

Департамент государственной политики и регулирования в сфере развития  
ООПТ и Байкальской природной территории

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Шорский национальный парк»

## ОТЧЕТ

Научно-исследовательской экспедиции  
ФГБОУ «Сибирский государственный индустриальный университет»

**«Проведение мониторинга на территории Шорского национального парка. ( Определение фенотипических изменений на примере клевера белого, микробиологическая активность почв по скорости распада целлюлозы, показатели водного обмена различных экологических групп растений; интенсивность фотосинтетических процессов различных растительных объектов)».**

Сроки проведения: с «25» июня 2019 г. по «22» июля 2019 г.

Руководитель:  
Д.с.-х.н.,  
профессор  
А.С. Водолеев

Новокузнецк  
2019 г.

## Содержание

Содержание.....	2
Введение .....	3
1. Методы исследования .....	4
1.1 Метод взвешивания при помощи торзионных весов.....	5
1.2 Метод определения площадей листовых пластинок .....	7
2. Экспериментальная часть .....	8
2.1 Практическая работа №1: «Наблюдение за возрастными изменениями органов растений».....	8
2.2 Практическая работа №2 «Определение общей транспирации (интенсивности транспирации деревьев, кустарников и трав)».....	18
2.3 Практическая работа №3 «Индикация загрязнения окружающей среды по качеству пыльцы».....	20
2.4 Практическая работа №4 «Индикация состояния окружающей среды по частотам встречаемости фенов белого клевера».....	24
2.5 Практическая работа №5 «Метод учета содержания углерода в органическом веществе, накопленном при фотосинтезе (по Ф.З. Бородулиной)».....	27
2.6 Практическая работы №6 «Использование почвенных водорослей для биоиндикации состояния почв».....	29
Заключение .....	39
Список используемой литературы .....	41

## Введение

**Практика** – это одно из важнейших составляющих профессиональной подготовки специалистов. Учебная (ознакомительная) практика направлена на то, чтобы перенести полученные знания и умения из области теории в область повседневной профессиональной деятельности, на развитие экологического сознания обучающихся, развитие аналитических способностей, на нахождение нестандартных подходов в решении задач в области будущей профессии. Практика должна помочь обучающимся глубже осознать правильность осуществления своего профессионального выбора, проверить освоение теоретических знаний, полученных в процессе учебы, определить профессионально важные качества будущей специальности.

**Цель практики:** ознакомление обучающихся с методами и приемами исследования жизненного состояния растительности и почвенных микроорганизмов при проведении биологического мониторинга.

### **Задачи практики:**

- изучить теоретические материалы о методиках экологического мониторинга, методике измерения биометрических показателей растений, научиться статически обрабатывать полученные данные;
- собрать материалы и данные о вегетирующих растениях;
- исследовать почву на наличие определенных видов почвенных водорослей как биологических индикаторов;
- оценить физиологическое состояние различных групп растений на основе их интенсивности фотосинтеза и водного обмена.

Объектами изучения растений и почвенных водорослей явилась экологически чистая зона Шорского национального парка и урбанизированная территория г. Новокузнецка[1,2].

## 1. Методы исследования

В соответствии с логикой научного поиска осуществляется разработка методики исследования. Она представляет собой комплекс теоретических и эмпирических методов, сочетание которых дает возможность с наибольшей достоверностью исследовать сложные и многофункциональные объекты.

Применение целого ряда методов позволяет всесторонне изучить исследуемую проблему, все ее аспекты и параметры.

**Основные методы исследования:** наблюдение, описание, сравнение, эксперимент, моделирование, биоиндикация с использованием чувствительных форм организмов.

**Наблюдение** – целенаправленное восприятие какого-либо явления, в процессе которого исследователь получает конкретный фактический материал. При этом ведутся записи (протоколы) наблюдений. Наблюдение проводится обычно по заранее намеченному плану с выделением конкретных объектов наблюдения.

**Можно выделить следующие этапы наблюдения:**

- определение задач и цели (для чего, с какой целью ведется наблюдение);
- выбор объекта, предмета и ситуации (что наблюдать);
- выбор способа наблюдения, наименее влияющий на исследуемый объект и наиболее обеспечивающий сбор необходимой информации (как наблюдать);
- выбор способов регистрации наблюдаемого (как вести записи);
- обработка и интерпретация полученной информации (какой результат).

Помимо наблюдения был использован метод описания, метод определения площади листа, а также метод взвешивания при помощи торсионных весов.

## **1.1 Метод взвешивания при помощи торсионных весов**

Для быстрого взвешивания очень удобны торсионные весы.

Берут пинцетом, срезанный ножницами лист и прикрепляют на специальный крючок, подвешивают его к торсионным весам и взвешивают, как указано в инструкции пользования этими весами.

Торсионные весы дают возможность быстрого взвешивания с точностью до 1 мг (при шкале от 0 до 500 мг).

Перед взвешиванием нужно прежде всего установить строго горизонтальное положение весов при помощи уровня и двух винтов на подставке весов арретир и, вращая рукоятку стрелки, устанавливают большую стрелку весов на нулевое деление шкалы и смотрят на качание маленькой стрелки около нулевого деления. Когда качание маленькой стрелки прекращается, она должна остановиться строго против нуля. Если установка весов нарушена, то поворотом винта-корректора на задней стенке весов устанавливают положение стрелки на нулевой точке. После этого поднимают арретир в положение «закрывается».

После установки весов приступают к взвешиванию. Для этого подвешивают на крючок весов другой крючок или корзиночку (смотря по тому, что взвешивается), масса которых строго выверена и равна обычно 100 мг.

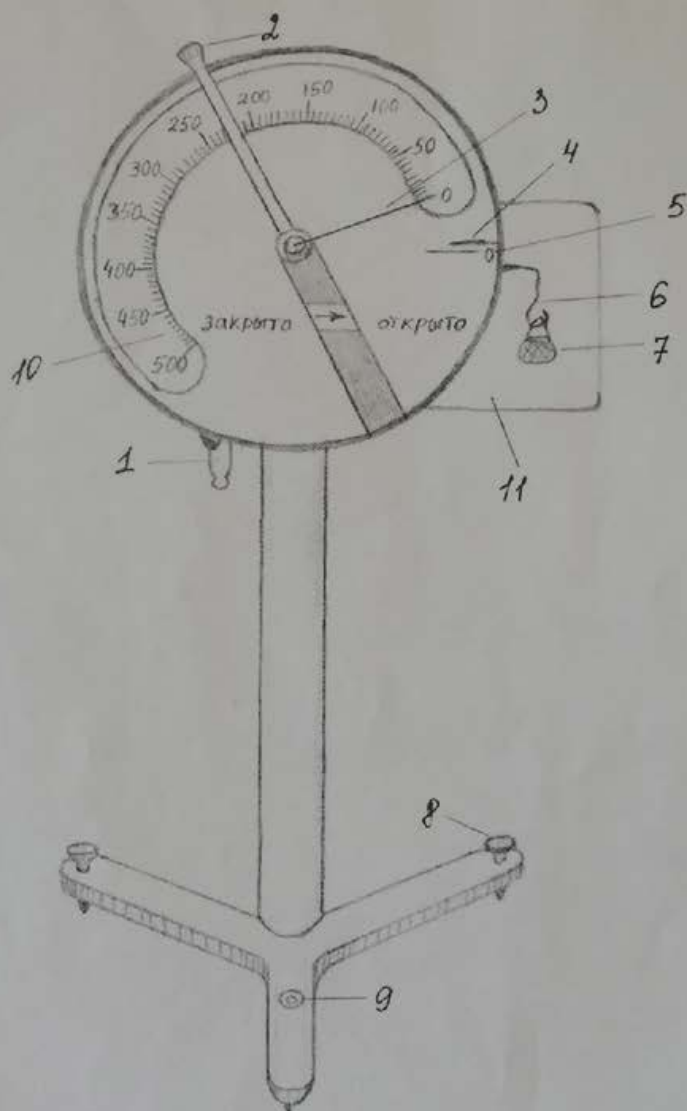
Насыпание взвешиваемого материала в корзиночку или подвешивание его за крючок производят всегда при подтянутом арретире («закрывается»).

Затем арретир опускают («открывается») и двигают за рукоятку большую стрелку весов по шкале влево до тех пор, пока маленькая стрелка не остановится против нулевого деления. Тогда производят отсчет по шкале. Большая стрелка показывает массу материала.

Торсионные весы бывают рассчитаны на разную нагрузку: 500, 1000 и 2000 мг.

Проводя ряд взвешиваний, вычисляют среднюю величину испарения и рассчитывают интенсивность транспирации в мг за 1 час на листовую площадь

в 25 см<sup>2</sup>. Пользуясь этим методом можно провести работу по сравнению интенсивности испарения верхних и нижних листьев побега, листьев ксерофитов и мезофитов, листьев растений, выращенных в различных условиях полевого или вегетационного опыта.



Торсионные весы.

