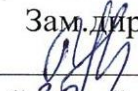


МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СРЕДНЯЯ ШКОЛА № 20» ГОРОДА НОРИЛЬСКА

РАССМОТРЕНО
на заседании НМС
протокол № 1
от « 30 » августа 2024г.

СОГЛАСОВАНО:
Зам. директора по ВР
 Т.П.Хвостова
« 30 » 08 2024г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор МБОУ «СШ № 20»
 Е.В.Руденко
« 30 » 08 2024г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по внеурочной деятельности

«Молекулярная генетика и генная инженерия»

(Направление: общеинтеллектуальное,

вид деятельности – познавательная)

на 2024-2025 учебный год

Программа составлена:
учителем биологии
высшей квалификационной
категории
_____ К.М. Овчаренко

г. Норильск
2024 г.

Общая характеристика элективного курса

Рабочая программа внеурочной деятельности «**Молекулярная генетика и генная инженерия**» имеет интеллектуальную направленность разработана в соответствии с требованиями федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего общего образования (биология), на основе авторской программы В.В. Велькова. (Программа элективных курсов. Биология. 10-11 классы. Профильное обучение /авт. –сост. В.И. Сивоглазов, В.В. Пасечник. – 2-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2006)

Актуальность курса определяется тем, что величайшие достижения биологии еще не стали известны широким массам, а школьные программы просто не успевают за развитием науки. Речь идет о направленном изменении наследственности - генной инженерии. Для развития мотивации к изучению курса в содержании делается акцент на значимость данной науки для человека, его здоровья.

Предлагаемая программа охватывает основные разделы молекулярной генетики прокариот и эукариот, которые знакомят учащихся с современными представлениями об основных генетических и биохимических процессах, протекающих в клетках, с главными механизмами функционирования генов у микроорганизмов, растений и животных, с принципами организации их генов и геномов.

Особое внимание уделено развитию у учащихся понимания того, каким образом функционируют белки и гены; как различные генетические и метаболические процессы взаимосвязаны друг с другом и как они координировано регулируются факторами окружающей среды каким образом знания молекулярно-генетических процессов применяются в генной инженерии для конструирования трансгенных организмов. Полученные знания могут стать основой, на которой в дальнейшем должно формироваться освоение основных биологических дисциплин, понимание механизмов эволюции и принципов, на которых основывается современная трансгенная биотехнология.

Цель курса:

Формирование знания основных молекулярно-генетических процессов и представлений, как на их основе проводится генно-инженерное конструирование трансгенных организмов с заданными свойствами.

Задачи курса:

Расширить и углубить знания учащихся о строении и функционировании генов прокариот и эукариот.

Дать представление о современном понимании молекулярных механизмов эволюции. Обосновать основные принципы и методы генной инженерии как необходимое условие применения на практике знаний молекулярно-генетических процессов и принципов строения различных генов.

Расширить знания о молекулярных механизмах регуляции генов и о генно-инженерных методах, **направленных** на создание трансгенных организмов с заданными полезными свойствами.

Познакомить учащихся с основными принципами современной трансгенной биотехнологии основанной на применении организмов, полученных с помощью генной инженерии.

Данная программа рассчитана для категории учащихся 16-17 лет, которым интересна генетика.

Курс внеурочной деятельности предназначен для учащихся 10 класса и рассчитан на 34 часа учебных занятий (1 час в неделю по 40 минут.).

Содержание

Общее количество часов —34

Введение (4 ч)

Молекулярная генетика как наука. Связь молекулярной генетики с биохимией нуклеиновых кислот и биохимией белков, с генетикой микроорганизмов, молекулярной биологией и биоинформатикой. Генная инженерия как технология конструирования трансгенных организмов. Значение молекулярной генетики для развития генной инженерии. Роль генной инженерии в биотехнологии, сельском хозяйстве, пищевой промышленности, медицине, охране окружающей среды.

Объекты и методы молекулярной генетики и генной инженерии. История развития молекулярной генетики и генной инженерии. *Демонстрация* схем, иллюстрирующей взаимосвязь молекулярной генетики и генной инженерии между собой и с другими науками. Прокариотные и эукариотные организмы. Клетки микроорганизмов, клетки животных, клетки растений: разница и сходство. Нуклеоид микроорганизмов и ядро эукариотных клеток. Строение бактериальной и эукариотной хромосомы. Уровни организации эукариотной хромосомы. Эухроматин и гетерохроматин — активные и инертные области эукариотной хромосомы.

