лучей и заморозков. На открытом пространстве прирост ели угнетается травами. Поэтому на вырубках, лугах сначала вырастает березовый лес, который создает благоприятные условия для подроста ели. Ель во взрослом состоянии угнетает березу и вызывает ее гибель [Денисова, 1999].

Материалы и оборудование: мерный шнур или рулетка.

Ход работы

1. Выбрать несколько (3—5) опытных площадок размером 10х10 м:

№ 1 — под пологом ели с хорошо выраженным моховым покрытием, без зеленых травянистых растений. На выбранной площадке должно быть большое количество всходов ели и лиственных пород.

№ 2 — между деревьями на толстом моховом покрове.

№ 3 — на поляне или опушке.

№ 4 — на обочине дороги.

Результаты наблюдений оформляются в табл. 6.4.1. Итогом работы должен быть вывод о влиянии условий на прорастание семян и развитие подроста ели и лиственных пород.

Таблица. 6.4.1. Изучение всходов (подроста) ели и лиственных пород

Условия произрастания	Всходы (подрост) ели		Всходы (подрост) лиственных пород	
	1м^2	1000м^2	1м^2	1000м^2
Под кронами деревьев				
На слое мха				
На поляне (опушке)				
На обочине дороги				

Задание 6.5. Оценка качества воды по коэффициенту видовой фаунистической общности (коэффициент Жаккара)

Цель работы: по изменению видового разнообразия водных беспозвоночных (обитатели дна) оценить степень воздействия антропогенного фактора в водной среде.

О чистоте воды природного водоема можно судить по видовому разнообразию и обилию животного населения.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Чистые водоемы заселяют пресноводные моллюски, личинки веснянок, поденок, вислокрылок и ручейников. Они не выносят загрязнения и быстро исчезают из водоема, как только в него попадают сточные воды.

Умеренно загрязненные водоемы заселяют водяные ослики, бокоплавы, личинки мошек (мокрецов), двустворчатые моллюски-шаровки, битинии, лужанки, личинки стрекоз и пиявки (большая ложноконская пиявка, малая ложноконская пиявка).

Сильно загрязненные водоемы заселяют малощетинковые кольчецы (трубочники), личинки хирономид и ильной мухи.

Ухудшение качества воды под воздействием человека (бытовые, промышленные, сельскохозяйственные стоки) всегда приводит к уменьшению видового разнообразия. Для его количественной оценки используется коэффициент Жаккара, который вычисляется по формуле:

$$C = \frac{q}{(a + b) - q},$$

где **q** — число общих видов на сравниваемых участках; **a** — число видов на участке А; **b** — число видов на участке В.

Материалы и оборудование: *металлическая рамка, сачок гидробиологический, скребок, пинцеты, емкости для промывки и разборки проб, полиэтиленовые пакеты, простой карандаш, калька.*

Ход работы

1. Выбрать участок чистого водоема (река, пруд, озеро), где будут производится контрольные отборы проб. Контрольные участки по своим гидрологическим условиям должны соответствовать опытным. На них не должно быть мелководий с густой водной растительностью, а также затонов с застойной водой. Характер грунта должен быть также одинаковым.

Очень важно, чтобы в пробах, на каждом из обследованных участков, были представлены донные организмы различных биотопов: илистые, песчаные, каменистые грунты, разнообразная водная растительность. Чем разнообразнее участок по числу местообитаний, тем число проб должно быть больше. Но и на участках с однообразными условиями обитания число проб не должно быть меньше трех.

2. При помощи скребка, водного сачка или использования металлической рамки взять пробы бентоса. Каждая проба промывается и рассортировывается по полиэтиленовым пакетам. Проба нумеруется, отмечается число и место взятия пробы. Для этого необходимы калька и простой карандаш.
3. Разборка проб производится в лабораторном помещении. Определяется видовая принадлежность водных беспозвоночных и их биомасса.
4. Для каждого опытного участка рассчитывается коэффициент Жаккара и, используя данные табл. 6.6.1, устанавливается степень видовой общности. При анализе биоразнообразия на опытных участках и на контроле делаем вывод о причинах изменения видового разнообразия под воздействием антропогенного фактора.

