

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет»

Центр развития современных компетенций детей
«Дом научной коллаборации им. В.К. Тредиаковского»

(ДНК им. В.К. Тредиаковского)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ДНК

им В.К. Тредиаковского



Д.Ю. Матвеев

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



А.М. Трещев

« 10 » февраля 2021 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА –
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Направленность программы – естественнонаучная

Для учащихся 10-11 классов

Составитель: педагог доп. образования ДНК

Севашева Г.А..

г. Астрахань

2021 г.

1. Пояснительная записка

Данная общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования направлена на подготовку детей в генно-инженерной области, развития компетенций и навыков работы в биологической лаборатории.

Рабочая программа представляет собой совокупность использования различных педагогических методик направленных на получение обучающимися знаний актуальных современной науке, освоения ими базовых навыков в биологической лаборатории, получения теоретических знаний в областях смежных генной инженерии.

Во время прохождения курса обучающиеся получают знания не только по генной инженерии и генетике в целом, но также и в области химии, биохимии, молекулярной биологии, учатся рассматривать предмет обучения с различных сторон.

Программа предназначена для учащихся 10-11 классов в рамках образовательного проекта «Малая академия» и позволит уменьшить оторванность детей школьного возраста от естественнонаучных исследований, привить им интерес к научным исследованиям, что позволит им лучше понимать и осваивать школьную программу, получать более глубокие знания в области биологии. При этом программа поможет школьникам познавать не только теоретические научные знания, но и практически осваивать молекулярно-генетические методы работы, работать на современном генетическом оборудовании.

Цель и задачи программы

Цель программы – развитие у обучающихся интереса к изучению основ молекулярной биологии и геномной инженерии через исследовательскую и проектную деятельность; создание условий для формирования инженерно-биологического мышления у школьников и их дальнейшего развития в рамках внеучебной деятельности.

Задачи программы:

Через проектную и исследовательскую деятельность получение учащимися:

1. Представлений о теоретических основах функционирования биологических систем от молекулярного до системного уровня;
2. Представления о структурно-функциональной организации организма на молекулярном уровне;
3. Представления о теоретических основах передачи и реализации наследственной информации и механизмах регуляции данных процессов;
4. Методов молекулярно-генетических исследований для выделения нуклеиновых кислот, работы с ними и получение измененных конструкций;
5. Навыков работы на современном оборудовании при изучении молекулярно-генетических процессов;
6. Способов работы с биологическими объектами и освоение норм биоэтики.
7. Формирование положительной мотивации к обучению, готовности и способности к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию;

8. Развитие разных сторон коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками и взрослыми в процессе образовательной и соревновательной деятельности;
9. Обеспечение умения самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач.

Данная программа представляет продолжение вводного модуля «Геномная инженерия», продолжительностью 72 часа в течение 3 месяцев.

Методы, осуществляемые педагогом:

- Различные приемы активизации интереса к предметному содержанию
- Фасилитация
- Модерация
- Повышение эмпатического восприятия биообъектов
- Использование провокативных методов в теории обучения и творчестве
- Проблематизация
- Схематизация
- Развитие критического мышления

Методы, осуществляемые учащимися:

- получение новых знаний – практическое изучение объекта с последующим теоретическим обоснованием результатов и сопоставление полученного результата с культурным источником (позицией эксперта, научной теорией и т.д.);
- выработка практических умений и накопление опыта учебной деятельности;
- закрепление изученного материала, что отражается так же в представлении полученных результатов на школьных конференциях и конкурсах;
- групповое взаимодействие: работа в микрогруппах над одной или различными задачами в рамках одного образовательного такта, в многопредметных проектных командах, в разновозрастных коллективах.

Формы работы:

- групповые и индивидуальные лабораторные работы,
- исследовательские работы учащихся,
- практические работы,
- проектная работа,
- организационно-деятельностные игры
- внутренние и внешние конференции учащихся

Характеристика программы

Вид – дополнительная общеобразовательная программа – дополнительная общеразвивающая программа.

Адресат программы: учащиеся 10-11 классов

Объем и срок освоения программы: 72 часа, 3 месяца

Формы обучения – очная.

Режим занятий в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к образовательной организации дополнительного образования.

Уровневая дифференциация программы:

Программа имеет «Стартовый уровень» и предполагает минимальную сложность предлагаемого для освоения содержания программы. Реализация стартового уровня предполагает наличие программы не более чем на один год обучения в количестве до 72 часов. Данная программа может быть использована:

- как самостоятельный курс освоения определенного вида деятельности;
- как первая ступень - переход к базовой общеразвивающей программе обучения; состав учащихся (слушателей) может быть сменным, как разновозрастным, так и разновозрастным, при этом рекомендуемая сменяемость за весь период освоения программы составляет не более 50 %.

