



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
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

Сравнительная характеристика частоты спонтанных и индуцированных морфозов у дрозофил

Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями
подготовки)

Направленность программы бакалавриата
«Биология. Химия»

Проверка на объем заимствований:

64,18 % авторского текста

Выполнила:

Студентка группы ОФ-501/068-5-1
Ишанова Динара Кенисбаевна

Работа рекомендована к защите
рекомендована по рекомендации

«30» мая 2019 г.

И.о. зав. кафедрой общей биологии и
физиологии

(название кафедры)

Ефимова Ефимова Н.В.

Научный руководитель:

к.б.н., доцент

Рязанова Рязанова Людмила Александровна

Челябинск
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1 МОРФОЗЫ У НАСЕКОМЫХ	7
1.1 Понятие о морфозах и причинах их возникновения	7
1.2 Онтогенез отряда Двукрылые на примере <i>Drosophila melanogaster</i>	14
1.3 Нормальное анатомическое строение дрозофил и ненаследуемые аномалии развития	18
ГЛАВА 2 БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ МАРГАНЦА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ	24
2.1 Физико-химические свойства марганца и его применение	24
2.2 Соединения марганца в окружающей среде и влияние на живые организмы	26
ГЛАВА 3 ОЦЕНКА РАЗЛИЧИЙ ПО ЧАСТОТЕ СПОНТАННЫХ МОРФОЗОВ И МОРФОЗОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ДЕЙСТВИИ СОЛЕЙ МАРГАНЦА НА ЛАБОРАТОРНЫЕ ЛИНИИ ДРОЗОФИЛ	29
3.1 Материалы и методы	29
3.2 Результаты и обсуждение	31
ГЛАВА 4 МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТА	39
4.1 Технология проектной деятельности учащихся	39
4.2 Роль учителя в проектной деятельности	41
4.3 Сопровождение проектной деятельности учащегося по биологии	43
Выводы по главе 4	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50
ПРИЛОЖЕНИЕ	54

ВВЕДЕНИЕ

Морфозы – это нарушения формообразовательных процессов в период морфогенеза, приводящие к резкому изменению морфологических, биохимических, физиологических признаков и свойств организма. Это качественно новые, не имеющие исторической базы реакции организма на вредные факторы среды. Они не носят адаптивного характера, поскольку реакция организма на индуцирующие их факторы обычно бывает неадекватной. Частота индуцированных морфозов и чувствительность организмов при этом к морфогенам контролируется генотипом и различна у разных особей одного и того же вида [9].

Примером морфозов служат дефекты развития крыльев и конечностей у насекомых, нарушение правильного и упорядоченного развития спинных и брюшных частей сегментарного кольца. Так же встречаются уродства раковины у моллюсков и уродства физического строения млекопитающих, различия в размерах крыльев у бабочек одного вида, циклопия у рыб и амфибий.

У человека можно встретить такие морфозы как дефекты конечностей, нервной трубки, пороки сердца различной сложности, аномалии лица и головы. Вирус коревой краснухи вызывает поражение центральной нервной системы, пороки органов зрения и слуха [4, 11].

Актуальность исследования заключается в том, что лабораторные линии дрозофил используются в учебной работе студентов в качестве модельного объекта для изучения законов наследственности и изменчивости, кроме того, они привлекательны для выполнения школьных исследовательских проектов своей простотой и наглядностью. В силу того, что эти линии разводятся в течение длительного времени, в них высока доля неблагоприятных гомозиготных локусов, образующихся в ходе длительного имбридинга. Разведение этих линий часто осложняется уменьшением

плодовитости особей и возникающей морфологической изменчивостью. Поэтому данные о состоянии изменчивости в этих линиях по наиболее важным признакам, важно учитывать для дальнейшей успешной работы с ними. Эксперименты на дрозофиле по изучению морфозов и влиянию на их выход факторов среды могут быть использованы в проектной деятельности с учащимися в профильных классах.

В работе оценили частоту морфозов в наиболее используемых на лабораторных занятиях линиях мух и определили межлинейные различия в частоте морфозов.

