



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ И ФИЗИОЛОГИИ

Достижения и перспективы развития экологической генетики
Выпускная квалификационная работа по направлению
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность программы бакалавриата
«Биология. Экология»
Форма обучения очная

Проверка на объем заимствований:
68,58 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

«24» мая 2022 г.
зав. кафедрой общей биологии и
физиологии

Ефимова Н.В. Ефимова Н.В.

Выполнила:

Студентка группы ОФ-501/230-5-1
Сайфуллина Милена Ильмировна

Сайфуллина М.И.

Научный руководитель:

канд. биол. наук, доцент

Соколова Т.Л. Соколова Татьяна Леонидовна

Челябинск

2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ИНТЕГРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ОРГАНИЗМАМИ	6
1.1 Исторический аспект развития экологической генетики	6
1.2 Достижения биохимической экологии как основа для разработки эколого-генетических моделей	8
1.3 Эколого-генетические модели как механизмы управления взаимодействиями в экосистеме	13
Выводы по 1 главе	19
ГЛАВА 2. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В АУТЭКОЛОГИИ	20
2.1 Причины и следствия генетической устойчивости живых организмов к факторам среды	20
2.2 Генетически активные факторы среды физической, химической и биологической природы	23
2.3 Биологические факторы изменчивости	26
2.4 Перспективы развития генетической инженерии	29
Выводы по 2 главе	35
ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕНЕТИКЕ В РАЗРАБОТКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ВНЕКЛАССНОГО МЕРОПРИЯТИЯ НА ТЕМУ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕНЕТИКА ЧЕЛОВЕКА»	37
3.1 Конференция как один из приемов внеурочной деятельности	37
3.2 Организация и проведение конференции на тему «Экологическая генетика человека»	42
Выводы по 3 главе	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	47

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Конспект внеурочного мероприятия по экологии	52
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Опросник для оценки внеурочного мероприятия.....	60

ВВЕДЕНИЕ

Принимая во внимание заявленную тему квалификационной работы, следует обратиться к самой известной трактовке термина «экологическая генетика». Экологическая генетика – это отрасль знаний, исследующая взаимодействие экологических отношений и генетических процессов. Впервые термин «экологическая генетика» был предложен английским ученым Эдмундом Фордом. Он определял это направление генетической науки, как генетику популяций в природных условиях. Как самостоятельная наука экологическая генетика сформировалась во второй половине XX века. В настоящее время экологическая генетика – это синтез таких наук, как генетика и экология [3].

Актуальность. Быстрое развитие промышленности, сельского хозяйства, производства новых лекарственных средств обуславливает возникновение источников разнообразных химических и физических агентов, которые прямо или косвенно попадают в окружающую среду. Большая часть этих агентов являются мутагенами среды, которые негативно влияют на человека и на природные сообщества. Все это требует более подробного изучения биологических и генетических последствий изменения окружающей среды. Для сохранения здоровья будущих поколений и разнообразия живых существ на Земле важным аспектом является прогноз возможных генетических изменений. Такой прогноз можно сделать объективным при проведении исследований на стыке двух наук: генетики и экологии.

Целью выпускной квалификационной работы является анализ современных достижений и перспектив развития экологической генетики.

Задачи:

1. Анализ научно-методической литературы по теме выпускной квалификационной работы.

2. Разработка и проведение конференции на тему «Экологическая генетика человека»

3. Анализ эффективности использования разработанного мероприятия во внеурочной деятельности обучающихся.

Объект работы: экологическая генетика.

Предмет работы: достижения и перспективы развития экологической генетики.

Практическая значимость. Результаты работы можно использовать в педагогической деятельности при проведении внеурочных мероприятий при изучении основ генетики в 9-11 классах. Представленный материал также можно использовать на уроках экологии и уроках по основам генетики при разработке внутрипредметных связей в школьном курсе общей биологии.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, трех глав, выводов, заключения, списка использованных источников и приложений.

ГЛАВА 1. ИНТЕГРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ОРГАНИЗМАМИ

1.1 Исторический аспект развития экологической генетики

В результате поступательного развития генетики и экологии, а также их объединения на определенном этапе было ознаменовано возникновением такой науки, как экологическая генетика. Экологическая генетика – это отрасль знаний, исследующая взаимодействие экологических отношений и генетических процессов. Как самостоятельная наука экологическая генетика сформировалась во второй половине XX века. В настоящее время экологическая генетика – это синтез таких наук, как генетика и экология [3]. Следует подчеркнуть, что интеграционные процессы в науках являются основной тенденцией их развития на современном этапе, способствуют созданию целостной системы естественно-научных знаний.

Основу для развития науки положила идея о том, что естественный отбор может вести к видообразованию посредством взаимодействия организмов с окружающей средой. В 20-30-е гг. XX века было положено начало «популяционного» этапа экологической генетики такими учеными, как С. С. Четвериков, Н. И. Вавилов, Ф. Г. Добржанский. Ученые пришли к выводу, что все изучаемые природные популяции – высоко генетически гетерогенный материал. Считается, что универсальным свойством всех живых систем являются генотипические и фенотипические адаптации [39].

В 1970 г. И. М. Лернер определил цель экологической генетики. Она звучала следующим образом: изучение генетических основ гомеостаза и адаптации к абиотическим и биотическим факторам среды на популяционном уровне [3]. В 1971 г. Дж. Брюэр предложил одну из первых концепций экогенетики как дальнейшее развитие фармакогенетики. Впервые Ф. М. Шеппард в 1958 г. определил

экологическую генетику, как науку, которая изучает генетические основы гомеостаза и адаптации к абиотическим и биотическим факторам среды на популяционном уровне. Позже в 1964 г. Э. Б. Фордом было предложено понятие об экологической генетике как о генетике популяций в природных условиях [1].

Далее во второй половине XX века происходит изучение генетической основы изменчивости и наследования адаптивных реакций, реализующихся на уровнях от молекулярного до биоценотического и обусловленных разными генетическими, биохимическими, физиологическими, морфологическими механизмами [37].

Советским и российским генетиком С. Г. Инге-Вечтомовом была предложена структура экогенетики, в которой отражалась слияние двух наук с позиций наследственности и изменчивости применительно к аутоэкологии и синэкологии. Структура экологической генетики, по мнению ученого состоит из следующих подразделов:

- 1) разработка элементарных эколого-генетических моделей;
- 2) исследование биологических факторов изменчивости;
- 3) изучение устойчивости организмов к абиотическим факторам окружающей среды;
- 4) генетическая токсикология – наука, основной задачей которой является выявление и оценка мутагенов окружающей среды и предотвращение их влияния прежде всего на увеличение генетического груза человека [16].

Экологическая генетика основывается на методах, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Методы экологической генетики [18]

Генетические методы	
Клинико-генеалогический	Составлении и анализе родословных, прослеживание болезни в ряду поколений
Близнецовый	Сравнение однояйцевых близнецов с одинаковым генотипом позволяет судить об относительном значении наследственности и среды
Популяционно-статистический	Составление карт распространения генов, определяющих развитие нормальных признаков и наследственных болезней
Молекулярно-генетический	Анализ генов, что позволяет выявлять нарушения или мутации
Биохимические методы	
Массовый биохимический скрининг	Взятие проб на исследование патологических процессов
Молекулярно-цитогенетический	Количественное определение метаболитов, их кинетики и накопления
Токсикологические методы	
Методы <i>in chemico</i> («в пробирке»)	Исследование взаимодействия токсикантов при их непосредственном контакте с белками, ДНК или РНК
Клеточные тесты	Исследования на изолированных культурах клеток или тканей
<i>In vitro</i> («в стекле»)	Осуществляются вне живого организма с использованием модели культуры животного или человеческого происхождения
Фармакологические методы	
Исследования лекарственных средств	Действие лекарств на человека

1.2 Достижения биохимической экологии как основа для разработки эколого-генетических моделей

На сегодняшний день недостаточно знаний, которые накапливались на протяжении долгого времени традиционными науками. Для понимания механизмов поддержания и нарушения устойчивости экосистем необходимо использовать знания на стыке таких наук, как экология,

физиология, химия и биохимия. Область, возникшую на стыке данных наук, называют биохимической экологией.

Биохимическая экология – наука, которая занимается изучением взаимоотношений между организмами, находящимися на разных уровнях организации и способных использовать различные химические вещества, а также давать ответные реакции на внешние раздражители. Эколого-биохимические исследования являются одними из самых перспективных и плодотворных направлений современной науки [24].

Иногда область науки, которая возникла на стыке данных наук также называют химической экологией. В область химической экологии входит изучение взаимодействий «организм-организм» и «организм-среда», косвенно связанных с различными веществами. В свою очередь эти взаимодействия можно рассматривать с двух точек зрения:

1. Трофические взаимодействия, протекания которых связано с участием веществ, которые служат источником энергии или строительным элементом для организмов.

2. Взаимодействие с участием молекул, служащих посредниками или регуляторами различных экологических процессов и в передаче информации.

В основе биохимической экологии находятся взаимодействия, протекающие с участием веществ со следующими особенностями:

- 1) они есть в организмах или секретируются ими в ничтожно малых количествах, чем вещества, которые используются как энергетическими компонентами или строительным материалом организмами;

- 2) большинство относится к вторичным метаболитам.

Можно выделить несколько основных функций химических веществ, которые не участвуют в не трофических связях.

1. Защитная функция заключается в отпугивании, устранении или сдерживании пищевой, или репродуктивной активности консументов, представленных хищниками и паразитами, а также запрет поедания

потенциального объекта потребления. Таким образом действуют многие токсические или репеллентные вещества растений, вещества с гормональным действием, экскреты и токсины животных.

2. Организмы из высшей трофической цепи по отношению к организмам из низшей трофической цепи используют различные биохимические эффекты, например, это могут быть токсины, экологические ферменты и т.д. Действуют такие вещества сверху вниз и представлены они в таблице 2.

3. Угнетающее поведение конкурентов одного и того же трофического уровня. Также сюда может включаться оборонительная и наступательная функция, свойственна низшим и высшим растениям. У животных подобная функция проявляется при мечении территории обитания пахнущими веществами.

4. Действие сигнала, как призывающий фактор. Сигналы подобного характера способны побуждать активность по отношению к пище, движению и размножению. Такая функция проявляется при взаимоотношениях организмов различных трофических уровней.

5. Управление взаимодействиями в популяциях, группах особей или семей. Характерна для большинства веществ, которые присутствуют у позвоночных и обеспечивают регулировку их поведения и репродуктивную активность.

