****

**Пояснительная записка**

В предлагаемом курсе предполагается раскрыть содержание одного из разделов современной генетики — генетической инженерии. Будучи ядром современных биотехнологий и существенной частью будущих нанотехнологий, генетическая инженерия явилась кульминацией длительного периода развития генетики. В последние годы генетика, да и вся биологическая наука, сделала гигантский скачок в понимании структуры и функций генетического аппарата клетки. Это связано с расшифровкой генома человека. Без стремительного развития методов ГИ и информационных технологий такой результат был бы невозможен. ГИ постепенно проникает во все большее количество направлений современной генетики и биологической науки.

Предлагаемый курс предназначен для того, чтобы учащиеся 10 классов смогли видеть в окружающих их явлениях реализацию основных закономерностей кодирования и передачи генетической информации — «работу» универсальной молекулы наследственности — ДНК и четко понимать, как современный исследователь может манипулировать этой без преувеличения чудо-молекулой для решения практических задач. Курс явится еще од ним шагом в осознанном выборе профессии, связанной с соответствующей отраслью биологической науки и профиля обучения.

Отбор содержания курса «Основы генетической инженерии» осуществлялся с точки зрения максимального упрощения, с сохранением при этом возможности ставить и решать последовательно усложняющиеся задачи. При этом несомненная актуальность темы должна вызывать познавательный интерес у школьников. Содержание занятий носит в значительной степени исследовательский и проблемный характер. Освоение методик ГИ эффективнее всего осуществлять в ходе решения тех или иных исследовательских задач различного уровня.

В содержание курса включены вопросы строения и функций молекулы наследственности ДНК, разнообразные методы очистки, характеристики и модификации ДНК, способы и методы специфического размножения ДНК, определение последовательности оснований в ДНК, другие методы манипуляции с ДНК, методы и подходы к применению ГИ для получения новых сортов культурных растений, пород животных, трансгенных организмов, способы и методы применения ГИ для охраны окружающей среды.

Курс генетической инженерии, подготавливая учащихся к дальнейшему эффективному освоению актуальных проблем современной генетики и ее новых направлений, будет способствовать систематизации как уже имеющихся, так и новых знаний и их лучшему усвоению. Он поможет учащимся осознанно выбрать будущую профессию. Они не только поймут тесную взаимосвязь всех форм жизни, но и будут обладать теоретическими знаниями, как придать взаимоотношениям человека и природы более гармоничный характер

**Цель программы:**

* Через глубокое понимание основных генетических теорий, основных положений молекулярной генетики, знание структуры и механизмов функционирования генетического аппарата клетки обеспечить усвоение учащимися основных положений ГИ как важного раздела современной генетики.
* Показать, что по мере проникновения в глубинные молекулярные механизмы явлений наследственности был создан один из наиболее мощных инструментов изучения функционирования генов — генетическая инженерия.
* Сформировать сознание единства и взаимозависимости живых организмов на генетическом уровне и значения ГИ как общей методологии исследования роли генетического аппарата в клетке и генетической взаимосвязи различных форм жизни.

**Основные задачи программы:**

*Образовательные*

* Ознакомить с основными генетическими теориями, изучить основные открытия, положенные в основу молекулярной генетики и технологии рекомбинантных ДНК (или ГИ), по праву ставшей методической основой всей современной биотехнологии.
* Познакомить с основными направлениями практического применения ГИ.
* Изучить и освоить теоретические аспекты базовых методик ГИ.

*Воспитательные*

* На базе знаний основных механизмов функционирования генетического аппарата, структуры и функций ДНК как универсальной молекулы наследственности, объекта исследований и «инструмента» современной технологии рекомбинантных ДНК добиться понимания тех неисчерпаемых возможностей, которые дает человеку ГИ. Через знание как положительных, так и отрицательных последствий применения ГИ для изменения и управления наследственной основой живых организмов способствовать формированию ответственного отношения обучающихся к объектам живой природы

*Развивающие*

* Через понимание сущности технологии ГИ и освоение ее базовых методик способствовать формированию активного исследовательского подхода к проблемам современной генетики и экологии.
* Развить у учащихся способности научного анализа данных литературы, а также заложить основы знаний и умений самостоятельного выбора «маршрутов» познавательной теоретической деятельности с применением методик ГИ.

