МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО ОБРАЗОВАНИЮ В ОБЛАСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**УТВЕРЖДАЮ**
Первый заместитель Министра сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь
_____ А. З. Ломский
«27» февраля 2025 г.
Регистрационный № МЕХ-6-25/пр.

# ОСНОВЫ ИММУНИТЕТА РАСТЕНИЙ

ПРИМЕРНАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
по учебной дисциплине для специальности
6-05-0811-05 Защита растений и карантин

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического объединения по образованию в области сельского хозяйства
_____ В. В. Великанов
«25» февраля 2025 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления образования, науки и кадровой политики Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь
_____ В. А. Самсонович
«25» марта 2025 г.

**СОГЛАСОВАНО**
Начальник Главного управления растениеводства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь
_____ И. В. Лешик
«14» апреля 2025 г.

МИНСК 2025

**СОСТАВИТЕЛИ:**
А. В. КАКШИНЦЕВ, доцент кафедры защиты растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Е. В. СИДУНОВА, доцент кафедры защиты растений учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет», кандидат биологических наук, доцент;
А. Л. ИСАКОВА, старший преподаватель кафедры защиты растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**
кафедра ботаники учреждения образования «Белорусский государственный университет», протокол № 6 от 15.11.2024 г.

А. Л. Новик, старший научный сотрудник лаборатории органического вещества почвы РУП «Институт почвоведения и агрохимии», кандидат сельскохозяйственных наук.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:**

кафедрой защиты растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 25.11.2024 г.);

методической комиссией агротехнологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 3 от 26.11.2024 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 27.11.2024 г.);

научно-методическим советом по агрономическим специальностям Учебно-методического объединения по образованию в области сельского хозяйства (протокол № 3 от 02.12.2024 г.).

Ответственный за редакцию: Т. И. Скикевич

Ответственный за выпуск: А. Л. Исакова

# 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Иммунитет (от латинского *immunitas)* означает свободный от чего-либо и характеризуется невосприимчивостью растений к вредителям, возбудителям болезней и продуктам их жизнедеятельности.

Наука об иммунитете изучает функции и свойства растения, различные факторы внешней среды, определяющие способность растения противостоять поражению (или повреждению) вредными организмами.

Н. И. Вавилов писал, что иммунитет, или, наоборот, восприимчивость растений, определяется по существу тремя категориями факторов: с одной стороны, наследственными особенностями сорта, с другой – избирательной способностью, или специализацией видов паразитов или их отдельных рас, и с третьей стороны – условиями среды.

Цель учебной дисциплины «Основы иммунитета растений» – сформировать у студентов глубокие знания о биологических механизмах устойчивости растений к вредным организмам, факторах, определяющих иммунитет сельскохозяйственных культур, закономерностях их наследования, изменения устойчивости растений под влиянием факторов внешней среды и условий выращивания, а также о возможностях целенаправленного управления механизмами иммунитета с целью максимальной реализации потенциала защитных свойств растений.

Задачами учебной дисциплины являются:

- изучение иммунитета растений к болезням;
- изучение иммунитета растений к вредителям;
- изучение основ генетики, биохимии и молекулярной биологии иммунитета растений и принципов, методов выявления устойчивости растений;
- изучение путей повышения иммунитета растений в онтогенезе и значения сорта в агроэкосистемах и интегрированной системе защиты растений.

Учебная дисциплина «Основы иммунитета» связана со следующими учебными дисциплинами: «Общая энтомология», «Общая фитопатология», «Биологическая защита растений».

Учебная дисциплина «Основы иммунитета растений» является государственным компонентом модуля «Методы и средства защиты растений».

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен развить и закрепить универсальные компетенции: владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации; быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности; базовую профессиональную компетенцию: применять комплекс знаний и навыков о физико-химических свойствах, особенностях применения, токсикологических характеристиках и поведении в биологических средах химических средств защиты растений, регламентах их безопасного применения, о биоценотической регуляции фитосанитарного состояния агроэкосистем, категориях и факторах иммунитета растений, применении биологических средств и профилактических методов контроля вредных организмов для

проведения комплекса мероприятий по эффективной защите сельскохозяйственных растений.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

***знать:***

- категории и факторы иммунитета, паразитизм, специализацию и изменчивость возбудителей болезней, основы генетики иммунитета растений к болезням; типы, механизмы и генетические основы иммунитета к вредителям; методы выявления устойчивости растений, пути использования иммунитета в интегрированной системе защиты растений;

***уметь:***

- оценить устойчивость растений, проводить сбор и хранение инфекционного материала, определять механизм устойчивости;

***владеть:***

- методиками оценки устойчивости растений к вредным объектам.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Основы иммунитета растений» студент должен не только приобрести теорстические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, общественной и социально-культурной жизни страны.

На изучение учебной дисциплины «Основы иммунитета растений» отводится 120 ч, из них аудиторных – 72 ч. Распределение аудиторного времени по видам занятий составляет 36 ч лекции, 36 ч лабораторные занятия.

