

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«Саратовский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского»

В. В. Коробко, С.А.Степанов

**Физиология растений:
сборник заданий
для подготовки к занятиям**

Для студентов биологического факультета, обучающихся
по направлению бакалавриата 06.03.01 «Биология».

Саратов
2015

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ К ЗАНЯТИЯМ.....	4
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПО РАЗДЕЛАМ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ.....	15
ИТОГОВАЯ ПРОВЕРКА ЗНАНИЙ.....	25
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	29

САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения дисциплины является ознакомление с мировоззренческими и методологическими проблемами физиологии растений, познание закономерностей жизнедеятельности растений, понимание биохимических, молекулярных и генетических основ осуществления простых и сложных метаболических процессов, взаимозависимости между ними, механизмов их регуляции в системе целого растения. Результаты изучения дисциплины позволяют оценить перспективы развития физиологии растений в соответствии с её основными задачами: 1) разработка теоретических основ высокоэффективного земледелия; 2) применение знаний биологии растений в биотехнологии; 3) дальнейшее выяснение роли растений в сохранении экологических систем и поддержания стабильности биосферы.

Для успешного освоения данного курса необходимы базовые знания анатомии растений, морфологии растений, биохимии, биофизики.

Знания, полученные студентами при изучении курса «Физиологии растений», потребуются студентам при освоении курсов «Введение в биотехнологию», «Экология», «Большой практикум», специальных курсов а также будут использованы как теоретический и практический фундамент в профессиональной деятельности.

Для формирования у студентов целостных представлений о функционировании растительных организмов важной частью изучения материала является самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа студентов заключается в поиске и обработке информации по основным разделам дисциплины, как в библиотечном фонде, так и в электронных базах данных. Организация и контроль выполнения самостоятельной работы студентами осуществляется через представление докладов и рефератов, подготовленных во время семестра. Доклады завершаются дискуссией по основным вопросам, затронутым в устных сообщениях.

Данное пособие включает вопросы для подготовки к занятиям, темы для докладов и рефератов, контрольные задания и задачи для текущей проверки знаний, вопросы для итоговой проверки, список литературы. Дополнительно студенты могут осуществлять рецензирование научно-популярной литературы и периодических изданий по проблемным вопросам современного естествознания; подготовку презентаций по темам, составление словариков терминов, используемых в данной дисциплине, списка персоналий с указанием наиболее важных открытий названных ученых в области естественных наук.

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ К ЗАНЯТИЯМ

Вопросы для подготовки представлены к каждому разделу. Кроме материала, рассмотренного на лекциях, рекомендуется при подготовке пользоваться как основной, как и дополнительной литературой. После изучения темы, необходимо проверить свои знания, устно ответив на вопросы для текущей проверки знаний, письменно решить задачи.

Студентам также предлагается рецензирование современной научно-популярной литературы, научно-популярных фильмов. Такой вид работы предполагает ознакомление с книгой, статьей, научно-популярным фильмом, представлением краткого рассказа, оценки содержания в соответствии с современными представлениями, выражения собственного мнения по рассмотренной проблеме. Такая деятельность студента способствует возникновению интереса к проблемам современной науки, повышению интеллектуального уровня студентов, а также ознакомлению с современными научно-популярными источниками знания, что без сомнения, необходимо для дальнейшей профессиональной деятельности выпускников биологического факультета.

При создании терминологических словарей и списка персоналий можно систематизировать сведения по алфавиту, охватывая материал всей дисциплины, по основным разделам, а также использовать хронологический подход.

При подготовке мультимедийных презентаций не допускается использование аналогичных работ из интернета. Презентация должна содержать актуальность проблемы, Иллюстративный материал в виде фотографий, рисунков, схем, текстовое наполнение должно быть кратким, но емким, понятным.

Для подготовки докладов и рефератов требуется использование значительного количества дополнительной литературы. Доклад должен быть представлен в устной форме на семинарском занятии. Основные требования к докладу, который делается в устной форме – это понятное и интересное изложение материала с привлечением схем, рисунков, которые могут быть выполнены на доске во время доклада или подготовлены заранее. При этом не допускается чтение доклада с листа.

Реферат представляется в печатном виде. Он должен иметь титульный лист (с указанием названия дисциплины, конкретной темы, Ф.И.О. студента, факультета, курса, формы обучения), план (оглавление), основную часть, заключение, список используемой литературы (не менее 5). Нецелесообразным представляется использовать в качестве базовой литературы учебники, а также справочную литературу. Реферат должен быть предоставлен на проверку в папке-скоросшивателе, выполнен на листах формата А4. Приведенные в работе таблицы и рисунки должны иметь порядковую нумерацию и название, отражающее их содержание. Недопустимо наличие грубых ошибок в содержании, большого количества ошибок в оформлении.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПО РАЗДЕЛАМ ДИСЦИПЛИНЫ

Физиология растений как раздел биологии

Вопросы для подготовки

1. Предмет, задачи и основные направления развития физиологии растений.
2. История развития физиологии растений за рубежом и в России.

Темы рефератов

1. Вклад наших соотечественников в развитие физиологии растений.
2. Связь физиологии растений с другими биологическими дисциплинами.
3. А.С. Фаминцын (1835 -1918) – основатель физиологии растений в России (основные работы, выдающиеся ученики).
4. Разработка хроматографического метода анализа пигментов растений М.С. Цвет (1872-1919).

Фотосинтез

Вопросы для подготовки

1. Общее уравнение фотосинтеза. Происхождение O_2 при фотосинтезе. Световая и темновая фазы фотосинтеза.
2. Фоторедукция.
3. ФАР. Энергия квантов света.
4. Пигменты пластид. Хлорофиллы, структура и состав.
5. Биосинтез хлорофиллов и каротиноидов.
6. Физико-химические свойства хлорофиллов.
7. Фикобилины. Структура и физико-химические свойства, значение фикобилинов.
8. Каротиноиды. Структура и физико-химические свойства, значение каротиноидов.