Демонстрация схем:

- основные открытия в области молекулярной генетики;
- этапы развития генной инженерии;
- строение прокариотной и эукариотной клеток;

Раздел 1. Строение структурных генов (4 ч.)

Что такое ген: от морфологического признака к молекулярному механизму его формирования. Строение ДНК, РНК и белков. Центральная постулат молекулярной биологии: ДНК — РНК — белок и его развитие. «Простое» строение генов прокариот и сложное «мозаичное» строение генов эукариот. Экзоны и интроны. Сплайсинг. Альтернативный сплайсинг — механизм, с помощью которого один эукариотный ген может кодировать множество разных белков. Расположение генов в прокариотной хромосоме — опероны. Расположение генов в эукариотной хромосоме — мультигенные семейства. Повторяющиеся последовательности (сателлитная ДНК), их роль в организации хроматина. Пути генно-инженерного преодоления несовместимости механизмов экспрессии генов у прокариот и эукариот. Методы разрезания ДНК — эндонуклеазы рестрикции. Методы выделения генов: химический синтез, комплементация, обратная транскрипция, полимеразная цепная реакция и др.

Демонстрация схем:

- строение типичного прокариотного гена;
- строение типичного эукариотного гена (экзоны и интроны);
- конститутивный и альтернативный сплайсинг;
- строение оперона;
- строение мультигенного семейства;
- механизм действия эндонуклеаз рестрикции;
- методы выделения генов.

Раздел 2. Механизмы экспрессии генов (7 ч.)

Молекулярные механизмы транскрипции. ДНК-зависимые РНК-полимеразы прокариот и эукариот, их функции. Активация генов как инициация транскрипции ДНК. Гены, регулирующие инициацию транскрипции: промотор, оператор, энхансер, сайленсер, инсуляторы другие. Белки - регуляторы транскрипции: репрессоры и активаторы. Модификация нуклеосом как фактор регуляции транскрипции генов у эукариот. Элонгация и терминация транскрипции — терминаторы. Типичные механизмы регуляции транскрипции у прокариот: лактозный оперон. Типичные механизмы регуляции инициации транскрипции у эукариот — регуляция активности ДНК-зависимой РНК-полимеразы II — сборка транскриптосомы. Генно-инженерные методы обеспечения экспрессии чужеродных генов, векторы для экспрессии.

Демонстрация схем:

- ДНК-зависимые РНК-полимеразы прокариот и эукариот, их функции;
- строение регуляторных областей транскрипции у прокариот и эукариот;
- основные типы белков, регуляторов транскрипции у прокариот и эукариот;
- механизм регуляции транскрипции эукариотных генов за счет ковалентной модификации нуклеосом;
- строение и функционирование лактозного оперона;
- сборка транскриптосомы и активация ДНК-зависимой РНК-полимеразы II;
- векторы для экспрессии клонированных генов

Раздел 3. Механизмы репликации, репарации и рекомбинации ДНК (8 ч.)

Полуконсервативный механизм репликации ДНК. ДНК-зависимые ДНК-полимеразы прокариот и эукариот, их функции, механизм их действия. Белки и ферменты репликации: ДНК-лигаза, топоизомераза, ДНК-гираза и др. Суперспирализация ДНК. Участок инициации репликации хромосомы — origin. Применение ферментов (репликации в генной инженерии). Векторы для автономной репликации чужеродной ДНК.

Обеспечение точности репликации ДНК и спонтанный мутагенез. Механизмы репарации неправильно спаренных оснований и их роль в эволюции. Эксцизионная репарация ДНК. Индуцируемая репарация, SOS-ответ, индуцируемые стрессами мутагенные ДНК-зависимые

ДНК-полимеразы, их роль в адаптивном мутагенезе эволюции. Применение ферментов репарации в ген и инженерии. Направленная модификация генов — сайт-направленный мутагенез. Основные принципы белковой инженерии.

Механизмы рекомбинации. Законная (гомологическая) рекомбинация и сайт-специфическая рекомбинация. Рекомбинационная репарация. Их генетическая роль. Эволюционная роль рекомбинации. Применение гомологической и сайт-специфической рекомбинации в генной инженерии для интеграции чужеродных генов в хромосому реципиентного организма и для инактивации хромосомных генов. Векторы для адресованной интеграции чужеродной ДНК в хромосому. Получение новых высокоактивных генов путем рекомбинационной «перетасовки» экзонов.