1- арретир; 2- рукоятка стрелки; 3- большая стрелка; 4- маленькая стрелка; 5- нулевая точка; 6- крючок; 7- корзиночка; 8- винты для установки весов в горизонтальное положение; 9- уровень; 10- шкала; 11- металлическая коробка, в которой находятся крючок и чашечка для взвешивания

## 1.2 Метод определения площадей листовых пластинок

**Цель работы:** определить площади листовых пластинок, используемых в опытах.

**Ход работы.** Интенсивность ассимиляции  $\text{CO}_2$ , а также интенсивность транспирации рассчитываются на единицу площади листа, например на  $1,0 \text{ дм}^2$ . Существует несколько способов определения площади листьев:

**Способ 1.** Берут бумагу тонкую, вырезают из нее квадрат площадью  $1,0 \text{ дм}^2$  и взвешивают его. Срезают лист с растения, кладут его на бумажный квадрат и аккуратно обрисовывают его контур тонко отточенным карандашом. Затем вырезают контур листа и взвешивают. Зная массу, площадь бумажного квадрата, а также массу контура листа, можно легко вычислить площадь листовой пластины.

$$\frac{S_{\text{КВ}}}{S_{\text{листа}}} = \frac{m_{\text{КВ}}}{m_{\text{конт}}} \Rightarrow S_{\text{листа}} = \frac{m_{\text{конт}} \times S_{\text{КВ}}}{m_{\text{КВ}}}$$

**Способ 2.** Срезают с растения лист, кладут на миллиметровую бумагу. Обводят на ней контур листа карандашом. Считают количество квадратных миллиметров, пришедшихся на площадь листа. По краю листа за целый миллиметр принимают больше  $0,5 \text{ мм}^2$ , а меньше  $0,5 \text{ мм}^2$  в расчет не принимается.

**Способ 3** (для листьев злаков).

$$S = \frac{2}{3} \times a \times b,$$

где  $a$  – ширина листа у основания,  $b$  – длина листа.

## **2. Экспериментальная часть**

### **2.1 Практическая работа №1: «Наблюдение за возрастными изменениями органов растений»**

**Материалы и оборудование:** линейка, нитки, калькулятор, кустарниковые, древесные или травянистые растения на опытных делянках.

Рост растений является одним из важнейших признаков живых организмов. По характеру роста, его интенсивности, последовательности образования отдельных органов можно судить об общем физиологическом состоянии растения. Скорость ростовых процессов является и одним их основных критериев, позволяющих определить влияние различных условий среды обитания на развитие растений. Относительная простота методов учета скорости роста позволяет широко пользоваться этим критерием не только в работах на летней полевой практике студентов, но и при экологическом мониторинге со школьниками.

#### **Ход работы:**

Рост растений во многом зависит от внешних факторов: освещенности, водного и минерального питания[3]. Для наблюдения за ростом можно выбрать травянистые растения с опытных делянок. Измерения длины стебля проводятся линейкой каждые 3-5 дней (до конца вегетации). При этом измеряется все время одно и тоже растение. По полученным данным строят график скорости роста.

На кустарниковых и древесных растениях выбирается один из растущих побегов. Он отмечается ниткой и с помощью линейки измеряется на нем не менее 5-7 междоузлий. Считая первым находящиеся у основания побега. Затем определяют длину всего побега в см. каждый день в течение практики эти измерения повторяют и записывают в таблицу 1.



Таблица 1 – Размер междоузлий побегов смородины, мм

№ междоузлия	Дни наблюдений			Прирост побега за 3 дня
	02.07	03.07	04.07	
1	130 мм	134 мм	136 мм	6
2	50 мм	55 мм	58 мм	8
3	100 мм	103 мм	107 мм	7
4	180 мм	182 мм	185 мм	5
5	200 мм	203 мм	206 мм	6

На основании полученных данных рассчитывают скорость роста побега (K) – за период наблюдений:

$$K = \frac{w_n - w_0}{T},$$

где  $w_0$ –исходная длина побега,  $w_n$ - длина побега в последний день измерений,  $T$ – количество дней наблюдения.

Относительная скорость роста (R) – рассчитывается в % как величина прироста за каждый день наблюдения к исходной длине побега  $w_0$ :

$$R = \frac{w_n - w_0}{w_0}$$

Полученные результаты расчётов заносятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты расчётов по замерам побегов смородины

№ побега	K, мм	R <sub>1</sub> , %	R <sub>2</sub> , %
1	2	0,03	0,046
2	2,6	0,1	0,16
3	2,3	0,03	0,07
4	2,5	0,011	0,28
5	3	0,01	0,03

На основе данных в таблице 2 строится график абсолютной и относительной скорости роста за каждый день (рис. 1 и 2).