Таблица 6.5.1 Определение степени общности видового разнообразия

Степень общности	Коэффициент Жаккара
Нет соответствия	< 0,2
Малое соответствие	0,2—0,65
Большое соответствие	0,65
Полное соответствие	1

Чем меньше коэффициент Жаккара, тем меньше видовое разнообразие на опытном участке и тем больше антропогенный пресс на водную экосистему.

Задание 6.6. Индикация состояния окружающей среды по частотам встречаемости фенов белого клевера (Trifolium repens L.)

Цель работы: оценить состояние окружающей среды и уровень антропогенного воздействия с помощью фенотипической индикации (фены белого клевера).

Фен (греч. phaino — являю, обнаруживаю) — вариация признака, обусловленная генотипически и неподразделяемая на составные компоненты без потери качества [Биология // Большой энциклопедический словарь, 1998].

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Под воздействием антропогенных факторов в популяциях увеличивается частота встречаемости специфических фенотипов у различных видов растений и животных. Таким образом, частота встречаемости некоторых фенов является биологическим индикатором воздействия антропогенных факторов, в том числе загрязнения окружающей среды.

В качестве фенотипического индикатора можно использовать широко распространенный белый (называемым ползучий) клевер (Trifolium repens L.). Форма седого рисунка на пластинках листа и частота встречаемости служат индикатором загрязнения окружающей среды [Биоиндикация загрязнений наземных экосистем, 1988].

Материалы и оборудование: *гербарный пресс, бумага, нож-копалка, миллиметровая бумага, линейка, определитель растений.*

Ход работы

Наблюдения осуществляются путем подсчета форм с различным рисунком и без него (рис 6.6.1) и последующего расчета частоты их встречаемости (в процентах). Диагностику необходимо проводить на разных пробных площадках, различающихся антропогенной нагрузкой и положением в ландшафте.

Прежде всего выбирается маршрут, по которому будут производиться учеты фенов клевера. Обнаружив экземпляры белого клевера (обычно в виде куртин), определяется фенотип, к которому он относится (рис. 6.6.1), и делается отметка в соответствующей графе таблицы (табл. 6.6.1).

Таблица 6.6.1. Рабочая таблица учета фенов белого клевера (Trifolium repens L.)

Фен 1 (без рисунка)	Фен 2	Фен 3	Фен …	«новые формы»

Отсчеты фенов следует проводить не чаще чем через два—три шага. Эта процедура повторяется по ходу движения в заданном направлении до конца пробной площадки. После этого направление движения меняется и учет фенов продолжается до тех пор пока будет взято не

менее 200 проб. Если в какой-либо точке площадки обнаруживаются два разных фена, то данный результат не учитывается ввиду переплетения куртин клевера.

При обнаружении на пробной площадке фенов, не указанных на рис. 6.6.1, результаты вносятся в графу «новые формы». Отдельно отмечается наличие растений с какими-либо уникальными фенами (например, с рисунком красного цвета), растения с 4—5 и более листьями и т. д., делается их гербарий с описанием места и даты обнаружения.