Провели эксперименты по влиянию соединений марганца на возникновение аномалий развития. Соединения этого металла используются в быту, а также являются химической примесью, определяемой в атмосферном воздухе, по которой в некоторые годы регистрировалось превышение ПДК. Ведущими стационарными источниками загрязнения атмосферного воздуха в городе Челябинске являются предприятия: ПАО «ЧМК» и АО «ЧЭМК».

Осуществлено сопровождение проекта обучающегося 10 класса МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска». Тема проекта: «Сравнительная характеристика спонтанных морфозов и индуцированных под влиянием соединений Mn^{+7} в лабораторных линиях *Drosophila melanogaster*».

Реализация проектной деятельности со школьниками в форме проведения исследований влияния на частоту появления индуцированных морфозов, выступает одним из способов активизации познавательного интереса и приобщение обучающихся к исследовательской деятельности.

Цели и задачи

Целью работы стало изучение возникновения морфозов у животных на примере лабораторных линий плодовых мушек (*Drosophila melanogaster*).

Достижение этой цели осуществлялось в ходе решения следующих задач:

1. Рассмотреть проблему возникновения морфозов и влияния на организм различных факторов по литературным источникам.
2. Сравнить частоту появления спонтанных морфозов в нескольких мутантных линиях дрозофил с линией дикого типа Canton-S и между собой.
3. Сравнить частоту индуцированных солями марганца морфозов в линии дикого типа Canton-S с контрольным вариантом опыта.
4. Подготовить со школьником проект, соответствующий тематике ВКР.

Объект исследования: *Drosophila melanogaster* (2n=8).

Предмет исследования: частота появления морфозов при спонтанном и индуцированном воздействии на дрозофил.

Научная новизна. Оценена частота морфозов в лабораторных линиях дрозофил, разводимых в кабинете генетики ЮУрГГПУ и влияние солей марганца на их возникновение.

Теоретическая / практическая значимость. Результаты работы можно использовать при поддержании лабораторных линий для снижения изменчивости внутри чистых линий.

Материалы работы применимы в реализации проектной деятельности школьников, в учебном процессе при изучении тем в 9 и 11 классах изменчивость и онтогенез – индивидуальное развитие организма.

Апробация работы проведена через участие в:

1. VII Международной научно-практической конференции «Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды», секция «Адаптация растительных и животных организмов к естественным и экстремальным факторам среды» г. Челябинск, 11 октября 2018 г. (Приложение 1)
2. Всероссийской студенческой научно-практической конференции «Актуальные проблемы образования: позиция молодых» г. Челябинск, 15-26 апреля 2019 г.

3. Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, г. Владивосток, 15-30 апреля 2019 г. (Приложение 2)

Структура и объем работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, четырёх глав, выводов, заключения, списка использованных источников и приложения.

Работа изложена на 73 страницах, содержит 11 таблиц и 25 рисунков.

ГЛАВА 1 МОРФОЗЫ У НАСЕКОМЫХ

1.1 Понятие о морфозах и причинах их возникновения

Важнейшими свойствами живых организмов являются наследственность и изменчивость. Именно они – основа существования жизни. Наследственность обеспечивает сходство морфологических параметров, механизмов развития организмов и их жизнедеятельности. Изменчивость, в свою очередь, обеспечивает структурно-функциональное разнообразие особей любого вида. Под изменчивостью принято считать свойство живых организмов приобретать в процессе онтогенеза новые морфофункциональные признаки и те самые особенности, которые будут отличаться от родительских [3].

Различают два основных вида биологической изменчивости. Первый вид – это групповая изменчивость, в ней, как правило, прослеживаются различия между строго определёнными популяциями или этносами. Второй вид – это индивидуальная изменчивость, в ней наблюдаются различия между особями в одной конкретной популяции.

Процессы, способствующие запуску подобных изменений, имеют широкий диапазон: некоторые проявляются только в вариации признаков, в то время как другие затрагивают генетический аппарат. Исходя из этого выделяют ненаследственную (или фенотипическую) и наследственную (или генотипическую) изменчивость (табл.1) [2, 3].

Таблица 1

Классификация типов изменчивости

Изменчивость			
Наследственная		Ненаследственная	
Комбинативная	Мутационная	Онтогенетическая	Модификационная

Наследственная изменчивость обусловлена возникновением разных типов мутаций и их комбинаций, которые передаются следующему поколению и затем проявляется у потомства. Изменчивость, которая характеризуется возникновением мутаций, носит название мутационная, а обусловленная дальнейшей рекомбинацией генов в результате скрещивания – комбинативная [3].