### Побеги смородины

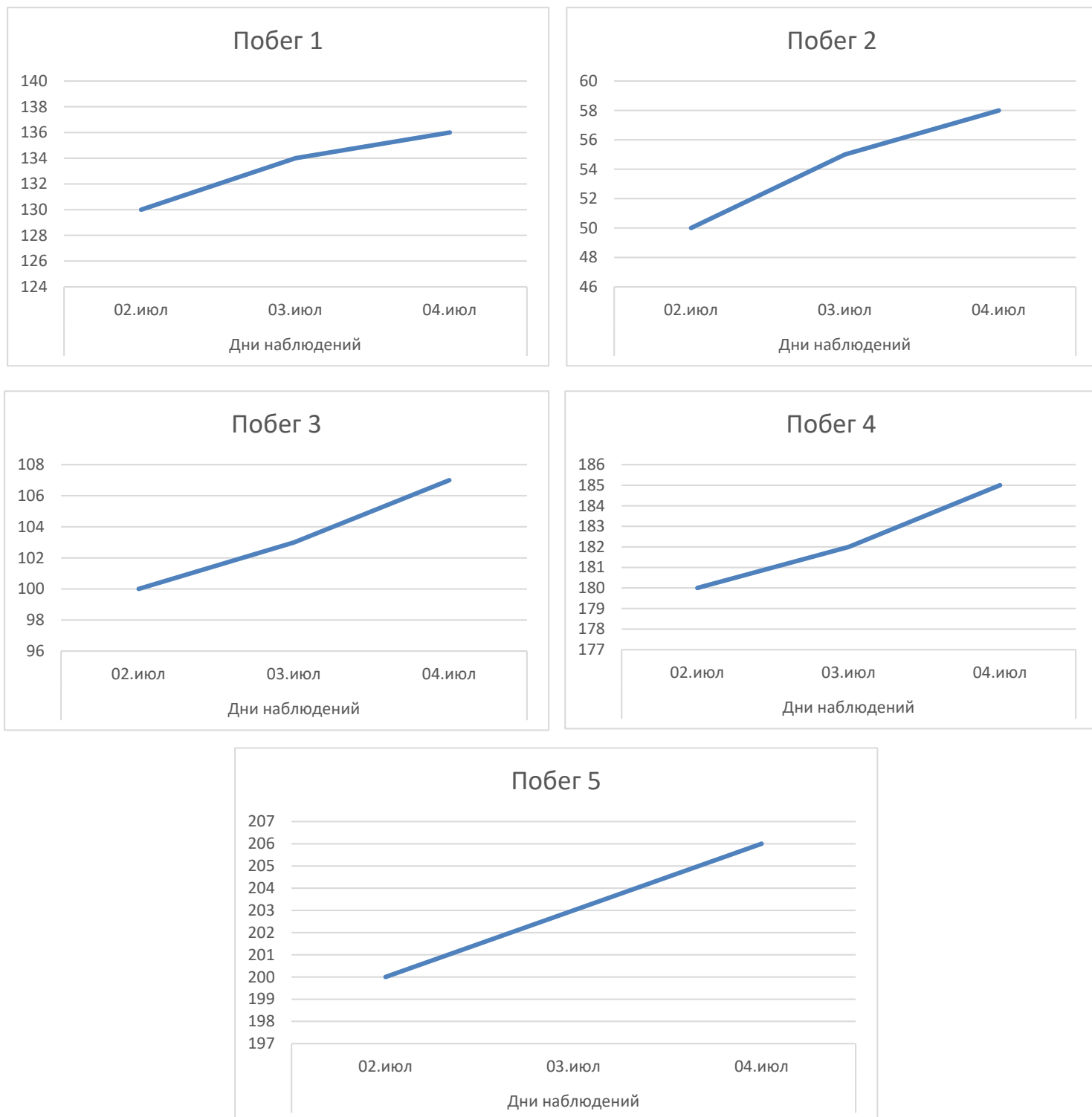


Рисунок 1 - График абсолютной скорости роста побегов смородины

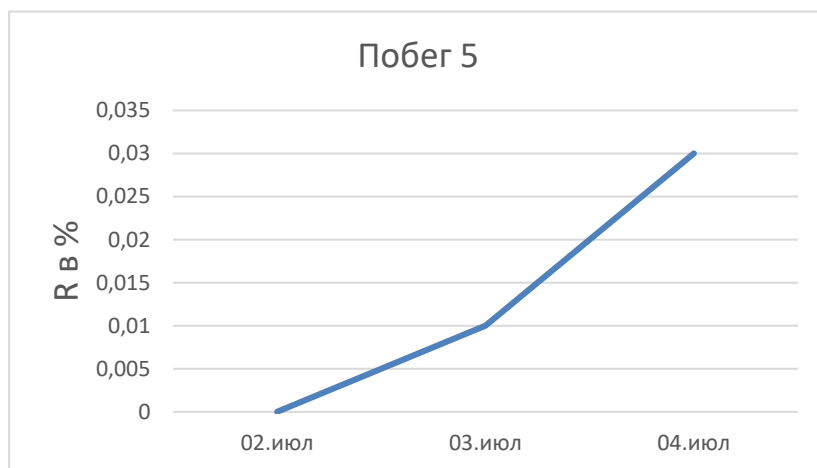
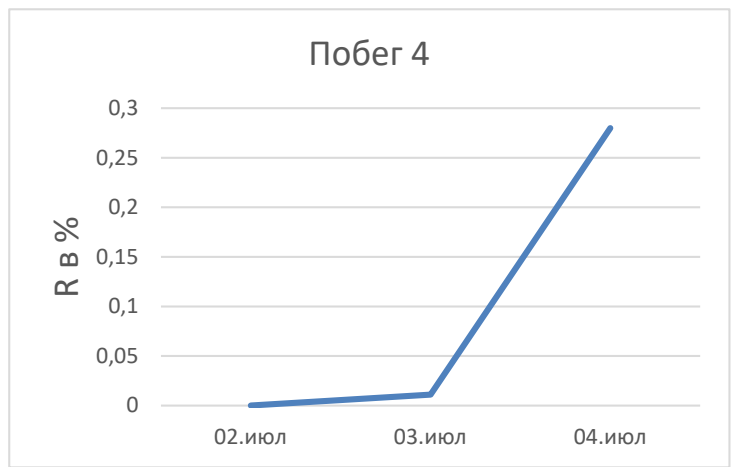
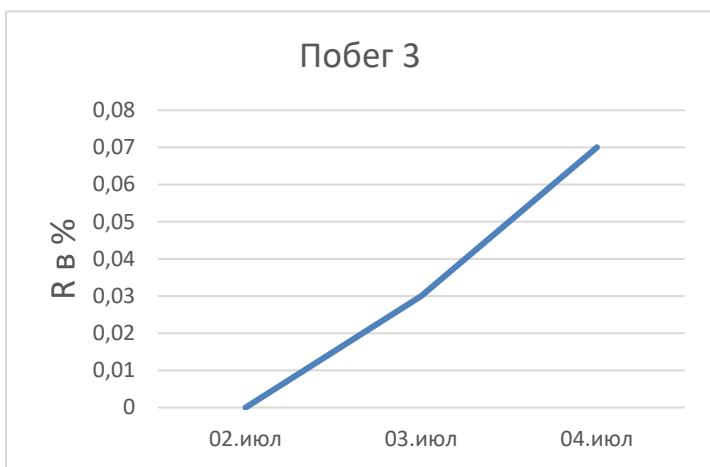
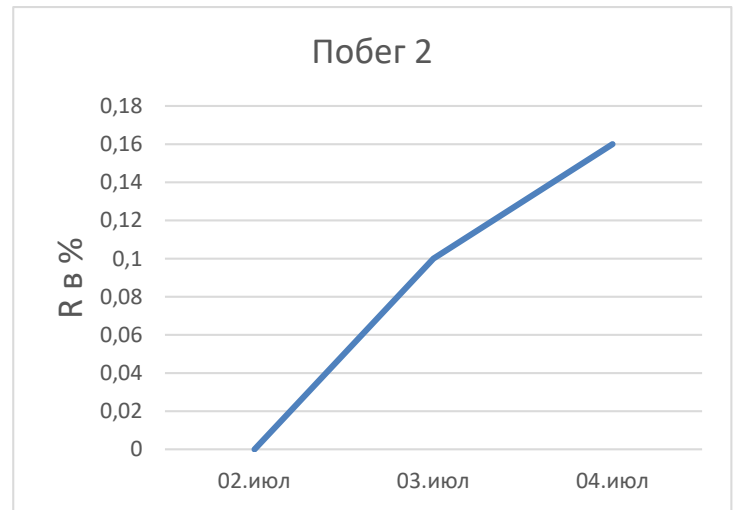
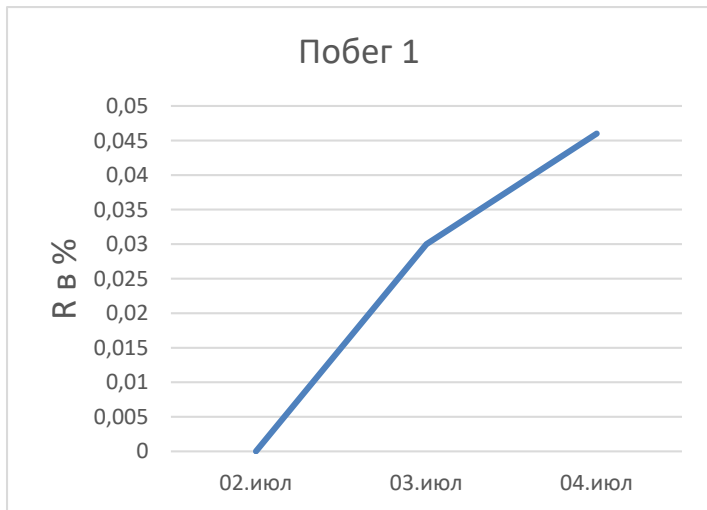


Рисунок 2 - График относительной скорости роста побегов смородины

**Вывод:** для наблюдения за ростом растений было выбрано кустарниковое растение – смородина. Проведены замеры в течение 3-х дней. На основе полученных данных составлены таблицы и построены графики. Средний прирост побегов составил 6,4 мм. Также рассчитаны абсолютная и относительная скорость роста побегов. Средняя абсолютная скорость роста составляет 0,067 мм, средняя относительная скорость роста – 0,0747 %.

## **Контрольные вопросы к практической работе №1:**

### **«Наблюдение за возрастными изменениями органов растений»**

#### **1. Что такое рост растений?**

*Рост растений* – это необратимое увеличение размеров и массы растений, связанное с новообразованием элементов их структуры.

#### **2. Каковы критерии роста?**

Из приведенного определения роста видно, что дать общий критерий, который бы позволил определить темпы этого процесса очень трудно. В качестве критериев можно брать: высоту и толщину (для стебля); площадь (для листьев и стеблей); массу (сырую и сухую); число клеток; содержание белка; содержание ДНК и др. однако ни один из этих показателей не дает полной картины процесса роста.

#### **3. Какие выделяют этапы роста?**

В онтогенезе высших растений обычно различают *пять этапов* (или фаз) развития и роста: 1) *эмбриональный* (семенной или половой); 2) *ювенильный*, или молодости; 3) *зрелости* (половой или вегетативной); 4) *размножения* (полового или вегетативного); 5) *старости*.

У семенных растений эмбриональный этап начинается с момента оплодотворения яйцеклетки и длится до начала прорастания зародыша семени, ювенильный этап – от прорастания зародыша семени до появления на растении первых зачатков цветков; на этом этапе происходит формирование вегетативных органов растений (листьев, стеблей и корней) и появляются морфологические признаки, свойственные формам предков. В это время наглядно проявляется биогенетический закон – онтогенез повторяет собой

филогенез. Этап зрелости характеризуется завершением формирования генеративных органов и появлением новых зародышей. Этап полового размножения начинается с возникновения зародыша и длится до полного созревания плодов и семян. Этап старости протекает от полного прекращения плодоношения до отмирания растения.

4. Какова скорость ростовых процессов в зависимости от внутренних факторов (стадия онтогенеза, регуляторы роста)?

**Закон большого периода роста.** Растения, в отличие от животных, растут на протяжении всего онтогенеза, однако в разные периоды онтогенеза скорость роста растения различается. Ю.Сакс отметил, что рост растений может быть выражен сигмоидной кривой, отталкиваясь от которой можно выделить 4 периода в росте растений:

I. *Начальный период, или лаг-период* – период прорастания семени. В это время в семени происходят процессы подготовки к росту (синтез белков, ДНК и РНК, фитогормонов и т.д.), а сам рост идет медленно.

II. *Логарифмический период*, когда рост происходит очень быстро и прямо пропорционально времени. За этот период растение создает свою вегетативную массу.

III. *Период замедления*, когда скорость роста растения начинает снижаться. Это обуславливается тем, что растение переходит от накопления вегетативной массы к формированию генеративных органов – цветков и плодов, и поэтому рост вегетативной части растения тормозится.

IV. *Стационарный период*, когда рост практически прекращается. Это происходит по 2 причинам:

- растение уже сформировало семена, поэтому в дальнейшем росте нет необходимости;

- вегетационный период близится к концу, и внешние условия становятся все более неблагоприятными для роста.

**Периодичность и ритмичность роста растений.** *Ритмичность и периодичность роста* – это регулярно повторяющееся чередование периодов активного роста и периодов его торможения. *Периодичность бывает 2 видов:*

*Суточная* – скорость роста растений закономерно изменяется в течение суток в ответ на изменение длины дня.

*Сезонная* – скорость роста растений закономерно изменяется по временам года. Сезонная ритмичность характерна для растений тех регионов, где внешние условия по временам года сильно изменяются.

Суточная и сезонная периодичность являются приспособлением растений ко внешним условиям: в более благоприятные для роста условия растения растут интенсивнее, а в менее благоприятные периоды рост тормозится. Однако, несмотря на то, что периодичность является приспособлением к смене внешних условий, она контролируется не только внешними факторами (температура, влажность, длина дня и т.д.), но и внутренними эндогенными ритмами растений.

**Корреляция роста растений.** *Корреляцией* называется зависимость роста одного органа растения от другого. Корреляции бывают стимулирующими, когда один орган усиливает рост другого, и ингибиторными, когда один орган подавляет рост другого. По своей природе существует *2 типа корреляций:*

*Трофические корреляции* основаны на распределении в растении питательных веществ.

*Гормональные корреляции* – это воздействие одного органа растения на другой с помощью фитогормонов.

**Регенерация.** Растения, как и другие живые организмы, способны к регенерации – восстановлению поврежденных или утраченных частей. Различают *2 вида регенерации:*

*физиологическая* – замена и восстановление тех структур, которые гибнут «планово»;

*травматическая* – замена и восстановление структур, которые погибли внезапно при действии какого-либо травматического фактора;

**Локализация роста.** У растений рост происходит не во всем вегетативном теле, а только в тканях меристем. В меристемах путем деления инициальных клеток образуются новые клетки, которые затем растут путем растяжения и дифференцируются (уже в пределах «своей» ткани, а не меристемы).