6. Обеспечение организмов, которые воспринимают данные вещества, необходимыми молекулами-заготовками, которые служат основой для создания гормонов и феромонов, или молекулами, которые организм использует в готовом виде.

7. Участие в формировании среды обитания.

8. Выявление подходящих мест заселения и размножения, а также ориентация в пространстве [28].

Таблица 2 – Классификация типов химических воздействий организма на среду

Вещества, которые участвуют в межвидовых взаимодействиях		
алломоны	кайромоны	депрессоры
отпугивающие вещества, вещества, прикрывающие бегство, супрессоры (антибиотики), яды, индукторы, противоядия, приманки.	вещества, привлекающие к пище, индукторы, стимулирующие адаптацию, сигналы, предупреждающие реципиента об опасности или токсичности, стимуляторы.	отбросы и подобные им продукты, отравляющие реципиента, не увеличивая приспособляемости производящего их организма к окружающей среде.
Вещества, которые участвуют во внутривидовых взаимодействиях		
аутоксины	аутоингибиторы адаптации	феромоны
отбросы, токсичные для организма-производителя и не приносящие пользы другим видам.	сдерживают численность популяции в таких пределах, чтобы она находилась в равновесии с окружающей средой.	половые феромоны, общественные феромоны, феромоны тревоги и обороны, феромоны-метчики.

Таким образом, основным предметом такой смежной науки, как биохимическая экология, считают экологические взаимодействия между организмами и их системами, опосредуемые химическими веществами, которые в основном служат посредниками, передающими какую-либо информацию, или регуляторами экологических процессов.

Биохимически взаимодействующие организмы, популяции и сообщества организмов и конкретные вещества, которые опосредуют и регулируют широкий класс экологических взаимодействий, а также биохимические реакции, в которых участвуют эти вещества – именно это является объектом биохимической экологии [28].

Выделяют следующие практические и теоретические значения биохимической экологии:

1. Определение роли биохимических механизмов в поддержании экологического равновесия в биосфере и ее сохранение.
2. С помощью хеморегуляторов осуществление поддержки биоразнообразия живых организмов в экосистемах.

3. Установление реакции биологической системы на действие химических факторов.

4. Биохимическое сопротивление негативным воздействиям антропогенного и природного характера на биосферу.

5. Открытие ранее неизвестных химических веществ, вырабатываемых организмами в целях защиты, для влияния на биохимические процессы особей в рамках, как и своей популяции, так и популяции других видов, и разработка на их основе препаратов с высокой регуляторной эффективностью.

6. Снижение загрязнения окружающей среды пестицидами и подобными загрязнителями из-за создания и внедрения новых способов контроля над популяциями патогенов, вредителей сельского хозяйства и сорных растений.

7. Повышение способности природных и антропогенных экосистем самоочищаться с помощью естественных штаммов микроорганизмов или создание подобных, а также повышение устойчивости к вредителям организмов.

8. Создание новых сортов растений, пород животных, штаммов микроорганизмов, для которых характерны улучшенные потребительские свойства и устойчивость к неблагоприятным факторам химической природы [28].

Практически во всех систематических группах обнаружены взаимодействия между организмами, опосредованные химическими медиаторами. Взаимоотношения данного рода разнообразны и образуют сложную систему прямых и обратных связей, осуществляющих биорегуляцию природных сообществ. Иерархично организована и классификация подобных взаимодействий. В самом начале выделяют два типа взаимоотношений – внутривидовые и межвидовые, далее идет рассмотрение взаимодействия внутри крупных таксономических групп, а

уже затем идут взаимодействия между организмами, которые далеки в систематическом отношении [24].

1.3 Эколого-генетические модели как механизмы управления взаимодействиями в экосистеме

Экологические отношения принято делить на синэкологические, что подразумевает взаимоотношения между организмами и аутэкологические – взаимодействия между организмом и окружающей средой. Экологические отношения являются сложной системой. Выявление элементарных признаков с помощью методологии генетического анализа является основой изучения экологических отношений на генетическом уровне. В свою очередь результат – это создание специальных эколого-генетических моделей для эксперимента и решения практических задач. Большую роль при этом играет знание трофических цепей [16].

На данный момент известны следующие примеры эколого-генетических моделей: «растение - агробактерия», «членистоногие - высшие растения», «дрожжи - дрозофила». Поподробнее остановимся на последней модели.

Эколого-генетическая модель перекликается с моделью «членистоногие-высшие растения». В данном случае дрожжи являются продуцентом, а дрозофила-потребитель, и они связаны между собой последовательными этапами метаболизма стерина. Разработкой модели дрожжи – дрозофила занимались на кафедре генетики и селекции Санкт-Петербургского государственного университета. Оба объекта были хорошо изучены генетиками. Известно, что можно блокировать биосинтез стерина у дрожжей мутациями устойчивости к группе полиеновых антибиотиков. Обычно дрожжи не растут в среде вместе с группой этих антибиотиков. Но если мутация предотвращает выработку эргостерина, то дрожжи становятся устойчивы к антибиотику. В последствии, оказалось, что добавление

подобных дрожжей с мутацией в среду для дрозофилы в качестве источника стерина влечет за собой опасные последствия. У мух наблюдалась блокировка развития, а если и дрозофилы откладывали на такой субстрат яйца, то вылупившиеся личинки погибали. А взрослые самки, питавшиеся такой средой, становились стерильными или же откладывали нежизнеспособные яйца. Другие мутации дрожжей не приводили к таким последствиям у дрозофил. Причиной отклонений являлось нехватка стерина в рационе питания мух. Это доказано тем, что если в мутантные дрожжи добавить эргостерин, то происходило восстановление плодовитости мух. Но если добавлять стерин ниже нормы, то можно регулировать развитие и плодовитость мух [14; 38].

После этого эксперимента многие задались таким вопросом: возможно ли регулирование численности популяций насекомых-вредителей по данному принципу? Считается нецелесообразным уничтожение биологического разнообразия Земли, мощные химические средства защиты приводят к более устойчивым формам вредных видов. С другой стороны, идет загрязнение окружающей среды токсичными, мутагенными и канцерогенными веществами.

В природе есть подобные представители, у которых эволюционно изменен метаболизм стерина. Например, это всем нам широко известные грибы лисички. Они не содержат стерина и поэтому не поедаются личинками насекомых, а, следовательно, не червивеют [14].

На современном этапе известны растения, созданные по пути генной модификации и мутантные линии, у которых отсутствует синтез стерина и за счет этого устойчивы к насекомым-вредителям. В настоящее время известны мутанты табака, картофеля и томатов. Выведение новых бесстериновых сортов позволяет снизить использование химических средств защиты растений, а также идет контроль численности популяций вредителя [12].

Одним из основополагающих свойств высших растений являются адаптации к условиям внешней среды путем взаимодействий с помощью симбиоза с микроорганизмами. Многие растения, как мы знаем, в процессе фотосинтеза получают необходимые для жизнедеятельности компоненты, такие как углерод и энергию, но они также нуждаются и в других элементах питания, в первую очередь – в азоте и фосфоре. Поэтому многие растения в процессе эволюции вступили во взаимовыгодные отношения с микроорганизмами.

Явление симбиоза впервые было обнаружено в 1877 г. швейцарским ученым Швенденером. Через два года появился сам термин «симбиоз», который предложил А. Де Бари в 1879 г. Он определил симбиоз, как форму сосуществования неродственных организмов, указывая на то, что между сожительствующими организмами могут складываться разные по характеру взаимоотношения (мутуалистические и антагонистические) [19]. Позже мутуализм и антагонизм стали конкурировать. В конце 80-х гг. XX века ученые поняли то, что мутуализм и антагонизм в отношениях партнеров могут быть разграничены на двух уровнях: популяционном и экологическом, когда как биологические и генетические механизмы отношений схожи, нежели различны. Это дало толчок для возникновения симбиогенетики. Предметом симбиогенетики являются надорганизменные генетические системы симбиоза, которые образуются в результате функционального, а также и структурного объединения «симбиотических» генов партнеров [23]. В результате взаимодействия этих систем осуществляются:

- 1) сигнальная связь партнеров, которая приводит к совместной регуляции и дифференциальной экспрессии их сум-генов;
- 2) развитие совместных структур, содержащих элементы разных партнеров;
- 3) их метаболистическое группирование, которое приводит к появлению у организмов новых адаптивно значимых свойств.

Примером сигнальных взаимодействий является ранняя стадия симбиоза бобовых растений и клубеньковых бактерий, где происходит взаимообмен партнеров регуляторными факторами [32].

В 1835 г. французским ученым стало очевидно то, что бобовые растения усваивают азот из воздуха. Через 50 лет ученые пришли к выводу, что усвоение азота у бобовых растений происходит только в симбиозе с клубеньковыми бактериями. Клубеньковые бактерии, вступающие в симбиоз, с бобовыми относятся к роду *Rhizobium*, который по классификации Л. М. Доросинского делится на 11 видов [23].

В процессе симбиоза бобовых растений и ризобий происходят морфофизиологические изменения клеток обоих партнеров. В результате исследований сигнальных взаимодействий, которые определяют становление азотфиксирующего симбиоза, смогли идентифицировать первые растительные морфогены, которые индуцируют развитие симбиотических органов – корневых клубеньков. Растения, которых индивидуальные штаммы ризобий формируют клубеньки, определяются бактериальными *nod*-генами, некоторые из которых кодируют белки, устанавливающих биосинтез сигнальных молекул (*Nod*-факторов). Взаимная узнаваемость между штаммами ризобий и видами бобовых растений в большей степени определяется структурным разнообразием *Nod*-факторов, определяющий специфичность взаимодействия бактерий с бобовыми [30].

В бобово-ризобииальном симбиозе на первом этапе происходит процесс обмена диффундирующими сигнальными молекулами, которые обеспечивают взаимное узнавание партнеров. Специфическими сигнальными молекулами растений в этом случае являются флавоноиды, которые вызывают синтез *Nod*-фактора в клетках клубеньковых бактерий. *Nod*-фактор (от англ. «*nodulation factor*») – липохитоолигосахаридных молекул, структура которых уникальна для каждой видовой комбинации бактерия/растение [32].

На следующем этапе симбиоза также продолжается взаимное узнавание партнеров. Ризобии способны формировать биопленки на поверхности корня и в последствии выделять экзополисахариды.