9. Представления о фотосинтетической единице и квантосомах.
10. Представление о двух световых реакциях, фотосистемы I и II, компоненты фотосистем.
11. Циклическое фотофосфорилирование.
12. Нециклическое и псевдоциклическое фотофосфорилирование. Z- схема ЭТЦ, основные положения.
13. Механизмы физических реакций фотосинтеза, механизмы миграции энергии в ССК.
14. Механизмы фотохимических реакций.
15. Механизмы энзиматических реакций фотосинтеза.
16. Темновая фаза фотосинтеза. Цикл Кальвина (C₃-путь фотосинтеза).
17. Фотодыхание.
18. Темновая фаза фотосинтеза. C₄- путь фотосинтеза.
19. Малатный и аспартатный типы C₄- пути фотосинтеза.
20. Темновая фаза фотосинтеза. Фотосинтез по типу толстянковых (CAM-метаболизм).
21. Регуляция фотосинтеза на уровне листа.
22. Регуляция процессов фотосинтеза в целом растении.
23. Экология фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от интенсивности и спектрального состава света.
24. Экология фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от концентрации диоксида углерода, кислорода и температуры.
25. Экология фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от водного режима и минерального питания. Фотосинтез, рост и продуктивность растений.

Темы рефератов и сообщений

1. Исторический очерк изучения фотосинтеза в России.
2. Значение зеленых растений для биосферы Земли.
3. Суточные и сезонные ритмы фотосинтеза.
4. Фотопротекторная функция каротиноидов растений.

Дыхание растений

Вопросы для подготовки

1. Типы окислительно-восстановительных реакций. Оксидоредуктазы- анаэробные и аэробные дегидрогеназы.
2. Оксидазы и оксигеназы.
3. Гликолиз, его регуляция. Функции гликолиза.
4. Цикл Кребса, его регуляция. Функции цикла Кребса.
5. Глиоксилатный цикл, его регуляция.
6. Пентозофосфатный цикл окисления глюкозы, его значение в энергетическом и пластическом обмене. Регуляция цикла.
7. Прямое окисление сахаров. Взаимосвязь различных путей диссимиляции глюкозы.
8. Электронтранспортная цепь митохондрий. Окислительное фосфорилирование.
9. Механизмы сопряжения дыхания и фосфорилирования: химическая и механохимическая гипотезы, хемиосмотическая теория П.Митчелла.
10. Разнообразие путей переноса электронов и протонов в клетке – митохондриях, ЭР, плазмалемме, цитоплазме. Представление о свободном и сопряженном дыхании. Дыхательный контроль.
11. Субстраты дыхания и дыхательный коэффициент.
12. Глюконеогенез.
13. Фотодыхание, его значение.
14. Зависимость дыхания от факторов внешней и внутренней среды.

Темы рефератов и сообщений

1. Вклад А.Н.Баха, В.И.Палладина, С.П.Костычева в изучение дыхания.
2. Изменения интенсивности дыхания в онтогенезе растения.
3. Законы биоэнергетики.
4. История развития представлений о механизмах образования АТФ.

Водный обмен растений

Вопросы для подготовки

1. Значение воды для жизнедеятельности растений. Структура и свойства воды.
2. Формы воды в клетке.
3. Осмотическое поглощение воды. Растительная клетка как осмотическая ячейка.
4. Состояние воды в почве. Корневая система как орган поглощения воды.
5. Поглощение воды корнем и её радиальный транспорт
6. Корневое давление. Механизмы корневого давления.
7. Гуттация и «плач» растений.
8. Устьичная и кутикулярная транспирация. Лист как орган транспирации. Фазы транспирации.
9. Регуляция устьичной транспирации.
10. Передвижение воды по сосудистой системе. Теория сцепления.
11. Водный дефицит и его влияние на физиологические процессы.
12. Особенности водного обмена у растений различных экологических групп.

Темы рефератов и сообщений

1. Осмотический и коллоидно-химический механизмы поступления воды в клетку.
2. Аквапорины, их роль в водном режиме растений. Свойства, классификация аквапоринов.

Минеральное питание

Вопросы для подготовки

1. Развитие учения о минеральном питании растений - водная, гумусовая, минеральная теории питания растений.
2. Содержание минеральных элементов в растении. Макро-микроэлементы.

3. Круговорот азота в биосфере. Доступные для растения формы азота в почве.
4. Фиксация молекулярного азота. Молекулярный механизм азотфиксации.
5. Редукция нитрата. Группы растений по месту редукции нитратов.
6. Пути ассимиляции аммиака.
7. Роль органических кислот в акцептировании аммиака, аминокислот и амидов в реакциях трансаминирования.
8. Фосфор. Доступные формы, участие в обмене веществ.
9. Сера. Доступные формы, участие в обмене веществ.
10. Калий. Доступные формы, участие в обмене веществ.
11. Кальций. Доступные формы, участие в обмене веществ.
12. Магний. Доступные формы, участие в обмене веществ.
13. Макроэлементы железо, кремний, алюминий. Распространение и значение в жизни растений.
14. Микроэлементы. Распространение и значение в жизни растений.
15. Механизмы поглощения ионов растительной клеткой, фазы поглощения.
16. Способы проникновения ионов через мембраны, пассивный и активный транспорт.
17. Влияние внешних факторов на поглотительную активность и минеральный состав растений.
18. Минеральное питание в онтогенезе растений.
19. Физиологические основы применения удобрений.

Темы рефератов и сообщений

1. Вклад Б.П. Строганова (1909 – 1994) в изучение солеустойчивости растений.
2. Гетеротрофный способ питания растений. Сапрофиты, паразиты, насекомоядные растения.
3. Роль микроорганизмов в минеральном питании растений.

Физиология обмена веществ у растений

Вопросы для подготовки

1. Возможные этапы первичного биосинтеза органического вещества. Значение веществ, синтезируемых в растениях. Первичные и вторичные растительные вещества.
2. Синтез нуклеиновых кислот и белков.
3. Липиды и их обмен.
4. Углеводы. Моносахариды, полисахариды 1 и 2 порядка.
5. Биосинтез сахарозы. Использование сахарозы растением.
6. Транспорт сахарозы.
7. Клетчатка, синтез клетчатки растением.
8. Органические кислоты.
9. Гидроароматические соединения.
10. Фенольные соединения.
11. Гликозиды.
12. Эфирные масла и смолы. Каучук и гутта.
13. Дубильные вещества. Лигнин.
14. Алкалоиды. Роль алкалоидов в растениях.
15. Витамины. Роль витаминов в растении.
16. Антибиотики, фитонциды, фитоалексины.
17. Нейромедиаторы.
18. Самосборка и биогенез клеточных структур.
19. Накопление и выделение веществ. Накопление углеводов, органических кислот, жиров, белков, фосфатов.
20. Способы выделения веществ растением, специализированные секреторные структуры.
21. Биогенетическая связь продуктов первичного и вторичного метаболизма растений.