**Планируемые результаты:**

***учащиеся должны:***

* четко понимать, что развитие технологии рекомбинантных ДНК было основано на крупных открытиях в области структуры и функций нуклеиновых кислот — ДНК и РНК — и в особенности открытиях целого ряда ферментов, обеспечивающих процессы передачи и хранения генетической информации;
* знать логику осуществления генноинженерных экспериментов, понимать их сущность, необходимость и значимость отдельных стадий при проведении основных методик ГИ;
* владеть основными навыками работы с лабораторным оборудованием, применяемым в простейших базовых методиках молекулярной генетики;
* понимать, что все предыдущее развитие генетики и молекулярной генетики вместе с развитием экспериментальной базы, техники и технологий, особенно компьютерных информационных технологий, позволило приступить к секвенированию генома человека и успешно решить эту задачу;
* понимать, что вышеперечисленные достижения являются предвестниками новых открытий и новых сфер их практического применения, в особенности в медицине;
* знать, что успешное завершение аналогичных проектов по секвенированию геномов хозяйственно ценных животных и растений позволит создать новые технологии в сельском хозяйстве, перерабатывающей промышленности;
* знать, что применение современных технологий молекулярной генетики позволяет успешно решать такие злободневные проблемы, как охрана окружающей среды, сохранение биоразнообразия, контроль и восстановление экосистем.

**Формы организации и методы**

Лекционно-семинарская форма работы предусматривает разные способы контроля и оценки работы школьников. Можно выделить несколько типов проводимого контроля.

1. Входной контроль проводится в виде краткого собеседования на первом занятии по предлагаемой программе. В ходе его выясняется уровень заинтересованности учащихся в предлагаемых к рассмотрению темах курса, обсуждаются предложения по проведению интересных форм работы.

2. Текущий контроль заключается в проведении самостоятельных работ и тестировании по отдельным темам курса с целью выявления степени усвоения материала учащимися. При этом предусмотрены как устные опросы, так и письменные задания.

3. Текущий контроль — лабораторные работы. По отдельным разделам курса ГИ предусмотрены лабораторные работы, включающие основные базовые методики. Лабораторные работы стимулируют индивидуальную творческую активность учащихся в процессе освоения методик. В ходе их проведения ученики общаются с педагогом, решая поставленные в ходе эксперимента вопросы.

4. Итоговый контроль. Прохождение курса обеспечивает ознакомление с последними достижениями в области технологии рекомбинантных ДНК, являющихся ядром современных био- и нанотехнологий, и существенно повышает образовательный уровень учащихся в одном из бурно развивающихся сегментов современной биологии и генетики. В итоге обучения предполагается участие школьников в городских олимпиадах по экологии и биологии, в юношеских конференциях.

Актуальность рассматриваемых в данном курсе тем связана с возможностью серьезной подготовки к ответам на сложные и высоко оцениваемые вопросы на ЕГЭ.

Применяемый в курсе подход к занятиям, основанный на стимулировании творческой активности учащихся и большом объеме практической деятельности, обеспечивает надежность знаний, индивидуальное развитие учащихся. Они получают возможность самостоятельно найти ответы на свои вопросы. Курс, представляя собой общую методическую основу всей современной биологии, является хорошей базой для самостоятельной работы по таким разделам, как «Молекулярная биология», «Экология» и «Генетика».