Клубеньковые бактерии способны проникать в корень бобовых через клетки ризодермы. Колонизация корня происходит через инфекционную нить, которая строится растением вглубь от клетки к клетке. Преинфекционная нить предшествует образованию инфекционной нити. В результате эволюции бобово-ризобияльного симбиоза появился захват клубеньковых бактерий цитоплазмой растительной клетки при успешной колонизации на подобии эндоцитоза. При этом идет отделение бактерий от инфекционной нити и окружение их перибактериальной мембранной растительного происхождения. В итоге образуются симбиосомы. Бактерии внутри симбиосом терпят деления и образуют бактериоиды, которые в последствии фиксируют азот [32].

Эффективный азотфиксирующий симбиоз между бобовыми растениями и ризобиями протекает только при наличии симбиотических генов *sym*-генов, а также при наличии *nif*-генов, способствующих синтезу и регулировке фермента нитрогеназы. Так же известны *nod*-гены, которые кодируют синтез Nod-факторов, отвечающих за запуск и особенность данного симбиоза. Существуют не гомологичные с *nif*-генами *fix*-гены, которые принимают участие в азотфиксации [26].

Таким образом, такой мутуалистический симбиоз позволяет растениям произрастать на территориях с различными условиями среды, а бактериям предоставляются продукты фотосинтеза и экологическая ниша. Система «растение - клубеньковые бактерии» способствуют поддержанию естественного плодородия почв и биологического разнообразия экосистем. Использование удобрений на основе полезных почвенных микроорганизмов позволяет снизить химическую нагрузку на окружающую среду и уменьшить затраты на агрохимикаты.

Предлагается разработать специальный генетический алгоритм, чтобы повысить эффективность бобово-ризобияльного симбиоза. Алгоритм будет выступать в качестве усилителя фиксации азота и инактиватора негативных регуляторов этой функции, определяющие способность ризобий модифицировать приобретаемые от растений углерод в запасные питательные вещества и воспринимать «несимбиотческие» источники углерода и формировать части клеточной поверхности, впоследствии которые должны будут защищать их.

Для увеличения вклада биологического азота есть перспективы того, что возможно создание совершенно новых азотфиксирующих органелл на основе митохондрий и пластид, предки которых (α -протеобактерии порядков Rhizobiales и Rickettsiales, а также цианобактерии, родственные Nostoc) могли фиксировать азот или имели азотфиксирующих сородичей [23].

Также существует подход, который подразумевает перенос генов из клубеньков бобовых растений в злаковые. Уже известно, что такие гены в чужом организме хорошо усваиваются за счет хорошей поддержки. Но пока неизвестно их проявление в фенотипе в дальнейшем. Известно, что на корнях пшеницы и кукурузы под действием аналога 2,4-дихлорфеноксисукусной кислоты возникают клубенькоподобные структуры, доступные для заселения азоспириллами – ризосферными диазотрофами, у которых ростостимулирующий эффект связан с продукцией фитогормонов, так как в дальнейшем большая часть фиксируемого в ризосфере азота переходит в почву. Когда азоспириллы попадают в искусственно индуцированные клубеньки наблюдается резкое увеличение нитрогеназной активности. Есть данные, что такая система станет основой для моделирования эволюции клубенькового симбиоза.

Например, симбиотические гены растений и бактерий, которые несут ответственность за их узнавание и сигнальную связь, не являются важным

компонентом для проникновения ризобий в растения, наличие этих генов лишь делает устойчивым и эффективным процесс развития симбиоза [23].

Выводы по 1 главе

В первой главе мы рассмотрели краткую историю возникновения и развития экологической генетики. В экологических взаимоотношениях огромную роль играют химические вещества, с помощью которых организмы способны обмениваться информацией и таким образом регулировать экологические отношения. Экологические отношения исследовались с помощью генетических методов. В результате таких исследований были разработаны эколого-генетические модели, которые в дальнейшем стали полезны и с практической точки зрения.

ГЛАВА 2. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В АУТЭКОЛОГИИ

2.1 Причины и следствия генетической устойчивости живых организмов к факторам среды

Генетика устойчивости к факторам среды изучает наследуемые особенности различий индивидов в реакции на воздействия факторов внешней среды. Исследования в области экологической генетики, а именно генетического контроля устойчивости сельскохозяйственных растений, животных и человека к неблагоприятным внешним факторам, имеют огромное значение для медицины, сельского хозяйства и поддержания оптимальной среды обитания человека.

По Б. В. Шилову (2000) выделяют две группы приспособлений организмов к факторам окружающей среды [1]:

1. Адаптации обеспечивают поддержку устойчивости и внутреннего баланса организма в условиях устойчивых параметров окружающей среды.
2. Неустойчивые реакции организма, поддерживающие гомеостаз при сдвиге условий среды от средних характеристик.

Совместная работа данных адаптаций помогает организмам существовать в окружающей нас среде.

Основным подходом экологической генетики в исследовании разнообразных ответов организма на факторы среды заключается в анализе биохимических реакций организма и генов, которые определяют многие особенности организма. Биохимические свойства способны определять особенность ответной реакции на внешние раздражители. При влиянии веществ-загрязнителей, лекарств, органических соединений, которые поступают с пищей, срабатывают реакции организма, в которых особое значение имеют особенности активности метаболизирующих ферментов.

Реакции экогенетического характера являются патологическими состояниями, возникающие в результате проявления конкретных аллелей или изменении экспрессии при влиянии на организм факторов среды.

Предметом экологической генетики человека является изучение индивидуальных генотипических особенностей метаболизма химических веществ, реакций на физические факторы, которые обусловлены многочисленными вариантами ферментных систем, транспортных белков, антигенов и рецепторов клеток человека [18].

В последние несколько лет считается, что мутация в группе генов глутатион-S-трансфераз и N-ацетилтрансферазы взаимосвязаны с заболеваниями с производственными факторами.

Глутатион-S-трансфераза – главный фермент, являющийся нейтрализатором продуктов перекисного окисления липидов и пероксидов ДНК, который способен восстанавливать органические гидроперекиси в спирты и изомеризует некоторые стероиды и простагландины. Главное место в группе генов глутатион-S-трансфераз занимают гены глутатион-S-трансфераза тета 1 (GSTT1), глутатион-S-трансфераза мю 1 (GSTM1) и глутатион-S-трансфераза пи 1 (GSTP1), функционально ослабленные аллели которых связаны с развитием злокачественных новообразований, хронического бронхита, эмфиземы легких.

Если наблюдается минимальная активность глутатион-S-трансферазы, то таким людям опасна связь с ароматическими соединениями и бензпиреном, так как данный фермент участвует в выведении из организма этих загрязнителей.

N-ацетилтрансфераза участвует в очищении ксенобиотиков, содержащих ароматические амины или гидразиновые группы, путем их ацетилирования. Выделяют четыре полиморфных варианта: три «медленных» и один «быстрый». Доказана связь между «медленным» ацетилятором и развитием раковых заболеваний. Табакокурение, контактирование с фенолом, асбестом и другими вредными веществами повышают данный риск. Этот фермент влияет на метаболизм некоторых лекарственных препаратов. Например, изониазида при лечении туберкулеза в стандартной дозе выводится из организма в норме в течение двух часов.

Мутация в гене N-ацетил-трансферазы-2 приводит к медленному ацетилированию, который приводит к отравлению, так как очень медленно выводится из организма [1].

При взаимодействии человека с полициклическими углеводородами повышается риск рака легких, так как у людей, у которых наблюдается высокая активность арилгидрокарбонгидроксилазы способны преобразовывать эти углеводы в эпоксиды, которые очень токсичны и вредны.

У людей с низкой активностью глюкозо-6-фосфат дегидрогеназы происходит гемолиз при действии сульфаниламидов, химических окислителей. Вызвать гемолиз могут и конские бобы. Далее пойдет поражение легких человека, поэтому нужно действовать быстро и своевременно. Если не предпринять меры своевременно, то за гемолизом последует поражение легких. Люди с бракованным геном глюкозо-6-фосфат живут на территориях, где распространена такая болезнь, как малярия, так как им не свойственна эта болезнь. Недостаточность данного фермента наследуется как сцепленная с X-хромосомой.

Если не вырабатывается фермент лактаза, то люди с таким недостатком страдают нарушенным пищеварением, так как они не переносят лактозу [3].

Первое место по распространенности мутантных аллелей гена лактазы занимают восточные народы (95 % и более), на втором месте американские индейцы и афроамериканцы (77 %). Третье место занимают европейцы (10 %).

Целиакия – синдром нарушенного всасывания у детей. Характеризуется непереносимостью глютена. Нормальное развитие детей наблюдается при полном исключение из рациона злаковых продуктов. Предрасположенность к целиакии определяется взаимодействием двух генов главного комплекса гистосовместимости II класса (α -1 и β -1). Существуют несколько сортов пшеницы, при употреблении которых не

возникает никаких болезненных реакция, так как у этих сортов заменены несколько аминокислотных остатков в молекуле глутена [1].

Примером влияния репарационной способности ДНК на реакцию человеческого организма на действие экологических факторов является пигментная ксеродерма. Это рецессивный аутосомный дефект репарации, в частности дефект ДНК-полимеразы, принимающей участие в репарации. Люди с пигментной ксеродермой очень чувствительны к солнечному свету, так как он является провокатором развития рака кожи. Дефекты систем репарации выявлены и при других наследственных заболеваниях (анемия Фанкони, синдром Луи Бар). При радиотерапии таких больных наблюдаются осложнения, часто со смертельным исходом [3].

2.2 Генетически активные факторы среды физической, химической и биологической природы

Показателями генетической активности исследуемого фактора являются мутагенез, рекомбинагенез и индукция репаративного синтеза ДНК.

Генетически активные факторы делят на физические, химические и биологические. Принято к физическим факторам относить температуру, ионизирующую радиацию, ультрафиолетовый свет, высокочастотное электромагнитное излучение, ультразвук и т.д. В свою очередь, к химическим генетически активным факторам относят любые вещества, которые прямо или косвенно нарушают структуру и воспроизведение молекул ДНК [16].

Рассмотрим особенности действия физических мутагенов. Как мы упоминали выше, к ним относят ионизирующее излучение, ультрафиолетовое излучение, температуру и т. д. действие ионизирующего излучения основано на ионизации компонентов цитоплазмы и ядерного матрикса. При ионизации образуются высокоактивные химические

вещества, которые оказывают действие на клеточные структуры. Ниже представлены более изученные механизмы мутагенного воздействия ионизирующего излучения.

1. Прямолинейное действие частиц с высокой энергией на ДНК, что в последствии приводит к разрывам на молекуле. Это является универсальным механизмом возникновения хромосомных перестроек на всех стадиях клеточного цикла.