Темы рефератов и сообщений

1. Вклад А.Р. Кизеля (1882 -1942) в развитии биохимии растений и молекулярной биологии в России.
2. Выделение нектара, секреция полисахаридов.
3. Секреция белков, терпеноидов. Выделение солей.

Рост и развитие растений

Вопросы для подготовки

1. Общие закономерности роста.
2. Особенности роста органов растения.
3. Гормональные и негормональные регуляторы роста.
4. Зависимость роста от внешних факторов.
5. Движения растений.
6. Основные закономерности онтогенеза.
7. Ювенильный этап онтогенеза.
8. Влияние внешних условий на зацветание.
9. Детерминация пола растений.
10. Цветение, опыление и оплодотворение.
11. Развитие и созревание плодов и семян.
12. Старение и смерть клетки, органа и организма.

Темы рефератов и сообщений

1. Гормоны цветения.
2. Образование клубней и луковиц.

Адаптация и устойчивость растений

Вопросы для подготовки

1. Способы защиты и надежность растительных организмов. Физиология стресса.

2. Определяющая роль сигнальных систем в формировании адаптационного синдрома (стресса).
3. Механизмы стресса на клеточном уровне. Основные неспецифические изменения при стрессе.
4. Протонная, MAP-киназная, кальциевая сигнальные системы.
5. Аденилатциклазная, липоксигеназная, НАДФ– оксидазная, NO-синтазная сигнальные системы.
6. Фосфатидатная сигнальная система, протеинкиназы и протеинфосфатазы.
7. Механизмы стресса и адаптации на организменном, популяционном уровнях.
8. Действие высоких температур и жароустойчивость растений.
9. Действие дефицита влаги и засухоустойчивость.
10. Устойчивость растений к низким температурам. Холодостойкость, морозоустойчивость.
11. Действие повышенного содержания солей в почвах и солеустойчивость.
12. Растения в условиях аноксии и гипоксии. Окислительный стресс.
13. Действие вредных веществ атмосферы и газоустойчивость растений.
14. Устойчивость растений к тяжелым металлам.
15. Устойчивость растений к инфекционным болезням.

Темы рефератов и сообщений

1. Вклад Н.А. Максимова (1880 – 1952) в изучение физиологии устойчивости растений.
2. Физиология больного растения.
3. Понятие «кросс-адаптация».

Системы регуляции и интеграции физиологических процессов

Вопросы для подготовки

1. Клеточные компоненты систем регуляции – мембраны, органеллы, цитоскелет, клеточная стенка.
2. Регуляция активности ферментов.
3. Мембранная система регуляции.
4. Генетическая система регуляции. Регуляция экспрессии генов.
5. Тканевый уровень систем регуляции: трофической, гормональной и электрофизиологической.
6. Трофическая система регуляции. Донорно-акцепторные взаимодействия.
7. Гормональная система регуляции. Общие принципы гормональной регуляции.
8. Электрофизиологическая система регуляции.
9. Организменный уровень интеграции по В.В.Полевому.
10. Организменный уровень интеграции по О.П.Зубкусу.
11. Доменный принцип интеграции структуры и функций растения по Ю.В.Гамалея.
12. Раздражимость растительных клеток. Законы раздражимости.
13. Механизмы передачи раздражения.
14. Фоторецепция в красной области спектра: фитохромная система.
15. Фоторецепция в синей области спектра: криптохром и фототропин.

Темы рефератов

1. Вклад Ч.Дарвина (1809 -1882) и Ф.Дарвина (1848 – 1925) в изучение гормонов растений.
2. Значение работ Д.Ч. Боса (1858 -1937) по электрофизиологии растений.
3. Гормоны ауксины и цитокинины, их взаимодействие.
4. Гормоны гиббереллины. Гибберелин и цветение растений.

5. Абсцизовая кислота. Биосинтез абсцизовой кислоты, физиологические эффекты.
6. Этилен. Биосинтез этилена, физиологические эффекты.
7. Другие гормональные вещества растений – брассиностероиды, жасминовая кислота, салициловая кислота, олигосахариды, короткие пептиды.

САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

Контрольные вопросы и задания для текущей проверки знаний

Фотосинтез

1. Структурная и биохимическая организация фотосинтетического аппарата растений.
2. Пигментные системы растений, их значение в поглощении и преобразовании энергии.
3. Каково влияние pH на фотосинтез, в чем конкретно оно может проявляться? Растения одного вида освещали сначала красным, а затем синим светом такой же интенсивности. В каких лучах будет интенсивнее поглощаться углекислота и почему?
4. Какие особенности строения молекулы хлорофиллов обеспечивают оптические свойства этих пигментов?
5. Сколько органического вещества выработает растение за 15 минут, если известно, что интенсивность фотосинтеза составляет $20 \text{ мг/дм}^2 \cdot \text{час}$, а поверхность листьев равна $2,5 \text{ м}^2$?
6. Сущность работы реакционного центра фотосистем.
7. Почему пигмент реакционного центра должен иметь наиболее длинноволновый максимум поглощения?
8. Чем отличается хлорофилл *a* от хлорофилла *b*?
9. Какими химическими и физическими свойствами обладает хлорофилл?
10. Что такое флуоресценция?
11. По каким законам передается энергия от одного пигмента к другому? Каков механизм этой передачи?
12. В зонах с умеренным климатом концентрация CO_2 в атмосфере меняется на протяжении года циклическим образом: зимой она бывает примерно на 1,5% выше, чем летом. Объясните это явление.

13. Одинакова или различна интенсивность фотосинтеза у растений разных видов одного рода в оптимальных условиях?
14. Как влияет расположение листьев на растении на интенсивность фотосинтеза?
15. Как и почему изменяется интенсивность фотосинтеза с возрастом?
16. Почему при снижении уровня оводненности тканей растений наблюдается угнетение фотосинтеза?
17. Интенсивность фотосинтеза составляет $20 \text{ мг/дм}^2 \cdot \text{час}$. Поверхность листьев равна $2,5 \text{ м}^2$. Сколько органического вещества выработает растение за 30 минут.
18. Измерение фотосинтеза методом листовых пластинок проводилось с 8 до 12 часов. Взвешивание высушенных проб листьев дало следующие результаты: а) освещенные листья: 8 ч – $0,2203 \text{ г}$, 12 ч – $0,2603 \text{ г}$; б) затемненные листья: 8 ч – $0,2350 \text{ г}$, 12 ч – $0,2050 \text{ г}$. Площадь всех проб была одинаковой и составляла 100 см^2 . Вычислить интенсивность фотосинтеза.

