Приложение № 4
к образовательной программе высшего образования – программе магистратуры
по направлению подготовки 06.04.01 Биология
(направленность (профиль) «Молекулярная биология клетки, иммунобиология и биомедицина»)

**АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»**
**(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)**

---

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 7835bcdac1c89a3da835a18f6045494f3f404337
Владелец: Некрасова Людмила Андреевна
Действителен: с 08.07.2026 до 08.07.2027

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## «Регулируемая клеточная гибель: эволюционный, генетический и механистический аспекты»

**1. Трудоемкость дисциплины (модуля):** 2 з.е.

**2. Место дисциплины (модуля) в учебном плане:**

Обязательная часть «Профессиональной подготовки» в рамках Блока 1. Дисциплины (модули), реализуется во 2 семестре.

**3. Цель дисциплины (модуля):** формирование у обучающихся знаний об особенностях процессов программируемой клеточной гибели у животных и растений.

**4. Задачи дисциплины (модуля):**

– сформировать представления о роли клеточной гибели в онтогенезе и в поддержании гомеостаза организма;

– определить основные особенности клеточной гибели у одноклеточных и многоклеточных организмов;

– освоить классификацию вариантов клеточной гибели, а также рассмотреть молекулярные механизмы их реализации и регуляции;

– рассмотреть способы детекции вариантов клеточной гибели и генетические модели для изучения процессов клеточной гибели на организменном уровне.

**5. Перечень разделов (тем) дисциплины (модуля) и их краткое содержание:**

| **Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)** | **Краткое содержание** |
|---|---|
| Раздел 1. Классификация типов клеточной гибели | Различия между физиологической программируемой клеточной гибелью (ПКГ) и искусственно индуцированной регулируемой клеточной гибель. Роль клеточной гибели в онтогенезе и физиологии организмов. Классификация типов клеточной гибели, краткое описание частных вариантов клеточной гибели: пироптоза, корнификации, нетоза, паратанатоса. Анойкис, митотическая катастрофа и энтоз как состояния, предшествующие клеточной гибели. |
| Раздел 2. Эволюция клеточной гибели | Клеточная гибель у одноклеточных организмов, роль ПКГ у паразитических и колониальных эукариот. Каспазы и метакаспазы, функции, различия в строении инициаторных и эффекторных каспаз, регуляция и роль в процессах ПКГ. Белки путей регуляции апоптоза, присутствующие у всех многоклеточных животных, особенности регуляции апоптоза у круглых червей и насекомых. |
| Раздел 3. Митохондриальный апоптоз | Обзор митохондриального пути индукции апоптоза. Механизмы пермеабилизации |

| Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля) | Краткое содержание |
|---|---|
| | наружной митохондриальной мембраны. Белки семейства Bcl-2 и их молекулярные функции, проапоптотические и антиапоптотические. IAP - белки ингибиторы каспаз. Процесс образования апоптосомы, взаимодействие цитхрома с и Apaf1. Другие митохондриальные эффекторы клеточной гибели – белки AIF, Diablo, Omi и EndoG. |
| Раздел 4. Клеточная гибель у растений | Реакция сверхчувствительности как составная часть фитоиммунитета. Классификация клеточной гибели у растений – вакуолярная и некротическая, онтогенетическая и патоген-опосредованная клеточная гибель. Сходства и различия механизмов клеточной гибели у животных и растений. Значение регуляции клеточной гибели растений для сельского хозяйства. |
| Раздел 5. Инструктивный апоптоз | Система Fas - FasL, комплекс DISC, изоформы белка cFLIP и их влияние на активацию каспазы-8. TNF - провоспалительный цитокин и одновременно индуктор апоптоза. Внешний путь активации апоптоза, рецепторы смерти, адаптерные белки, каспаза-8 и каспаза-10, домены DD и DED. Стехиометрия рецепторных комплексов I и II, платформы для активации каспаз. |
| Раздел 6. Регулируемый некроз - некроптоз | Переключение между апоптозом и программируемым некрозом - некроптозом. Условия индукции некроптоза. Убиквитин как компонент сигнальных платформ, убиквитин-лигазы и деубиквитиназы. Киназы RIP1 и RIP3. Белки-некростатины и их мишени. Белок MLKL - основной эффектор некроптоза. |
| Раздел 7. Повреждения ДНК и клеточная смерть | Факторы, повреждающие ДНК. Типы повреждения ДНК и механизмы их репарации. Система детекции двунитевых разрывов в ДНК. Сигнальные каскады ответа на повреждение ДНК и активация ПКГ. |
| Раздел 8. Транскрипционный фактор TP53 | P53 – транскрипционный фактор ответственный за контроль экспрессии генов, вовлеченных в защиту от стресса и активацию клеточной смерти. P53 – непосредственный активатор процесса клеточной гибели. |

| Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля) | Краткое содержание |
|---|---|
| | Мутантный p53 – новая роль в контроле клеточной смерти. |
| Раздел 9. Нетоз | Физиологический смысл гранулоцит-специфичного типа ПКГ. Механизмы развития нетоза. Последствия нетоза: польза и вред. Диагностика нетоза. Пути фармакологической коррекции нетоза. |
| Раздел 10. Аутофагия | Типы, молекулярные механизмы, роль аутофагии в физиологических функциях и патологических процессах. Современное представление об аутофагии, как о фундаментальном клеточном процессе, который позволяет элиминировать макромолекулы и органоиды для поддержания гомеостаза и регуляции процессов развития, дифференцировки и выживания клеток. |
| Раздел 11. Животные модели для изучения клеточной гибели | Обратная генетика и технологии трансгенов и генетических нокаутов. Генетические модели для изучения процесса клеточной гибели. Фенотипы мышей с нокаутами по ключевым компонентам механизмов клеточной гибели. "Спасение" фенотипа у двойных нокаутов. |
| Раздел 12. Методы изучения клеточной гибели | Методы детекции апоптоза - TUNEL, окрашивание аннексином V, флуоресцентные каспазные субстраты, кометный тест, гиподиплоидные клетки, флуоресцентная микроскопия в определении аутофагии и НЕТоза. |

**6. Образовательные результаты освоения дисциплины (модуля):**

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---|---|
| ПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области клеточной и молекулярной биологии, молекулярной иммунологии, иммунобиотехнологии, генной инженерии в научно-исследовательской (проектно-исследовательской) деятельности | ИПК-1.1. Знает фундаментальные основы клеточной и молекулярной биологии, молекулярной иммунологии, иммунобиотехнологии, генной инженерии |
| | ИПК-1.2. Применяет фундаментальные знания в области клеточной и молекулярной биологии, молекулярной иммунологии, иммунобиотехнологии, генной инженерии для постановки и решения исследовательских и практических задач |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|---|---|
| | ИПК-1.3. Анализирует современные проблемы в области клеточной и молекулярной биологии, иммунобиологии и биомедицины, формулирует гипотезы и вырабатывает подходы для решения исследовательских и практических задач |