

**Министерство образования и науки
Донецкой Народной Республики**

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Донецкий национальный университет»**

**УТВЕРЖДЕНА
Приказом ГОУ ВПО «ДонНУ»
от 21.12.2018 г. № 192/12**

**ПРОГРАММА
кандидатского экзамена
по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки»
по специальности 03.01.05 «Физиология и биохимия растений»**

Донецк – 2018

Программа кандидатского экзамена по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки», по специальности 03.01.05 «Физиология и биохимия растений»

Разработчики программы:

Заведующий кафедрой физиологии растений
Государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Донецкий национальный университет»,
доктор биологических наук, профессор

М.И. Бойко

Доцент кафедры физиологии растений
Государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Донецкий национальный университет»
кандидат биологических наук, доцент

Е.В. Ветрова

Рецензенты:

Заведующий кафедрой зоологии и экологии
Государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Донецкий национальный университет»
доктор биологических наук, профессор

Н.Н. Ярошенко

Доцент кафедры физиологии растений
Государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Донецкий национальный университет»
кандидат биологических наук, доцент

С.И. Демченко

Программа рассмотрена на заседании кафедры физиологии растений,
протокол № 2 от 20 сентября 2018г.

Зав. кафедрой физиологии растений

М.И. Бойко

Программа одобрена на заседании Ученого совета биологического факультета,
протокол № 1 от 21 сентября 2018г.

Декан биологического факультета

О.С. Горецкий

ВВЕДЕНИЕ

Программа-минимум кандидатского экзамена по курсу «Физиология и биохимия растений» разработана с целью обеспечения подготовки научных и научно-педагогических кадров и аттестации научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации в соответствии с Номенклатурой специальностей научных работников, утвержденной республиканским органом исполнительной власти, обеспечивающим формирование и реализацию государственной политики в сфере образования и науки.

Содержание программы

Предмет, задачи и методы физиологии и биохимии растений. Ее место и роль в системе биологических наук. Методологические принципы современной физиологии растений. Роль смежных дисциплин в изучении функциональных систем растений. Общие принципы саморегуляции и интеграции физиологических функций растений на разных уровнях организации. Экологическая фитофизиология и ее роль в познании биосферных явлений. Физиология растений как теоретическая основа земледелия и биотехнологии.

1. ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Клетка как элементарная структурная единица организма. Методы изучения структуры и функционирования клеток, ее составных частей и органелл.

Общая характеристика растительной клетки. Ее отличия от бактериальной и животной клетки. Основные типы растительных клеток по строению и функциям.

Структура и функция ядра растительной клетки. Генетический аппарат. Экспрессия ядерного генома и его регуляция. Особенности структуры и функций генома хлоропластов и митохондрий.

Мембранные системы растительной клетки. Плазмалемма, тонопласт. Их структура и функции. Транспорт веществ через плазмалемму и тонопласт. Механизмы пассивного и активного транспорта. Ионые каналы. АТФ-азы и их роль в транспорте веществ. Эндоплазматический ретикулум, его структура и функции.

Аппарат белкового синтеза в растительной клетке. Рибосомы, их структура и функции. Полисомы и их роль в белковом синтезе растительной клетке, хлоропластов и митохондрий.

Аппарат Гольджи и его структура и функции. Участие аппарата Гольджи в образовании матрикса клеточной оболочки и росте плазмалеммы. Роль диктиосом в потоке мембранных материалов в растительной клетке.

Микротела растительной клетки. Пероксисомы, глиоксисомы, сферосомы, их структура и функции. Роль микротрубочек в образовании клеточной оболочки. Микрофиламенты и внутриклеточные движения.

Вакуоль и клеточный сок. Генезис и функция вакуоли. Оsmотические свойства растительной клетки. Их роль в поглощении клеткой воды. Тургор и его значение. Физиологические функции, основой которых являются осмотические свойства (движение устьиц, тургорные движения растений и др.).

