

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Белорусский государственный педагогический университет  
имени Максима Танка»

**Ж.Э. Мазец, С.В. Судейная**

# ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

## Практикум

**В двух частях**

**Часть 1**

Минск 2009

УДК 581.1  
ББК 28.57  
М135

Печатается по решению редакционно-издательского совета БГПУ,  
рекомендовано секцией естественных и сельскохозяйственных наук БГПУ  
(протокол № 5 от 23.04.09)

Рецензенты:  
кафедра физиологии и биохимии растений БГУ;  
кандидат биологических наук, заведующий сектором биохимии ГНУ  
«ЦБС НАН Беларуси» *Е.В. Спиридович*

**Мазец, Ж.Э.**

М135 Физиология растений : практикум. В 2 ч. Ч. 1 / Ж.Э. Мазец, С.В. Судейная. – Минск: БГПУ, 2009. – 94 с.  
ISBN 978-985-501-759-3.

Пособие содержит лабораторные работы по четырем разделам курса «Физиология растений», позволяющие получить представления о физиологических процессах в растительном организме и методах их исследования.

Адресуется студентам педагогических вузов, обучающимся по биологическим специальностям. Может быть использовано для контроля знаний по теоретическому и лабораторному курсу «Физиология растений».

УДК 581.1  
ББК 28.57

ISBN 978-985-501-759-3 (ч. 1)  
ISBN 978-985-501-758-6

© Мазец Ж.Э.,  
Судейная С.В., 2009  
© БГПУ, 2009

# СОДЕРЖАНИЕ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>Тема 1. ФИЗИОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ</b> .....  | <b>8</b>  |
| Работа 1. Изучение вязкости цитоплазмы плазмолитическим методом .....  | 9         |
| Работа 2. Изучение проницаемости плазмалеммы и тонопласта .....  | 12        |
| Работа 3. Явления плазмолиза и деплазмолиза .....  | 16        |
| Работа 4. Влияние температуры на проницаемость клеточных мембран для бетацианина .....   | 18        |
| Работа 5. Движение цитоплазмы в растительных клетках .....   | 19        |
| Работа 6. Определение потенциального осмотического давления клеточного сока методом плазмолиза .....   | 24        |
| Работа 7. Определение сосущей силы (водного потенциала) тканей растений по изменению их размеров (метод Уршпрунга) .....                       | 26        |
| Работа 8. Определение водного потенциала растительных тканей по изменению концентрации внешнего раствора методом «струек» (по Шардакову) ..... | 30        |
| Вопросы и задачи по теме «Физиология растительной клетки» .....  | 34        |
| <b>Тема 2. ВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ</b> .....   | <b>38</b> |
| Работа 1. Определение поглощения воды растением потометрическим методом .....  | 39        |
| Работа 2. Изучение состояния устьичного аппарата растений .....  | 43        |
| Работа 3. Определение интенсивности транспирации весовым методом по Л.А. Иванову .....   | 47        |
| Вопросы и задачи по теме «Водный обмен растений» .....   | 50        |
| <b>Тема 3. МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ</b> .....   | <b>54</b> |
| Работа 1. Микрохимический анализ золы .....  | 55        |
| Работа 2. Обнаружение нитратов в растениях .....   | 59        |
| Вопросы и задачи по теме «Минеральное питание» .....   | 65        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Тема 4. ФОТОСИНТЕЗ</b> .....   | <b>68</b> |
| Работа 1. Извлечение пигментов из листьев .....   | 69        |
| Работа 2. Разделение пигментов листа хроматографическим методом .....   | 71        |
| Работа 3. Физические свойства пигментов листа .....   | 75        |
| Работа 4. Химические свойства пигментов листа .....   | 78        |
| Работа 5. Определение содержания основных пигментов фотосинтетического аппарата в листьях высших растений ..... | 82        |
| Работа 6. Образование крахмала в зеленых листьях на свету .....   | 85        |
| Работа 7. Образование сахара в зеленых листьях на свету .....   | 87        |
| Работа 8. Значение хлорофилла для образования в листьях крахмала .....  | 88        |
| Вопросы и задачи по теме «Фотосинтез» .....   | 90        |
| <b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....   | <b>93</b> |

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В практикуме представлены лабораторные работы по физиологии растений для студентов педагогических университетов по специальностям 1-02 04 01 Биология с дополнительными специальностями и 1-02 04 05-01 География. Биология.

Цель лабораторного практикума – углубление теоретических положений лекционного курса физиологии растений и освоение методики физиологического эксперимента. Пособие включает лабораторные работы по четырем разделам курса: «Физиология растительной клетки», «Водный обмен растений», «Минеральное питание» и «Фотосинтез».

В соответствии с новой рабочей типовой программой курса перечень работ несколько расширен, введены новые работы, соответствующие современному уровню технического оснащения кафедры. Работы сгруппированы по разделам курса, в конце каждого раздела приводятся задачи для закрепления теоретического и экспериментального материала. Приведенные работы рассчитаны на два часа, более продолжительные и объемные задания вынесены на полевую практику.