Дыхание растений

1. Вклад российских ученых в развитие учения о биологическом окислении.
2. Дыхание – как функция приспособления растений к среде.
3. Современные энергетические процессы, как результат эволюции биосистем.
4. Взаимосвязь различных типов энергетического обмена.
5. Состояние и регуляция энергетического обмена при патологии.
6. Почему дыхание называют центральным звеном обмена веществ в растении?
7. Почему дыхание представляет собой не прямое окисление субстрата, а многоэтапный процесс?
8. Как значение дыхательного коэффициента зависит от природы дыхательного субстрата?

9. Какие продукты дыхания могут служить исходным веществом для синтеза жиров?

10. Отличия энергообеспечения гетеротрофных и автотрофных организмов.

11. Существует мнение, что вредно оставлять на ночь цветы в комнате, так как они поглощают кислород, необходимый для дыхания человека. Насколько обоснованы эти опасения? Для ответа на этот вопрос подсчитайте, до какой величины (%) снизится содержание кислорода против обычного – (21% по объему) в комнате объемом в 45 куб. м в течение 10 часов за счет дыхания растений, общим весом 2 кг. Интенсивность дыхания 12 мл кислорода на 1 г веса в сутки. (1 л = 1 куб. дм ; 1 куб. м = 1 000 куб. дм)

12. 20 г почек выделили за 30 минут 4 мг углекислого газа. Определить интенсивность дыхания на 1 г сухого веса в 1 час, если влажность почек составляет 55 % к сырому весу.

13. Сколько углекислого газа выделит 2 кг семян за сутки? Известно, что интенсивность дыхания этих семян составляет 0,09 мг углекислого газа в 1 час на 1 г сухого веса. Содержание воды в семенах 35%.

Водный обмен

1. Общие закономерности поглощения воды и растворенных веществ клеткой.

2. Какую роль выполняет эндодерма при радиальном транспорте воды и растворенных веществ в корне?

3. Как можно измерить корневое давление растений в полевых и лабораторных условиях?

4. Физиологическая роль различных форм воды в клетках и тканях растений.

5. Химический потенциал и активность воды как показатели состояния воды в растительных клетках. Понятие водный потенциал клетки.

6. Как зависит поглощение воды корнем от внешних факторов: температуры, аэрации, водоудерживающей силы почвы.

7. В чем заключается физиологическое значение транспирации?
8. Типы транспирации.
9. Какие количественные показатели характеризуют транспирационный процесс?
10. Фрагменты эпидермиса лука помещены в 0,8 М раствор сахарозы и в 0,8 М раствор хлористого натрия. В каком растворе будет наблюдаться более сильный плазмолиз? Объяснить ответ. (изотонич. коэф. для 0,8 М хлористого натрия составляет 1,64)
11. Две живые растительные клетки соприкасаются друг с другом. Первая клетка имеет осмотическое давление 10 атм, а тургорное - 5 атм, а вторая 15 и 12 атм, соответственно. Какая из клеток будет отдавать воду, а какая - всасывать? Объяснить.
12. Фрагменты эпидермиса лука помещены в 0,8 М раствор сахарозы и в 0,6 М раствор хлористого натрия. В каком растворе будет наблюдаться более сильный плазмолиз? Объяснить ответ. (изотонич. коэф. для 0,6 М хлористого натрия составляет 1,68).

Минеральное питание

1. Основные методы изучения минерального питания и водного режима растений.
2. Гидропоника. Принципы составления питательных смесей при выращивании растений без почвы.
3. Особенности азотного питания бобовых растений.
4. Некорневое минеральное питание.
5. Особенности обмена минеральных веществ растений, произрастающих в различных местах обитания. Растения известковых почв и кальцефобные растения.
6. Особенности солевого обмена галофитов.
7. Влияние реакции почвенного раствора на доступность питательных ве-

ществ и поглотительную активность корневой системы.

8. Нарушения физиологических процессов, возникающие при недостатке отдельных элементов.

9. Какие минеральные элементы в растении могут быть реутилизированы?

10. В каких листьях – молодых или старых - быстрее обнаруживаются признаки фосфорного голодания при недостатке фосфора?

11. Как объяснить уменьшение содержания нитратов при выставлении растений на яркий свет?

12. Значение микроэлементов в метаболизме растения.

13. Содержание и распределение макроэлементов в растении.

14. Физиологическое обоснование применения удобрений для получения высоких урожаев.

15. Какое влияние оказывает избыток минеральных веществ на растительный организм?

16. Типы взаимодействия ионов. Антагонизм и синергизм ионов.

17. Какие существуют методы изучения количественного содержания минеральных веществ в почве и тканях растений?

Физиология обмена веществ у растений

1. Пластический и энергетический обмен – как фундаментальное свойство живой материи.

2. Какое вещество является ключевым в превращении углеводов, жиров и белков? Где оно образуется и какие вещества являются его производными?

3. Какие транспортные формы азота имеются в растении?

4. Какова роль донорно-акцепторных отношений между органами растений в обмене и транспорте органических веществ?

5. Превращения азота при синтезе белковых веществ в растении.

6. Превращения белковых веществ при прорастании семян.

7. Превращения углеводов при прорастании семян.

8. Какие специализированные структуры участвуют в накоплении вторичных метаболитов?
9. Какую роль играют фенольные соединения в жизни растения?
10. Пространственная организация синтеза и накопления вторичных метаболитов в растении на уровне клетки и ткани.
11. Роль пероксисом в организации метаболизма растений.
12. Вторичные метаболиты растений и перспективы их использования при защите растений от вредителей и патогенов.