Незаконная рекомбинация и мобильные генетические элементы прокариот и эукариот. Механизм перемещения бактериальных мобильных генетических элементов. Роль транспозонов в эволюции микроорганизмов, в распространении лекарственной устойчивости среди микроорганизмов. Применение транспозонов в

генной инженерии для конструирования векторных молекул и для проведения перестроек в геноме.

Мобильные генетические элементы эукариот. Транспозиция за счет обратной транскрипции — ретротранспозоны. Связь между ретротранспозонами и ретровирусами. Роль мобильных генетических элементов в эволюции эукариот. Применение обратной транскрипции в генной инженерии. Мобильные генетические элементы как векторы для эукариот. Плазмиды, бактериофаги и вирусы эукариот. Принципы их строения и методы их применения в генной инженерии в качестве векторов. Трансмис-сибельные и конъюгативные плазмиды, их роль в эволюции микроорганизмов и в генной инженерии. Умеренные бактериофаги как векторы. Эукариотные вирусы в генной инженерии эукариот. Проблемы структурной и репликативной стабильности рекомбинантных ДНК.

Раздел 4. Механизмы трансляции (4 ч.)

Основные свойства генетического кода: вырожденность (избыточность), систематичность, помехоустойчивость. Разные эффективности декодирования различных синонимичных кодонов при кодировании различных типов генов. Аппарат трансляции у прокариот и эукариот. Строение рибосомы, белковые факторы трансляции. Связь между транскрипцией и трансляцией у прокариот. Механизм регуляции экспрессии оперонов биосинтеза аминокислот — аттенуация транскрипции за счет трансляции лидерного пептида — триптофановый оперон. Происходит ли трансляция в ядрах эукариот? Строение зон у матричных РНК прокариот и эукариот, обеспечивающие высокоэффективную трансляцию чужеродных мРНК. Векторы для суперпродукции белков клонированных генов. Проблемы генной инженерии штаммом суперпродуцентов низкомолекулярных соединений (аминокислот) — принципы метаболической инженерии.

Демонстрация схем:

- строение рибосом прокариот и эукариот, рРНК, рибосомальных белков;
- стадии трансляции у прокариот и эукариот;
- механизм регуляции транскрипции триптофанового оперона;
- векторы для суперпродукции.

Практическое занятие

Разработка и защита проектов конструирования рекомбинантных ДНК, предназначенных для решения различных научных и практических задач.

Раздел 5. Методы получения трансгенных микроорганизмов, растений и животных (4 ч.)

Методы введения рекомбинантных ДНК в реципиентные организмы. Трансформация микроорганизмов и методы селекции трансформантов. Векторы для селекции рекомбинантных ДНК. Основные классы трансгенных микроорганизмов: суперпродуценты полезных соединений, штаммы биодеструкторы для очистки (биоремедиации) окружающей среды от загрязнителей, трансгенные микроорганизмы, повышающие эффективность сельского хозяйства. Культуры клеток растений.

Трансформация клеток растений, методы селекции трансформантов и регенерации из них трансгенных растений. Векторы для растений. Основные классы трансгенных растений: инсектицидные, устойчивые к гербицидам, устойчивые к

стрессам, ирующие ценные соединения.

Культуры клеток животных. Трансформация клеток животных и методы селекции трансформантов. Получение трансгенных животных. Микроинъекция рекомбинантных ДНК в ядра яйцеклеток. Основные типы трансгенных животных: с повышенной продукцией биомассы, трансгенные животные как биореакторы для получения ценных белков.

Принципы и проблемы репродуктивного клонирования животных. Эпигенетические эффекты и жизнеспособность клонов.

Демонстрация схем:

- методы трансформации микроорганизмов, клеток растений и клеток животных;
- методы селекции трансформантов; к получение трансгенных растений и животных;
- репродуктивное клонирование
- строение лидерных зон прокариотных и эукариотных мРНК;

Раздел 6. Трансгенные организмы и проблемы обеспечения биобезопасности (2 ч.)

Потенциальные опасности, связанные с применением трансгенных организмов. Токсикологический риск при применении трансгенных организмов для производства пищи и кормов. Типы экологических рисков при интродукции трансгенных организмов (в особенности, трансгенных растений) в окружающую среду и принципы их оценки. Государственное регулирование промышленного применения трансгенных организмов. Отношение общества к трансгенной биотехнологии. Принципы биоэтики при генной терапии.