**Учебно-тематический план**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тема | Количество часов | |
| теория | практика |
| 1. Молекулярно-генетические основы создания генетической инженерии. Значение генетической инженерии для практики | 2 |  |
| 2. ДНК как материальная основа наследственности. Структура и функции молекул наследственности — ДНК и РНК. Сущность генетического кода, его свойства, биологическая роль и эволюция | 2 |  |
| 3. Структура и функции рестриктаз. Способы их применения для клонирования, исследования генов и геномов. Области практического применения | 2 |  |
| 4. Основные методические особенности процедуры клонирования ДНК. Гетерологичная экспрессия генов | 2 |  |
| 5. ДНКполимеразы — основной инструмент генетической инженерии: структура, функции, практическое применение | 2 |  |
| 6. Библиотеки генов — мощный инструмент генетического анализа: сущность, получение, применение | 2 |  |
| 7. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) — мощный инструмент молекулярногенетического анализа: сущность, методика про ведения, практическое применение | 2 |  |
| 8. Метагеномика — новый подход к исследованию экосистем | 2 |  |
| 9. Генетическая инженерия и получение генномодифицированных организмов (ГМО): методические подходы, значение, возможные аспекты отрицательного воздействия, перспективы | 2 |  |
| 10. Методические особенности основных генноинженерных процедур |  | 4 |
| 11. Особенности методик выделения плазмидных и фаговых ДНК и их характеристика |  | 4 |
| 12. Методы трансформации и трансфекции ДНК | 2 | 2 |
| 13. Метод ПЦР: сущность, особенности методики, демонстрация |  | 2 |
| 14. Биоинформатика, ее становление и роль в современной генетике и генетической инженерии |  | 2 |
| Итого  Всего 34 | 20 | 14 |

**СОДЕРЖАНИЕ**

**1. Молекулярно-генетические основы создания генетической инженерии. Значение генетической инженерии для практики**

Основные открытия в области молекулярной биологии и генетики, способствовавшие созданию технологии рекомбинантных ДНК. Открытие, биологическая роль и свойства нового класса ферментов, специфически «разрезающих» ДНК, — рестриктаз. Первые опыты по клонированию ДНК. Вклад П. Берга. Первые практические результаты применения генетической инженерии на практике. Презентации и компьютерные анимации по теме.

**2. ДНК как материальная основа наследственности. Структура и функции молекул наследственности — ДНК и РНК. Сущность генетического кода, его свойства, биологическая роль и эволюция**

Ген — основное понятие классической и современной генетики. Определения гена с генетической и биохимической точек зрения. ДНК как материальная основа гена. Связь структуры ДНК с ее функциями. Структура РНК и ее функции в клетке. Сравнительный анализ ДНК и РНК. Структура гена. Генетический код. История открытия (работы Г. Х. Корана), свойства генетического кода (вырожденность, неперекрываемость, универсальность). Вклад Г. Х. Корана в разработку технологии рекомбинантных ДНК. Окончательная расшифровка генетического кода и его вырожденность. Открытие и роль адапторных РНК. Биологическая роль генетического кода. Эволюция генетического кода.

**3. Структура и функции рестриктаз. Способы их применения для клонирования, исследования генов и геномов. Области** **практического применения**

Характеристика рестриктаз. Особенности строения и функционирования рестриктаз. Сайты узнавания рестриктаз. Классификация. Биологическая роль рестриктаз. Требования к качеству субстрата — ДНК. Способы применения рестриктаз для клонирования генов. Принципы построения генетических карт с помощью рестриктаз и значение этих методик. Применение рестриктаз для изучения полиморфизма первичных последовательностей, диагностики. Презентации и компьютерные анимации по теме.