Ожидаемый (прогнозируемый) результат освоения программы

Деятельность обучающихся в рамках программы должна быть направлена на достижение обучающимися следующих личностных результатов:

1. самостоятельно и в группах решать поставленную задачу, анализируя, и подбирая материалы и средства для ее решения;
2. готовность и способность обучающихся применять знания о геномике и геномной инженерии в целях саморазвития;
3. критическое мышление и умение объективно оценивать результаты своей работы;
4. коммуникативную готовность в общении и сотрудничестве со сверстниками и взрослыми в процессе образовательной и соревновательной деятельности;
5. навыки самообразования на основе мотивации к обучению и познанию;
6. самостоятельный выбор цели исследования, пути достижения целей, постановку для себя новых задач в познании;
7. анализ результата деятельности, выбор способа действий в рамках предложенных условий и требований, в соответствии с ситуацией;

Метапредметные результаты:

1) овладение составляющими исследовательской и проектной деятельности, включая умения видеть проблему, ставить вопросы, выдвигать гипотезы, давать определения понятиям, классифицировать, наблюдать, проводить эксперименты, делать выводы и заключения, структурировать материал, объяснять, доказывать, защищать свои идеи;

2) умение работать с разными источниками биологической информации: находить биологическую информацию в различных источниках (тексте учебника, научно- популярной литературе, биологических словарях и справочниках), анализировать и оценивать информацию, преобразовывать информацию из одной формы в другую;

3) способность выбирать целевые и смысловые установки в своих действиях и поступках по отношению к живой природе, здоровью, своему и окружающих;

4) умение адекватно использовать речевые средства для дискуссии и аргументации своей позиции, сравнивать разные точки зрения, аргументировать свою точку зрения, отстаивать свою позицию;

5) умение выделять в научном тексте главное, анализировать и систематизировать информацию;

6) умение схематизировать информацию и преобразовывать ее в модели и схемы для решения учебных и познавательных задач;

7) умение организовывать совместную деятельность; работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учета интересов; формулировать, аргументировать и отстаивать свое мнение.

Предметные результаты:

1) знание и соблюдение правил работы в лаборатории;

2) соблюдение правил работы с биологическими приборами и инструментами (центрифуги, амплификаторы, дозаторы);

3) получение навыков использования молекулярно-генетических методов;

4) знание общих принципов получения генетически модифицированных организмов;

5) понимание сферы применения геномики (сельское хозяйство, медицина, пищевая промышленность, энергетика и т.п.);

6) умение соотносить геномику и биоэтику;

8) умение работать с различными источниками информации.

2. Условия реализации программы

Описание материально-технического и информационно-методического обеспечения программы. Оборудование: дозаторы лабораторные одноканальные 20 – 200 мкл; микроцентрифуга, вортекс, амплификатор, устройство для проведения гель-электрофореза, ПЦР-бокс, набор для выделения ДНК, ПЦР-смесь, набор для проведения гель-электрофореза, посуда, реактивы и т.д.

3. Содержание программы

№	Наименование раздела	Общее кол-во часов	Теория	Практика	Форма контроля
1.	Введение в генетику	4	4	-	Опрос, беседа
2.	Современные методы генной инженерии	4	4	-	Опрос, тест, демонстрация кейса
3.	Выделение ДНК	10	4	6	Опрос, демонстрация кейса
4.	Структурно-функциональная организация гена	10	4	6	Опрос, тест, демонстрация кейса
5.	Полимеразно-цепная реакция	10	4	6	Опрос, тест, демонстрация кейса
6.	Клеточный цикл	10	4	6	Опрос, тест, демонстрация кейса
7.	Электрофоретическое разделение нуклеиновых кислот	12	4	8	Опрос, тест, демонстрация кейса
8.	Выявление ГМИ	12	4	8	Опрос, тест, демонстрация кейса
Итого часов		72	32	40	

Тема занятия/ Название кейса	Введение в генетику
Количество часов	4
Теоретическая часть	Генетика – наука о наследственности и изменчивости. Предмет, объекты и задачи генетики. Генетическая информация; её свойства. Основные типы наследования признаков. Разделы генетики. Генетика – фундамент современной