Форма контроля знаний - зачет.

## 2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

| № п.п | Название разделов и тем | Всего аудиторных часов | В том числе: | |
|---|---|---|---|---|
| | | | лекции | лабораторные занятия |
| | Введение | 2 | 2 | - |
| 1. | Категории и факторы иммунитета растений | 22 | 10 | 12 |
| 2. | Генетика, биохимия и молекулярная биология иммунитета растений | 14 | 8 | 6 |
| 3. | Типы паразитизма, специализация и изменчивость патогенов | 4 | 2 | 2 |
| 4. | Принципы и методы оценки иммунитета растений к болезням | 12 | 6 | 6 |
| 5. | Иммунитет растений к вредителям | 12 | 6 | 6 |
| 6. | Селекционная защита от болезней и вредителей | 6 | 2 | 4 |
| ИТОГО | | 72 | 36 | 36 |

## 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

**Введение.** Предмет, значение и общие задачи иммунитета растений. Учение об иммунитете как теоретическая и практическая основа селекции, интегрированной системы защиты растений и управления агроэкосистемами.

История возникновения и развития учения об иммунитете растений. Связь иммунитета растений с другими учебными дисциплинами. Работы Э. Дженнера, Л. Пастера, И. И. Мечникова. Теории иммунитета растений Кобба, Комеса, Масси. Классические работы Н. И. Вавилова. Теории сопряженной эволюции паразитов и их хозяев П. М. Жуковского, иммуногенеза М. С. Дунина, физиологического иммунитета Т. Д. Страхова, фитоалексинов Л. В. Метлицкого, О. Л. Озерецкой и др., фитонцидная теория иммунитета Б. П. Токина.

Достижения и перспективы в области селекции растений на иммунитет.

### 1. Категории и факторы иммунитета растений

Категории иммунитета: неспецифический, специфический; естественный (пассивный и активный), приобретенный и комплексный иммунитет.

Факторы пассивного иммунитета: прединфекционные и постинфекционные. Анатомо-морфологические факторы: габитус растений, опушенность листьев, толстый кутикулярный слой, строение и расположение устьиц, восковой налет, особенности строения цветка, пробковый слой. Химический состав растений: углеводы, белок и продукты его распада, органические кислоты, антибиотические (фенолы, флавоноиды, сапонины, танины и др.), физиологически активные (витамины, фитогормоны), красящие (антоцианы) вещества. Фитонциды: токсичные для бактерий, грибов и протист; регулирующие рост и развитие растений, прорастание пыльцы; токсичные для насекомых, клещей и других организмов. Факторы активного иммунитета: сверхчувствительность, окислительные процессы, белковый обмен, фитоалексины, фагоцитоз.

Приобретенный иммунитет растений: инфекционный и неинфекционный, локальный и системный. Индукторы приобретенного иммунитета: биотические (грибы, бактерии, вирусы или продуцируемые ими метаболиты), абиотические (химические вещества, физические воздействия, агротехнические приемы). Синтетические и природные соединения, индуцирующие устойчивость растений.

### 2. Генетика, биохимия и молекулярная биология иммунитета растений

Полевая и истинная устойчивость. Биохимические механизмы истинной устойчивости. Вертикальная и горизонтальная устойчивость: фенотипическое проявление, модификация внешними условиями, молекулярные механизмы вирулентности и авирулентности паразитов (супрессоры и элиситоры),

взаимоотношения с паразитами, генетика устойчивости (теория «ген-на-ген», доминантность, эпистаз, аддитивность).

### 3. Типы паразитизма, специализация и изменчивость патогенов

Облигатные сапротрофы, факультативные паразиты, факультативные сапрофторы, облигатные паразиты. Биотрофы и некротрофы. Эволюция паразитизма. Механизмы патогенности и патологический процесс.

Специализация патогенов: гистотропная, органотропная, онтогенетическая, филогенетическая (узкая, промежуточная, широкая). Понятие о физиологических расах и методы их определения. Биотипы. Особенности специализации патогенов при широкой специализации. Растения реципиенты.

Изменчивость патогенов: наследственная и модификационная. Механизмы и способы изменчивости у грибных патогенов: половая гибридизация, мутации, вегетативная совместимость (несовместимость), гетероплазмоз, гетерокариоз, парасексуальный цикл, транспозоны, дрейф генов, миграции. Изменчивость фитопатогенных бактерий и вирусов.

### 4. Принципы и методы оценки иммунитета растений к болезням

Общие принципы оценки устойчивости растений. Предрасположенность растений. Инфекционная нагрузка. Влияние экологических факторов на патологический процесс. Элементы искусственности в приемах и условиях заражения растений.

Сбор и хранение инфекционного материала. Культивирование на питательных средах или естественных субстратах, консервация культур, хранение их в почве или в песке, лиофилизация и др.

Методы инокуляции растений. Инфицирование через почву. Нанесение инфекции на семена и посадочный материал. Заражение листьев и стеблей. Заражение стволов и ветвей деревьев. Нанесение инфекции на цветки растений.