Ненаследственная изменчивость – это тип изменчивости, отражающий изменения фенотипа под действием условий внешней среды, не затрагивающих генотип. Фенотипические различия у генетически тождественных особей, возникающие вследствие воздействия факторов внешней среды, называются модификациями. Различают возрастные, сезонные и экологические модификации. Возрастные модификации выражаются постоянной сменой признаков в процессе развития особи. Например, развитие насекомых осуществляется путём последовательного превращения личинки в куколку, а затем её в имаго. Сезонные модификации характеризуются генетически детерминированной сменой признаков, происходящих из-за сезонных изменений климата. К ним относят: изменение окраски шерсти, появление подпушка и т.д. Третьи, сезонные модификации, затрагивают количественные и качественные признаки. Примером количественных являются: количество лепестков в цветке, потомства у животных или их масса; а качественные – это окраска цветков у некоторых растений или цвет кожи человека под действием ультрафиолетовых лучей. Все приведённые выше модификации сводятся к изменению степени выраженности признака. Нарушения структуры генотипа при них не происходит [1, 3, 7, 11].

Онтогенетическая изменчивость, как и сам онтогенез, детерминирована генотипом, где закодирована программа развития особи. Эта изменчивость является разновидностью фенотипической изменчивости, которая связана с определённой схемой развития организма в процессе онтогенеза, при этом генотип не претерпевает изменений, а фенотип меняется в соответствии с

каждым этапом развития, благодаря морфогенезу и дифференциации клеток. Однако особенности формирования фенотипа в онтогенезе обусловлены взаимодействием генотипа и среды. Под влиянием необычных внешних факторов могут происходить отклонения в формировании нормального фенотипа. Примером онтогенетической изменчивости является полный метаморфоз у некоторых групп насекомых [13, 15, 19].

Модификации имеют адаптивный характер, т.е. степень выраженности признака находится в прямой зависимости от вида и продолжительности действия того или иного фактора. Так, улучшение содержания скота способствует увеличению живой массы животных, плодовитости, удоя и жирности молока. Приспособительный характер модификаций означает, что в ответ на изменившиеся условия среды у особи проявляются такие фенотипические изменения, которые способствуют ее выживанию [1, 23].

Одним из основных свойств модификаций является их массовость. Она обуславливается тем, что один и тот же фактор вызывает примерно одинаковое изменение у особей, сходных генотипически.

Модификационная изменчивость вызывается внешними факторами, но предел ее и степень выраженности признака контролируются генотипом. К примеру, у животных резкое ухудшение пищевого рациона может привести к похудению одних и к смерти других особей. Это свидетельствует о том, что генотип контролирует не только возможность организма изменяться, но и ее пределы. Предел модификации называется нормой реакции. Именно норма реакции, а не сами модификации, наследуется, т.е. наследуется способность к развитию того или иного признака. Норма реакции – это конкретная количественно-качественная характеристика генотипа, т.е. определенное сочетание генов в генотипе и характер их взаимодействия [23, 27].

Различают признаки с широкой (масса, урожайность и т.д.), узкой (например, процент жира в молоке, количество птенцов у птиц) и однозначной нормой реакции (большинство качественных признаков: масть животных, цвет волос и глаз у человека и др.).

Иногда особи того или иного вида подвергаются влиянию таких вредных факторов, с которыми он не сталкивался в процессе эволюции, а токсичность их настолько велика, что исключает возможность модификационной изменчивости организма, определяемой нормой реакции. Такие агенты могут оказаться летальными, или их действие ограничивается индуцированием уродств развития [4, 9].

Уродства, или аномалии развития, называют морфозами. *Морфозы* – это изменения фенотипа вследствие реакции организма на факторы внешней среды, которым особи в нормальных условиях жизни подвергаются редко или вообще не подвергаются. Типичные *морфозы* связаны с воздействием различных химических веществ (хемоморфозы) или радиацией (радиоморфозы) [29].