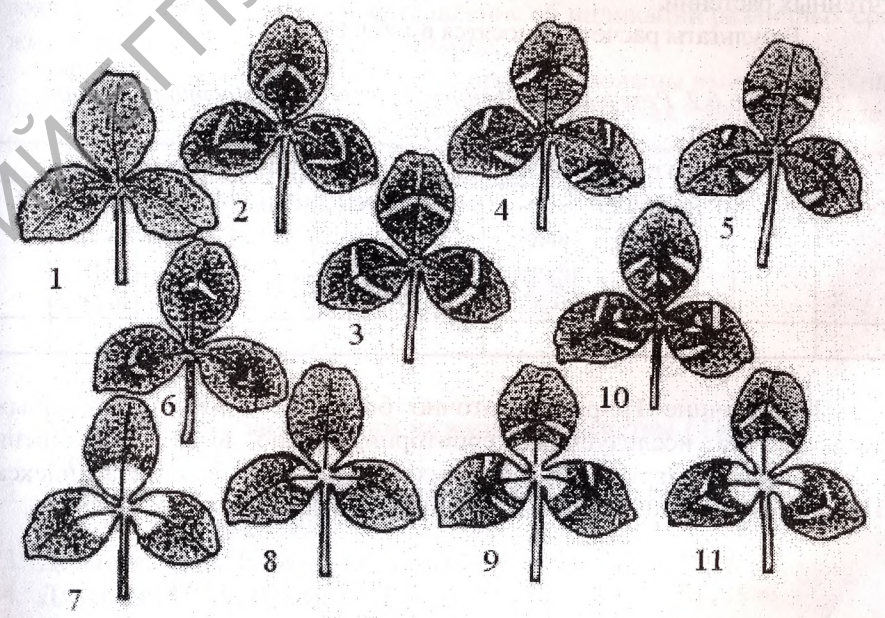


Рис. 6. 6.1. Фенотипы (1—11) белого клевера [Биоиндикация загрязнений наземных экосистем, 1988]

РЕПОЗИТОРИЙ ГГПУ

Для популяции белого клевера на каждой пробной площадке рассчитываются частоты встречаемости отдельных фенов (P_i) , а также суммарная частота встречаемости всех форм с рисунком — индекс соотношения фенов (**I** , %):

$$Pj = 100\ n_i / N,$$

$$I = 100\ (n_2 + n_3 + \ldots..) / N,$$

где n_i — количество учтенных растений с **i**-м рисунком на листовой пластинке (n_1 — число растений без «седого рисунка»), **N** — общее число учтенных растений.

Результаты расчетов вносятся в табл. 6.6.2.

Таблица 6.6.2. Результаты фенотипической диагностики пробной площадки №…

Количество растений						**Процент фенотипов**				
Фен 1	Фен 2	Фен 3	Фен …	«новые» формы	всего	Фен 2	Фен 3	Фен …	«новые» формы	**I**

По величине **I**, при достаточно большом количестве пробных площадок на исследуемой территории, можно выделить степень антропогенной нагрузки. На «чистых» территориях величина индекса (**I**) не превышает 30 %, а на загрязненных может достигать 70—80 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Взаимоотношения между живыми организмами и окружающей средой являются предметом экологических исследований. В этом плане для молодого специалиста-биолога первостепенное значение приобретает овладение самими методиками, исследование факторов окружающей среды и установление степени их воздействия на органический мир. В условиях стремительного воздействия антропогенного фактора на природные экосистемы важно умение правильно организовать мониторинг, иметь представление об индикации различных сред жизни посредством живых организмов.

Будущие исследователи живой природы должны иметь начальные навыки использования разнообразных технических средств, владеть основами статистической обработки и уметь провести сравнительный анализ и обобщение полученных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Биоиндикация загрязнений наземных экосистем** / Под ред. Р. Шуберта. М., 1988.
2. **Биология // Большой энциклопедический словарь** / Гл. ред. М. С. Гиляров. М., 1998.
3. **Денисова С. И.** Полевая практика по экологии. Мн., 1999.
4. **Длусский Г. М., Букин А. П.** Знакомьтесь муравьи. М., 1986.
5. **Диагнозы и ключи возрастных состояний луговых растений:** Метод. разраб. / Отв. ред. Т. И. Серебрякова. М., 1983. Ч. 3.
6. **Федорук А. Т.** Ботаническая география: Полевая практика. Мн., 1976.
7. **Филоненко-Алексеева А. Л., Нехлюдова А. С., Севастьянов В. И.** Полевая практика по природоведению: Экскурсии в природу. М., 2000.
8. **Школьный экологический мониторинг** / Ред. Т. Я. Ашихмина М., 2000.
9. **Яшнов В. А.** Практикум по гидробиологии. М., 1969.

РЕПОЗИТОРИЙ ВГПУ