У растений есть 4 вида меристем:

*апикальные, или верхушечные* - располагаются на кончике побега или корня, обеспечивают рост этих органов в длину;

*латеральные, или боковые* - располагаются по окружности корня и стебля и обеспечивают увеличение диаметра этих органов; сюда относятся, например, прокамбий, камбий, пробковый камбий – феллоген и т.д.;

*интеркалярные, или вставочные* - находятся в основаниях междоузлий (у злаковых) и черешков листьев, обеспечивают рост в длину стебля у злаковых (наряду с верхушечной меристемой стебля) и рост листьев

*раневого* – образуются при повреждении тканей и органов; живые клетки, окружающие пораженный участок, дедифференцируются и превращаются в плотную ткань – каллус, который механически закрывает повреждение

**Полярность.** *Полярность* – это различие свойств на противоположных полюсах клеток, тканей, органов и всего растения. Полярность вызывается наличием в растении градиентов, т.е. постепенного изменения морфологических, биохимических и функциональных свойств вдоль оси органа. Однако полярность существует не только на уровне целого растения или его органа, но и на уровне отдельных клеток. В каждой клетке растения за полярность отвечают микротрубочки и микрофиламенты, которые ориентируются специфическим образом, и в последующем эта ориентация не меняется. Полярность возникает уже на стадии зиготы: в результате 1-го

деления зиготы образуется 2 клетки – большая (базальная) и меньшая (апикальная); большая впоследствии дает начало корню, а меньшая – побегу.

**5.** Как влияют внешние условия (свет, температура, влажность и т.д.) на скорость роста анализируемого растения?

**Свет.** Свет влияет на рост растений 2 путями. Во-первых, свет необходим для фотосинтеза, в ходе которого создаются органические вещества, впоследствии идущие на различные жизненные процессы и в том числе на рост. Во-вторых, продолжительность и спектральный состав света влияют на рост не только опосредованно (через фотосинтез), но и напрямую. Для этого у растений имеются специальные окрашенные белки, воспринимающие свет, наибольшее значение из которых имеет фитохром. Фитохром способен поглощать лучи красного и дальнего красного света. С помощью фитохрома растение воспринимает длину дня и соответственно с этим регулирует физиологические процессы.

**Температура.** Температура, как и свет, влияет на растения 2 путями. Во-первых, при разной температуре с разной интенсивностью идут метаболические процессы в растении. При оптимальной температуре максимальна скорость метаболических процессов и, следовательно, максимален рост; при более низких и высоких температурах рост снижается. Во-вторых, температура, подобно продолжительности светового дня, способна напрямую влиять на ростовые процессы. Данное явление называется термопериодизмом. Он может быть суточным и сезонным. Чередование высоких и низких температур в течение суток (для суточного) или в течение года (для сезонного периодизма) точно так же регулируют рост растений, как чередование дня и ночи или различия времен года по продолжительности дня.

**Водоснабжение.** Влажность оказывает огромное влияние на интенсивность роста. При недостатке влаги для растения именно рост тормозится в первую очередь, а уже после него – дыхание и фотосинтез; это происходит потому, что фотосинтез и дыхания абсолютно необходимы для выживания растения, поэтому оно поддерживает их как можно дольше, а рост



является «роскошью», которую растение может себе позволить только в сравнительно благоприятных условиях. Избыточное содержание влаги в почве приводит к гибели корней и тоже отрицательно сказывается на росте. Для большинства растений наиболее благоприятные условия для роста складываются при влажности почвы 60-80% НВ. Кроме влажности почвы, на рост влияет и влажность воздуха, т.к. при низкой влажности воздуха могут погибнуть апикальные меристемы стеблей растений, и тогда рост побега прекратится даже при достаточном содержании влаги в почве.

**Газовый состав атмосферы.** Оптимальное для роста корней содержание кислорода в почвенном воздухе составляет 10-12%. Рост растений резко тормозится при уменьшении содержания кислорода в воздухе до 5%, а в бескислородной среде вообще прекращается. Причина этого состоит в том, что при недостатке кислорода ткани переходят на анаэробное дыхание, которое дает очень мало энергии и приводит к образованию некоторых токсичных продуктов (спирт, молочная кислота и т.д.). Корни растений довольно часто оказываются в условиях недостатка кислорода; однако даже при затоплении почвы рост корней продолжается, т.к. некоторые ткани растения разрушаются и на их месте образуются воздухоносные полости, по которым кислород из атмосферы проникает сначала в стебель, а оттуда – в корень. Кроме того, в качестве дополнительного источника кислорода корни способны использовать кислород из состава нитратов. Высокая концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере ингибирует все жизненные процессы, в т.ч. рост.

**Минеральное питание.** Нормальный рост возможен лишь при достаточном снабжении растения всеми необходимыми элементами минерального питания.

## 2.2 Практическая работа №2 «Определение общей транспирации (интенсивности транспирации деревьев, кустарников и трав)».

*Транспирация* – это физиологический процесс испарения воды растением. Основным органом транспирации является лист.

Транспирация складывается из 2-х процессов:

- передвижение воды из листьев жилок в поверхностные слои стенок клеток мезофилла;
- испарения воды из клеточных стенок в межклеточные пространства и подустичные полости с последующей диффузией в окружающую атмосферу через устьица (устьичная транспирация) или испарение воды из клеточных стенок эпидермиса в атмосферу путем кутикулярной транспирации.

Определяют транспирацию весовым способом с помощью торзионных весов. Метод основан на изменении веса срезанных листьев при экспозиции в течение пяти минут.

Для сравнения интенсивности транспирации листья растений берут с одной стороны и на одном ярусном уровне. Интенсивность транспирации измеряется в  $\text{МГ} / \text{дм} \times \text{ч}$ .

**Цель:** сравнить интенсивность транспирации у разных видов деревьев. Кустарников и трав, при одинаковых условиях.

**Оборудование:** торзионные весы, бумага, карандаш, ножницы, свежие листья растений.

**Методика:**

- отрегулировать весы по уровню в штативе;
- по заданию преподавателя срезать по одному листу дерева, кустарника и травы определенных видов;
- листья взвесить, затем 5 минут (экспозиция) выдержать на воздухе и снова взвесить;
- обвести контуры листьев на бумаге, вырезать, взвесить контуры на торзионных весах, определить площадь листьев.

Площадь листьев измеряется по формуле:

$$S_{\text{листа}} = \frac{m_{\text{конт}}(\text{мг}) \times S_{\text{кв}}(\text{дм}^2)}{m_{\text{кв}}(\text{мг})}$$

Интенсивность транспирации:

$$I_{\text{тр}} = \frac{\text{разность в массе}(H_2O)(\text{мг})}{S_{\text{листа}}(\text{дм}^2) \times \text{время экспозиции}(5 \text{ мин} = \frac{1}{12} \text{ ч})}$$

Таблица 1 – Интенсивность транспирации

Название растения	m(до транспирации), мг	m (после транспирации), мг	Разность m (H <sub>2</sub> O), мг	S <sub>листа</sub> , дм <sup>2</sup>	I <sub>тр</sub> , мг/дм × ч
Рябина	75	71	4	0,07	685,71%
Ежа сборная	72	67	5	0,078	769,23%
Черемуха	185	184	1	0,149	80,537%
Липа	200	190	10	0,17	705,88%
Берёза	340	319	21	0,26	969,23%

Средняя интенсивность транспирации растений – **642,12** мг/дм × ч.

**Вывод:** Процесс жизнедеятельности любого растения неразрывно связан с потреблением влагой. Из суточного объема полученной воды для фотосинтеза и физиологических потребностей растению необходимо только 10%. Оставшиеся 90% испаряются в атмосферу. Благодаря этому явлению температура листа снижается на десять градусов. Это важно, так как перегрев негативно сказывается на фотосинтезе и разрушает хлоропласты. Именно благодаря такой способности растений к избавлению от влаги они способны не погибать при высокой температуре.

## 2.3 Практическая работа №3 «Индикация загрязнения окружающей среды по качеству пыльцы».

**Цель работы:** оценка качества пыльцы сельскохозяйственных растений, используемых в качестве индикаторов состояния окружающей среды, на примере томатов.

Качество пыльцевых зерен в большой степени зависит от уровня физического и химического загрязнения среды. Пыльца отличается высокой чувствительностью к действию отрицательных факторов и может являться индикатором загрязнения среды генетически активными компонентами. Методика анализа качества пыльцы заключается в определении процента ненормальных (абортивных) пыльцевых зерен. Высокая чувствительность к действию мутагенов (этиленмин, нитрозоэтилмочевина, некоторые пестициды) проявляется у томатов. Генетически активные факторы среды резко нарушают процесс образования пыльцы томатов, доводя до полного отсутствия в пыльниках нормальных пыльцевых зерен (рисунки 1, 2).



Рисунок 1- Нормальные пыльцевые зёрна томатов



Рисунок 2- Абортированные пыльцевые зёрна томатов (100% абортивности после действия на растение этиленмина

Для работы нужно иметь микроскоп, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пипетки и слабый раствор йода. Для приготовления слабого раствора йода необходимо взять 2 мл 5 % йодной настойки и разбавить водой до 10 мл. Этот раствор используется для окраски пыльцы. После окраски нетрудно отличить нормальные пыльцевые зерна от ненормальных (таблица 1).

