Разработано и рекомендовано к утверждению

Ученым советом КИББ ФИЦ КазНЦ РАН

«8» октября 2024 г., протокол № 7

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«СИГНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КЛЕТОК РАСТЕНИЙ»**

Составная часть

**основной профессиональной образовательной программ**

**высшего образования -**

**программы подготовки научных и научно-педагогических**

**кадров в аспирантуре**

Научная специальность:

1.5.21 Физиология и биохимия растений

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цели и задачи дисциплины

2. Виды учебной деятельности, способ и формы ее проведения, трудоемкость

дисциплины.

3. Перечень планируемых результатов обучения.

4. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

5. Содержание дисциплины.

6. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации, критерии оценки.

7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», необходимых

для освоения дисциплины.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для освоения

Дисциплины

1. **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Роль сигнальных систем клеток в растении заключается в том, что они обеспечивают ответ клеток на изменяющиеся условия существования растений. Это совокупность молекулярных механизмов восприятия, преобразования и умножения внеклеточных сигналов, вызванного ими репрограммирования экспрессии генов и синтеза белков. Многие из внутриклеточных сигнальных систем тесно взаимосвязаны друг с другом. Взаимодействуя, они могут способствовать взаимному усилению, ослаблению, а также проявлению качественно иного эффекта. Понимание тонких механизмов взаимодействия сигнальных систем в клетках растений помогает понять ответные реакции растений на действие стресс-факторов и может помочь в ближайшем будущем получить устойчивые и урожайные сорта хозяйственно важных растений.

**Цель изучения дисциплины**:

Формирование представлений о механизмах регуляции процессов, протекающих в живых организмах на клеточном уровне, систематизация и углубление знаний о многообразии, закономерностях строения и молекулярных механизмах функционирования сигнальных систем клеток для понимания механизмов формирования функционального ответа клеток в норме, его регуляции и коррекции при стрессовых воздействиях и патологических состояниях.

**Задачи дисциплины:**

1. Создание углубленного представления о сигнальных каскадах растений как о внутри- и межклеточных системах передачи информации

2. Ознакомление с основными принципами организации и функционировании растительного организма на микроуровне и особенностями регуляции сигнальных систем клеток растений.

3. Формирование специфических профессиональных навыков, необходимых для работы с клетками растений на микроуровне.

**2. ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СПОСОБ И ФОРМЫ ЕЕ**

**ПРОВЕДЕНИЯ, ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ**

Виды учебной деятельности: аудиторные занятия – **27 часов**, самостоятельная работа – **92 часа**, **зачет - 1 час,** всего – **120 часов**.

Форма проведения аудиторных занятий – лекции, семинары и консультации.

В рамках часов самостоятельной работы по указанию преподавателя аспиранты прорабатывают темы и осваивают теоретические вопросы, излагаемые в лекционном курсе, а также самостоятельно изучают другие вопросы программы.

Формой итогового контроля является зачет.

# **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**

В результате освоения дисциплины аспирант должен получить дополнительные знания, умения и навыки. Аспирант должен:

***Знать:***

- принципы структурной и функциональной организации основных сигнальных систем клетки;

- отличия поверхностных и внутриклеточных рецепторов;

- особенности передачи внешнего сигнала различными трансдуцирующими системами в клетку;

- структуру первичных и вторичных мессенджеров;

- роль основных сигнальных систем в регуляции клеточных процессов.

***Уметь:***

- связывать свой собственный научно-исследовательский опыт с глобальными проблемами физиологии и биохимии растений;

- представлять возможные пути решения наиболее актуальных проблем при изучении регуляции сигналинга растений;

- использовать полученные знания в области исследования систем внутриклеточной и межклеточной коммуникации для решения профессиональных задач;

- использовать полученные знания при изучении других биологических дисциплин;

- применять полученные знания в оценке нарушений механизмов сигнальной трансдукции при патологических состояниях.