Клеточная оболочка: ее химический состав, строение и функции. Участие клеточных органелл в построении первичной и вторичной клеточной оболочки. Химическое видоизменение клеточных оболочек и их физиологические последствия.

Клетка как целостная система. Функциональная взаимосвязь органелл. Регуляторные механизмы растительной клетки. Взаимодействие геномов ядра, хлоропластов и митохондрий.

Раздражимость. Электрические свойства клеток. Передача раздражимости. Потенциал покоя и потенциал действия. Механизмы их появления. Роль H^+ -помпы в этом процессе.

2. ВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ

Значение воды для процессов жизнедеятельности и создание экологической среды организмов.

Гидрорегуляция интенсивности и направленности физиологических и биохимических процессов у растений.

Физико-химические свойства воды у взаимосвязи с жизнедеятельностью растений. Количественные закономерности растворения солей и газов у воде. Структура чистой и внутриклеточной воды. Взаимодействие молекул воды с химическими и структурными компонентами клетки. Изотопные разновидности воды, их природа, свойства и использование, значения.

Понятия о водном режиме, водообеспечение, водный обмен, водный баланс, водный дефицит, экзогенная, эндогенная, гомеостатическая вода.

Диффузия, осмос, их закономерности и значение в передвижении водных растворов. Оsmотический потенциал. Сосущая сила и тургорное давление клеток.

Термодинамические показатели воды: химический потенциал, активность, водный потенциал. Составляющие водного потенциала. Представления про градиент водного потенциала в системе почва-растение-атмосфера и о корневом давлении как основной силы транспорта воды по растению.

Проницаемость мембран клеток для воды. «Диффузионная» и «osмотическая» проницаемость. Водоудерживающая способность. Факторы, которые ее обуславливают и регулируют. Явление плазмолиза. Набухание коллоидов и его значение у водообмене растений.

Поглотительная деятельность корневой системы. Корневое давление, экскузация ксилемного сока «плач растений», гуттация. Представление о природе кор-

невого давления. Зависимость экссудации ксилемного сока от метаболизма корневой системы и внешних условий среды.

Восходящий и нисходящий водные потоки. Верхний и нижний концевые двигатели.

Транспирация, ее значения и разновидности. Количественные показатели, характеризующие транспирацию. Зависимость транспирации от действия внешних факторов. Строение устьиц и механизмы их движений.

Водный баланс растений. Влияние водного дефицита и переувлажнения на физиологические показатели растений. Особенности водного режима растений разных экологических групп. Водный режим и продуктивность сельскохозяйственных культур.

Доступность почвенной влаги для растений. Классификация почвенной влаги. Движение воды в почве. Водоудерживающие силы почвы. Коэффициент увядания растений. Методы исследования водного режима растений.

3. ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ФОТОСИНТЕЗА

Фотосинтез как уникальный в физико-химическом и общебиологическом значениях процесс. Значение фотосинтеза. Космическая роль зеленых растений. Фотосинтез как основа биоэнергетики. Методы определения интенсивности фотосинтеза.

Современные представления о структурно-функциональную организацию и химический состав фотосинтетического аппарата зеленого растения. Хлоропласты. Элементы ультраструктуры хлоропластов – мембрана, матрикс, граны, тилакоиды. Гном хлоропластов и их белоксинтезирующая система. Онтогенез хлоропласта. Происхождение хлоропластов. Эволюция структуры фотосинтетического аппарата.

Пигментные системы фотосинтезирующих организмов. Хлорофиллы, их химическая структура, спектральные свойства. Функции хлорофиллов. Основные этапы биосинтеза молекулы хлорофилла.

Каротиноиды. Химическое строение и свойства. Спектры поглощения. Функции в процессе фотосинтеза. Фикобиллины как дополнительные фотосинтетические пигменты водорослей. Химическое строение и спектральные свойства.