Рост и развитие растений

1. Какой процесс называется ростом? Всегда ли рост растения или его органов сопровождается увеличением размеров или массы?
2. Какие фазы выделяют в жизни клетки?
3. Что такое рост растяжением? Из каких этапов он состоит?
4. Какие механизмы растяжения клетки вы знаете? Как происходит центральная вакуоль? Как происходит фиксация размера растянувшейся клетки?
5. Что такое дифференцировка? Какие типы дифференцировки вы знаете?
6. Что такое дедифференцировка? Какие клетки могут дедифференцироваться?
7. Чем отличается рост растений от роста животных?
8. Что такое апикальное доминирование? Как можно его нарушить? Какое значение оно имеет?
9. Что такое полярность? У каких органов растения она выражена сильнее?
10. Что такое регенерация? Какое значение она имеет для растения?
11. Чем отличаются кривые роста (кривые Сакса) у растений разных видов и в различных условиях?
12. Что понимают под ритмичностью роста? Приведите примеры суточной и сезонной ритмичности роста?

13. Что такое покой? Какие типы покоя вы знаете? Какое значение имеет покой в жизни растения?
14. Что такое развитие? Какие растения называют монокарпическими и какие поликарпическими?
15. Какие факторы индуцируют развитие?
16. Какие этапы онтогенеза вы знаете?
17. Чем отличается период вегетативного развития от периода генеративного развития?
18. Что такое морфогенез? Из чего он состоит?
19. Какие вещества могут быть гормонами?
20. Какие известны синтетические регуляторы роста? Для чего их используют?
21. Что такое фотопериодизм? Какой пигмент воспринимает длину дня и ночи?
22. Что такое яровизация? Какое значение имеет яровизация?
23. Какие гормоны, по теории М.Х. Чайлахяна, индуцируют заложение цветков в меристеме?
24. Почему корни и листья влияют на сексуализацию цветка?
25. Какие внешние условия стимулируют образование мужских или женских цветков?

Адаптация и устойчивость растений

1. Какой фактор называется стрессорным? Что такое стресс?
2. Какие первичные неспецифические процессы наблюдаются в клетках растений при сильном и быстро нарастающем действии стрессора?
3. Что такое адаптация? Какая адаптация называется эволюционной (генетической), онтогенетической и срочной?
4. Что такое жароустойчивость (термотолерантность)?

5. Что такое система белков теплового шока?
6. Как влияет повышенная температура на клеточные мембраны?
7. Как влияет повышенная температура на фотосинтез и дыхание?
8. Как влияет повышенная температура на водный обмен клетки?
9. Что такое засухоустойчивость?
10. Как влияет избыточное количество воды в почве на растение?
11. Какие приспособления к затоплению возникают у мезофитов в ходе онтогенеза?
12. Что такое холодоустойчивость? Чем отличаются устойчивые к холоду сорта от неустойчивых?
13. Что является причиной гибели растений под действием отрицательных температур?
14. Что называют морозоустойчивость? Какова биологическая роль антифризных белков?
15. Что такое зимостойкость?
16. Что понимают под термином «солеустойчивость» (галотолерантность)? Как изменяется течение физиологических процессов у галиофитов в условиях избыточной концентрации солей?
17. Как влияет на растение качество засоления?
18. Какие вещества, из попадающих в атмосферу, наиболее токсичны для растений? От чего зависит газоустойчивость растений?
19. Ход каких физиологических процессов нарушает облучение растения УФ – радиацией? Какие изменения происходят в мембранах и в органеллах клеток растений?
20. Какие приспособления помогают растения снижать интенсивность поступающей УФ – радиации?
21. Какое влияние оказывают тяжелые металлы на растения?
22. Какие механизмы помогают клеткам растений уменьшать действие тяжелых металлов на физиологические процессы?

23. Какие антиоксиданты и антиоксидантные ферменты существуют в клетке в условиях стресса?

Системы регуляции и интеграции физиологических процессов

1. Что такое «сигнальная система»? Основные компоненты сигнальных систем в растительном организме и принципы работы.
2. Что такое целостность растения? Какие существуют гипотезы относительно природы целостности растения?
3. Чем представлена регуляторная система клеток?
4. Что такое генетическая система регуляции физиологии клеток?
5. Что такое мембранная система регуляции физиологии клеток?
6. Что такое ферментативная система регуляции физиологии клеток?
7. Чем представлена гормональная система регуляции физиологии растений?
8. Чем представлена электрофизиологическая система регуляции физиологии растений?
9. Что такое потенциал покоя (ПП) клеток? В чём заключаются отличия ПП растительных клеток от ПП клеток животных?
10. Что такое потенциал действия (ПД)? В чём заключаются отличия ПД клеток растительных и животных объектов?
11. Что такое переменный потенциал (ВП) клетки? Механизмы возникновения ВП клетки?
12. Какие основные компоненты трофической системы регуляции физиологии растений?

Вопросы для итоговой проверки знаний

1. Предмет, задачи и основные направления развития физиологии растений.
2. Клеточный и тканевый уровни систем регуляции гомеостаза растений.
3. Гормональная система регуляции. Общие принципы гормональной регуляции.
4. Электрофизиологическая система регуляции.
5. Значение зеленых растений для биосферы. Общее уравнение фотосинтеза. Происхождение O_2 при фотосинтезе. Две фазы фотосинтеза.
6. Пигменты пластид. Хлорофиллы, каротиноиды, фикобилины. Структура, свойства, значение.
7. Миграция энергии и транспорт электронов при фотосинтезе. Фотосистема I и фотосистема II (реакционные центры, антенные комплексы фотосистем).
8. Фотофосфорилирование. Механизмы фотофосфорилирования.
9. Темновая фаза фотосинтеза. Цикл Кальвина (C_3 -путь фотосинтеза).
10. Темновая фаза фотосинтеза. C_4 - путь фотосинтеза, малатный и аспартатный типы фотосинтеза.
11. Темновая фаза фотосинтеза. Фотосинтез по типу толстянковых (CAM-метаболизм).
12. Регуляция фотосинтеза на уровне листа, в целом растении.
13. Экология фотосинтеза.
14. Фотосинтез, рост и продуктивность растений.
15. Уравнение дыхания. Значение дыхания в энергетическом и пластическом обмене.
16. Взаимосвязь различных путей диссимиляции глюкозы.
17. Электронтранспортная цепь митохондрий. Окислительное фосфорилирование.
18. Механизмы сопряжения дыхания и фосфорилирования: химическая и механохимическая гипотезы, хемиосмотическая теория П.Митчелла.
19. Законы биоэнергетики.