***Владеть:***

- навыками, необходимыми для работы с клетками растений на микроуровне;

# - навыками работы с различными литературными источниками, поиска информации по заданной проблематике

# **4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Сигнальные системы клеток растений» включена в Блок «Образовательная компонента» основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно- педагогических кадров в аспирантуре для группы научных специальностей 1.5 – Биологические науки. Обучение планируется на третьем курсе. Данная дисциплина базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих профессиональных курсов «Общая биология», «Биохимия», «Физиология растений», «Молекулярная биология». Аспирант должен обладать навыками самостоятельного освоения изучаемого материала. Дисциплина направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине

**5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование темы** | **Аудит. занятия** | **Самост. работа** | **Всего часов** |
| 1 | Определение «сигнальные системы» клеток растений. Эволюция сигнальных систем эукариот. Общая структура и функции сигнального пути. | 2 | 8 | 10 |
| 2 | Сигнальные молекулы: первичные и вторичные мессенджеры. Рецепция внешних и внутриклеточных сигналов клетки. Основные типы рецепторов. | 2 | 8 | 10 |
| 3 | Протеинкиназы и протеинфосфатазы как ключевые ферменты регуляции сигнальных каскадов клетки. | 2 | 8 | 10 |
| 4 | Строение факторов регуляции транскрипции: основные типы ДНК-связывающих доменов. Промоторы генов белков сигнальных систем и защитных белков.  | 4 | 12 | 16 |
| 5 | Содержание цАМФ в клетках высших растений. Биосинтез цАМФ. G-белки. Аденилатциклазная сигнальная система клеток растений.  | 2 | 8 | 10 |
| 6 | Роль Са2+ как вторичного мессенджера в сигналинге клеток растений. Са2+-зависимая сигнальная трансдукция, Са2+-связывающие белки. | 2 | 12 | 14 |
| 7 | Фосфолипазы и липоксигеназы растений. Липоксигеназная сигнальная система как сложный путь образования оксилипинов растений. Дивинилэфирсинтазная, алленоксидсинтазная и гидропероксидлиазная ветви липоксигеназного сигналинга. | 4 | 10 | 14 |
| 8 | NO – вторичный медиатор клеток. Биосинтез и катаболизм NO в растениях. Участие NO в сигнальной трансдукции. Гуанилатциклаза растений. | 4 | 10 | 14 |
| 9 | Активные формы кислорода: механизмы активации и инактивации в клетках. Понятие «окислительного взрыва». НАДФН-оксидазная сигнальная система. | 2 | 8 | 10 |
| 10 | МАП-киназная сигнальная система растений как группа мультифункциональных внутриклеточных сигнальных путей. Регуляция МАП-киназного сигнального каскада. Роль в регуляции митоза клеток. | 3 | 8 | 11 |
|  | ЗАЧЕТ | 1 | 0 | 1 |
| ВСЕГО | **28** | **92** | **120** |

**6. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ**

**6.1. Итоговый контроль:** формой контроля по дисциплине является зачет.

**Критерии оценки:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Требования к знаниям и критерии выставления оценок:** |
| **зачтено** | Аспирант при ответе демонстрирует знание тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями и терминами, знает особенности развития соответствующей области науки, имеет представление о специфике объектов исследований. Информирован о современных направлениях работ, ознакомлен с содержанием основных литературных источников, способен сделать анализ проблем и намечать пути их решения. |
| **Не зачтено** | Аспирант демонстрирует плохое знание большей части основного материала в соответствующей области науки. Не информирован или слабо разбирается в проблемах, и не в состоянии наметить пути их решения. |

При выборе аспирантом дисциплины «Сигнальные системы клеток растений» в качестве элективной, зачет по дисциплине является допуском к промежуточной аттестации – кандидатскому экзамену по специальной дисциплине.