**4. Основные методические особенности процедуры клонирования ДНК. Гетерологичная экспрессия генов**

Современное состояние технологии рекомбинантных ДНК. Подробная характеристика отдельных этапов клонирования. Выделение и очистка образцов ДНК из животного или растительного источника — первый шаг в процедуре молекулярно-генетической характеристики различных организмов. Плазмиды как внехромосомные элементы. Горизонтальный перенос генов. Выделение, очистка и характеристика плазмид как универсальных «векторов». Расщепление клонируемой ДНК и плазмид рестриктазами. Сшивание вставки и вектора. Трансформация клеток-хозяев. Основные виды плазмид. Гетерологичный синтез продуктов гена с использованием плазмид. Получение поливалентных вакцин, лекарственных препаратов, аминокислот и других биологически активных соединений. Применение плазмид для получения генно-модифицированных растений. Применение плазмид для научных целей (направленный мутагенез и белковая инженерия).

**5. ДНК-полимеразы — основной инструмент генетической инженерии: структура, функции, практическое применение**

Краткая характеристика ДНК-полимераз и способы их применения в ГИ. Краткий перечень основных ДНК полимераз про- и эукариотического происхождения и их характеристика. Термостабильные ДНК-полимеразы. Различные методы «прочитывания» (секвенирования) ДНК. Метод Сэнгера. Усовершенствование метода Сэнгера. Современные автоматические секвенаторы и их применение для «прочтения» геномов различных организмов. Совершенствование процедуры «чтения» ДНК. «Прочтение» геномов как основа биотехнологий будущего. Применение ДНК-полимераз для получения молекулярных зондов и гибридизационного анализа образцов ДНК. Методические особенности проведения процедур гибридизационного анализа. «Северный» и «южный» гибридизационный анализ. Другие области применения зондов: диагностика, биоиндикация, экологический мониторинг, in situ гибридизация, получение трансгенных растений и животных, прижизненное наблюдение за биологическими процессами, разнообразные скрининговые эксперименты в популяционной генетике и в эпидемиологии.

**6. Библиотеки генов — мощный инструмент генетического анализа: сущность, получение, применение**

Библиотеки генов — сущность, способы получения, применение. Отдельные этапы получения библиотек генов и их характеристика. Применение вирусов бактерий — бактериофагов для клонирования. Краткая характеристика бактериофагов как инструментов ГИ. Краткая характеристика фага λ как основного инструмента ГИ. Геномные и кДНК-библиотеки генов. Сравнительный анализ библиотек. Основная схема получения кДНКбиблиотек. Гибридизационный анализ библиотек. Различные подходы к поиску и клонированию генов. Применение автоматических роботизированных комплексов для скрининга библиотек. Упорядоченные библиотеки генов. Вычитательные кДНК-библиотеки и их применение. Экспрессирующие библиотеки.

**7. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) — мощный инструмент молекулярно-генетического анализа: сущность, методика проведения, практическое применение**

Полимеразная цепная реакция: история открытия и механизм. Особенности протекания ПЦР и методика постановки реакции. Краткая характеристика областей практического применения ПЦР. Применение метода ПЦР для изучения филогении, палеоонтологии, популяционных исследований контроля численности и уровня генетического биоразнообразия, восстановления видового разнообразия экосистем. Оценка биоразнообразия микроорганизмов в окружающей среде. Основные теоретические положения и анализ методов оценки. Метод ПЦР в оценке микробного биоразнообразия и контроле состояния окружающей среды. Понятие о метагеномике. Создание синтетической жизни.

**8. Метагеномика — новый подход к исследованию экосистем**

Метагеномика: сущность, история открытия, значение. Примеры применения метагеномных подходов в исследовании окружающей среды. Создание новых биотехнологий очистки окружающей среды. Проект «Геном человека II»: сущность и значение. Метагеномные подходы для исследований микробного биоразнообразия экосистем. Применение функциональной метагеномики для изучения роли различных видов микроорганизмов в сообществах и экосистемах в целом. Сравнительная метагеномика и исследования эволюции.