Природа света. Роль отдельных участок солнечного спектра для фотосинтеза. Поглощение света веществом. Фотовозбужденное состояние молекулы. Пигментные системы как первичные фоторецепторы.

Механизм фотосинтеза. Фотосинтез как окислительно-восстановительный процесс. Первичные процессы фотосинтеза. Поглощение света пигментами. Электронно-возбужденное состояние пигментов (синглетное, триплетное). Миграция энергии в системе фотосинтетических пигментов. Механизмы миграции энергии.

Представление о фотосинтетической единице. Реакционные центры. Пигменты антенного комплекса и реакционных центров. Превращение энергии в реакционном центре.

Молекулярная структура основных функциональных комплексов и организация их в хлоропластах. Фотосистемы 1 и 2. Структурная организация электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) между фотосистемами 1 и 2. АТФ-синтетазный комплекс.

Реакция Хилла. Механизмы выделения кислорода в процессе фотосинтеза.

Циклический транспорт электронов у бактерий и растений. Нециклический транспорт электронов. Механизм образования в хлоропластах веществ с высоким восстановительным потенциалом.

Фотофосфорилирование, его значение в общей энергетике растений. Механизмы и пути превращения кванта света в энергию химических связей АТФ.

Пути фиксации и химизм фотосинтетического использования CO_2 у растений. Восстановительный пентозофосфатный цикл (ВПФ). Основные ферменты цикла. Цикл Кальвина – C_3 – путь фотосинтеза. Природа первичного акцептора CO_2 . Первичный продукт и конечный продукт фотосинтеза этого цикла. C_4 – путь фотосинтеза (цикл Хэтча-Слэка). Первичный и конечный продукт фотосинтеза. Отличия C_3 – пути от C_4 – пути фотосинтеза. САМ – метаболизм (метаболизм органических кислот по типу толстянковых). Фотодыхание. Отличие его от процесса дыхания.

Физиология и экология фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от концентрации CO_2 , температуры, водного режима, интенсивности и спектрального состава света. Минеральное питание и фотосинтез. Фотосинтез и загрязнение атмосферы вредными газами и тяжелыми металлами.

Суточный ход фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от онтогенеза растений.

Фотосинтез и биопродуктивность.

Светокультура растений. Глобальный фотосинтез, новые биотехнологии и перспективы солнечной энергетики. Фотосинтез и образование замкнутых систем жизнеобеспечения.

4. ДЫХАНИЕ РАСТЕНИЙ

Развитие представлений о природе механизмов и путей окислительно-восстановительных превращений в клетке. Биологическая роль дыхания. Биологическая роль дыхания.

Ферментные системы дыхания, их классификация и биологическая роль. Дегидрогеназы, оксидазы и другие группы ферментов, которые принимают участие в дыхании. Субстраты дыхания. Дыхательный коэффициент. Гликолиз, его энергетическое и пластическое значение. Использование продуктов гликолиза в анаэробных и аэробных процессах. Разные виды брожения. Их характеристика и зна-

чение. Цикл Кребса. Глюкозомофосфатный путь. Глиоксилатный цикл, их энергетическое и пластическое значение. Взаимосвязь разных путей превращения дыхательного субстрата.

Митохондрии, их структура, функции, локализация электронтранспортной цепи (ЭТЦ).

Энергетика дыхания. Пути аккумулирования, передачи и использования освобожденной энергии. Окислительное фосфорилирование. Гипотезы механизма окислительного фосфорилирования. Значение дыхания для роста, биосинтеза, поглощения и транспорта веществ, движений. Поддержание структуры протопласта. Дыхание как центральное звено обмена веществ в растении.

Экология дыхания. Зависимость дыхания от биологических особенностей растений, возраста, типа ткани, условий развития. Влияние температуры, концентрации CO_2 и O_2 , света, водненности тканей, минерального питания, физиологически активных веществ. Роль дыхания в адаптации растений к вредным условиям среды.

5. ПРЕВРАЩЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Углеводы и углеводный обмен. Моносахариды, их свойства, пути превращения. Сахароза и олигосахариды, построенные на ее основе. Биосинтез. Биосинтез и метаболические превращения сахарозы. Полисахариды запасные и структурные. Крахмал, целлюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества. Ферментативные механизмы синтеза и расщепления полисахаридов. Взаимопревращения углеводов в растении. Превращения углеводов во время созревания плодов и прорастания семян.

Азотный обмен. Источники азота для растений. Круговорот азота в природе. Ассимиляция растительного нитратного и аммиачного азота. Аминокислоты, амиды, их роль в азотном обмене растений. Реакции переаминации. Незаменимые аминокислоты и их биосинтез.

Белки, их общие свойства. Запасные белки растений. Их синтез в процессе созревания семян и реутилизация во время прорастания. Строение и функция албиноновых зерен. Протеолитические ферменты и их физиологическое значение. Пищевая и кормовая ценность растительных белков. Непротеиногенные аминокислоты. Их разновидность, значение в азотном обмене растений. Биологическая фиксация молекулярного азота. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Механизм азотфиксации. Лектины растений – биологически активные белки с широким спектром действия.

Нуклеиновые кислоты и биосинтез белка. ДНК как носитель генетической информации. Значение РНК-полимеразы. Информационная РНК. Рибосомы и полисомы, их роль в синтезе белка. Транспортные РНК. Процесс трансляции. Активация аминокислот, аминоацил-РНК-синтетазы. Кофакторы белкового синтеза, Аппарат белкового синтеза хлоропластов и митохондрий.

Липиды. Их физико-химические свойства, классификация. Триглицериды – запасные липиды растений, их состав и строение. Основные жирные кислоты растительных липидов. Биосинтез и расщепление насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Состав растительных масел и их изменчивость под влиянием факторов внешней среды. Накопление липидов при созревании семян и их использование в процессе прорастания. Взаимопревращение липидов и углеводов. Глюконеогенез. Жироподобные вещества. Фосфо- и гликолипиды. Их состав и роль в структуре липопротеидных мембран. Воск, кутин, суберин, их функции в растительном организме.

Витамины как кофакторы ферментных систем. Их строение, свойства, классификация, биосинтез в растении, практическое значение. Вторичный метаболизм растений. Образование различных вторичных веществ – характерна особенность метаболизма растений. Классификация вторичных веществ.

Фенольные соединения. Их состав и классификация. Фенольные и оксиокарбоновые кислоты. Флавоноиды. Антоцианы. Флавоны и др. Полимерные фенольные соединения – дубильные вещества, лигнин, меланины. Их характеристика, роль в растительном организме. Пути биосинтеза фенольных соединений: шикиматный и ацетатно-малонатный, их взаимосвязь. Практическое использование фенольных соединений. Фенольные соединения и иммунитет растений.

Терпеноиды. Их образование. Терпеноиды как компоненты мембран. Эфирные масла, стероиды, каротиноиды, каучук. Практическое использование терпеноидных соединений.

Гликозиды. Их строение, классификация, разнообразие. Сердечные, цианогенные, серосодержащие гликозиды. Их роль в растении и использование.

Алкалоиды. Их разнообразие и роль в растениях. Применение в медицине.

Физиологическая роль и практическое значение вторичного метаболизма и веществ, вторичного происхождения.

6. МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ

Развитие учения о корневом питании растений. Химический состав растений. Макро- и микроэлементы, их физиологическое значение. Распределение и перераспределение элементов минерального питания по отдельным органам и тканям в онтогенезе, их реутилизация. Потребность растений в элементах минерального питания в зависимости от возраста. Нарушение физиологических функций при недостаче или избытке отдельных элементов. Взаимодействие ионов (антагонизм, синергизм, аддитивность). Физиологически кислые и физиологически основные соли. Методы исследования минерального питания растений. Вегетационный метод.