	биологии. Методы генетики. Краткая история генетики. Особенности развития отечественной генетики
Практическая часть	Анализ опасностей. Оценка рисков при работе с оборудованием. Работа в командах над журналом по технике безопасности, разработка инструктажа, подписание детьми журнала по ТБ.
Тема занятия/ Название кейса	Современные разделы генной инженерии
Количество часов	4
Теоретическая часть	Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Электрофоретическое разделение нуклеиновых кислот. Секвенирование. Спектрофотометрия. Флуориметрия.
Практическая часть	Планирование постановки ПЦР. Составление инструкции.
Тема занятия/ Название кейса	Выделение ДНК
Количество часов	10
Теоретическая часть	Объяснение методики выделения ДНК включает обязательные процедуры: разрушение клеток; удаление мембранных липидов; удаление вторичных метаболитов и запасных веществ; удаление белков; удаление РНК; осаждение ДНК.
Практическая часть	Выделение ДНК Извлечение нуклеиновых кислот из содержащего их субстрата: разрушение и гомогенизация тканей, материалов, лизис клеток и т.д. Для этого используют лизирующие реагенты в сочетании с механическим воздействием – перемешиванием, перемальванием, измельчением образца при помощи ультразвука. Удаление мембранных липидов с помощью детергентов и поверхностно-активных веществ, некоторые из которых задействованы и на предыдущем этапе. Удаление белков при помощи протеаз. Удаление молекул РНК при помощи РНКаз. Очистка ДНК от солей, белков, детергентов и других реагентов, задействованных на этапе клеточного лизиса. Наиболее распространенными являются процедуры: Осаждение спиртом, как правило, сильно охлажденным этанолом или изопропанолом. Поскольку ДНК нерастворима в этих спиртах, она конденсируется, образуя осадок при центрифугировании. Степень осаждения ДНК улучшается при увеличении ионной силы раствора, для чего обычно используется ацетат натрия. Фенол-хлороформная экстракция, при

	<p>которой белки из образца денатурируют в присутствии фенола. После центрифугирования образца белки остаются в осадке, а раствор, содержащий нуклеиновые кислоты, смешивается с хлороформом, который удаляет остатки фенола из раствора (ДНК и РНК выделяются с использованием буферов с различным рН). Связывание в колонках, которое использует способность нуклеиновых кислот в определенных условиях адсорбироваться на кремнеземе.</p>
Тема занятия/ Название кейса	Структурно-функциональная организация гена
Количество часов	10
Теоретическая часть	Изучение структурно-функциональных особенностей генов. Изучение особенностей генов у про- и эукариот. Исторический экскурс
Практическая часть	Оперонная организация генов у прокариот. Мозаичная организация генов у эукариот. Системы регуляции генной экспрессии.
Тема занятия/ Название кейса	Постановка Полимеразно-цепной реакции
Количество часов	10 часов
Теоретическая часть	<p>Полимеразная цепная реакция (ПЦР) – искусственный процесс многократного копирования (амплификации) специфической последовательности ДНК, осуществляемый <i>in vitro</i>. Копирование ДНК при ПЦР осуществляется специальным ферментом – ДНК-полимеразой, как и в клетках живых организмов. ДНК-полимераза, двигаясь по одиночной цепи ДНК (матрице), синтезирует комплементарную ей последовательность ДНК. Важно, что ДНК-полимераза не может начать синтез цепи ДНК «с нуля», ей необходима короткая «затравочная» цепь РНК или ДНК, к которой она может начать присоединять нуклеотиды.</p>
Практическая часть	<p>Амплификация ПЦР. В соответствии с инструкциями фирмы изготовителя, амплификация проб и отрицательного контроля проведена в пластиковых пробирках на 200 мкл с плоскими крышками PCR@TUBES (Axugen, США). Для каждой пробы подготовлены 2 пробирки: N «норма» и P «патология» с рабочими амплификационными смесями, полученными за 20-30 минут до постановки ПЦР из размороженных и доведенных до комнатной температуры, тщательно перемешанных комплектов реагентов (НПФ «Литех», Россия) из расчета на 1 пробу: 17,5 мкл разбавителя; 2,5 мкл</p>