Таблица 1 – Отличие нормальных пыльцевых зерен от abortивных

Нормальные пыльцевые зерна	Abortивные пыльцевые зерна
1) интенсивно окрашены, 2) одинаковы по размеру, 3) одинаковы по форме	1) не окрашены (или окрашены слабо), 2) разных размеров, 3) неправильной формы

Для наблюдений можно использовать, например, следующие объекты:

1) пыльца, взятая с растений производственных посевов (колхоза, совхоза, фермерского хозяйства), обработанных и не обработанных химикатами. Сравнение полученных результатов позволит следить за изменениями среды во время наблюдений;

2) пыльца одних и тех же сортов томатов, выращиваемых на пришкольном участке. Сравнение результатов в течение ряда лет позволит осуществлять мониторинг, т. е. слежение за изменениями (или отсутствием таковых) качества пыльцы во времени у данного объекта;

3) пыльца диких растений для выявления видов, наиболее чувствительных (подобно томатам) к действию загрязнений. В дальнейшем эти виды растений можно использовать для мониторинговой работы.

Во всех случаях приготовление и анализ микропрепаратов следует проводить по следующему плану:

1. Препаровальной иглой извлечь пыльцу из пыльников цветка и поместить ее на предметное стекло.

2. С помощью пипетки нанести на пыльцу каплю раствора йода и размешать каплю препаровальной иглой так, чтобы все пыльцевые зерна были в растворе, а не плавали на поверхности.

3. Выдержать препарат в таком виде в течение двух минут, после этого накрыть каплю покровным стеклом и рассмотреть препарат под микроскопом.

4. По нескольким полям зрения подсчитать количество нормальных и abortивных пыльцевых зерен (желательно, чтобы их общая сумма была не менее 200-300).

5. Определить процент нормальных (или абортивных) пыльцевых зерен по каждому цветку, взятому для анализа.

Обычно пыльца у растений, произрастающих в нормальных условиях, имеет хорошее качество, процент нормальных пыльцевых зерен близок к 100 %. Повышенное загрязнение может снизить процент нормальных пыльцевых зерен до 50 % и ниже.

Была взята пыльца у растений с двух зон: территории Шорского национального парка и территории Центрального района г. Новокузнецка.

Таблица 1 – Пыльца с территории Шорского национального парка (кордон Медная)

Название растения	Нормальные пыльцевые зерна (%)	Абортивные пыльцевые зерна (%)
Василисник	97,2	2,8
Тысячелистник	93,3	6,7
Пустырник	92,8	7,2
Змеевик	89,74	10,36
Чистотел	92,3	7,7
Ежа сборная	93	7

Таблица 2 – Пыльца с территории Центрального района г. Новокузнецка

Название растения	Нормальные пыльцевые зерна (%)	Абортивные пыльцевые зерна (%)
Медуница	37,5	62,5
Донник белый	28	72
Герань луговая	83,4	16,6
Зверобой	30,7	69,3

**Вывод:** обычно пыльца у растений, произрастающих в нормальных условиях, хорошее качество пыльцы, процент нормальных пыльцевых зерен близок к 100%. Исходя из этого можно сделать вывод, что повышенного

загрязнения на территории Шорского национального парка не наблюдается. По результатам проб, взятых на территории Центрального района г. Новокузнецка, можно сказать, что территория загрязнена, т.к. процент нормальных пылевых зерен достаточно низкий.

## 2.4 Практическая работа №4 «Индикация состояния окружающей среды по частотам встречаемости фенов белого клевера».

**Цель работы:** изучить негативные воздействия окружающей среды на фенотипические показатели листовых пластинок белого клевера как фитоиндикатора.

Оценить состояние окружающей среды и уровень антропогенного воздействия можно с помощью фенотипических биоиндикаторов. *Фены* – это четко различающиеся варианты какого-либо признака или свойства биологического вида.

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.

В качестве фенотипического биоиндикатора можно использовать широко распространенный белый клевер *Trifolium repens* (клевер ползучий). Форма седого рисунка на пластинках листа и частота встречаемости может использоваться как индикатор загрязнения среды.

Наблюдения осуществляются путем подсчета форм с различным рисунком и без него (рисунок 1) и последующего расчета частоты их встречаемости в процентах. Диагностику желательно проводить на разных пробных площадках, различающихся антропогенной нагрузкой и положением в ландшафте.

Рекомендуется следующая методика работы. Сначала задается направление движения, по которому будет производиться исследование. Обнаружив экземпляр белого клевера (обычно в виде куртинки), определяют фенотип, к которому он относится (рисунок 1), и делают отметку в соответствующей графе рабочей таблицы (таблица 1).



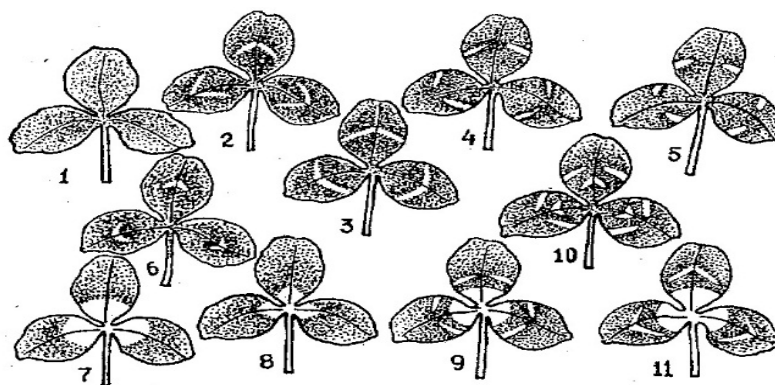


Рисунок 3- Фенотипы белого клевера

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 подсчет продолжается до тех пор, пока не будет сделано не менее 200 отсчетов. Если в какой-либо точке площадки обнаруживаются два разных фена, то данный результат не учитывается ввиду переплетения куртинок.

При обнаружении на пробной площадке фенов, не указанных на рисунке 1, результаты вносятся в графу «новые формы». Отдельно отмечается наличие растений с какими-либо уникальными фенами (например, с рисунком красного цвета), растения мутанты с четырьмя, пятью и более листьями и т. д., делается их гербарий с описанием места и даты обнаружения.

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 ИСФ) в процентах:

$$P_i = \frac{100 \times n_i}{N},$$

$$\text{ИСФ} = \frac{100 \times (n_2 + n_3)}{N},$$

где  $P_i$ - частота  $i$ -го фена,

$n_i$ - количество учтённых растений с  $i$ -м рисунком на листовой пластинке ( $n_1$  – число растений без «седого рисунка»),

$N$  – общее число учтенных растений.

Результаты расчетов вносятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты фенотипической диагностики пробной площадки

Территория	Количество растений					Процент фенотипов			
	Фен 1 (без рисунка)	фен 2	фен 3	фен 4	всего	фен 2	фен 3	фен 4	ИСФ
Шорский национальный парк	42	26	28	4	100	26	28	4	58%
Центральный район, г. Новокузнецк, ПКиО им. Гагарина	33	17	41	9	100	17	41	9	67%

По величине ИСФ при достаточно большом количестве пробных площадок на исследуемой территории можно выделить наиболее антропогенно нагруженные участки. На чистых территориях величина ИСФ не превышает 30%, а на загрязненных территориях ИСФ может достигать 70-80%.

Результаты феноиндикации заносятся в таблицу экопаспорта.

**Вывод:** проведя анализ полученных результатов можно сделать вывод о том, что исследуемые территории не являются чистыми (т.к. мы брали образцы клевера на территории, находящейся под антропогенным и техногенным влиянием), но и не являются загрязненными, т.к. ИСФ не достигает 70-80%.

## 2.5 Практическая работа №5 «Метод учета содержания углерода в органическом веществе, накопленном при фотосинтезе(по Ф.З. Бородулиной)»

**Материал и оборудование:** живые растения термостат. Весы торсионные, бумага черная и белая, ножницы и скрепки, сверла пробочные.

Метод основан на учете количества углерода, содержащегося в органических соединениях листьев до начала экспозиции и в конце ее. Содержание органического вещества определяют с учетом дыхательных процессов и его оттока в другие органы.

**Ход работы:** у исследуемых растений выбирают листья одного яруса, лучше среднего, с которых будут брать пробы. Первую пробу берут утром.

Для этого по всей пластинки листа с помощью пробочного сверла равномерно вырезают диски. С одного крупного листа следует брать не более 4-6 дисков. Значительная часть листовой пластинки должна быть не поврежденной. Чтобы навеска пробы была достаточной, берут 20 дисков, используя для этого 4-5 листьев. Пробу помещают в бумажный пакет и сушат в термостате 4 часа при  $t=105^{\circ}\text{C}$ . Сразу же после взятия утренней пробы половину каждого листа (на живом растении) закрывают с обеих сторон сначала черной, а затем белой бумагой, закрепляя их скрепками.

Вторая половина листа остается светлой на свету.

Через 4 часа берут вторую и третью пробы: одну – с освещенной, другую – с затемненной частей листа, по 20 дисков в каждой пробе.

Пробы сушат в подписанных бумажных пакетах 4 часа при выше названных условиях. Высушенные диски отдельно взвешивают (по 20 штук) на торсионных весах и по полученным данным рассчитывают интенсивность фотосинтеза, пользуясь формулой:

$$A = \frac{(b-a)+(a-c)}{n \times \pi r^2 \times t}, \text{ мг} / \text{дм}^2 * \text{ч}$$

A – интенсивность фотосинтеза, a – утренняя проба, b – навеска дисков с освещенных частей листа, c- навеска дисков с затемненных частей листа, n– число дисков в пробе, t – время в часах,  $\pi r^2$ – площадь одного диска (дм<sup>2</sup>).

Учитывая различные экологические факторы (освещенность с помощью люксметра, водный режим, условия минерального питания, температуру, газовый состав воздуха и т.п.) определяют коррелятивную связь между ними и фотосинтетическими процессами.