Корневая система как основной орган поглощения и использования минеральных солей. Роль отдельных зон корня. Зависимость транспорта ионов от

транспорта воды и притока ассимилятов. Ритмичность поглощающей и выделяющейся деятельности корня.

Поглощение ионов растительной клеткой. Проникновение ионов в клеточную оболочку: роль диффузии и адсорбции. Понятие свободного пространства. Проникновение ионов через плазматическую мембрану. Активный и пассивный транспорт ионов. Ионные насосы. Возможная роль переносчиков и транспортных АТФ-аз в транспорте ионов. Роль вакуолей, митохондрий и клеточной оболочки.

Радиальный транспорт ионов в корне. Функциональные особенности ризодермы, коровой паренхимы, эндодермы, перициклу, ксилемной паренхимы. Транспорт ионов по симпласту и апопласту. Функциональная специфика корневых волосков. Первичный синтез органических веществ в корне.

Восходящее перемещение веществ по стеблю: пути, механизмы, скорость. Транспортные формы элементов минерального питания. Пути распределения ионов в листе. Нисходящее перемещение ионов в стебле: пути, механизмы, скорость.

Первичное использование элементов минерального питания – азота, фосфора, серы, калия, кальция, магния. Источники питательных элементов. Взаимосвязь минерального питания и углеводного обмена.

Особенности почвы как питательного субстрата растений. Три фазы почвы: твердая, почвенный раствор, почвенный воздух. Минеральные компоненты и гумус почвы. Поглощающая способность почвы. Состав и структура почвенного поглощающего комплекса. Корневые выделения и растворимая способность корневой системы. Взаимодействие растений при совместном росте (аллелопатия). Роль почвенной микрофлоры в минеральном питании растений.

Физиологические основы применения удобрений. Основные формы минерального питания. Внекорневое питание. Выращивание растений без почвы – гидро- и аэропоника.

7. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Дать определения понятиям «рост» и «развитие» растений. Взаимосвязь этих процессов. Регуляция их в онтогенезе. Регуляция роста и развития на клеточном уровне. Роль ДНК в морфогенезе.

Факторы регуляции роста и развития. Фитогормоны. Их общая характеристика. Ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен. История открытия, химическая природа, биосинтез, метаболизм, функции. Свободные и связанные формы фитогормонов. Современные представления о механизмах гормональной регуляции: действия фитогормонов на генетическом и мембранным уровнях. Понятия о мессенджерах, участвующих в передаче сигнала от мембраны к ядру. Рецепторные белки. Роль аденилатциклазной системы, системы С-кальмодулин, активации протеинкиназ в этих процессах. Взаимодействие между гормонами.

Природные ингибиторы нефитогормональной природы. Фузикокцин, салициловая кислота – новые фитогормоны.

Синтетические регуляторы роста и развития – биологически активные вещества. Биологически активные вещества как аналоги фитогормонов. Ретарданты, дефолианты, гербициды. Использование этих соединений в растениеводстве.

Электрофизиологическая система процессов жизнедеятельности в растений. Генерация биопотенциалов на мембранах, передача их другим клеткам. Передача биоэлектрических потенциалов в растениях. Влияние их на растения.

Регуляция процессов роста и развития растений факторами внешней среды. Процессы роста и развития, которые регулируются светом. Фотоморфогенез. Фитохромная система. Характеристика, локализация, функции. Возможные механизмы действия фитогормонов на мембранным и генетическом уровнях. Температура. Индукция процессов развития низкими и повышенными температурами. Яровизация. Ее значение и возможные механизмы. Особенности процессов роста и развития растений в условиях невесомости.

Полярность растительных клеток, органов, целого организма. Роль полярности в процессах роста и развития.

Корреляции. Корреляционные стимуляции и торможения. Роль фитогормонов в корреляциях.