**9. Генетическая инженерия и получение генно-модифицированных организмов (ГМО): методические подходы, значение, возможные аспекты отрицательного воздействия, перспективы**

Получение с помощью ГИ трансгенных организмов. Векторы эукариот. Основы ГИ растений и животных: трансформация клеток высших организмов, введение генов в зародышевые и соматические клетки животных. Проблемы генотерапии. Значение ГИ для решения задач биотехнологии, сельского хозяйства, медицины и различных отраслей народного хозяйства. Использование методов ГИ для изучения фундаментальных проблем генетики и других биологических наук. Социальные аспекты ГИ.

**10. Методические особенности основных генно-инженерных процедур**

Введение в практическую ГИ. Основные манипуляции в процедуре клонирования ДНК. Требования к оборудованию и растворам. Основные понятия и термины ГИ. Особенности методик выделения ДНК из различных источников. Выделение ДНК из растительных, животных источников и образцов окружаю щей среды. Дополнительная очистка образцов. Основные методические приемы технологии рекомбинантных ДНК. Электрофоретический анализ сложных смесей ДНК и РНК. Электрофоретический анализ образцов ДНК из различных источников. Специфическое «разрезание» различных препаратов ДНК рестриктазами.

**11. Особенности методик выделения плазмидных и фаговых ДНК и их характеристика**

Основные методики выделения плазмидных и фаговых ДНК. Получение биомассы. Правила стерильной работы. Проведение процедуры выделения плазмидной ДНК. Проведение основных генно-инженерных манипуляций с плазмидной ДНК и клонируемой ДНК. Постановка реакции лигирования ДНК. Проверка результатов манипуляций методом электрофореза в агарозе.

**12. Методы трансформации и трансфекции ДНК**

Методы введения клонируемой ДНК в клетку. Сущность и особенности методик трансформации и трансфекции ДНК, обоснование значимости от дельных стадий и необходимые предосторожности. Проведение процедуры трансформации с использованием компетентных клеток. Гибридизационный анализ результатов трансформации. Основные стадии процедуры гибридизации и их характеристика. Области практического применения гибридизации.

**13. Метод ПЦР: сущность, особенности методики, демонстрация**

Основы технологии специфического in vitro- размножения ДНК в пробирке (ПЦР). Особенности постановки и протекания реакции. Демонстрация прибора для амплификации. Постановка реакции амплификации с помощью амплификационного набора. Анализ результатов амплификации методом электрофореза в геле.

**14. Биоинформатика, ее становление и роль в современной генетике и генетической инженерии**

Основные задачи биоинформатики. Понятие о «сухой» и «мокрой» биохимии и генетике. Основные области применения биоинформатики. Программы для планирования процедур клонирования. Основные базы данных по биоинформатике и способы их применения. Методы изучения пространственной структуры биополимеров. Применение баз данных и программ по моделированию пространственных структур биополимеров.