Для получения повторных достоверных результатов опыты повторяют не менее чем в трехкратной повторности и с проведением статистической обработки.

Таблица 1 – Метод учета содержания углерода в органическом веществе, накопленном при фотосинтезе (по Ф.З. Бородулиной)

Название растения	Лист	a	Бум. лист	S	Лист	b	Бум. лист	S	Лист	c	Бум. лист	S	A
Берёза	305	130	0,18	235	130	0,16	255	120	0,18	13,09			
Черёмуха	197	84	0,114	440	297	0,401	435	335	0,453	34,2			
Калина	277	170	0,23	147	85	0,11	123	80	0,10	26,6			
Малина	140	43	0,14	290	172	0,23	385	276	0,37	55,08			
Ежа сборная	125	-	0,238	64	-	0,032	68	-	0,063	76,72			

Средняя интенсивность фотосинтеза –  $41,138 \text{ МГ} / \text{дм}^2 * \text{ч}$ .

**Вывод:** интенсивность света оказывает большое влияние на процесс фотосинтеза. С повышением интенсивности света ускоряется и фотосинтез, но прямой пропорциональной зависимости между интенсивностью света и фотосинтезом не наблюдается. Зависимость фотосинтеза от количества света будет у разных растений неодинакова.

## **2.6 Практическая работы №6 «Использование почвенных водорослей для биоиндикации состояния почв»**

С водорослями как с низшими автотрофными организмами школьники знакомятся в курсе ботаники. Однако более детальное знакомство с этой группой организмов может быть осуществлено при изучении их индикационных свойств.

Почвенные водоросли, составляя постоянную и активную часть почвенных микроорганизмов, отражают состояние почвенной среды и используются для биодиагностики почв. Альгологический анализ (по водорослям) может быть использован для экологического мониторинга почв и в практике работы школы [4]. Ниже дается краткое описание методов изучения почвенных водорослей и приводятся примеры использования их в индикационных целях. Данные методики рассчитаны на старших школьников. При затруднении в определении видового состава водорослей их идентификация может быть проведена до отдела (сине-зелёные, зелёные, жёлто-зелёные, диатомовые) и использованы количественные методы учета водорослей.

*Почвенные водоросли* – это совокупность нескольких экологических группировок водорослей:

- наземные водоросли, разрастающиеся на поверхности почвы;
- водно-наземные, разрастающиеся на поверхности постоянно влажной почвы;
- собственно, почвенные водоросли, населяющие толщу почвенного слоя.

Водоросли представляют собой совокупность нескольких обособленных систематических отделов. Большая часть встречающихся в почвах водорослей относится к четырем отделам: сине-зелёные, зелёные, жёлто-зелёные и диатомовые водоросли.

Группировки водорослей в каждой почве относительно стабильны по флористическому составу, доминирующим и специфическим видам. Разным типам почв соответствует определенный состав водорослей. Как

биоиндикаторы водоросли имеют ряд преимуществ перед другими почвенными микроорганизмами [5,6]. Их можно заметить невооруженным глазом при «цветении» почвы – позеленение поверхностного слоя при массовом разрастании микроводорослей. Некоторые виды водорослей (носток) образуют макроскопически заметные талломы, и их можно собрать. Используя школьный биологический микроскоп, дающий увеличение в 400, 600 и более раз, водоросли можно идентифицировать до вида. Анализ альгофлоры дает возможность подобрать индикаторные виды, наличие которых говорит об определенных свойствах почвы. Альгоиндикация является надежным критерием оценки направленности почвенных процессов при действии разных факторов.

#### *Методы изучения почвенных водорослей*

Методы сбора, фиксации и культивирования водорослей разнообразны. Остановимся на тех из них, которые доступны для школьных исследований.

**Сбор почвенных проб.** На выбранном для сбора проб участке следует подробно описать растительность, рельеф местности, тип почвы. Если имеются макроскопически заметные поверхностные разрастания водорослей в виде общего позеленения почвы, пленок, корочек, собирают поверхностный слой площадью 10-100 см<sup>2</sup>. Для выявления водорослей в толще целинной почвы берут индивидуальные пробы весом 20-50 г, приуроченные к определенным растительным ассоциациям и к определенному почвенному горизонту.

В окультуренных почвах берут смешанный образец весом 20-50 г, составленный из 5-10 индивидуальных.

Пробы берут стерильным ножом, совком или лопатой. В полевых условиях стерилизация может быть проведена многократным втыканием ножа в исследуемую почву. Образцы почв отбирают в конверты из плотной бумаги. На конверте делается надпись простым карандашом: номер образца, дата сбора, глубина взятия. Делаются записи в полевом дневнике.

**Определение видового состава почвенных водорослей.** Видовой состав водорослей определяется при изучении свежевзятой почвы (прямое микроскопирование) и с использованием культуральных методов. Просмотр небольшой порции свежевзятой почвы под микроскопом в капле воды дает представление о доминирующих видах. Методом прямого микроскопирования изучаются водоросли образующие макроскопически заметные поверхностные разрастания на почве, и водоросли, образующие заметные талломы.

Главным методом выявления видового состава водорослей является метод культур. При постановке культур пользуются общепринятыми приемами микробиологической техники, касающимися стерильности посуды, питательных растворов, воды и инструментов (автоклавирование или кипячение и стерилизация спиртом). Задача культивирования заключается в получении интенсивного роста всех имеющихся в почве водорослей. Наиболее простым методом выявления видового состава водорослей является метод «стекло обрастания». Исследуемую почву помещают в стерильные чашки Петри, увлажняют дистиллированной водой (если почва сухая). На поверхности почвы раскладывают стерильные покровные стекла в количестве 4-8 на чашку. Стерилизация покровных стекол может быть проведена спиртом или легким прокаливанием в пламени спиртовки. Стекла положить так, чтобы между стеклами и почвой оставались свободные пространства – «влажные камеры». Через 5-7 дней можно начать просмотр стекол под микроскопом. Покровное стекло снимают с поверхности почвы пинцетом, удаляют крупные частички почвы и кладут на предметное стекло в каплю воды. Для полного выявления видового состава водорослей в почве достаточно 3-6 недель культивирования. Метод «стекло обрастания» дает возможность выявить активную альгофлору исследуемой почвы, определить виды-доминанты, выявить видовой состав водо-рослей.

Существуют также методы водных и агаровых культур, но в школе они мало применимы, так как требуют специального оборудования и реактивов.

Для определения почвенных водорослей нет специального определителя. Используются многотомные «Определитель пресноводных водорослей СССР».

### **Количественные методы изучения почвенных водорослей:**

1) *прямое взвешивание* – используется для определения массы поверхностных корочек или пленок водорослей, собранных с определенной площади (1 см<sup>2</sup> или 1 дм<sup>2</sup>);

2) подсчет водорослей, рассеянных между частицами почвы. Для количественного учета берут среднюю пробу почвы. Средняя проба составляется из разного числа (от 5 до 10) индивидуальных проб. Пробы отбираются способом случайного отбора или в шахматном порядке. Отбор почвенных образцов проводят с глубины 0-5 см.

При подготовке образца к количественному анализу почву необходимо подсушить, чтобы можно было разрушить комочки, и тщательно перемешать. Затем распределить ровным слоем толщиной 0,5 см в виде прямоугольника, разделить на квадраты. Для составления навески берут из каждого квадрата небольшое количество почвы. Навески в 1 г помещают в пенициллиновые склянки. Повторность проб – 3-5. Допустимо хранение проб в холодильнике при 5 °С в течение нескольких суток. Если обработка проб проводится не сразу, пробы фиксируют 4 % формалином (4-5 мл). На склянку наклеивают этикетку, на которой указывают номер пробы, дату. Приготовление препарата для прямого учета микроскопических водорослей состоит в следующем. Навеску почвы тщательно растирают в склянке с добавлением небольшого количества дистиллированной воды (если почва свежая) или в небольшом объеме формалина. Для растирания используют пестик, изготовленный из препаровальной иглы и резинового наконечника, вырезанного пробочным сверлом. Затем добавляют воду до 4 мл, склянку тщательно взбалтывают в течение 2 минут. После 0,5 мин. отстаивания взвесь сливают в пробирку, к осадку добавляют 3 мл воды, взбалтывают 1 мин., отстаивают 0,5 мин. и взвесь сливают в ту же пробирку. Процедуру повторяют ещё раз. Осадок



отбрасывают, а суспензию доводят до объема 10, 20, 40 мл (в зависимости от густоты), пробирку закрывают пробкой и взбалтывают (не менее 2 мин.). Затем мерной пипеткой со слегка подточенным носиком наносят каплю суспензии на предметное стекло (одну из первых капель, пока не нарушена гомогенность суспензии). Каплю закрывают покровным стеклом. Препарат готов для микроскопирования. Для замедления подсыхания препарата в каплю суспензии можно добавить каплю глицерина, перемешать краем покровного стекла. Определяют объем капли суспензии, подсчитав число капель в 1 мл.

Приготовленный к счету препарат изучают под микроскопом. Отмечают число встреченных в препарате водорослей по систематическим группам: сине-зеленые, зеленые и жёлто-зелёные, диатомовые.

Обязательно просчитывают три навески, а при значительном расхождении результатов – все пять. Количество клеток водорослей определяется по формуле:

$$x = a \cdot b \cdot 20,$$

где  $x$  – число клеток в 1 г почвы,

$a$  – число клеток, обнаруженных при счете,

$b$  – количество капель в 1 мл суспензии,

20 – разведение в мл.