20. Разнообразие путей переноса электронов и протонов в клетке – митохондриях, ЭР, плазмалемме, цитоплазме. Представление о свободном и сопряженном дыхании. Дыхательный контроль.
21. Субстраты дыхания и дыхательный коэффициент.
22. Фотодыхание, его значение.
23. Зависимость дыхания от факторов внешней и внутренней среды.
24. Изменения интенсивности дыхания в онтогенезе растения.
25. Состояние воды в почве. Корневая система как орган поглощения воды.
26. Устьичная и кутикулярная транспирация. Лист как орган транспирации. Регуляция устьичной транспирации.
27. Водный дефицит и его влияние на физиологические процессы.
28. Развитие учения о минеральном питании растений - водная, гумусовая, минеральная теории питания растений.
29. Круговорот азота в биосфере. Доступные для растения формы азота в почве.
30. Фиксация молекулярного азота. Молекулярный механизм азотфиксации.
31. Редукция нитрата. Группы растений по месту редукции нитратов.
32. Микроэлементы. Распространение и значение в жизни растений.
33. Механизмы поглощения ионов растительной клеткой, фазы поглощения.
34. Значение веществ, синтезируемых в растениях. Первичные и вторичные растительные вещества.
35. Углеводы. Моносахариды, полисахариды 1 и 2 порядка.
36. Липиды и белки растений.
37. Органические кислоты растений. Физиологическое значение.
38. Фенольные соединения растений. Физиологическое значение.
39. Гликозиды. Физиологическое значение.
40. Эфирные масла и смолы. Каучук и гутта. Роль в растениях.
41. Дубильные вещества. Лигнин.
42. Алкалоиды. Роль алкалоидов в растениях.
43. Витамины. Роль витаминов в растении.

44. Антибиотики, фитонциды, фитоалексины.
45. Нейромедиаторы.
46. Биогенетическая связь продуктов первичного и вторичного метаболизма растений.
47. Накопление и выделение веществ. Накопление углеводов, органических кислот, жиров, белков, фосфатов.
48. Особенности роста органов растения.
49. Зависимость роста от внешних факторов.
50. Основные закономерности онтогенеза.
51. Влияние внешних условий на зацветание. Гормоны цветения.
52. Детерминация пола растений.
53. Трофическая система регуляции роста и развития растений. Понятие о донорно-акцепторных отношениях органов растения.
54. Влияние факторов внешней среды на рост и развитие растений. Фотопериодизм. Фитохром, гипотезы механизма действия фитохрома.
55. Влияние факторов внешней среды на рост и развитие растений. Термопериодизм, яровизация.
56. Способы защиты и надежность растительных организмов. Физиология стресса.
57. Определяющая роль сигнальных систем в формировании адаптационного синдрома (стресса).
58. Механизмы стресса на клеточном уровне. Основные неспецифические изменения при стрессе.
59. Механизмы стресса и адаптации на организменном, популяционном уровнях.
60. Действие высоких температур и жароустойчивость растений.
61. Действие дефицита влаги и засухоустойчивость.
62. Устойчивость растений к низким температурам. Холодостойкость, морозоустойчивость.
63. Действие повышенного содержания солей в почвах и солеустойчивость.

64. Растения в условиях аноксии и гипоксии. Окислительный стресс.
65. Действие вредных веществ атмосферы и газоустойчивость растений.
66. Устойчивость растений к тяжелым металлам.
67. Устойчивость растений к инфекционным болезням.

САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

Список литературы

Основная литература

1. Физиология растений: Учебник для студентов вузов /Н.Д.Алехина, Ю.В.Балнокин, В.Ф.Гавриленко и др.; Под ред. И.П.Ермакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. 640 с.
2. Физиология растений: Учебник / В.В. Кузнецов, Г.А.Дмитриева. М.: Абрис, 2011. 783 с.
3. Медведев С.С. Физиология растений: Учебник. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2004. 336 с.
4. Полевой В.В. Физиология растений. М.: Высшая школа, 1989. 464 с.
5. Филиппович Ю.Б. Основы биохимии. М.: Флинта, 1999. 507 с.
6. Кретович В.Л. Биохимия растений. М.: Высшая школа, 1986. 503 с.
7. Филипцова Г.Г., Смолич И.И. Основы биохимии растений. Минск: БГУ, 2004. 136 с.

Дополнительная литература

1. Аверина Н.Г., Рудой А.Б., Фрадкин Л.И. Центры биосинтеза хлорофилла. Современные представления // Биофизика. 1993. Т.38. Вып.6. С.1082.
2. Артамонов В.И. Занимательная физиология растений. М.: Агропромиздат, 1991. 336 с.
3. Барбер С.А. Биологическая доступность питательных веществ в почве. М.: Агропромиздат, 1988. 376 с.
4. Бос Д.Ч. Избранные произведения по раздражимости растений. Т.1. М.: Наука, 1964. 428 с.
5. Бос Д.Ч. Избранные произведения по раздражимости растений. Т.2. М.: Наука, 1964. 396 с.
6. Брей С.М. Азотный обмен в растениях. М.: Агропромиздат, 1986. 199 с.

7. Буланова Е.Г., Будагян В.М. Протеинфосфатазы: структура и функции // Молекуляр. биология. 1994. Т. 28, № 5. С. 991-1001.
8. Бурьянов Я.И. Успехи и перспективы генноинженерной биотехнологии растений // Физиология растений. 1999. Т. 46, № 6. С. 930-944.
9. Ванин А.Ф. Оксид азота в биологии: Итоги, состояние и перспективы // Биохимия. 1998. Т. 63, № 7. С. 867-879.
10. Войникова В.К., Побежимова Т.П. Действие холода на жирнокислотный состав и энергетическую активность митохондрий клеток растений // Физиология и биохимия культурных растений. 1985. Т.17. №5. С.
11. Волотовский И.Д. Ca^{2+} и внутриклеточная сигнализация в растительной клетке: роль Ca^{2+} в фитохромной трансдукции // Биологические мембраны. 1998. Т.15. №5. С.573-587.
12. Волотовский И.Д. Фитохром-регуляторный фоторецептор растений. Минск: Наука и техника, 1993. 168 с.
13. Воскресенская Н.П. Фоторегуляторные аспекты метаболизма растений // 38-е Тимирязевское чтение. М.: Наука, 1979. 46 с.
14. Гамалей Ю.В. Надклеточная организация растений // Физиология растений. 1997. Т.44. №6. С.819-846.
15. Горшкова Т.А. Растительная клеточная стенка как динамическая система. М.: Наука, 2007. 429 с.
16. Гречкин А.Н., Тарчевский И.А. Липоксигеназная сигнальная система // Физиология растений. 1999. Т. 46, № 1. С. 132-142.
17. Гречкин А.Н., Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток и геном // Биоорг. химия. 2000. Т. 26, № 10. С. 779-781.
18. Гэлстон А., Дэвис П., Сэттер Р. Жизнь зеленого растения. М.: Мир, 1983. 552 с.
19. Деверолл Б. Дж. Защитные механизмы растений. М., 1980. 126 с.
20. Дэвэни Г., Герчей Я. Аминокислоты, пептиды и белки. М.: Мир, 1976. 364 с.