2. Косвенное воздействие ионизирующих факторов связано с нарушением структуры ферментов, которые контролируют репликацию, репарацию, рекомбинацию ДНК. Эффективное воздействие наблюдается на синтетической стадии интерфазы. Клетки погибают, если воздействуют большие дозы мутагенов. Косвенное воздействие ионизирующих факторов вызывают генные и хромосомные мутации.

3. ДНК способна поглощать ультрафиолет. В результате образуются нуклеотидные димеры. При репликации ДНК напротив такой пары в достраиваемой цепи могут встать два любых нуклеотида, следовательно, не выполняется принцип комплементарности.

4. Очень низкие и очень высокие температуры способны нарушать деление клетки и, вследствие чего, возникают геномные мутации. Также экстремальные температуры могут повышать действие других мутагенов, так как снижается ферментативная активность репарационных систем [2].

Перечислить и классифицировать химические генетически активные факторы не легко. Но известно, что к ним относят вещества, нарушающие структуру ДНК.

Автотранспорт и производственные предприятия выбрасывают в атмосферу выхлопные газы и алкилирующие соединения, органические соединения ртути, полициклические углеводороды, которые обладают генетической активностью. Хотя многие соединения и не обладают генетической активностью, но несмотря на это, внутриклеточные метаболиты способны активировать их. В качестве примера можно привести

распространенные соли азотной кислоты легко превращаются в нитриты (соли азотистой кислоты) – мутагены, дезаминирующие основания ДНК. В кислой среде желудка млекопитающих нитриты и аминосоединения дают нитрозосоединения – супермутагены, нарушающие репликацию ДНК [16].

На данный момент доказано то, что химические соединения вызывают генетические повреждения организмов на всех уровнях организации, от прокариот до человека.

Факторы биологической природы также обладают генетической активностью, но их механизмы мутагенного эффекта изучены недостаточно подробно.

Все известные вирусы являются биологическими мутагенами. Вирус оспы, ветряной оспы, кори, гриппа, гепатита и др. способны вызывать абберации хромосом в соматических клетках [37].

Подавляя репарационные системы, вирусы могут усиливать мутации клеток хозяина. Поток чужеродных ДНК, воздействующие на клетку хозяина, создаются всегда присутствующими в клетках непатогенными вирусами. Одноклеточные организмы микоплазмы и гемолитического стрептококка вызывают повышение частоты хромосомных мутаций.

На частоту спонтанного мутагенеза способны влиять и вакцины. Особая роль уделяется живым вакцинам.

Мутагенный эффект могут образовать различные токсины биологической природы. Различные простейшие, гельминты, которые паразитируют у людей, также могут, выделяя свои токсические продукты жизнедеятельности во внутрь организма человека, изменять метаболические процессы и эти модифицировать мутагенез [38].

2.3 Биологические факторы изменчивости

Биологические факторы изменчивости – это факторы биологического происхождения способные вызывать генетические мутации или влиять на активность мутагенов. К таким факторам относят старение, иммунные и нейрогуморальные конфликты в организме, ДНК и вирусы, токсины микроорганизмов, растений и животных [1].

В 1935 г. М. С. Навашиным и Е. А. Герасимовой было показано влияние старения на мутационный процесс. Делая эксперименты на старых семенах, они пришли к выводу, что идет увеличение клеток с самыми различными изменениями. Вскоре они пришли к выводу, что с возрастом генетическая информация в клетках распадается. Так же было показано, что к старости изменяется мутагенная чувствительность лимфоидных клеток организма. Эти клетки, попадая под облучение рентгеновскими лучами, получают выраженные поражения в хромосомном аппарате клеток, взятых из крови людей старшего возраста. Н. Н. Ильинских с соавторами пришли к выводам, что частота лимфоцитов с цитогенетическими нарушениями при заболевании гриппом различна у людей разного возраста, начиная с детей 2-5 лет, заканчивая пожилыми людьми 65-80 лет. В свою очередь, у людей старшего возраста наблюдался высокий уровень цитогенетически измененных клеток [1].

Физиологическая гипотеза мутагенеза была представлена Ю. Я. Керкисом и М. Е. Лобашовым. Согласно данной гипотезе, существует контроль спонтанного мутагенеза [17]. Дальнейшие исследования только подтвердили то, что нервная, гормональная, иммунная системы организма могут изменять процессы мутагенеза в клетках организма [17; 20].

Ю. Я. Керкис и его коллеги в ходе эксперимента над крысами, которых они перевозбуждали резким звуком, выяснили, что у них повышается чувствительность к мутагенному воздействию ионизирующей радиации.

Животные с эпилептическими приступами оказывали высокую чувствительность к мутагенным действиям радиации и химических веществ. Перерезка нервов печени и селезенки у животных провоцирует увеличения количества полиплоидных клеток. Структурные нарушения клеток и протекающий с отклонениями митоз могут привести к серьезным нарушениям костного мозга. Также наблюдалось увеличение количества сперматогониев с полиплоидным набором хромосом при денервации семенника [1].

Лобашов М. Е. и его коллеги проводили эксперименты, доказывающие значение нервной системы в поддержке частоты хромосомных аббераций в клетках роговицы глаза у мышей. В дальнейшем учениками

М. Е. Лобашева было показано влияние феромонального стресса у мышей на мутагенный эффект. Феромоны – это летучие вещества, оказывающие сигнальные действия и способные вызвать различного рода реакции, например, агрессию или подчинение. Оказалось, что запах взрослого самца даже при одном воздействии усиливает частоту клеточных нарушений в сперматогенезе у самцов молодого поколения, повышает частоту нездоровых сперматозоидов и преобладающих мутаций со смертельным исходом, выявляемых после их копуляции с самками, не подвергавшимися к воздействию [17].

Влияния иммунологических реакций на мутационный процесс были показаны Ю. Я. Керкисом [17]. При чужеродном переносе кожных лоскутов у мышей, различающихся гистологической совместимостью тканей, частота клеток костного мозга с хроматическими абберациями повышается с 5 % в контроле до 15 % у опытных животных. После отделения аллогенной ткани частота хроматических аббераций снижается и к 20-му дню достигает контрольного уровня.

Мутагенная активность ДНК была установлена С. М. Гершензоном в конце 30-х гг. В его исследованиях ДНК из зубной железы теленка была добавлена в питательную среду с дрозофилами дрозофилу.

Особенности мутагенного действия ДНК:

1. мутагенный эффект был растянут во времени – многие мутанты появлялись в виде мозаичных особей, мутации возникали не только в первом, но и последующих поколениях. Несколько клеточных поколений были охвачены данным эффектом.

2. ДНК действует избирательно – некоторые гены и участки хромосом мутировали особенно часто: частота мутаций некоторых генов превышала в несколько раз, а частота других генов не была выше спонтанного уровня или превышала индуцированные ДНК у дрозофилы, значительно рознилась от спектра спонтанных мутаций или мутаций, которые были вызваны другими мутагенами.

3. ДНК вызывает видимые и смертельные мутации, однако они представлены только генными мутациями и микроделециями. Совершенно нет крупных перестроек хромосом.

Возможным механизмом мутагенного действия препаратов ДНК является включение фрагментов молекул чужеродной ДНК в хромосомы по типу транспозиций [17].

Многие известные вирусные вакцины, инфекционные для человека вирусы являются мутагенными. Например, такие вирусы, как вирус кори, гриппа, аденовируса., оспы, и т.д. эта закономерность была открыта в 1958 г. С. И. Алиханяном и Т. С. Ильиной [20].

Мутагенную активность имеют также некоторые токсины микроорганизмов, растений, животных. Мутагенное действие выявлено для стрептолизина-О, который продуцируется гемолитическим стрептококком, афлатоксинов, который производят некоторые плесневые грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*. Некоторые токсинов, содержащихся в растениях,

подавляют деление клеточного ядра на стадии метафазы при митозе и как результат возникает полиплоидность клеток.

Подобное действие характерно и для известного вещества колхицин, который содержится в растениях рода безвременник (*Colchicum*). В растениях видов катарантус розовый (*Catharanthus roseus*), чистотел большой (*Chelidonium majus*), виды рода тисс (*Taxus*) и др. имеются токсины, которые мешают делению клеток. Растения видов рода саговник (*Cycas*) содержат соединения с высокой мутагенной активностью – гликозид циказин, который гидролизуется в кишечнике животных и человека с образованием глюкозы и N-метил-N'-нитро-N-нитрозогуанидина.

В тропических растениях, а в частности в камптотеке остроконечной (*Camptotheca acuminata*) содержатся камптотецины, которые способны вызвать блокировку фермента топоизомеразы I. Блокировка этого фермента приводит к перекручиванию, а затем к повреждению клеточной ДНК.[1].

2.4 Перспективы развития генетической инженерии

Генетическая инженерия – это новый раздел экспериментальной молекулярной биологии. Обуславливающие появление и развитие данной отрасли, представлены следующими достижениями:

1) ДНК – носитель генетической информации. Это было доказано О. Эйвери и его коллегами в 1944 г. Через 9 лет Дж. Уотсоном и Ф. Криком была открыта структура ДНК;

2) универсальность генетического кода была экспериментально доказана;

3) быстрое развитие молекулярной генетики, благодаря экспериментам над такими объектами, как *Escherichia coli*, различным вирусам и плазмидам;

4) отработка простых методов выделения высокоочищенных препаратов неповрежденных молекул ДНК, плазмид и вирусов;

5) разработка методов введения в чувствительные клетки молекул ДНК, вирусов и плазмид в биологически активной форме, обеспечивающей репликацию молекул ДНК и экспрессию кодируемых ими генов;

6) открытие ряда ферментов, которые используют ДНК в качестве субстрата катализируемых ими реакций, особенно рестриктаз и ДНК-лигаз [1].

В начале 70-х гг. XX века идет соединение самостоятельно и независимо разработанных методов и, как результат, создание современной стратегии генетической инженерии. Суть генетической инженерии заключается в следующем:

1) в небольшую молекулу ДНК, способную реплицироваться в клетке автономно от хромосомы (плазмиду или вирусную ДНК), ферментативно встраивают фрагменты молекул ДНК любого изучаемого организма или искусственно синтезированные сегменты ДНК;

2) формирующиеся при этом молекулы, то есть гибридные ДНК, вводятся в клетки прокариот и эукариот, где затем идет репликация, и, как следствие, разделение встроенных фрагментов ДНК;

3) определенными методами отбирают клоны клеток или вирусов, содержащих индивидуальные типы молекул гибридных ДНК;

4) обнаруженные гибридные ДНК подвергают обширному структурно-функциональному исследованию, важная роль при этом выделяется высокоактивным методам секвенирования фрагментов ДНК [35].