Некоторые изменения фенотипа, обусловленные мутациями или комбинацией генов в генотипе, могут копироваться ненаследственными изменениями. Такие копии мутантов называются *фенокопиями*. Механизм их появления ещё не изучен, известно, что одни из них возникают под влиянием пока ещё не выясненных условий жизни, а другие удалось получить экспериментальным воздействием. *Фенокопии* и *морфозы*, имитируя наследственные изменения, сами не наследуются, так как они представляют изменения самих генов, а в результате нарушения их действия, но предрасположение к возникновению определённого типа фенокопий обуславливается генотипом [16].

Одним из важных моментов первых работ Гершензона С.М. (1939) было обнаружение индукции при действии ДНК на личинок дрозофилы с огромной частотой специфических хемоморфозов, затрагивающих строение крыловой пластинки [9].

Проблема направленных хемоморфозов нашла свое дальнейшее чрезвычайно интересное развитие в работах Рапопорта И.А. (1947, 1948), показавшего возможность получения 100% особей, несущих те или иные

морфозы, фенкопирующие разнообразные мутации у дрозофилы при действии различных агентов [25].

Так, например, при действии различных солей серебра на личинок возникает до 100% особей с фенкопиями мутации *yellow*, различные соединения ртути изменяют размер щетинок по типу мутации *minute* и т. д. В связи с участием триптофана в обменных процессах, приводящих к синтезу бурого глазного пигмента, особый интерес представляют данные о том, что избыток триптофана в среде приводит к появлению темной окраски глаз. Фенкопирование глазных мутаций наблюдалось и при действии урацила и аминокридинов. Уже в этих ранних работах автор объясняет появление специфических морфозов ингибированием наиболее чувствительных в определенный период развития ферментов – продуктов генов, имеющих морфогенетическую функцию [11].

Большинство животных, включая людей, демонстрируют двустороннюю симметрию. Эта симметрия относится к внешнему плану тела, поскольку внутренние висцеральные органы часто расположены асимметрично, причем левая и правая стороны находятся под разным генетическим контролем. Двусторонняя симметрия означает, что, хотя каждая сторона тела растет отдельно, им удается производить идентичные половины. Достижение такой симметрии чрезвычайно важно не только для общего баланса и координации тела, но также для высокой производительности определенных частей тела, таких как бедра и ноги, челюсть или крылья насекомого. На первый взгляд симметрия обманчиво проста. Фактически, восприятие вне этой области состоит в том, что двусторонняя симметрия возникает естественным образом, потому что обе стороны генетически идентичны. Однако правила и генетические процессы, лежащие в основе такого контроля роста высокого порядка, представляются генетически сложными и остаются неуловимыми до недавнего времени. Симметрия никогда не бывает идеальной; у всех нас есть некоторые тонкие различия между левой и правой сторонами нашего тела. Например, наши две

ноги могут быть немного разных размеров, и большинство из нас воспринимают одну сторону нашего лица / тела как более красивую, чем другую [33].

Существуют причины, способствующие возникновению *морфозов* у разных видов животных.

1) *Генетический шум*

Явление генетического шума возникает по причине того, что при делении клетки должны возникать две идентичные копии, но это не всегда возможно.

Если не произошло каких-то дополнительных мутаций в процессе репликации ДНК, каждая из дочерних клеток является клоном, то есть совершенно идентична материнской клетке с точки зрения генетической информации.

Но в дочернюю клетку попадает не только ДНК, туда также попадает цитоплазма родительской клетки. Если можно передать абсолютно идентичные копии ДНК каждой из дочерних клеток, то абсолютно одинаковые количества цитоплазмы в дочерние клетки передать нельзя. Всегда будет небольшая разница. При этом различие в этом распределении будет тем потенциально больше, чем меньшее количество молекул нужно распределить.

Если в материнской клетке было несколько миллионов каких-то биологических молекул, то после того, как клетка разделилась, где-то полмиллиона оказалось в каждой из дочерних клеток. И в этом смысле генетический шум небольшой. Но если в материнской клетке было совсем небольшое количество молекул, то возникает ситуация, когда шум становится очень и очень значимым. При этом в биологии чем меньше количество, тем важнее функция, по крайней мере, для ряда молекул это справедливо.