При просмотре препарата необходимо отличать водоросли от спор грибов и от протонемы мхов. Споры грибов имеют толстую оболочку и гомогенное содержимое. Нити протонемы мхов отличаются от нитей водорослей косыми перегородками и большим количеством хлоропластов в клетках.

Количество водорослей в почве подвержено резким колебаниям и изменяется за короткий промежуток в значительных пределах, поэтому для установления численности водорослей в почве необходимы многократные учеты. Альгологический метод оценки используется при изучении водного режима почв, влияния мелиорации, удобрений, пестицидов на почвенную биоту и др.

Так, влажность почвы, действуя как постоянный экологический фактор, обуславливает специфику водорослевых сообществ и интенсивность развития отдельных видов и групп водорослей. Выявлены виды водорослей, специфичные для участков различного увлажнения почв выработанных торфяников. Индикаторами **слабого** увлажнения почв (40 %) являются виды: *Nostoc calcicola*, *Chlorosarcinopsis minor*, *Actinochloris sphaerica*, *Dictyococcus irregularis*, *Spongiococcum tetrasporum*, *Characiopsis minutissima*, *Pleurochloris pyrenoidosa*, *Navicula pelliculosa*, (рисунок 1 (1-4)); **среднег**оувлажнения (60 %): *Phormidium valderiae*, *Phormidium corium*, *Phormidium boryanum*, *Chlorhormidium flaccidum f. nitens*, *Disporacrucigenoides*, *Tribonema ulotrichoides*, *Bumilleriasicula*, *Naviculamutica*, (рисунок 1 (5-9)); **сильного** увлажнения (80 %): *Gleocapsaminima*, *Gleocapsaminuta*, *Anabaenavariabilis*, *Cylindrospermum majus*, *Oscillatoriasplendida*, *Oscillatoria amoena*, *Oscillatorialimosa*, *Tetraedron minimum*, *Nitzschiapalea*, (рисунок 1 (10-12), рисунок **Ошибка! Источник ссылки не найден.** (1, 3, 4, 12)).

Наблюдения за макроскопическими разрастаниями водорослей показали, что при умеренном увлажнении преобладали водоросли из отделов зеленые, жёлто-зелёные, а при сильном увлажнении – нитчатые сине-зелёные из порядка осцилляториевые и зеленые водоросли из рода зигнема, являющиеся типичными гидрофильными видами. Массовые разрастания водорослей на выработанных торфяниках служат индикаторами увлажнения почв. Следует помнить, что при использовании водорослей в целях биодиагностики надо учитывать сезонную динамику их состава и численности.

На неосушенных дерново-подзолистых почвах выявлены виды водорослей – показатели переувлажнения минеральных почв (рисунок 2). Присутствие данных видов водорослей в пахотной почве указывает на ее заболачивание и необходимость проведения осушительной мелиорации.

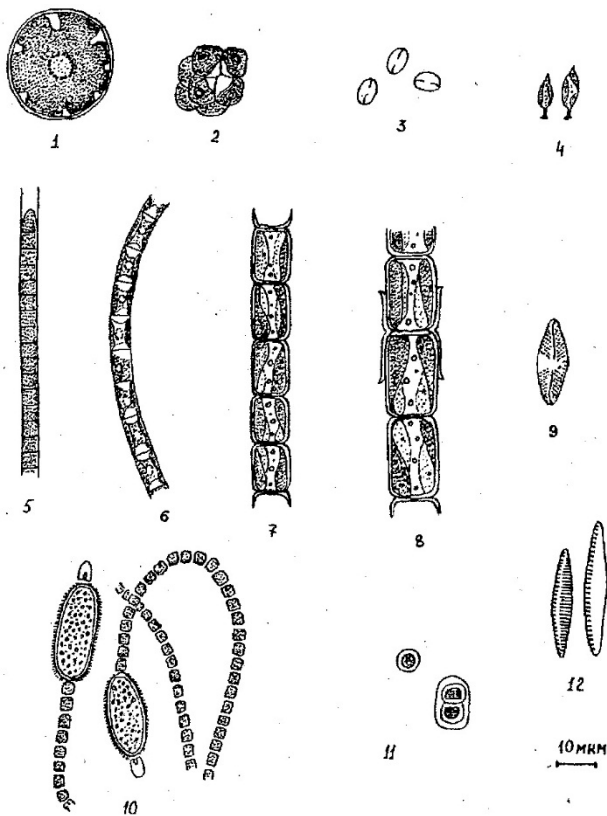
В процессе окультуривания постепенно формируются водорослевые сообщества пахотных почв, которые отличаются богатым видовым разнообразием сине-зелёных, зеленых, жёлто-зелёных и диатомовых

водорослей. Доминирующими видами пахотных почв являются: *Nostoc punctiforme*, *Anabaena sphaerica* (рисунок 3 (1, 2)), *Cylindrospermum licheniforme*, *Cylindrospermum muscicola* (рисунок 3 (5)), *Cylindrospermum catenatum* (рисунок 3 (6)), *Phormidium autumnale* (рисунок 3 (4)), *Microcoleus vaginatus* (рисунок 3 (3)), *Navicula mutica* (рисунок 1 (9)), *Hantzchia amphioxys* (рисунок 3 (9)), *Pleurochloris magna* (рисунок 4 (1)), *Pleurochlorisanomala* (рисунок 4 (3)), *Botrydiopsis seriensis* (рисунок 4 (8)), *Botrydiopsis arhiza*, *Polyedriella helvetica* (рисунок 4 (9)), *Polyedriella irregularis* (рисунок 4 (10)), *Characiopsis minuta* (рисунок 4 (12)), *Heterothrix exilis* (рисунок 3 (7)), *Chlamydomonas gloeogama* (рисунок 3 (8)), *Chlorohomidium flaccidum* f. *nitens* (рисунок 1 (6)).

Многие из названных видов при благоприятных условиях среды (влажности, температуры, наличии питательных веществ) образуют макроскопически заметные разрастания на поверхности почвы (рисунок 3). В весенний период в поверхностных разрастаниях основную численность и биомассу составляют диатомовые, зеленые, жёлто-зелёные водоросли; летом – зеленые и жёлто-зелёные; осенью преобладают сине-зелёные, составляя 93-99 %, численности и 60-90 % биомассы поверхностных разрастаний. При этом численность водорослей в пятнах «цветения» достигает 2,0-16,1 млн. клеток на 1 см<sup>2</sup>.

Жёлто-зелёные водоросли отзывчивы на окультуривание почвы. В старопахотных дерново-подзолистых почвах видовое разнообразие жёлто-зелёных водорослей обычно бывает в 3-4 раза больше по сравнению с целинной почвой. Жёлто-зелёные водоросли являются показателями чистых почв (рисунок 4). При различных способах загрязнения почвы данная группа водорослей исчезает.

На рисунках 5 и 6 отображены пластинки, используемые для оценки почвенных водорослей в Шорском национальном парке (кордон Медная) и урбанизированной зоне г. Новокузнецке.



- слабогоувлажнения (40 %)
  - 1 – *Actinochloris sphaerica*,
  - 2 – *Chlorosarcinopsis minor*,
  - 3 – *Navicula pelliculosa*,
  - 4 – *Characiopsis minutissima*,
- среднего увлажнения (60 %)
  - 5 – *Phormidium boryanum*,
  - 6 – *Chlorhormidium flaccidum f. nitens*,
  - 7 – *Tribonema ulotrichoides*,
  - 8 – *Bumilleria sicula*,
  - 9 – *Navicula mutica*,
- сильногоувлажнения (80 %)
  - 10 – *Cylandrospermum majus*,
  - 11 – *Gleocapsa minuta*,
  - 12 – *Nitzschiapalea*

Рисунок 1 – Водоросли, специфичные для участков различного увлажнения торфяников

- 1 – *Anabaena variabilis f. variabilis*,
- 2 – *Cylandrospermum stagnale*,
- 3 – *Oscillatoria limosa*,
- 4 – *Oscillatoria splendida*,
- 5 – *Pseudanabaena galeata*;
- 6 – *Closterium pusillum*,
- 7 – *Cosmarium cubcrenatum*,
- 8 – *Cosmarium cucurbita*,
- 9 – *Mesotaenium macricocum*;
- 10 – *Cylandrocystis brebissoni*,
- 11 – *Cylandrocystis crassa*,
- 12 – *Tetraedronminimu*