21. Ермаков В.В., Ковальский В.В. Биологическое значение селена. М.: Наука, 1974. 298 с.
22. Звягинцев Д.Г., Добровольская Т.Г., Лысак Л.В. Растения как центры формирования бактериальных сообществ // Журнал общей биологии. 1993. Т.54, № 2. С.183-199.
23. Зубкус О.П. Особенности генерации электрических импульсов растениями // Изв. Сибирск. отд.АН СССР. Сер.биол.науки. 1979. Вып.5/1. С.120-124.
24. Иванов В.Б. Клеточные механизмы роста растений. М.: Наука. 2011. 104 с.
25. Каменская К.И., Слесак Е. Влияние содержания калия и кальция в питательном растворе на параметры ПД у растений // Известия ТСХА. 1981. №6. С.180-183.
26. Карафоли Эрнест, Пеннистон Джон Т. Кальциевый сигнал // В мире науки. 1986. №1. С.28-38.
27. Каримова Ф.Г., Бунтукова Е.К., Тарчевская О.И. Кальциевый парадокс в растительных тканях // Физиология растений. 1989. Т. 36, № 6. С. 12-18.
28. Кларксон Д. Транспорт ионов и структура растительной клетки. М., 1978. 368 с.
29. Клячко И.Л. Белоксинтезирующий аппарат и цитоскелет // Физиология растений. 1998. Т. 45, № 2. С. 208-217.
30. Костюк П.Г. Кальций и клеточная возбудимость.-М.:Наука,1986.-225 с.
31. Кретович В.Л. Очерки по истории биохимии в СССР. М.: Наука, 1984. 103 с.
32. Крутецкая З.И., Лебедев О.Е. Механизмы Ca^{2+} -сигнализации в клетках // Цитология. 2001. Т. 43, № 1. С. 5-32.
33. Кулаева О.Н. Восприятие и преобразование гормонального сигнала у растений. // Физиология растений. 1995. Т.42. №5. С.661-671.

34. Купревич В.Ф. Воздействие высших растений на субстрат с помощью ферментов, выделяемых корнями // Вопросы ботаники. М.: Наука, 1954. Т.1. С.91.
35. Курсанов А.Л. Ученый и аудитория. М.: Наука, 1982. 272 с.
36. Курсанов А.Л. Физиология растений в системе биологических наук // Физиология растений. 1997. Т.44, №6. С. 806-808.
37. Курсанова Т.А. А.Р. Кизель - основатель кафедры биохимии растений МГУ // ИИЕТ РАН. Годичная научная конференция 2004 г. М.: Диполь-Т, 2004. С. 200 - 204.
38. Ловкова М.Я. Биосинтез и метаболизм алкалоидов в растениях. М.: Наука, 1981. 168 с.
39. Малыгин А.Г. Регулярность в структуре сети реакций метаболизма // Биохимия. 1989. Т.54. В.6. С.883-894.
40. Малышев И.Ю., Манухина Е.Б. Стресс, адаптация и оксид азота: Обзор // Биохимия. 1998. Т. 63, № 7. С. 992-1006.
41. Манойленко К.В. Николай Александрович Максимов. 1880 -1952 / Отв. ред. А.Б. Георгиевский. М.: Наука, 1999. 179 с.
42. Маркова И.В., Катриченко М.И., Шевцов Ю.И., Батов А.Ю., Медведев С.С. Полярные потоки Ca²⁺ в растительных тканях. 2. Механизм формирования // Физиология растений. 1997. Т.44. №6. С.900-908.
43. Маслова Т.Г., Попова И.А., Корнюшенко Г.А., Королева О.Я. Развитие представлений о функциях виолаксантинового цикла в фотосинтезе // Физиология растений. 1996. Т.43. №3. С.437-449.
44. Медведев С.С., Шарова Е.И. Генетическая и эпигенетическая система регуляции развития растительных организмов // Journal of Siberian Federal University. Biology 2. 2010. №2. С.109-129.
45. Медведев С.С. Полярность и её роль в регуляции роста и морфогенеза растений. С.-Петербург: Наука, 2013. 77 с.
46. Мокроносов А.Т. Интеграция функций роста и фотосинтеза // Физиология растений. 1983. Т.30. Вып.5. С.868-880.

47. Монахова О.Ф., Четвериков А.Г., Кислякова Т.Е. Содержание реакционных центров фотосистем и размеры фотосинтетических единиц у филогенетически древних видов растений // Физиология растений. 1987. Т.34. Вып.3. С.426.

48. Мутускин А.А., Колесников П.А. Электронтранспортная фотосинтетическая цепь: сходство с электронтранспортной цепью митохондрий и эволюционный аспект // Физиология и биохимия культурных растений. 1985. Т.17. №2. С.107-110.

49. Никелл Л.Дж. Регуляторы роста растений. Применение в сельском хозяйстве. М.,1984. 192 с.

50. Никитин В.М., Бабенко М.А. Липиды и липидный обмен в онтогенезе // Успехи современной биологии. 1987. Т.104. В.3. С.331-345.

51. Опритов В.А. Распространяющееся возбуждение у высших растений // Успехи современной биологии. 1977. Т.83. Вып.3. С.442-458.

52. Опритов В.А., Пятыгин С.С., Ретивин В.Г. Биоэлектrogenез у высших растений. М.: Наука, 1991. 214 с.

53. Пахомова Г.И., Безуглов В.К. Водный режим растений. Казань, 1980. 252 с.

54. Петрушенко В.В., Славина Н.Г. Фотоэлектрическая активность проростков пшеницы в связи с их онтогенезом и условиями питания // Физиология и биохимия культурных растений. 1975. Т.7. №3. С.251-255.

55. Пятыгин С.С. Электrogenез клеток в условиях стресса // Успехи современной биологии. 2003. Т.123. №6. С.552 - 562.