В каждой из предлагаемых работ приведены список материалов и оборудования, краткие теоретические объяснения, описание хода работы, рекомендации по оформлению результатов.

Работы выполняются побригадно (3–4 человека). Выполнению работы предшествует ознакомление с теоретическими положениями и ходом работы, формулирование цели и задач исследования. После выполнения работы каждая из бригад докладывает свои результаты. Полученные результаты заносятся в общую таблицу, подготовленную заранее на доске. Пользуясь пособием, студенты оформляют результаты эксперимента по определенной схеме. Работы предусматривают самостоятельную формулировку выводов с теоретическим обоснованием полученных результатов.

После изучения основных разделов курса проводятся семинары. Анализ записей и усвоение изучаемого материала контролируется преподавателем на каждом занятии.

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Лабораторные занятия по физиологии растений являются продолжением лекций и служат для закрепления и расширения знаний студентов по теоретическому курсу. Навыки экспериментальной работы, приобретенные студентами на занятиях, будут способствовать грамотной постановке физиологических опытов учителями на уроках и факультативных занятиях по биологии.

Пособие содержит описание лабораторных работ по четырем основным разделам программы по физиологии растений: «Физиология растительной клетки», «Водный обмен растений», «Минеральное питание» и «Фотосинтез». В каждом разделе практикума имеются работы двух типов: 1) сравнительно простые опыты, иллюстрирующие теоретические положения лекционного курса; 2) более сложные работы, связанные с количественным определением различных физиологических показателей. Перед лабораторной работой проводится предварительная беседа по теории и практике темы лабораторного занятия, выясняются цели и задачи выполняемого эксперимента, в конце занятия подводятся итоги и демонстрация полученных результатов.

Чтобы придать занятиям исследовательский характер при выполнении работ (там, где это возможно), используется несколько объектов – растения разных видов или выращенные в неодинаковых условиях или различные органы и ткани одного растения. Студенты работают по бригадам с одним из рекомендованных объектов, а затем результаты, полученные всей группой, сводятся в единую таблицу, оформляемую на доске.

Независимо от того, выполняется работа одним студентом, бригадой или всей группой, рабочую тетрадь должен вести каждый. Записи в тетрадях следует делать по **следующей схеме**:

1. Название темы.
2. Название работы и номер по порядку.
3. Дата на полях.
4. Цель работы. Объект исследования.
5. Задача исследования.
6. Методы исследования.
7. Материалы, оборудование.

8. Ход работы.
9. Результаты работы. Таблицы, графики, диаграммы, рисунки.
10. Анализ результатов по данной задаче исследования.
11. Выводы по пунктам.
12. Общая таблица по теме работы.
13. Выводы по общей таблице.

### **Требования к анализу результатов**

1. Теоретическое обоснование изучаемой темы.
2. Анализ отдельных результатов, сравнение их с теоретическими положениями.
3. Выявление закономерностей и их обсуждение.

### **Требования к таблицам**

1. Обозначение и нумерация «Таблица 1» дается над таблицей в левом углу.
2. Дать название таблице, которое отражает его основной смысл.
3. В таблице должны быть указаны: объекты исследования, варианты опыта, единицы измерения, повторность опыта, средние величины.
4. Единицы измерения указываются в заглавиях рубрик таблицы.
5. На каждой странице следует оставлять поля 2 см.

### **Обсуждение результатов**

1. Определить закономерность, объяснить ее.

### **Выводы**

Ответить на поставленный в начале работы вопрос.

Расчеты производить в специальных тетрадах, переносить в основную тетрадь только после проверки их преподавателем.

Между работами оставлять одну страницу для работы над ошибками.

В конце каждой темы приводятся вопросы и задачи, предназначенные для самостоятельной работы студентов.

## **Тема 1. ФИЗИОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ**

Живая растительная клетка представляет собой открытую гетерогенную биологическую систему, включающую в себя комплекс структур, взаимодействующих друг с другом и обменивающихся с окружающей средой веществом, энергией и информацией. В отличие от других эукариотических организмов для растительных клеток характерны: 1) пластидная система, возникающая в связи с фототрофным способом питания; 2) полисахаридная клеточная стенка, окружающая клетку; 3) центральная вакуоль в зрелых клетках, играющая важную роль в поддержании тургора.

Клеточная стенка состоит из комплекса полисахаридов и некоторых других полимеров (структурных белков, ферментов, фенольных соединений и др.), которые секретируются клеткой. Клеточная стенка растений отличается от клеточных стенок других организмов и выполняет следующие функции: внешнего скелета, защитно-изолирующую, участвует в поглощении и передвижении веществ. Вследствие гидрофильности компонентов, клеточная оболочка насыщена водой и играет роль буфера в водоснабжении клетки.

Основой структуры протопласта служат клеточные мембраны. Мембраны обуславливают все жизненно важные свойства и функции клеток: избирательную проницаемость, пространственное разобщение продуктов обмена, транспорт метаболитов внутрь клетки, особенности ферментативной активности, информационную и энергетическую деятельность. Одна из главных функций мембран – барьерная, позволяющая осуществить пространственное разграничение биохимических процессов внутри малого объема цитоплазмы, так в митохондриях происходит окисление, а в хлоропластах – восстановление.