Ритмичность и периодичность процессов роста и развития. Циркадная ритмика. Биологические часы. Значения циркадной ритмичности в процессах роста и развития. Фотопериодические группы растений. Роль фитогормонов у фотопериодических реакциях.

Покой растений. Чередования активности и покоя в процессах роста и развития растений. Их значения в адаптации растений к факторам внешней среды. Покой семян и почек. Факторы, обуславливающие состояние покоя и выход из состояния покоя. Роль фитогормонов в этих процессах.

Онтогенез растений. Онтогенез растительной клетки, его фазы: эмбриональная, растяжения, дифференциации. Тотипотентность клеток. Деление клеток. Понятия о митотическом и клеточном циклах. Особенности их отдельных фаз. Регуляторная роль фитогормонов. Рост клеток в фазе растяжения. Особенности дифференциации клеток. Культура изолированных клеток, тканей и органов растений.

Этапы онтогенеза растений. Эмбриональный этап. Характеристика его отдельных периодов. Роль гормональной регуляции. Ювенильный период. Прорастание семян. Гетеротрофный рост и переход до автотрофного питания. Особенности ювенильных растений.

Локализация зон роста в растений. Апикальные рост стебля и корня. Организация вершинных меристем и гистогенез тканей. Рост стебля и корня в толщину. Рост листьев. Особенности аномального роста у растений. Ростовые движения у растений.

Репродуктивный этап. Его характеристика. Инициация цветения. Индукция и эвокация. Особенности развития цветка. Возможная роль флорального стимулирования. Роль фитогормонов в инициации цветения.

Детерминация пола у растений. Роль фитогормонов и факторов внешней среды в этом процессе. Опыление и оплодотворение. Значение совместимости пыльцы и пестика.

Развитие семян и плода. Роль гормональной регуляции процессов формирования продуктивных органов.

Старение и отмирание растений. Длительность жизни растений. Старение отдельных органов и растения в целом. Механизмы опадания листьев и плодов. Факторы старения, механизмы. Роль АБК и этилена в этих процессах. Биологическое значение старения.

8. РОСТОВЫЕ ДВИЖЕНИЯ

Процессы раздражимости и возбудимости у растений, проявляющиеся в виде двигательных реакций. Приспособительный характер движений у растений, их классификация. Таксисы. Тропизмы как пример ростовых движений. Разные типы тропизмов в зависимости от действующего фактора. Геотропизм корней и побегов. Гормональные факторы и тропизмы. Системы гравирецепции.

Настии. Быстрые и медленные тургорные движения. Движение клеток устьичного аппарата. Механизмы сейсмонастий. Роль сократительных белков при настических движениях. Круговые нутации. Их механизмы и значения для растений, особенно лиан. Эндогенные тургорные движения. Механизмы внутриклеточных движений.

9. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ

Стресс и его физиологические основы. Основные стрессовые факторы. Неспецифические и специфические реакции растений. Активные формы кислорода и система антиоксидантной защиты. Устойчивость растений к засухе. Влияние на растение недостатка воды. Физиологические особенности засухоустойчивых растений. Физиологические основы орошения.

Устойчивость растений к высоким температурам. Устойчивость растений к низким температурам. Холодостойкость растений. Морозоустойчивость растений. Причины гибели растений от мороза. Закаливание растений. Зимостойкость растений.

Устойчивость растений к засолению. Влияние на растения избытка солей. Физиологические особенности солеустойчивых растений.

Устойчивость растений к затоплению. Влияние на растения недостатка или отсутствия кислорода.

Устойчивость растений к биотическим факторам среды. Основные положения иммунитета растений к патогенным организмам. Микроструктурные барьеры в растениях на пути проникновения инфекции. Фитоалексины. Конститутивные и индуцированные механизмы устойчивости растений к патогенным факторам. Видовой иммунитет. Реакция сверхчувствительности. Системный приобретенный иммунитет растений. Устойчивость растений к фитофагам.