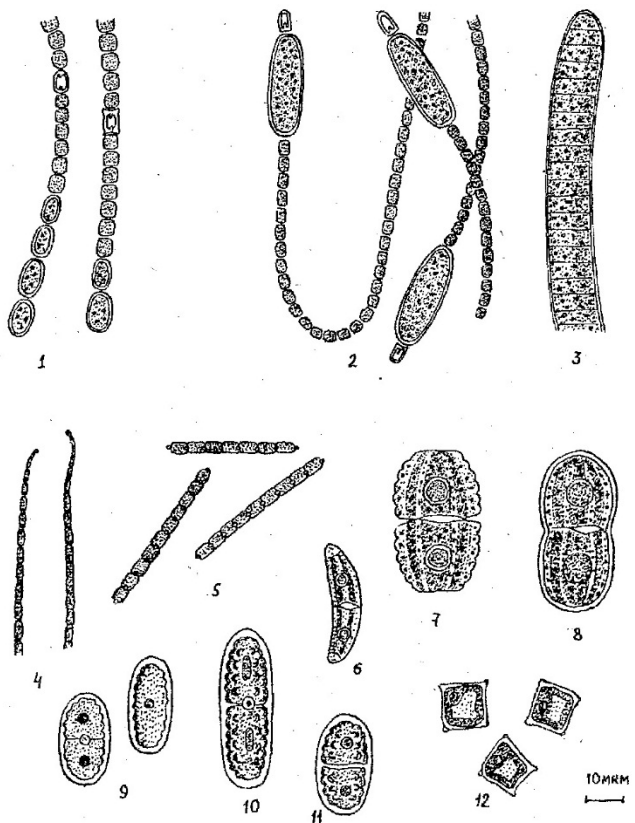
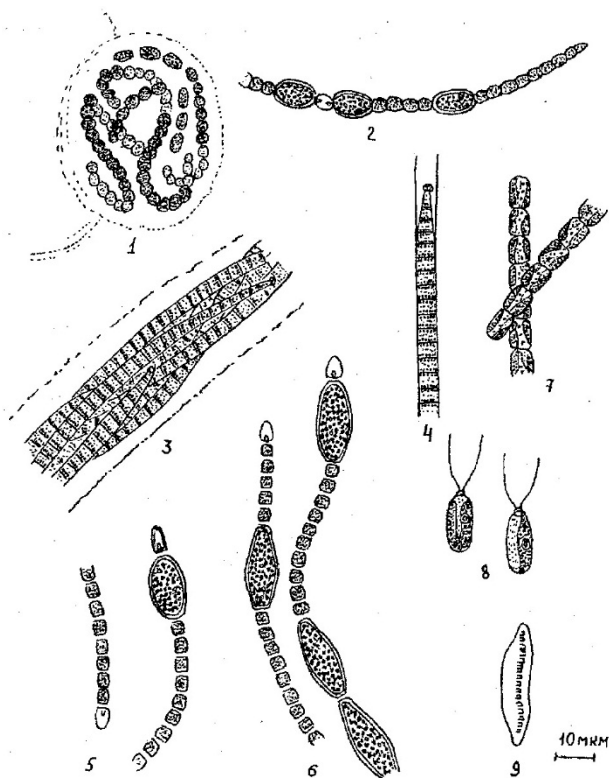


Рисунок 4 – Водоросли – показатели переувлажнения минеральных почв



- 1 – *Nostoc* sp.,
- 2 – *Anabaena sphaerica*,
- 3 – *Microcoleus vaginatus*,
- 4 – *Phormidium autumnale*,
- 5 – *Cylandrospermum muscicola*,
- 6 – *Cylandrospermum catenatum*,
- 7 – *Heterothrix exilis*,
- 8 – *Chlamydomonas gloegama*,
- 9 – *Hantzchia amphioxys*,

Рисунок 5 – Водоросли, вызывающие «цветение» пахотных почв

- 1 – *Pleurochloris magna*,
- 2 – *Pleurochloris imitans*,
- 3 – *Pleurochloris anomala*,
- 4 – *Pleurochloris pyrenoidosa*,
- 5 – *Pleurochloris inaequalis*,
- 6 – *Monodus chodatii*,
- 7 – *Ellipsoidion oocystoides*,
- 8 – *Botrydiopsis eriensis*,
- 9 – *Polyedriella helvetica*
- 10 – *Polyedriella irregularis*
- 11 – *Characiopsis saccata*,
- 12 – *Characiopsis minuta*,
- 13 – *Bumilleriopsis brevis*

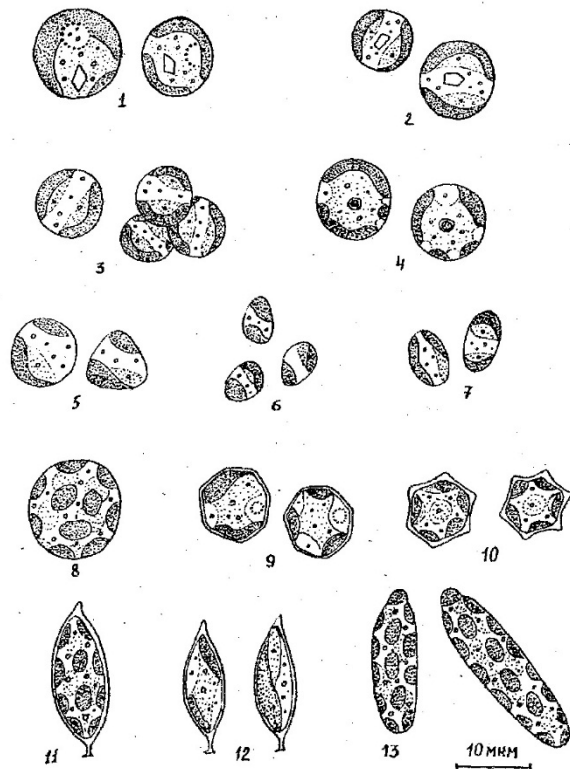


Рисунок 6 – Жёлто-зелёные водоросли – показатели чистых почв

Таблица 1- Водоросли на различных территориях Кемеровской области

Территория	Показатели чистых почв
Шорский национальный парк (кордон Медная)	6 – <i>Monoduschodatii</i> (30 клеточных образцов)
Центральный район г. Новокузнецка	6 - <i>Monoduschodatii</i> (4 клеточных образца)
	9 - <i>Polyedriella Helvetica</i> (2 клеточных образца)
	11 – <i>Characiopsis saccata</i> (5 клеточных образцов)



Рисунок 5- Изучение почвенных водорослей по Н.Г. Холодному – методу обрастания стёкол, (почвы Шорского национального парка «Кордон Медная»)



Рисунок 6 - Изучение почвенных водорослей по Н.Г. Холодному - методу обрастания стёкол (почвы Центрального района г. Новокузнецка)

**Вывод:** в собранных образцах почвы с территории Шорского национального парка был обнаружен 1 вид жёлто-зеленых водорослей *Monoduschodatii* в количестве 30 почвенных образцов, что свидетельствует о чистоте данной местности. В образцах с территорий Центрального района г. Новокузнецка обнаружены 3 вида жёлто-зеленых водорослей: *Monoduschodatii* в количестве 4-клеточных образцов; *Polyedriella Helvetica* в количестве 2-х клеточных образцов; *Characiopsis saccata* 5 клеточных образцов. Это говорит о том, что на территории г. Новокузнецка тоже встречаются чистые территории, где ответная реакция заключается в увеличении морфологических форм почвенных водорослей, что увеличит их способность к выживаемости в урбанизированных условиях.

## Заключение

Для наблюдения за ростом растений было выбрано кустарниковое растение – смородина. Проведены замеры в течение 3-х дней. На основе полученных данных составлены таблицы и построены графики. Средний прирост побегов составил 6,4 мм. Также рассчитаны абсолютная и относительная скорость роста побегов. Средняя абсолютная скорость роста составляет 0,067мм, средняя относительная скорость роста – 0,017 мм.

Процесс жизнедеятельности любого растения неразрывно связан с потреблением влагой. Из суточного объема полученной воды для фотосинтеза и физиологических потребностей растению необходимо только 10%. Оставшиеся 90% испаряются в атмосферу. Благодаря этому явлению температура листа снижается на десять градусов. Это важно, так как перегрев негативно сказывается на фотосинтезе и разрушает хлоропласты. Именно благодаря такой способности растений к избавлению от влаги они способны не погибать при высокой температуре.

Обычно пыльца у растений, произрастающих в нормальных условиях, хорошее качество пыльцы, процент нормальных пыльцевых зерен близок к 100%. Исходя из этого можно сделать вывод, что повышенного загрязнения на территории Шорского национального парка не наблюдается. По результатам проб, взятых на территории Центрального района г. Новокузнецка, можно сказать, что территория загрязнена, т.к. процент нормальных пыльцевых зерен достаточно низкий.

Проведя анализ полученных результатов можно сделать вывод о том, что исследуемые территории не являются чистыми (т.к. мы брали образцы клевера на территории, находящейся под антропогенным и техногенным влиянием), но и не являются загрязненными, т.к. ИСФ не достигает 70-80%.

Интенсивность света оказывает большое влияние на процесс фотосинтеза. С повышением интенсивности света ускоряется и фотосинтез, но прямой пропорциональной зависимости между интенсивностью света и

фотосинтезом не наблюдается. Зависимость фотосинтеза от количества света будет у разных растений неодинакова.

В собранных образцах почвы с территории Шорского национального парка был обнаружен 1 вид жёлто-зеленых водорослей *Monodus chodatii* в количестве 30 почвенных образцов, что свидетельствует о чистоте данной местности. В образцах с территорий Центрального района г. Новокузнецка обнаружены 3 вида жёлто-зеленых водорослей: *Monodus chodatii* в количестве 4-х клеточных образцов; *Polyedriella Helvetica* в количестве 2-х клеточных образцов; *Characiopsis saccata* 5 клеточных образцов. Это говорит о том, что на территории г. Новокузнецка тоже встречаются чистые территории, где ответная реакция заключается в увеличении морфологических форм почвенных водорослей, что увеличит их способность к выживаемости в урбанизированных условиях.



## Список используемой литературы

1. Соловьев Л. И. География Кемеровской области. Природа. – Кемерово, 2006 – 382 с.
2. Присянникова О. И. Антропогенная трансформация почв Кемеровской области. – Кемерово, 2005. – 300 с.
3. Куминова А. В. Растительность Кемеровской области. – Новосибирск, 1949. – 346 с.
4. Экологический мониторинг. Под редакцией Ашихминой Т. Я. – Москва: Академический Проект, 2005. – 416 с.
5. Тарчевский В. В. Классификация промышленных отвалов // Растительность и промышленные загрязнения: Охрана природы на Урале. Вып. 7. – Свердловск, 1970. – С. 84-89.
6. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение / Под ред. М. М. Овчаренко. – М., 1997. – С. 290.