	<p>реакционной смеси; 0,2 мкл Tag-полимеразы. После добавления Tag-полимеразы и перемешивания пипетированием, в каждую из пронумерованных пробирок (отдельно для «нормы» и для «патологии») внесено по 20 мкл соответствующей амплификационной смеси, 1 капле (25 мкл) минерального масла и по 5 мкл образца анализируемой ДНК (под слой масла). Электрофорез в агарозном геле. Детекция продуктов амплификации проведена методом горизонтального электрофореза в 3% агарозном геле с 1% бромистым этидием (НПФ «Литех», Россия) в электрофоретической камере (SUB – CELL GT «Bio-Rad», США) при напряженности электрического поля 10-15 В/См, после внесения в лунки агарозного геля амплификата (15-20 мкл) в последовательности, соответствующей нумерации проб. Контроль над электрофоретическим разделением осуществлен визуально по движению полосы красителя от старта на 1,5-2 см (время разгонки 30±2 мин.). ПЦР в режиме реального времени. PCRReal Time проводили в термоциклере ДТ-Lite (ООО «ДНКТехнология», Россия) в объеме 35 мкл реакционной смеси по программе амплификации, представленной в таблице 8. Состав реакционной смеси: по 0,20 мкМ каждого оригинального праймера; по 200 мкМ нуклеозидтрифосфата; 1,0 единица активности Taq-полимеразы; буфер для ПЦР (670 мМ трис рН 8,4, 166 мМ сульфата аммония, 20 мМ MgCl₂ и 100 мМ β-меркаптоэтанол); сигнальные зонды с флуоресцентными метками FAM и HEX, минеральное масло в объеме 20 мкл. Детекция и учёт результатов осуществлен амплификатором в автоматическом режиме.</p>
Тема занятия/ Название кейса	Клеточный цикл
Количество часов	10
Теоретическая часть	<p>Понятие о клеточном цикле. Клеточный цикл различных организмов, ее длительность. Фазы клеточного цикла.</p>
Практическая часть	<p>Понятие о видах деления клетки. Бинарное деление, Митоз, Мейоз. Процессы подготовки клетки к делению.</p>
Тема занятия/ Название кейса	Электрофоретическое разделение нуклеиновых кислот
Количество часов	12

Теоретическая часть	Электрофорез – метод разделения макромолекул, различающихся по таким параметрам, как размеры (или молекулярная масса), пространственная конфигурация, вторичная структура и электрический заряд.
Практическая часть	Принцип метода заключается в том, что находящиеся в буферном растворе макромолекулы обладают некоторым суммарным электрическим зарядом, величина и знак которого зависят от природы мономеров и рН среды. Так, все молекулы нуклеиновых кислот несут отрицательный заряд, который возникает в результате диссоциации остатка фосфорной кислоты каждого нуклеотида. Молекулы разных белков в зависимости от суммарного количества положительно и отрицательно заряженных остатков аминокислот могут нести как положительный, так и отрицательный заряд. Если через этот раствор, заключенный в канал из изолирующего материала, например стеклянную трубку, начать пропускать электрический ток, то вдоль канала установится определенный градиент напряжения, т.е. сформируется электрическое поле. Его напряженность измеряется разностью потенциалов по концам рабочего канала, отнесенной к его длине (В/см). Под действием поля макромолекулы в соответствии со своим суммарным зарядом мигрируют в направлении катода или анода, причем их трение об окружающую среду ограничивает скорость миграции. В зависимости от величины электрического заряда и размеров молекулы приобретают разные скорости, и в этом заключается сущность метода электрофореза
Тема занятия/ Название кейса	Выявление ГМИ в продуктах питания
Количество часов	12
Теоретическая часть	Идентификация Генно-модифицированных источников. Выявление в продуктах питания. Способы получения ГМИ.
Практическая часть	Работа с образцами выделенного ДНК и совмещение с методом ПЦР. Получение и идентификация результатов. Понятие о рекомбинантных ДНК и способах получения.

Литература

1. Беркинблит М.Б., Глаголев СМ., Фуралев В.А. Общая биология. Учебник для 10-го класса средней школы. Часть 1. М., МИРОС. 1999.- 224 с. З. Кольман Я., Рём К.-Г. Наглядная биохимия. — М.: Мир, 2004.
2. Франк-Каменский М.Д. Век ДНК. - М.: кду, 2004
3. Быков В.Л. Цитология и общая гистология (функциональная морфология клеток и тканей человека) — СПб., СОТИС, 2002
4. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология: в 3 т. 3-е изд. - М.: Мир, 2004. Том 1-454 слом 2 - 436 с. том 3- 45 1 с. Поиск информации в базах данных
5. Ж.М.Мухина. Использование ДНК-маркеров для изучения генетического разнообразия растительных ресурсов. - Краснодар:Просвещение-Юг, 2008 г.,- 98 с.
6. К. В. Азарин, Н. В. Маркин, В. С. Лотник, А. В. Усатов. ДНК маркеры в селекции растений. Учебное пособие. - Ростов-на- Дону, 2012. ссылка на ресурс: http://vniirice.ru/books/azarin_dnk_markery
7. ГОСТ Р 52173-2003. Идентификация генетически модифицированных источников растительного происхождения в пищевых продуктах, сырье и кормах. <http://docs.cntd.ru/document/1200035563>
8. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия:учеб.-справ. пособие / С.Н. Щелкунов. 2-е изд., испр. и доп.- Новосибирск: Сиб.унив.изд-во, 2004. 496 с.

Ссылки на электронные ресурсы сети Интернет:

1. <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/orffinder/>
3. <https://www.snpedia.com/>
4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
5. <http://gnomad.broadinstitute.org/>
6. <https://www.ensembl.org/index.html>