Генная инженерия в природе.

Еще Аристотелем было описано такое заболевание растений, как корончатый галл. В начале XX в. Е. Смит и К. Таундсен выяснили, что возбудителем заболевания является некой почвенной бактерией. Выделенная в виде чистой культуры *Agrobacterium tumefaciens* является

главной причиной новообразований покрытосеменных растений и некоторых представителей голосеменных.

В 1970-е гг. выяснилось, что причиной опухолеобразования являются Ti-плазмиды, обнаруженные в клетках некоторых штаммов *Agrobacterium tumefaciens*. Ti-плазмиды – это кольцевые молекулы ДНК размером 50-80 мкм с молекулярной массой около $1.3 \cdot 10^8$ Дальтон длиной до 200 тыс. п. о. такие плазмиды проникают в клетки растений, T-ДНК встраивается в хромосому растения, которое уже инфицировано. T-ДНК, объединенная с хромосомой, образует опухоль, наблюдается чрезмерная продукция фитогормонов, цитокининов, гетероауксина, воспроизводство ряда производных аминокислот – опинов. Опухоль возникает из-за нарушения баланса фитогормонов, от которого зависит нормальная жизнедеятельность растения. Опины являются источниками углерода и азота для *A. tumefaciens* [13].

Ti-плазида относится к классу конъюгативных плазмид, то есть она может распространяться по всем клеткам клетки *A. tumefaciens*, в которых ее нет. Это эффективно происходит в зараженном растении благодаря опином.

Взаимоотношения *A. tumefaciens* и высшего растения Дж. Шелл назвал генетической колонизацией, которая представляет собой эксперимент по генной инженерии, поставленный самой природой. Таким образом, Ti-плазида – это природный вектор для трансформации клеток высших растений [8].

Генетически модифицированные организмы (ГМО) – это организмы, геном которых был изменен при помощи генетической инженерии. Но как нам известно, гены способны изменяться самопроизвольно у живых организмов за счет эволюционных процессов. Но есть одно отличие: в процессе эволюции нельзя контролировать процесс изменения генома, а в лабораторных условиях под действием современных знаний и технологий

есть возможность изменять и улучшать гены. Ученые стремятся создать что-то нужное людям, полезное для них.

На сегодняшний день ученые нацелены на решение ряда технологических задач. Есть перспективы экспериментирования над биологическими организмами, используя генноинженерные и клеточные методы. Данные эксперименты проводятся ради удовлетворения потребностей человека. Например, с помощью данных методов можно получить новые сорта растений пород животных, улучшить качество продуктов питания и свойств различных живых организмов. Также эти направления перспективны для создания необходимых лекарственных препаратов.

Огромная роль у биотехнологии, поскольку с помощью ее методов производят генноинженерные белки (интерфероны, вакцины против серьезных заболеваний), вещества для фармакологии (лекарства, антибиотики, гормоны, антитела). В производстве моющих средств применяются различные ферментные препараты. Основная роль биотехнологии – синтез средств для защиты растений и создание трансгенных растений

ДНК растений люди изменяли на протяжении долгих лет. Скрещивая растения один с другим, которые обладали лучшими признаками, ученые стали понимать, что эти полезные признаки сохраняются в потомстве. Таким образом, появилась такая наука как селекция. Уже позднее обнаружили, что улучшить различные свойства растений можно за счет мутаций. Провоцировали мутации химикатами и рентгеновскими лучами. И, как следствие, было получено огромное количество новых сортов растений. Но важно помнить, что мутации могут возникнуть спонтанно [8].

Многие люди считают, что трансгенные растения вредны. Но при этом, не стоит забывать, что основной задачей трансгенных растений – спасение от нехватки важных питательных веществ и голода населения

Земли. Существуют такие трансгенные растения, за счет которых удалось спасти человеческие жизни. Один из таких примеров – это золотой рис.

Золотой рис – генетически модифицированный сорт посевного риса, в зернах которого содержится огромное количество бета-каротина. Цвет таких зерен золотисто-желтый. Является первой сельскохозяйственной культурой, которая подверглась генетической модификации с целью улучшения пищевой ценности.

Считается, что золотой рис способен улучшить качество питания в странах третьего мира и снизить количество людей с низким содержанием витамина А. В организме человека витамин А производится из бета-каротина, который поступает преимущественно с растительной пищей. Для модификации риса использовали два гена: ген цветка нарцисса и ген бактерии *Erwinia uredovora*.

В 2003 г. были завершены работы по секвенированию генома человека в США. Специалисты выяснили, что генов, кодирующих белок в человеческом организме гораздо меньше, чем предполагалось ранее (более 20 тыс.). Всего составляют 1,5 % всего ДНК человека, а все остальное составляет не кодирующей ДНК.

В 2007 г. фармацевтической компанией Merck были завершены клинические исследования рекомбинантной вакцины Gardasil, которая защищает человека от папилломавирусов. Папилломавирусы – это вирусы, характеризующиеся высоким онкогенным риском, инактивирующие гены опухолевых супрессоров. В вакцину входят антигены вирусоподобных веществ, которые производятся на основе трансгенных дрожжей. Вскоре GlaxoSmithKline выпустила похожую, но более эффективную вакцину Cervarix.

В 2010 г. сотрудники Института Дж. Крейга Вентера, в числе которых были Вентер и Гамильтон Смит, создали первую бактерию с полностью синтетическим генетическим содержанием. Бактерия состояла из «тела» – клетки – *Mycoplasma capricolum*, у которой не было хромосомы, и «мозга» –

ДНК, синтезированной на подобии хромосомы *Mycoplasma mycoides*. В ряду клеточных поколений «мозг» преобладал, и «тело» микоплазмы из *capricolum* превратилось в *mycoides*. В 2016 г. снова была получена похожая бактерия, но генов было меньше. Созданы они были из-за потребности микроорганизмов с полезными характеристиками, которые легко контролируются.

В 2012 г. Европейская комиссия впервые одобрила клиническое применение генно-терапевтического лекарства на территории Европейского союза. Препарат Glybera (алипоген типарвовек) создала компания uniQure для борьбы с редким наследственным заболеванием – дефицитом липопротеинлипазы, который сопровождается постоянными приступами панкреатита. В 2016 г. европейское одобрение получил еще один препарат для генной терапии. В 2017 г. в Америке были одобрены 2 подобных препарата для персонализированного лечения в В-клеточных лейкозов. В 2018 г. одобрение мировым сообществом получил препарат – LUXTURNA (Spark Therapeutics), действие которого направлено на лечение одной из форм наследственной дистрофии сетчатки.

В 2014 г. Д. Малышев и его коллеги из Исследовательского института Скриппс и New England Biolabs изобрели кишечную палочку с расширенным генетическим алфавитом, которая стабильно поддерживает плазмиду с неприродной парой нуклеотидов. В 2017 г. эту полусинтетическую бактерию тюнинговали [11].

Генная инженерия на современном этапе борется с онкологическими заболеваниями. Основная часть препаратов направлены на лечение рака. Возможно, в будущем применение первых методик редактирования генома будут на пациентах с онкологическими заболеваниями. Также существуют неизлечимые заболевания кроветворения – с ними уже работают CRISPR Therapeutics и Vertex Pharmaceuticals, изменяющие стволовые клетки костного мозга.

Проблемы не только в сложности разработки мероприятия, но и в стоимости лечения. Разрабатываемые способы борьбы с раком являются дорогостоящими. Поэтому необходимо искать альтернативные способы, которые будут более доступны [21].

В 2020 г. Дженнифер Дудна и Эммануэль Шарпантье получили Нобелевскую премию по химии. Они открыли систему CRISPR/Cas9, который является методом редактирования генома высокой точности, позволяющий изменять гены живых микроорганизмов, в том числе и человека. Возможно, данная система поможет в создании нового метода борьбы с ВИЧ и с множеством других заболеваний, которые сейчас являются неизлечимыми.

Ученые всего мира стали экспериментировать с CRISPR/Cas9, но самая запоминающаяся история произошла в Китае. В 2018 г. родились первые генно-модифицированные дети – девочки Лулу и Нана. Зигота, полученная при помощи ЭКО (экстракорпорального оплодотворения), была генетически изменена посредством CRISPR/Cas9 и вставлена в матку женщины, которая впоследствии и родила девочек. ДНК зиготы подверглась редактированию, чтобы исключить передачи ВИЧ-инфекции от отца, а также оспу и холеру через вырезание гена CCR5.

Если метод использования CRISPR/Cas9 на эмбрионах одобряют в разных странах, то возможно рождение здоровых детей с помощью ЭКО, если даже у родителей будут какие-либо мутации. Эксперименты 2017 г. не показали каких-либо негативных эффектов от CRISPR/Cas9 на мышах, обезьянах и человеческих эмбрионах, но это не говорит о полной безопасности [21].

Выводы по 2 главе

В данной главе мы рассмотрели генетически активные факторы среды, которые делятся на физические, химические и биологические.

Исследования в области генетически активных факторов важны для поддержания оптимальной среды обитания живых организмов.

Перспективным является развитие генной инженерии. Достижения данной отрасли уже направлены на борьбу с различными проблемами в жизни человека.

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕНЕТИКЕ В РАЗРАБОТКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ВНЕКЛАССНОГО МЕРОПРИЯТИЯ НА ТЕМУ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕНЕТИКА ЧЕЛОВЕКА»

3.1 Конференция как один из приемов внеурочной деятельности

Организация образовательной деятельности обучающихся на уроке и создание соответствующего пространства реализации полученных знаний, умений и навыков в практической социально и личностно значимой деятельности во внеурочное время должны совместно обеспечить достижение комплекса личностных, метапредметных и предметных результатов.

Внеурочная деятельность должна способствовать формированию:

- 1) эстетических потребностей, ценностей и чувств;
- 2) навыков взаимопомощи с ровесниками в самых различных ситуациях социального характера;
- 3) умения выходить из сложных спорных ситуаций без разногласий;
- 4) установки устойчивого здорового образа жизни;
- 5) способности приобретать и в дальнейшем использовать цели и задачи внеурочной деятельности;
- 6) умения строить планы, производить контроль и делать оценку учебных действий в соответствии с задачами и условиями реализации, которые были поставлены заранее;
- 7) умения находить компромисс во время совместной деятельности, совершать взаимный контроль;
- 8) соответствующе делать оценку поведения как своего, так и других;
- 9) патриотическое и уважительное отношение к своей родине, родному краю, семье, истории, культуре, природе и современной жизни;

10) навыков определения причинно-следственных связей в окружающем нас мире [29].

В Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) представлены основные нормативные требования к системе урочной, внеурочной и внешкольной работы.

По ФГОС внеурочная деятельность – образовательная деятельность в формах, отличных от классно-урочной, направленная на достижение личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и воспитания.

Для организации внеурочной деятельности важно разграничить ее от других видов деятельности. Также важным аспектом является то, что внеурочная деятельность облегчает решение образовательных задач, которые нельзя решить на уроке.

Внеурочная деятельность – это образовательная активность, выходящая за рамки учебного занятия, и может проходить вне класса, но обращена на содержание материала, заложенного в основной образовательной программе [29].

Цель внеурочной деятельности – формирование условий для всестороннего развития и социализации каждого ребенка в его свободное внеучебное время. Формирование воспитывающей среды для активизации социальных, интеллектуальных интересов учащихся, развития здоровой, творчески растущей личности, отличающейся гражданской ответственностью и правовым самосознанием, готовой к жизнедеятельности в изменяющихся социокультурных условиях, социально значимой практической деятельности, претворению в жизнь добровольческих инициатив – на все это направлена внеурочная деятельность.

В качестве воспитательных задач выступают:

а) создание общего представления о ценностях материальной и духовной культуры, разных областях искусства, политической,

экономической, коммуникативной культуры, а также культуры быта и семейных отношений;

b) обучение учащихся комплексному сочетанию труда с заботливым, бережным отношением к земле, окружающей природе, техническим сооружениям, обществу как к основному принципу жизнедеятельности;

c) создание экологической культуры как основы управления поведением обучающихся в окружающей природной среде;

d) формирование опыта, обеспечивающих включение выпускников в общественную жизнь на основе принципов гуманизма и демократии;

e) создание условий необходимости в получении профессионального образования и самосовершенствования [10].

При организации внеурочной деятельности стоит разграничивать два таких понятия, как результат внеурочной деятельности и эффект данной деятельности.

Под результатом понимают сам итог участия учащихся в данной деятельности. Эффект – это следствие самого результата. Таким образом, воспитательным результатом внеурочной деятельности является усвоение духовно-нравственных качеств благодаря тому, что он принял участие в том или ином виде деятельности. А воспитательным эффектом будет являться воздействие того или иного духовно-нравственного приобретения на развитие личности обучающегося.

Различают три уровня воспитательных результатов:

Первый уровень – получение обучающимся социальных знаний, первичного восприятия социальной повседневной жизни. На данном уровне большую роль играет взаимодействие ученика с учителем, то есть в этом случае учитель выступает как авторитет со знаниями положительного социального опыта.

Второй уровень – приобретение обучающимся опыта отношения к необходимым ценностям общественной жизни (человек, семья, Отечество, природа, культура и т.д.). Чтобы достичь данный результат

особая роль уделяется взаимоотношениям обучающихся между собой, то есть в классе, школе и т.д.

Третий уровень – приобретение опыта самостоятельного общественного действия обучающимся.

Вероятность проявления эффектов воспитания и социализации обучающихся основывается на достижении трех уровней результатов внеурочной деятельности.

Между результатами и формами внеурочной деятельности есть некая взаимосвязь. Каждый уровень внеурочной деятельности может быть достигнута путем использования определенного типа образовательной формы. Более простые формы используются при достижении результатов первого уровня, для второго уровня используются относительно сложные формы, а сложные формы во всех отношениях применяются для третьего уровня результатов. Но следует взять во внимание, что невозможно достичь результатов второго и третьего уровня формами, которые применяются для результатов первого уровня.

Например, в познавательном виде внеурочной работы используются следующие формы работы: познавательные беседы, предметные факультативы, олимпиады, интеллектуальный клуб «Что? Где? Когда?», исследовательские проекты, внеклассные и внешкольные акции познавательной направленности (конференции, интеллектуальные марафоны). Последние три формы формируют результаты всех трех уровней, то есть обучающиеся приобретают социальные знания, у них идет формирование ценностного отношения к социальной реальности, а также получение опыта самостоятельного общественного действия [10].

Остановимся поподробней на такой образовательной форме внеурочной деятельности как конференции. Отличительной чертой учебных конференций является то, что обучающиеся новые знания получают в процессе самостоятельного поиска и изучения информации

при подготовке своих докладов, а также идет усвоение нового материала при выступлении других обучающихся.

Учебные конференции являются познавательными видами деятельности. Так как обучающиеся получают новые умения и навыки, которые отражаются в самостоятельной работе с информационными ресурсами, в процессе изучения которых обучающийся анализирует, обобщает, приобретает опыт выступления на публику, способствует определению профессиональных и интеллектуальных способностей, что дает положительные толчки для развития инициативы и чувства ответственности перед коллективом [22].

На учебных конференциях следует обращать внимание на вопросы широкого характера. Например, обсуждать вопросы различных открытий и изобретений в сфере науки и т.п.

Примерная модель представлена в журнале «Современные проблемы науки и образования» в статье «Учебная конференция в образовательном процессе школы», и примерная модель представлена на рисунке 1 [22]:



Рисунок 1 – Модель учебной конференции

Выделяют несколько этапов подготовки к конференции:

На первом этапе происходит определение с темой конференции, постановка задач, которые нужно решить в процессе подготовки и

проведения конференции. В большинстве случаев основными целями являются углубление и расширение знаний обучающихся и обсуждение вопросов, которые несут образовательные, воспитательные и практические значения в большом объеме.

Далее второй этап подразумевает нахождение и изучение материала по данной теме, составление подробного плана мероприятия и подготовка литературы для учащихся.

На третьем этапе уже идет распределение тем и заданий между обучающимися. Для этого примерно за три недели до конференции сообщается тема мероприятия, дается литература, ссылки на Интернет-ресурсы для того, чтобы обучающиеся начали подготовку. Желательно при распределении заданий следует учитывать интересы и возможности обучающихся.

На заключительном этапе нужно провести пару консультаций с обучающимися с целью помощи в подготовке докладов [22].

3.2 Организация и проведение конференции на тему «Экологическая генетика человека»

В организации и разработке конференции принимали участие: председатель жюри – учитель биологии Михайлова Е. А., учитель-практикант по биологии – Уржумова И. П., учитель-практикант по биологии – Сайфуллина М. И. Также были приглашены обучающиеся профильных классов по предмету биология и ученики 10 «А» класса. Заранее был вывешен информационный бюллетень о предстоящей конференции.

Структура конференции: постановка цели и задач, поиск и анализ материала по данной проблеме, составление плана и распределение заданий.

Конференция на тему «Экологическая генетика человека» проводилась в 10 «А» классе МБОУ «СОШ №51 г. Челябинска».

В конференции участвовали 20 обучающихся. Подготовка началась за две недели до мероприятия. Были распределены между обучающимися следующие темы докладов: «История зарождения генетики», «История зарождения экологии», «История зарождения экологической генетики», «Физические факторы мутагенеза», «Химические факторы мутагенеза», «Биологические факторы мутагенеза», «Генетическая токсикология», «Экогенетические болезни» и «Генетический груз человеческой популяции». Всем была рекомендована соответствующая литература. По ходу подготовки проводились консультации обучающихся.

Была поставлена следующая цель конференции: повышение интереса к изучению биологии и экологии, активизация познавательной деятельности, формирование и развитие образовательной компетенции обучающихся.

Также были поставлены следующие задачи:

образовательные:

1) создать представление о такой науке, как экологическая генетика человека;

2) рассмотреть основные составляющие экологической генетике человека.

развивающие:

1) развивать у обучающихся навыки умственного труда, умения анализировать, обобщать и делать выводы.

воспитательные:

1) способствовать развитию умения отстаивать свою точку зрения;

2) способствовать развитию культуры взаимоотношений при работе в коллективе.

В ходе конференции обучающимся выдавались различные задания, которые чередовались с их выступлениями, например, на сопоставление понятия и его определения; заболевания и провоцирующего фактора, задавались различные вопросы, которые затрагивали знания в области

генетики. В конце все участники были награждены сертификатами. Конспект мероприятия представлен в Приложении 1.

Учителем-наставником была проведена оценка деятельности практиканта. Результаты представлены в таблице 3. Опросник находится в Приложении 2.

Таблица 3 – Результат оценки внеурочной деятельности

Показатель оценки	Средний балл	Уровень соответствия требованиям ФГОС
Мотивационно-ценностно-целевой аспект занятия	8	высокий
Содержательный аспект занятия	7	средний (допустимый)
Процессуальный аспект занятия	8	высокий
Результативный аспект занятия	8	высокий
Оценочно-рефлексивный аспект занятия	9	высокий

По результатам таблицы 3 можно сделать вывод, что проведенное внеурочное мероприятие соответствует требованиям ФГОС, показатели оценки соответствуют высокому уровню, что свидетельствует об эффективности данного мероприятия.

Выводы по 3 главе

Нами была разработана и проведена конференция на тему «Экологическая генетика человека». Такая форма внеурочного мероприятия и тема конференции вызывает интерес обучающихся и помогает в определении своей будущей профессии. По результатам опросника, с помощью которого учитель-наставник проводил оценку мероприятия, можно считать, что конференция прошла на высоком уровне и такая форма деятельности эффективна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, быстрое развитие промышленности, сельского хозяйства, производства новых лекарственных средств обуславливает возникновение источников разнообразных химических, физических и биологических агентов, которые в большинстве случаев являются мутагенами, негативно влияющими на живые организмы. Все это требует более подробного изучения биологических и генетических последствий изменения окружающей среды. Для сохранения здоровья будущих поколений и разнообразия живых существ на Земле важным аспектом является прогноз возможных генетических изменений. На данный момент изучением подробно занимаются различные отрасли экологической генетики. Например, разработка эколого-генетических моделей в основном помогает в сельском хозяйстве. Также предполагает выведение новых сортов растений. Достижения генной инженерии позволяют бороться с различными заболеваниями, дальнейшая перспектива которой направлена на борьбу с онкологическими заболеваниями. Экологическая генетика – сравнительно молодая наука, которая рассматривает и решает фундаментальные и прикладные проблемы, стоящие перед человечеством. Исследования, которые только вчера, казались бы, интересны только с теоретической точки зрения, сегодня позволяют решать конкретные задачи практического характера, которые имеют связь с сельским хозяйством, селекцией, медициной и сохранением оптимальной окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Актуальные проблемы генетики : учеб. пособие / колл. авт.; под общ. ред. С. В. Боронниковой ; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2013. – 126 с.: ил.
2. Аргунова В. С. Мутагенные факторы и их влияние на генетический аппарат человека / В. С. Аргунова // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018001271> (дата обращения 24.11.21)
3. Барсаева Г. М. Экологическая генетика. Экогенетические заболевания / Г. М. Барсаева // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018008580> (дата обращения 24.11.21)
4. Биологические факторы мутагенеза / Н. Н. Ильинских, Е. А. Рогозин, Б. В. Шилов, Е. Н. Ильинских // Вестник СГМУ. – 2000. – № 1. – С. 19–27.
5. Биотехнология. Генная инженерия // Биомолекула : [сайт]. – 2018. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/biotekhnologii-gennaia-inzheneriia> (дата обращения: 08.04.2022)
6. Биохимическая экология и мониторинг окружающей среды : учебное пособие / Н. М. Орёл. – Минск : БГУ, 2019. – 148 с.
7. Бочков Н. П. Экологическая генетика человека / Н. П. Бочков // Экологическая генетика. – 2003. – Т. 1. – № 1. – С. 16–21.
8. Генетика : курс лекций / сост. Л. В. Цаценко. – Краснодар : КубГАУ, 2015 – 31 с.
9. Генетическая токсикология : учебное пособие / М. М. Биттуева, С. К. Абилев, М. К. Керефова [и др.]. – Нальчик : Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова, 2015. – 68 с.