56. Пятыгин С. С., Воденев В. А., Опритов В. А. Сопряжение генерации потенциала действия в клетках растений с метаболизмом: современное понимание проблемы // Успехи современной биологии. 2005. Т.125. №5. С.520-528.

57. Пятыгин С. С., Опритов В. А., Воденев В. А. Сигнальная роль потенциала действия у высших растений // Физиология растений. 2008. Т.55. №2. С.312-319.

58. Расмуссен Г. Циркуляция кальция и внутриклеточная передача внешних сигналов // В мире наука. 1989. №12. С.36-51.

59. Ратнер Е.И., Самойлова С.А. Внеклеточная фосфатазная активность корней // Физиология растений. 1955. Т.2. №2. С.30.

60. Романова А.К. Рибулозо-1,5-бифосфаткарбоксилаза/оксигеназа // Успехи биологической химии. 1991. Т.32. С.64.

61. Рощина В.В. Нейротрансмиттеры - катехоламины и серотонин в растениях // Успехи современной биологии. 1991. Т.111. Вып.4. С.622-636.

62. Рощина В.В., Мухин Е.Н. Ацетилхолин, его роль в жизнедеятельности растений // Успехи современной биологии. 1986. Т.101. Вып.2. С.265-274.

63. Рощина В.Д., Рощина В.В. Выделительная функция высших растений. М.:Наука,1989. 214 с.

64. Рязанова Л.В., Павур К.С., Петров А.Н., Доровков М.В., Рязанов А.Г. Сигнальные молекулы нового типа: протеинкиназы, ковалентно связанные с ионными каналами // Молекуляр. биология. 2001. Т. 35, № 2. С. 321-332.

65. Самуилов В.Д., Олескин А. В., Лагунова Е.М. Программируемая клеточная смерть //Биохимия. 2000. Т. 65, № 8. С. 1029-1046.

66. Самцевич С.А. Активные выделения корней растений и их значение //Физиология растений, 1965. Т.12. № 5. С.837-846.

67. Сатклиф Д. Поглощение минеральных солей растениями. М.:Мир,1964. 221 с.

68. Семихатова О.А. Энергетика дыхания растений в норме и при экологическом стрессе // 48-е Тимирязевское чтение. Л.: Наука,1990. 73 с.

69. Семихатова О.А. Энергетические аспекты интеграции физиологических процессов в растительном организме // Физиология растений. 1980. Т.27. № 5. С.1005-1017.

70. Семихатова О.А., Николаева М.Г. Дыхательная способность высших растений . Таксономический обзор // Физиология растений. 1996. Т.43. №3. С.450-461.

71. Сенченкова Е. М. Михаил Семёнович Цвет. 1872-1919 / АН СССР. М.: Наука, 1973. 307 с.
72. Серегин И.В., Иванов В.Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения: (Обзор) // Физиология растений. 2001. Т. 48. С. 606-630.
73. Соловченко А.Е., Мерзляк М.Н. Оптическое экранирование как фотозащитный механизм растений. М: А-Литера, 2010. 164 с.
74. Скулачев В.П. Законы биоэнергетики // Соросовский образовательный журнал. 1997. №1. С.9-14.
75. Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран. М.: Наука, 1989. С.315- 325. Разделы 5.4.3, 6.1.1.
76. Скулачев В.П., Богачев А.В., Каспаринский Ф.О. Мембранная биоэнергетика. М: МГУ, 2010. 368 с.
77. Слейчер Р. Водный режим растений. М.,1970. 265 с.
78. Спирин А.С. Энергетика и динамика белоксинтезирующего аппарата // Успехи биологической химии. 1989. Т.30. С.3-24.
79. Степаненко Б.Н. Химия и биохимия углеводов (полисахариды). М.: Высшая школа, 1978. 256 с.
80. Степанов С.А., Головинская О.Н. Роль меристем и склеренхимы в гомеостазе растений // Известия Саратовского гос. университета. Сер. Биол., вып. спец. Саратов: Изд-во СГУ, 2001. С. 137-142.
81. Степанов С.А. Проблема целостности растения на современном этапе развития биологии // Известия СГУ. Серия Химия, биология, экология. Вып.2. 2008. Т.8. С.50-57.
82. Строганов Б.П. Андрей Сергеевич Фаминцын. М.: Наука, 1996. 177 с.
83. Тарчевский И.А. Катаболизм и стресс у растений. М.: Наука, 1993. 87 с.
84. Трунова Т.И. Растение и низкотемпературный стресс. М.: Наука, 2007. 54 с.

85. Уайт А., Хендлер Ф., Смит Э. и др. Основы биохимии. М.: Мир, 1981. Т.1-3.
86. Уоринг Ф., Филлипс И. Рост растений и дифференцировка. М., 1984.
87. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений /под ред. Третьякова Н.Н. М.: Колос, 2000. С.493-565.
88. Физиология растительных организмов и роль металлов /Под ред. Чернавской Н.М. М.: изд-во МГУ, 1989. 157 с.
89. Чайлахян М.Х. Регуляция цветения высших растений. М., 1988. 560 с.
90. Чайлахян М.Х. Целостность организма в растительном мире // Физиология растений. 1980. Т.27. Вып.5. С.917-941.
91. Чмора С.Н., Мокроносов А.Т. Глобальное повышение CO_2 в атмосфере и адаптивная стратегия растений // Физиология растений. 1994. Т.41. №5. С.768-778.
92. Шапигузов А.Ю. Аквапорины: строение, систематика и особенности регуляции // Физиология растений. 2004. Т.51. Т.1. С.142-152.
93. Шахов А.А. Фотозенергетика растений и урожай. М.: Наука, 1993. 415 с.
94. Шевякова Н.И. Метаболизм серы в растениях. М.: Наука, 1979. 160 с.
95. Шишова М.Ф., Танкелюн О.В., Емельянов В.В., Полевой В.В. Рецепция и трансдукция сигналов у растений. СПб.: Изд-во СПГУ, 2008. 263 с.
96. Юван Дуглас К., Маррс Барри Л. Молекулярные механизмы фотосинтеза // В мире науки. 1987. №8. С.12-19.
97. Юрин В.М., Соколик А.И., Кудряшов А.П. Регуляция ионного транспорта через мембраны растительных клеток. Минск: Наука и техника, 1991. 271 с.