Основными свойствами цитоплазмы являются вязкость, эластичность и движение. Они обуславливаются спецификой ее структуры – наличием микрофиламентов и микротрубочек, мембранных структур цитоплазмы.

Нормальное функционирование растительной клетки определяется согласованной деятельностью ее отдельных компонентов при обязательном участии мембран.

Поэтому целью данной темы является ознакомление с важнейшими свойствами живой цитоплазмы – вязкостью, проницаемостью, движением, раздражимостью, гетерогенностью составляющих ее белков; приобретение представлений о лабильности свойств цитоплазмы, их взаимосвязи и приспособительном значении; определение роли клеточной структуры и пограничных слоев цитоплазмы в поступлении воды и веществ в клетку.

## Работа 1. Изучение вязкости цитоплазмы плазмолитическим методом

**Цель:** ознакомиться с важнейшими свойствами живой цитоплазмы – вязкостью и влиянием на нее различных факторов.

**Объекты, реактивы, оборудование:** веточки элодеи или мхамниум, листья традесканции, камнеломки, бегонии, содержащие антоциан, луковицы синего лука; 0,8 М NaCl, 1М KNO<sub>3</sub>, 0,7М Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 1М сахара; препаровальные иглы, стеклянные палочки или глазные пипетки, фильтровальная бумага, пинцеты, предметные и покровные стекла, микроскопы.

### Краткие сведения

Одним из важнейших показателей физико-химического состояния коллоидов цитоплазмы является ее вязкость.

*Вязкость* – это способность цитоплазмы оказывать сопротивление перемещению одних частиц (ионы, молекулы, органеллы) относительно других. Цитоплазма в отличие от других вязких сред обладает так называемой структурной вязкостью, степень которой определяется мерой ее оводненности и спецификой строения белков микрофиламентов, определяющей количество точек скрепления между ними. Вязкость имеет большое приспособительное значение в жизни растений. Она легко изменяется под действием внешних факторов: температуры, водообеспеченности и т.д. Обезвоживание цитоплазмы естественным путем, например при созревании семян или под действием концентрированных кислот и щелочей, увеличивает ее вязкость. Ионы кальция и алюминия, образуя дополнительные точки скрепления между отдельными молекулами белков, повышают вязкость цитоплазмы. Ионы калия, напротив, увеличивают дисперсность коллоидов цитоплазмы, оводняют, разжижают ее.

Вязкость цитоплазмы зависит также и от внутренних факторов: видовых особенностей растения, характера экотипа, возраста органов и фазы онтогенеза растения. Она может быть различна в разных органах. В целом вязкость цитоплазмы весьма лабильный показатель, тесно связанный с жизнедеятельностью растений.

Имеется несколько методов определения вязкости цитоплазмы. Один из наиболее простых и наглядных – определение вязкости по

времени плазмолиза. Время плазмолиза – это промежуток времени от погружения клеток в гипертонический раствор до появления выпуклого плазмолиза более чем у половины клеток в поле зрения микроскопа. Время плазмолиза находится в прямой зависимости от вязкости цитоплазмы. Чем ниже вязкость, тем легче цитоплазма отстает от клеточной оболочки и промежуточный, вогнутый плазмолиз быстрее переходит в выпуклый, т.е. время плазмолиза меньше.

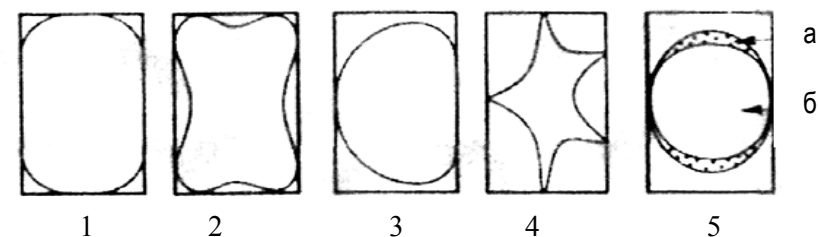


Рис. 1. Формы плазмолиза: 1 – уголковый; 2 – вогнутый; 3 – выпуклый; 4 – судорожный; 5 – колпачковый (а – цитоплазма; б – вакуоль)

Если переход от вогнутого к выпуклому плазмолизу не происходит в течение длительного времени наблюдения (20 мин.), то отмечают, что время плазмолиза данного объекта > 20 мин. В качестве плазмолитика используется либо 0,8 М раствор NaCl, либо 1М раствор сахаразы.

### Ход работы

Кусочек ткани исследуемого объекта поместить на предметное стекло в каплю воды и рассмотреть исходное состояние клеток. Убрать полоской фильтровальной бумаги воду и капнуть 0,8 М раствор NaCl (кроме задачи 5). Отметить время погружения объекта в раствор. Каждые 5 мин. отмечать степень плазмолиза, делая при этом соответствующие зарисовки типичной клетки по образцу таблицы 1. В конце графы записать время плазмолиза.