10. Григорьев Д. В. Внеурочная деятельность школьников. Методический конструктор : пособие для учителя / Д. В. Григорьев, П. В. Степанов. – Москва : Просвещение, 2011. – 223 с. – ISBN 978 5 09 025672 8

11. Двенадцать методов в картинках: генная инженерия. Часть I, историческая // Биомолекула : [сайт]. – 2017. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-gennaia-inzheneriia-chast-i-istoricheskaia> (дата обращения: 08.04.2022)

12. Захаров И. А. Экологическая генетика и современные проблемы биосферы / И. А. Захаров // Успехи современной биологии. – 2020. – Т. 140. – № 2. – С. 107–115.

13. Загоскина Н. В. Биотехнология: теория и практика: учеб. пособие для вузов / Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко, Е. А. Калашникова, Е. А. Живухина. – Москва : Издательство Оникс, 2009. – 496 с., 8 с. цв. вкл. : ил.

14. Инге-Вечтомов С. Г. Метаболизм стероидов и защита растений / С. Г. Инге-Вечтомов // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – №11. – С. 16–20.

15. Инге-Вечтомов С. Г. Экологическая генетика и теория эволюции / С. Г. Инге-Вечтомов // Информационный вестник ВОГиС. – 2009. – Т. 13. – № 2. – С. 362–371.

16. Инге-Вечтомов С. Г. Экологическая генетика. Что это такое? / С. Г. Инге-Вечтомов // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 2. – С. 59–65.

17. Инфекционный мутагенез / Н. Н. Ильинских, Е. Ф. Бочаров, И. Н. Ильинских ; Отв. ред. Н. В. Васильев. – Новосибирск : Наука : Сиб. отд-ние, 1984. – 168 с. : ил..

18. Мерзлякова А. Ю. Влияние экогенетических факторов на человека / А. Ю. Мерзлякова // Молодой ученый. – 2020. – № 7(297). – С. 283–286.

19. Многообразие симбиозов и их роль в эволюции органического мира / Т. Н. Яценко-Степанова, Н. В. Немцева, М. Е. Игнатенко // Вестник

ОГУ. – 2014. – №13 (174). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoobrazie-simbiozov-i-ih-rol-v-evolyutsii-organicheskogo-mira> (дата обращения: 31.05.2022).

20. Мутагенез при различных функциональных состояниях организма / Н. Н. Ильинских, М. А. Медведев, С. С. Бессуднова, И. Н. Ильинских. – Томск : Национальный исследовательский Томский государственный университет, 1990. – 228 с.

21. Перспективы генетики: генетически модифицированные дети и борьба с раком // Хайтек : [сайт]. – 2021. – URL: <https://hightech.fm/2021/04/02/genetic-medicine> (дата обращения: 20.05.2022)

22. Пилипец Л. В. Учебная конференция в образовательном процессе школы / Л. В. Пилипец, Н. Ю. Абышева // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21554> (дата обращения: 31.05.2022).

23. Проворов Н. А. Современное состояние и перспективы развития симбиогенетики / Н. А. Проворов, И. А. Тихонович // Экологическая генетика. – 2019. – Т. 17. – № 1. – С. 5–10.

24. Саловарова В. П. Введение в биохимическую экологию : учеб. пособие / В. П. Саловарова, А. А. Приставка, О. А. Берсенева. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007 – 159 с. – ISBN 978 5 9624 0224 6

25. Сапунов В. Б. Экология человека : учебное пособие / В. Б. Сапунов. – Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2007. – 160 с. – ISBN 978-5-86813-198-1.

26. Симбиотические гены клубеньковых бактерий и влияние их горизонтального переноса на видовой состав микросимбионтов бобовых растений / Е. С. Иванова, А. Х. Баймиев, Р. И. Ибрагимов, А. Х. Баймиев // Вестник Башкирского университета. – 2011. – Т. 16. – № 4. – С. 1210–1213.

27. Симбиогенетика и селекция макросимбионта на повышение азотфиксации на примере гороха (*Pisum sativum*) / К. К. Сидорова,

В. К. Шумный, Е. Ю. Власова [и др.] // Информационный вестник ВОГиС. – 2010. – Т. 14. – № 2. – С. 357–374.

28. Телитченко М. М. Введение в проблемы биохимической экологии: Биотехнология, сельское хозяйство, охрана среды / М. М. Телитченко, С. А. Остроумов. – Москва : Наука, 1990. – 288 с. ISBN 5-02-004062-2.

29. Технологии внеурочной деятельности обучающихся : учебное пособие / Н. И. Астахова, Л. Н. Гиенко, Л. Г. Куликова [и др.] ; Алтайский государственный педагогический университет. – Барнаул : АлтГПУ, 2019. – 193 с. – ISBN 978-5-88210-945-4

30. Тихонович И. А. Микробы и растения: молекулярный диалог в ризосфере / И. А. Тихонович // Исследования по генетике. – 1999. – № 12. – С. 11–23.

31. Тихонович И. А. Принципы селекции растений на взаимодействие с симбиотическими микроорганизмами / И. А. Тихонович, Н. А. Проворов // Информационный вестник ВОГиС. – 2005. – Т. 9. – № 3. – С. 295–305.

32. Тихонович И. А. Симбиогенетика микробно-растительных взаимодействий / И. А. Тихонович, Н. А. Проворов // Экологическая генетика. – 2003. – Т. 1. – № 1. – С. 36–46.

33. Тузова Р. В. Молекулярно-генетические механизмы эволюции органического мира. Генетическая и клеточная инженерия : монография / Р. В. Тузова, Н. А. Ковалев. – Минск : Белорусская наука, 2010. – 395 с. – ISBN 978-985-08-1186-8.

34. Щелкунов С. Н. Генетическая инженерия: Учеб.-справ. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. / С. Н. Щелкунов. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2004. – 496 с; ил. – ISBN 5-94087-098-8

35. Щелкунов С. Н. Генетическая инженерия : учебно-справочное пособие / С. Н. Щелкунов. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2017. – 514 с. – ISBN 978-5-379-02024-8.

36. Экологическая генетика : тексто-графические учебные материалы / А. В. Ларионов, В. Г. Дружинин, С. Н. Яковлева ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : КемГУ, 2015. – 173 с.

37. Экологическая генетика : учебное пособие / Э. М. Гидова, З. И. Боготова, М. М. Биттуева [и др.]. – Нальчик : Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова, 2018. – 102 с.

38. Экологическая генетика : учебно-методическое пособие / сост. М. И. Ковалева ; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2015. – 52 с.

39. Экологическая генетика : учебное пособие / О. И. Себежко ; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2017. – 107 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Конспект внеурочного мероприятия по экологии

Тема: Экологическая генетика человека

Класс: 10

Цель: повышение интереса к изучению биологии и экологии, активизация познавательной деятельности, формирование и развитие образовательной компетенции обучающихся.

Задачи:

образовательные:

1) создать представление о такой науке, как экологическая генетика человека;

2) рассмотреть основные составляющие экологической генетики человека.

развивающие:

1) развивать у учащихся навыки умственного труда, умения анализировать, обобщать и делать выводы.

воспитательные:

1) способствовать развитию умения отстаивать свою точку зрения;

2) способствовать развитию культуры взаимоотношений при работе в коллективе.

Форма проведения: конференция

Предварительная подготовка: подготовка презентации, докладов

План проведения:

1. Вступительная часть (5 мин)

1.1. Вводная беседа

1.2. Определение темы, цели и задач.

2. Основная часть (30 мин)

3. Заключительная часть (5 мин)

1.1 Проведение тестирования

1.2 Подведение итогов

Ход мероприятия:

1. Вступительная часть

1.1. Вводная беседа

Учитель: добрый день, ребята! Я рада снова видеть вас. Сегодня нашу встречу посвятим такой интересной, новой и развивающейся науке, как экологическая генетика. Для начала узнаем о зарождении данной науки.

1.2. Определение темы, цели и задач.

Учитель: прошу ребят, подготовившие свои доклады, зачитать их.

Темы докладов:

1. История зарождения генетики.
2. История зарождения экологии
3. История зарождения экологической генетики.

Учитель: таким образом, экологическая генетика – это отрасль знаний, исследующая взаимодействие экологических отношений и генетических процессов.

2. Основная часть (30 мин)

Учитель: экологическая генетика опирается на методологию генетики и связана с её основными понятиями – «наследственность» и «изменчивость». Экологическая генетика, с другой стороны, использует весь методический арсенал экологии. В экологии выделяют три основных подраздела, изучающие взаимодействие с окружающей средой биологических систем организменного уровня и выше: аутэкология, демэкология, синэкология

На экране представлены термины и их расшифровка в неправильном порядке. Ваша задача назвать термин и его определение:

1. Наследственность.
2. Изменчивость.
3. Аутэкология.

4. Демэкология.

5. Синэкология.

А) раздел науки, изучающий функционирование сообществ и их взаимодействия с биотическими и абиотическими факторами.

Б) это свойство сходства родственных организмов, их способность передавать определенные признаки из поколения в поколение.

В) раздел науки, изучающий взаимодействие популяций особей одного вида внутри популяции и с окружающей средой.

Г) свойство организмов приобретать новые признаки или их комбинации.

Д) раздел науки, изучающий взаимодействие индивидуального организма или вида с факторами окружающей среды.