Устойчивость растений к техногенным химическим загрязнителям атмосферы и почвы. Радиационная физиология и экология растений. Повреждения растений веществами, использующимися для борьбы с болезнями, вредителями и сорняками. Катаболизм фитотоксикантов в растительных тканях. Физиологические основы охраны растительного мира и повышение его устойчивости к вредным условиям среды.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Взаимосвязь физиологических процессов в растительном организме. Использование достижений биологических наук и техники для повышения производственного процесса у растений. Потенциальная продуктивность у растений.

Достижения, задачи и перспективы биотехнологии. Проблема искусственно-го фотосинтеза. Физиологические основы охраны растительного мира и оптимизация состояния окружающей среды.

Рекомендуемая основная литература

1. Кузнецов, В. В. Физиология растений : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров и магистров "Агрохимия и агропочвоведение", "Агрономия" и направлениям подготовки дипломированных специалистов "Агрохимия и агропочвоведение", "Агрономия" / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. Изд. 2е. Москва : Высш. шк., 2006.-742 с.
2. Ветрова, Е. В. Учебное пособие по физиологии растений / Е. В. Ветрова, М. И. Бойко ; Донец. нац. ун-т ; Донец. профил. гимназия № 122. Донецк, 2006.- 256 с.
3. Веретенников, А. В. Физиология растений : Учебник для вузов по направлению "Лес. дело", специальностям 260400 -Лес. хоз -во, 260500 -Садово-парк. и ландшафт. стр-во / А. В. Веретенников ; Воронеж. гос. лесотехн. акад (ВГЛТА). 3-е изд.-М. : Акад. проект, 2006.-480 с.
4. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. Київ «Либідь», 2005.
5. Якушкина Н.И., Бахтенко Е.Ю. Физиология растений. М., Гуманитарный издат. центр «Владос», 2005.
6. Тарчевский И.А. Сигнальные системы растений. М., 2002.
7. Жолкевич В. Н. Транспорт воды по растению и его эндогенная регуляция. М., 2001.

- 8.Физиология растений : учеб. для студентов вузов, обучающихся по биол. специальностям и направлению 510600 "Биология" / [Н.Д. Алехина, Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко и др.] ; под ред. И. П. Ермакова. Москва:Academia, 2005.-634,[1] с.
- 9..Якушкина, Н. И. Физиология растений : учебник для студентов, обучающихся по специальности 032400 "Биология" / Н. И. Якушкина, Е. Ю. Бахтенко. Москва : Владос, 2005. 463 с.
10. Семихатова О.А., Чиркова Т.В. Дыхание растений. СПб., 2003.
- 11.Полевой В.В. Физиология растений. М., 1989.
- 12.Полевой В.В., Саламатова Т.С. Физиология роста и развития растений. Л., 1991.
- 13.Жолкевич В. Н. Транспорт воды по растению и его эндогенная регуляция. М., 2001.

Дополнительная литература

- 1.Тарчевский И.А. Метаболизм растений при стрессе. Казань, 2001.
- 2.Чиркова Т.В. Пути адаптации растений к гипоксии и аноксии. Л., 1988.
- 3.Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб., 2003.
- 4.Кузнецов Вл.В., Шевякова Н.И. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм, регуляция //Физиология растений. 1999. №2.
- 5.Максимов Н.А. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. М., 1952. Т.1.
- 6.Строганов Б.П. Физиологические аспекты солеустойчивости растений. М., 1962.
- 7.Кефели В.И., Коф Э.М., Власов П.В., Кислин Е.Н. Природный ингибитор роста – абсцизовая кислота. М., 1989.
- 8.Гавриленко В.Ф., Гусев М.В., Никитина К.А., Хоффман П. Главы физиологии растений. М., 1986.
- 9.Адрианова Ю.Е., Тарчевский И.А. Хлорофилл и продуктивность растений. М., 2000.
- 10.Эвардс Дж., Уокер Д. Фотосинтез C₃ и C₄ растений механизмы и регуляция. М., 1986.