Демонстрация схем:

- основные типы рисков, связанных с применением трансгенных организмов;
- принципы оценки рисков, связанные с интродукцией трансгенных организмов в окружающую среду.

Заключение (1 ч.)

Итоговая конференция «Молекулярная генетика и геновая инженерия в XXI веке».

Результаты освоения элективного курса

Личностные:

- ответственное отношение к учению;
- готовность и способность обучающихся к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию;
- умение ясно, точно, грамотно излагать свои мысли в устной и письменной речи, понимать смысл поставленной задачи, выстраивать аргументацию, приводить примеры и контрпримеры;
- начальные навыки адаптации в динамично изменяющемся мире;
- экологическая культура: ценностное отношение к природному миру, готовность следовать нормам природоохранного, здоровьесберегающего поведения;
- формирование способности к эмоциональному восприятию математических объектов, задач, решений, рассуждений;
- умение контролировать процесс и результат учебной математической деятельности;

Метапредметные результаты освоения основной образовательной программы представлены тремя группами универсальных учебных действий (УУД).

1. Регулятивные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;
- оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей, основываясь на соображениях этики и морали;
- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели;
- выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач, оптимизируя материальные и нематериальные затраты;
- организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;
- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.

2. Познавательные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- искать и находить обобщенные способы решения задач, в том числе, осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
- использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках;
- находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития;
- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия;
- выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;
- менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности.

3. Коммуникативные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами), подбирать партнеров для деловой коммуникации исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;

- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т.д.);
- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
- развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
- распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы, выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений.

Предметные результаты

- строение различных классов генов прокариот и эукариот;
- основные молекулярные механизмы репликации, рекомбинации и репарации генов;
- основные механизмы регуляции транскрипции генов и процессинга (сплайсинга) информационных РНК;
- основные механизмы, обеспечивающие биосинтез белков (трансляцию);
- важнейшие методы генной инженерии (выделение генов, модификацию генов, сшивание генов, внесение чужеродных генов в реципиентные организмы);
- принципы техники безопасности работ с трансгенными организмами;
- принципы оценки токсикологического и экологического риска при интродукции трансгенных организмов в окружающую среду (в особенности принципы оценки экологического риска трансгенных растений);
- важнейшие принципы биоэтики, связанные с генной терапией, с клонированием эмбриональных стволовых клеток человека, с репродуктивным клонированием человека.

Выпускник на базовом уровне научится:

- характеризовать основные принципы строения структурных и регуляторных генов и регуляторных белков прокариот и эукариот;
- объяснить молекулярные механизмы репликации, репарации и рекомбинации генов и принципы применения этих механизмов в генной инженерии;
- охарактеризовать основные механизмы экспрессии генов и применение этих механизмов в генно-инженерном конструировании составлять принципиальные схемы конструирования рекомбинантных ДНК, экспрессирующих чужеродные гены и обосновать принципы такого конструирования;
- характеризовать основные области практического применения трансгенных организмов.

Тематическое планирование 10 «А» класса

№ п/п	Тема	Кол-во часов	Теория	Практика	Формы проведения занятий
1	Введение	4	4	0	Лекция
2	Строение структурных генов	4	2	2	Лекция Практикум
3	Механизмы экспрессии генов	7	4	3	Лекция

					Практикум
4	Механизмы репликации, репарации и рекомбинации ДНК	8	4	4	Лекция Практикум
5	Механизмы трансляции	4	2	2	Лекция Практикум
6	Методы получения трансгенных микроорганизмов, растений и животных	4	2	2	Лекция Практикум
7	Трансгенные организмы и проблемы обеспечения биобезопасности	2	1	1	Лекция Практикум
8	Заключение	1		1	
		34	19	15	

Учебно-методическое и информационно-техническое обеспечение

Кабинет биологии оснащен всеми необходимыми материалами для проведения лабораторных, практических работ и демонстраций. Также в кабинете имеются: ноутбук, выход в сеть Интернет.

1. Альбертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. М.: Мир, 1994.
2. Введение в молекулярную биологию. М.: Мир, 1988г.
3. Ченцов Ю.С. Общая цитология. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1998.

Интернет – сайты.