Ответ: 1Б, 2Г, 3Д, 4В, 5А.

Учитель: ну а мы сегодня более подробно коснемся темы, касающейся человека, и обратимся к экологической генетике.

Экологическая генетика человека изучает влияние факторов среды обитания на наследственность и наследуемые индивидуальные различия реакции организма на внешние воздействия.

Человек является одним из биологических видов. Его существование, эволюция и взаимодействие с окружающей средой подчиняется тем же закономерностям, которые характерны для любого вида животных, растений, грибов, населяющих нашу планету.

На протяжении сотен тысяч лет окружающая человека среда постоянно менялась. К её изменениям человек приспособлялся как биологический вид с широкой нормой реакции.

Н. П. Бочков выделяет три группы нежелательных генетических эффектов, которые наблюдаются при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды на человека.

1. Изменения наследственных структур, причиной которых является мутационный процесс, индуцированный мутагенными факторами

окружающей среды (в широком смысле слова) и ведущий к повышению темпов наследственной изменчивости человека на индивидуальном и популяционном уровнях.

2. В ответ на специфические факторы среды у человека возникают патологические проявления экспрессии генов. На индивидуальном уровне эти эффекты отмечаются в виде патологических реакций (болезней), а на популяционном уровне – в виде большей или меньшей приспособленности (адаптации, акклиматизации).

3. Изменения генофонда популяций в результате нарушения генетического равновесия между основными популяционными процессами (мутационным процессом, отбором, миграциями, дрейфом генов).

Учитель: ребята, скажите мне какой термин скрывается под определением?

Ведущий фактор эволюции, процесс возникновения спонтанных мутаций и их комбинаций, ведущий к изменению частоты аллелей в популяциях. (Мутационный процесс)

Учитель: как вы думаете, какие факторы могут вызвать мутации у человека?

Ответ:

а. загрязненность окружающей среды, в том числе мутагенными факторами, увеличивается в целом; к тому же быстро изменяется спектр факторов;

б. комплексное воздействие многочисленных химических и радиационных загрязнителей дает суммарный эффект, превышающий допустимые уровни токсичности;

в. в среде обитания человека все чаще появляются факторы с длительной устойчивостью (диоксины, радионуклиды), постоянно пополняющие мутации;

d. современное жилище с его полимерной и пластмассовой «начинкой» может быть источником мутагенных, тератогенных и канцерогенных влияний;

e. стресс и широчайшее распространение психоактивных веществ (курение, наркотики) усиливают мутационный процесс.

Учитель: установлено, что определенный, оптимальный для человека уровень мутационного процесса может изменяться под влиянием многих физических, химических и биологических факторов.

Давайте сейчас заслушаем доклады о факторах среды.

1. Физические факторы мутагенеза.
2. Химические факторы мутагенеза.
3. Биологические факторы мутагенеза.

Учитель: главный результат фундаментальных генетических исследований по проблемам мутагенеза – разработка методов выявления мутагенной опасности. Их широкое применение позволит экологами сделать среду обитания человека более безопасной с генетической точки зрения.

Так же данная наука изучает экогенетические болезни. На протяжении эволюции в человеческих популяциях сформировался широкий наследственный сбалансированный полиморфизм. Какой-либо ген считается полиморфным, если он присутствует в популяции в виде двух аллелей и более, причем частота редкого аллеля составляет не менее 1 %. Распространенность полиморфизмов генов в современных популяциях человека громадна. Не менее 25 %, т. е. около 8000 генов человека представлены в виде полиморфных систем.

Около 99 % всех полиморфизмов являются молчащими, и только 1 % проявляется под действием того или иного фактора окружающей среды. Генетические полиморфизмы, также как и мутации, могут приводить к синтезу аномального белка, снижению или повышению его количества, что не может не отразиться на его функции.

Благодаря полиморфизмам каждый человек, несмотря на все сходство с представителями своего вида, генетически уникален. Многочисленные вариации в ферментных системах, транспортных белках, антигенах и рецепторах клетки обуславливают индивидуальные особенности метаболизма химических веществ, наследственные различия реакций на разнообразные внешние факторы химической, физической и биологической природы.

В связи с этим в экогенетике определилось несколько направлений. Как уже было сказано, изучение токсических наследственно обусловленных реакций на факторы среды выделено в отдельное направление, названное токсикогенетикой, или генетической токсикологией. Базы данных по геному человека и современные мощные информационные технологии позволяют прогнозировать токсические проявления отдельных факторов среды у лиц с определенными генотипами.

У человека обнаружены индивидуальные реакции на физические факторы. Несмотря на то, что хорошо известна индивидуальная чувствительность к теплу, холоду и солнечному свету, роль наследственных факторов в этой чувствительности стала изучаться лишь недавно.

Четкие расовые различия обнаружены для реакции на холодовый фактор. Например, представители негроидной расы более чувствительны к холоду, чем представители европеоидной расы. Это объясняется разным уровнем теплопродукции и расширения сосудов. Твердо установлены индивидуальные и расовые различия реакции на ультрафиолетовое облучение. Крайний пример генетической чувствительности – редкая аутомно-рецессивная болезнь пигментная ксеродерма. Про данное заболевание нам расскажет следующий ученик.

Следующее задание – это сопоставление заболевания (патологического состояния) и провоцирующего фактора:

1. Пыль, курение.
2. Полициклические углеводороды.

3. Производство резины, лаков и красок.
 4. Молоко.
 5. Алкоголь.
 6. Шоколад.
- А. Рак легких.
Б. Рак мочевого пузыря.
В. Хроническая обструктивная болезнь легких.
Г. Мигрень.
Д. Диспептические явления.
Е. Токсическая реакция.

Ответ: 1В, 2Б,3Б, 4Д,5Е,6Г.

Учитель: что это такое? Совокупность генов популяции? (Генофонд)
Генофонд складывается в результате взаимодействия каких факторов эволюции? (мутационного процесса, отбора, миграций, дрейфа генов)

В стабильных условиях среды в популяции устанавливается равновесие между этими основными процессами. При этом генетическая структура популяции из поколения в поколение остается неизменной. Изменение генофонда популяции возможно при нарушении этого равновесия. Изменения генофонда популяций являются долговременными и реализуются через десятки и даже сотни поколений.

За предшествующую историю человечеством за счет естественного мутационного процесса уже накоплен «генетический груз», выражаемый большим числом наследственных и генетически детерминированных заболеваний, перечень которых превысил 2000.

Но про реальный генетический груз человеческой популяции узнаем из доклада ученика...

Современный период характеризуется большей скоростью и объемом изменений среды обитания. Человек постоянно сталкивается с новыми факторами среды, испытывает большие социальные и экологические нагрузки. Увеличилась мутагенная нагрузка, расширился круг

потенциальных брачных партнеров, увеличилась миграция населения, планирование семьи сократило естественное воспроизводство. Все это может менять генетическую структуру отдельных популяций или человечества в целом.

Однако популяционные генетические процессы обладают большой инерцией. Наследственность человека на популяционном уровне так быстро меняться не может. Поэтому не следует ожидать, что мутационный процесс и экогенетические реакции в течение одного – двух поколений вызовут опасные изменения наследственности человека или резкое увеличение частоты наследственных болезней.

3. Заключительная часть (5 мин)

В заключение можно отметить, что экологическая генетика человека как наука и как прикладное направление (в медицине) будет активно развиваться. Это связано с несколькими причинами.

1. Накапливаются новые знания об экогенетических заболеваниях, генах их определяющих, совершенствуется методология исследований.

2. Относительная значимость экогенетической патологии будет увеличиваться по мере улучшения медицинской помощи и успешной борьбы с распространенными болезнями. Обычные медицинские меры профилактики не снизят частоту экогенетических болезней.

3. Со временем можно ожидать увеличения экогенетической патологии в абсолютном выражении, поскольку вследствие научно-технического прогресса будут появляться все новые факторы, повысится специфичность новых производственных условий и т. д.

Вручение участникам сертификаты.

Спасибо всем за внимание и за работу!

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Опросник для оценки внеурочного мероприятия

Таблица 1 – Опросник для оценки внеурочного мероприятия

Показатели оценки	Оценочная шкала
<i>1</i>	<i>2</i>
1. МОТИВАЦИОННО-ЦЕННОСТНО-ЦЕЛЕВОЙ АСПЕКТ ЗАНЯТИЯ	
1.1. Обеспечение понимания обучающимися содержания занятия	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1.2. Обеспечение самоопределения обучающихся в занятии (что будет результатом, что будем делать для его достижения)	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1.3. Создание ситуации, вызывающей у обучающихся желание сотрудничать, участвовать в коллективном творчестве	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ ЗАНЯТИЯ	
2.1. Направленность содержания занятия (задания, вопросы педагога и др.) на включение обучающихся в разные виды активностей (игровая, исследовательская, коммуникативная и др.)	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2.2. Соответствие содержания занятия возрастным и индивидуальным возможностям	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
3. ПРОЦЕССУАЛЬНЫЙ АСПЕКТ ЗАНЯТИЯ	
3.1. Форма организации активностей обучающихся отличается от урочной (исследовательский клуб, учебная лаборатория, конструкторский кружок и т.п.)	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
3.2. Направленность способов работы обучающихся на приобретение социального опыта	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
3.3. Направленность способов работы детей на формирование ценностного отношения к социальной реальности	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Продолжение таблицы 1

1	2
4. РЕЗУЛЬТАТИВНЫЙ АСПЕКТ ЗАНЯТИЯ	
4.1. Направленность занятия на развитие личностных УУД (нравственно-этических принципов обучающихся, формирование гражданской, профессиональной или моральной позиции и т.д.)	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
4.2. Направленность занятия на развитие регулятивных УУД (действия самоорганизации, саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний, целеполагание, контроль деятельности обучающихся)	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
4.3. Направленность занятия на развитие коммуникативных УУД (сотрудничество с преподавателем и обучающимися, понимание и принятие точки зрения друга, готовность к обсуждению различных вопросов, умение доказывать, отстаивать свою точку зрения, правильно задавать вопросы и т.д.)	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
4.4. Направленность занятия на развитие познавательных УУД (общеучебных, знаково-символических, логических и иных способов деятельности обучающихся)	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
5. ОЦЕНОЧНО-РЕФЛЕКСИВНЫЙ АСПЕКТ ЗАНЯТИЯ	
5.1. Соответствие результатов занятия поставленной цели	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
5.2. Совместный с обучающимися рефлексивный анализ осуществленной деятельности	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
5.3. Удовлетворённость обучающихся занятием	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10