**Календарно – тематическое планирование**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Дата | Тема занятия | Примечание |
| 1 | 03.09-07.09 | Основные открытия в области молекулярной биологии и генетики |  |
| 2 | 10.09-14.09 | Первые практические результаты применения генетической инженерии |  |
| 3 | 17.09-21.09 | Ген — основное понятие классической и современной генетики |  |
| 4 | 24.09-28.09 | Биологическая роль генетического кода. |  |
| 5 | 01.10-05.10 | Характеристика рестриктаз |  |
| 6 | 08.10-12.10 | Биологическая роль и применение рестриктаз |  |
| 7 | 15.10-19.10 | Характеристика отдельных этапов клонирования |  |
| 8 | 22.10-26.10 | Плазмиды как внехромосомные элементы |  |
| 9 | 05.11-09.11 | Краткая характеристика ДНК-полимераз |  |
| 10 | 12.11-16.11 | Применение ДНК-полимераз |  |
| 11 | 19.11-23.11 | Библиотеки генов |  |
| 12 | 26.11-30.11 | Сравнительный анализ библиотек генов |  |
| 13 | 03.12-07.11 | Полимеразная цепная реакция: история открытия и механизм. |  |
| 14 | 10.12-14.12 | Оценка биоразнообразия микроорганизмов в окружающей среде. |  |
| 15 | 17.12-21.12 | Метагеномика: сущность, история открытия, значение |  |
| 16 | 07.01-11.01 | Применение функциональной метагеномики |  |
| 17 | 14.01-18.01 | Получение с помощью метагеномики трансгенных организмов |  |
| 18 | 21.01-25.01 | Социальные аспекты генетической инженерии |  |
| 19 | 28.01-01.02 | Введение в практическую генетическую инженерию |  |
| 20 | 04.02-08.02 | Основные манипуляции в процедуре клонирования ДНК | Пр. р. №1 |
| 21 | 11.02-15.02 | Основные понятия и термины генетической инженерии | Пр. р. №2 |
| 22 | 18.02-22.02 | Особенности методик выделения ДНК из различных источников | Пр. р. №3 |
| 23 | 25.02-01.03 | Основные методические приемы технологии рекомбинантных ДНК | Пр. р. №4 |
| 24 | 04.03-07.03 | Основные методики выделения плазмидных и фаговых ДНК | Пр. р. №5 |
| 25 | 11.03-15.03 | Получение биомассы | Пр. р. №6 |
| 26 | 18.03-22.03 | Правила стерильной работы | Пр. р. №7 |
| 27 | 01.04-05.04 | Основные генно-инженерные манипуляции | Пр. р. №8 |
| 28 | 08.04-12.04 | Методы введения клонируемой ДНК в клетку |  |
| 29 | 15.04-19.04 | Трансформация с использованием компетентных клеток |  |
| 30 | 22.04-26.04 | Основные стадии процедуры гибридизации и их характеристика | Пр. р. №9 |
| 31 | 29.04-03.05 | Области практического применения гибридизации | Пр. р. №10 |
| 32 | 06.05-10.05 | Основы технологии специфического размножения ДНК в пробирке (ПЦР) | Пр. р. №11 |
| 33 | 13.05-17.05 | Особенности постановки и протекания реакции ПЦР | Пр. р. №12 |
| 34 | 20.05-24.05 | Биоинформатика, ее становление и роль в современной генетике и генетической инженерии | Пр. р. №13 |
| 35 | 27.05-31.05 | Основные базы данных по биоинформатике и способы их применения | Пр. р. №14 |

**Рекомендуемая литература**

***литература для учителя:***

1. Богданов А. А., Медников Б. М. Власть над геном. — М.: Просвещение, 1989. 2. Богданова Т. Л., Солодова Е. А. Биология: спра вочник для старшеклассников и поступающих в вузы. — М.: Астпрессшкола, 2002. 3. Большая книга для любознательных. — М.: Рос мэн, 2001. 4. Большой справочник по биологии. — М.: АСТ, 2000. 5. Рувинский А. О. и др. Общая биология. — М.: Просвещение, 2004. 6. Тарасенко Н. Д., Лушанова Г. И. Что вы знаете о своей наследственности. — Новосибирск: Наука, 1991. 7. Франк0Каменецкий М. Д. Самая главная моле кула. — М.: Наука, 1988. 8. Шевцов И. А. Популярно о генетике. — Киев: На укова думка, 1989. 9. Ярыгин А. Д. Пособие по биологии для поступаю щих в вузы. — М.: Высшая школа, 2005.

***литература для учащихся:***

1. Вилли К. Биология. — М.: Мир, 1968. 2. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. Т. 1—3. — М.: Мир, 2004. 3. Кемп П., Армс К. Введение в биологию. — М.: Мир, 1988. 4. Робертис Э., Новинский В., Саэс Ф. Биология клетки. — М.: Мир, 1971. 5. Слюсарев А. А. Биология. — М.: Высшая школа, 1995. 6. Янковский Н. К., Боринская С. А. Человек и его гены // Биология в школе. — 2001. — № 4, 5.