1. <http://cellbioutmb.edu> – сайт университета Юта (США) по клеточной биологии, гистологии, анатомии и физиологии.
2. <http://www.nature.ru> – сайт МГУ (Россия) по всем разделам биологии, медицины и другим наукам (статьи, рефераты, обзоры)
3. <http://www.issep.rssi.ru> – сайт Соросовского образовательного журнала (все статьи в свободном доступе)
4. <http://biouroki.ru/test/>
5. <http://test.biologii.net>

№ п/п	Тема	Кол-во часов	Дата план	Дата факт
Введение 4 ч.				
1/1	Молекулярная генетика как наука. Связь молекулярной генетики с другими науками.	1		
2/2	Генная инженерия как технология конструирования трансгенных организмов. Значение молекулярной генетики для развития генной инженерии.	1		
3/3	Роль генной инженерии в биотехнологии, сельском хозяйстве, медицине, охране окружающей среды.	1		
4/4	Объекты и методы молекулярной генетики и генной инженерии. История развития молекулярной генетики и генной	1		

	инженерии.			
Строение структурных генов 4 ч.				
5/1	Ген. Строение ДНК, РНК и белков.	1		
6/2	Экзоны и интроны. Сплайсинг.	1		
7/3	Расположение генов в эукариотической хромосоме. Расположение генов в прокариотной хромосоме.	1		
8/4	Методы выделения генов.	1		
Механизмы экспрессии генов 7 ч.				
9/1	Молекулярные механизмы транскрипции.	1		
10/2	ДНК – зависимые РНК – полимеразы прокариот и эукариот, их функции.	1		
11/3	Гены, регулирующие инициацию транскрипции.	1		
12/4	Белки – регуляторы транскрипции: репрессоры и активаторы.	1		
13/5	Типичные механизмы регуляции транскрипции у прокариот: лактозный оперон.	1		
14/6	Типичные механизмы регуляции инициации транскрипции у эукариот — регуляция активности ДНК- зависимой РНК-полимеразы II — сборка транскриптосомы.	1		
15/7	Генно-инженерные методы обеспечения экспрессии чужеродных генов, векторы для экспрессии.	1		
Механизмы репликации, репарации и рекомбинации ДНК 8 ч.				
16/1	Полуконсервативный механизм репликации ДНК.	1		
17/2	Белки и ферменты репликации: ДНК-лигаза, топоизомераза, ДНК-гираза.	1		
18/3	Суперспирализация ДНК.	1		
19/4	Применение ферментов репликации в генной инженерии.	1		
20/5	Векторы для автономной репликации чужеродный ДНК.	1		
21/6	Обеспечение точности репликации ДНК и спонтанный мутагенез.	1		
22/7	Эволюционная репарация ДНК. Основные принципы белковой инженерии.	1		
23/8	Незаконная рекомбинация и мобильные генетические элементы прокариот и эукариот.	1		
Механизмы трансляции 4 ч.				
24/1	Основные свойства генетического кода:	1		

	вырожденность, систематичность, помехоустойчивость. Аппарат трансляции у прокариот и эукариот.			
25/2	Связь трансляции и транскрипции у прокариот.	1		
26/3	Методы генной инженерии, обеспечивающие высокоэффективную трансляцию чужеродных мРНК.	1		
27/4	Проблемы генной инженерии штаммов суперпродуцентов низкомолекулярных соединений (аминокислот)- принципы метаболической инженерии.	1		
Методы получения трансгенных микроорганизмов, растений и животных 4 ч.				
28/1	Методы введения рекомбинантных ДНК в реципиентные организмы. Основные классы трансгенных организмов.	1		
29/2	Культуры клеток растений. Трансформация и векторы для растений. Основные классы трансгенных растений.	1		
30/3	Культуры клеток животных. Трансформация клеток животных и методы селекции трансформантов.	1		
31/4	Принципы и проблемы репродуктивного клонирования животных. Эпигенетические эффекты и жизнеспособность клонов.	1		
Трансгенные организмы и проблемы обеспечения биобезопасности 2 ч.				
32/1	Потенциальные опасности, связанные с применением трансгенных организмов.	1		
33/2	Отношение общества к трансгенной биотехнологии. Принципы биоэтики при генной терапии. <i>Промежуточная аттестация.</i>	1		
Заключение 1 ч.				
34/3	Молекулярная генетика и генная инженерия в XXI веке.	1		