**Примерные вопросы на зачет:**

- многообразие рецепторов растительной клетки, примеры рецепторов эукариот с указанием особенностей рецепторных систем растительных;

- основные принципы преобразования и усиления сигнала, использующиеся при передаче сигналов на клеточном уровне;

- ключевые ферменты регуляции сигнальных каскадов клетки;

- аденилатциклазная сигнальная система клеток растений;

- пути формирования вторичных посредников, участие вторичных посредников в передаче сигналов в растительной клетке;

- роль Са2+ как вторичного мессенджера в сигналинге клеток растений;

- липоксигеназная сигнальная система;

- сигнальные системы, участвующие в восприятии физических сигналов;

- участие сигнальных систем в восприятии симбиотического и патогенного сигналов;

- биосинтез и катаболизм NO в растениях, участие NO в сигнальной трансдукции;

= основные этапы формирования адаптационного ответа растения на воздействие стресс-факторов.

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**7.1. Основная литература**

1. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений / И.А. Тарчевский; [Отв. ред. А.Н. Гречкин]. – М.: Наука, 2002. – 294 с.

2. Дубовская Л.В., Колеснева Е.В., Бакакина Ю.С., Волотовский И.Д. Циклический гуанозинмонофосфат и сигнальные системы клеток растений / Л.В. Дубовская и др.; [Рецензенты: Н.А. Ламан, Н.В. Шалыго]. – Нац. акад наук Беларуси, Ин-т биофизики и клеточной инженерии. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 275 с.

3. Аверина Н.Г., Яронская Е.Б. Биосинтез тетрапирролов в растениях – Минск: Беларуская навука, 2012. – 413 с.

4 Джамеев В.Ю. Внутриклеточный сигналинг у растений: учебное пособие / В. Ю. Джамеев. — Харьков: АССА, 2015. — 224 с.

# **7.2. Дополнительная литература**

##### 1. Гусев Н. Б. Внутриклеточные Ca2+- связывающие белки. Часть 1. Классификация и структура / Н. Б. Гусев // Соросовский образовательный журнал. — 1998. — № 5. — С. 2–9.

2. Гусев Н. Б. Внутриклеточные Ca2+- связывающие белки. Часть 2. Структура и механизм функционирования / Н. Б. Гусев // Соросовский образовательный журнал. — 1998. — № 5. — С. 10–16.

3. Колупаев Ю. Е. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров / Ю. Е. Колупаев, Ю. В. Карпец. — К. : Основа, 2010. — 352 с.

4. Крутецкая З. И. Механизмы внутриклеточной сигнализации: монография / З. И. 5. Крутецкая, О. Е. Лебедев, Л. С. Курилова. — СПб. : Изд-во СПб. ун-та, 2003. — 208 с.

6. Кулаева О. Н. Восприятие и преобразование гормонального сигнала у растений / О. Н. Кулаева // Физиология растений. — 1995. — Т. 42, №5. — С. 661–671.

7.  Лыло В. В. Убиквитинирование протеинов и его функции в клетке / В. В. Лыло // Укр. біохім. журн. — 2010. — Т. 82, № 6. — С. 5–13.

8. Сорокин А. В. Протеасомная система деградации и процессинга белков / А. В. Сорокин, Е. Р. Ким, Л. П. Овчинников // Успехи биологической химии. — 2009. — Т. 49. — С. 3–76.

9. Alberts B. Molecular biology of the cell / B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter. — 4-th edition. — Garland Science Publishing, 2002.

# **7.3. Электронные ресурсы**

1. [https://ru.Wikipedia.org/wiki/Сигнальные\_пути\_MAPK](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%B8_MAPK)

2. <http://present5.com/signalnye-peptidny-gormony-rastenij-1-sisteminy/>

3. [https://studfiles.net/preview/2362134/page:3/](https://studfiles.net/preview/2362134/page%3A3/)

4. https://ru.Wikipedia.org/wiki/Двухкомпонентная система

**8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные, семинарские занятия и консультации, самостоятельная работа по освоению дисциплины и подготовка к сдаче кандидатских экзаменов проводятся в специальных помещениях (читальный зал научной библиотеки и/или конференц-залы), оборудованных мебелью (столы, стулья), классной доской (меловой), компьютером, проектором для демонстрации презентаций, компьютерами с доступом к электронным библиотечно-информационным ресурсам.