Методы учета устойчивости (вегетационные, лабораторные, полевые, косвенные). Типы реакций растения на заражение. Интенсивность поражения (повреждения). Выносливость. Особенности энтомологических оценок на устойчивость.

### 5. Иммунитет растений к вредителям

Особенности, типы (антиксеноз, антибиоз, толерантность, псевдоустойчивость) и механизмы (факторы) иммунитета растений к вредителям

Антиксеноз (отвергание) и выбор растений насекомыми – фитофагами. Особенности дистантной ориентации насекомых на пищевое растение.

Антибиотическое воздействие кормового растения на фитофагов (антибиоз). Факторы антибиоза. Вещества вторичного обмена. Структурные особенности основных биополимеров. Пищевая ценность растения для фитофага. Морфологические, в том числе анатомические, особенности растения.

Ростовые процессы растений, приводящие к их самоочищению от фитофага и нарушающие условия нормального развития вредителя.

Выносливость растений к повреждающему воздействию фитофагов. Формы проявления выносливости растений. Связь выносливости растений с их онтогенезом. Выносливость растений в связи со способами воздействия на них вредителей. Выносливость растений при повреждении различных органов. Реакция растений на повреждение листьев, корней, стеблей. Выносливость растений при повреждении вредителями с внекишечным пищеварением.

Групповая и комплексная устойчивость растений к вредным организмам.

Внутривидовая изменчивость фитофагов и генетические основы устойчивости растений к вредителям.

## 6. Селекционная защита от болезней и вредителей

Методы создания устойчивых сортов. Массовый и индивидуальный отбор. Гибридизация и ее категории. Искусственный мутагенез. Конвергентные, многолинейные сорта и сорта с полигенной устойчивостью. Биотехнологические методы селекции.

# 4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 4.1. Литература

### *Основная*

1. Общая энтомология и основы иммунитета растений: учеб. пособие / Е. В. Стрелкова [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 326 с.

2. Попкова, К. В. Общая фитопатология: учебник / К. В. Попкова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 399 с.

### *Дополнительная*

3. Защита растений в устойчивых системах земледелия / под общ. ред. Д. Шпаара. – Торжок: Вариант, 2003. – 375 с.

4. Иммунитет растений: учебник / В. А. Шкаликов и [др.]. – М.: КолосС, 2005. – 190 с.

5. Общая и молекулярная фитопатология: учеб. пособие / Ю. Т. Дьяков и [др.]. – М.: Изд-во Общество фитопатологов, 2001. – 302 с.

6. Плотникова, Л. Я. Иммунитет растений и селекция на устойчивость к болезням и вредителям: учебник / Л. Я. Плотникова; ред. Ю. Т. Дьяков. – М.: КолосС, 2007. 359 с.

7. Покровская, С. Ф. Генно-инженерные технологии в производстве полевых и других культур за рубежом. – М., 2001. – 76 с.

8. Равков, Е. В. Иммунитет растений и селекция на устойчивость: курс лекций / Е. В. Равков; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. Горки: [б. и.], 2011. – 172 с.

9. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур. Рекомендации / С. С. Санин [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – 140 с.

## 4.2. Рекомендуемые формы и методы обучения

В процессе освоения учебной дисциплины используется модульно-рейтинговая технология.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения учебной дисциплины, являются:

– элементы проблемного обучения (проблемное изложение, частично поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;

– элементы учебно-исследовательской деятельности, творческий подход, реализуемые на лабораторно-практических занятиях и при самостоятельной работе.

### 4.3. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы

При изучении учебной дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:
– подготовка к лабораторным занятиям;
– подготовка к модулям;
– подготовка к зачету;
– подготовка рефератов;
– работа в библиотеке;
– работа с интернет-ресурсами.

### 4.4. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций

Оценка промежуточных учебных достижений студентов осуществляется на основании устного опроса. Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий:
– выступление студента по подготовленному реферату;
– проведение текущих устных опросов;
– сдача модулей;
– сдача зачета по дисциплине.

### 4.5. Примерный перечень лабораторных занятий

1. Категории и факторы иммунитета растений
1.1 Факторы пассивного иммунитета
1.2 Факторы активного иммунитета
1.3 Приобретенный иммунитет
2. Генетика, биохимия и молекулярная биология иммунитета растений
2.1 Полевая и истинная устойчивость
2.2 Вертикальная устойчивость
2.3 Горизонтальная устойчивость
3. Типы паразитизма, специализация и изменчивость патогенов
4. Принципы и методы оценки иммунитета растений к болезням
4.1 Сбор и хранение инфекционного материала
4.2 Методы инокуляции растений и методы учета результатов заражения
5. Иммунитет растений к вредителям
5.1 Особенности и типы иммунитета растений к вредителям
5.2 Механизмы иммунитета растений к вредителям
5.3 Генетические основы и методы оценки иммунитета растений к вредителям
6. Селекционная защита от болезней и вредителей