Представим себе, что в родительской клетке было шесть молекул какого-то вещества и эти молекулы совершенно свободно распределялись по

цитоплазме. После того как клетка поделилась на две равные части, нельзя гарантировать, что в каждой из дочерних клеток оказалось по три молекулы, может быть, там было пять и один. А может так случиться, что в одной клетке оказалось шесть, а в другой ноль. Это и есть генетический шум. Если бы мы посмотрели на тысячи событий такого рода, то в целом распределение было бы близко к 3:3. Но всегда будут варианты, представляющие собой генетический шум, который становится сильнее при меньшем количестве распределяемых молекул. Наличие такого шума оказывает очень глубокое влияние на дальнейшую судьбу клеток [33].

2) Экологические стрессоры

Окружающая среда может значительно повлиять на развитие, особенно в раннем возрасте. Например, более высокая степень асимметричных индивидов постоянно связана с напряженными окраинными местами обитания и зонами, подверженными промышленному загрязнению. Лабораторные исследования также показали, что по сравнению с потомством контрольных крыс, выращенных без стресса, потомство крыс, подвергшихся стрессу, имеет тенденцию быть более асимметричным.

К более высокой степени флуктуирующей асимметрии приводит повышение температуры. В ряде исследований использовали генетически разные линии *D. melanogaster* для анализа динамики экспрессии генов при четырех разных температурах. При 18°C различные линии *D. melanogaster* демонстрировали очень похожие уровни экспрессии генов и постоянный фенотип, несмотря на их обширную генетическую изменчивость. Однако при более высокой температуре 27-29°C отмечались высокие уровни фенотипической дисперсии и большие изменения в экспрессии генов между различными генетическими линиями. Это указывает на то, что сильная буферизация экспрессии генов разрушается при повышении температуры. Эти факты наряду с другими данными, подтвердили идею о том, что стресс в окружающей среде может вызывать фенотипические вариации, вскрывая

ранее существовавшие и не проявлявшиеся генетические варианты, усиливая случайные вариации экспрессии генов [35].

3) *Соматические мутации и мобильные генетические элементы*

Мутации являются основным источником фенотипической изменчивости. Соматические мутации могут возникать в результате воздействия факторов окружающей среды, например, радиации, вирусов, температурного стресса, природных и техногенных веществ. ДНК также постоянно подвергается воздействию эндогенных побочных продуктов клеточного метаболизма, например, активных форм кислорода. Повреждения ДНК накапливаются в зародышевой линии соматических клеток на протяжении всей жизни организма [33, 35].

Активность транспозонов, то есть «прыгающих генов» способных к передвижению и размножению в пределах генома так же способна вызывать изменение в ДНК. В настоящее время известно, что транспозоны являются основными источниками соматического мозаицизма и фенотипического разнообразия. У дрозофил частота соматических мутаций выше и в основном обусловлена перестройками генома. Недавний структурный генетический анализ у людей, мух и других видов животных подчёркивает наличие обширных вариаций в соматических клетках даже у явно фенотипически нормальных особей. Исследования на дрозофилах предполагают, что компенсаторные механизмы и генетическая гетерозиготность в значительной степени маскируют эффекты таких вариаций количества копий, что, по-видимому, проясняет связь между инбридингом и повышенной флуктуирующей асимметрией [33].

1.2 Онтогенез отряда Двукрылые на примере *Drosophila melanogaster*

Дрозофила (*Drosophila melanogaster*) является представителем отряда Двукрылых (Diptera) насекомых, относится к семейству Drosophilidae. Так же дрозофила известна как плодовая мушка.

В природе обитает «дикий тип» дрозофилы – wild type. У таких мух как правило красные глаза и жёлто-коричневая либо серая окраска тела с поперечными чёрными кольцами поперёк брюшка.

У представителей данного типа ярко выражен половой диморфизм: самки как правило крупнее самцов (рис.1). К числу весомых отличий можно отнести форму брюшка – заострённая (из-за наличия яйцеклада) и светлая всегда у самок, а у самцов она более круглая и тёмная (вследствие наличия большой пигментной точки). Так же у самцов имеются половые гребешки, которые располагаются на переднем членике передних ног в виде ряда крепких хитиновых щетинок. Но этот признак возможно различить только под бинокулярной лупой [6, 16].

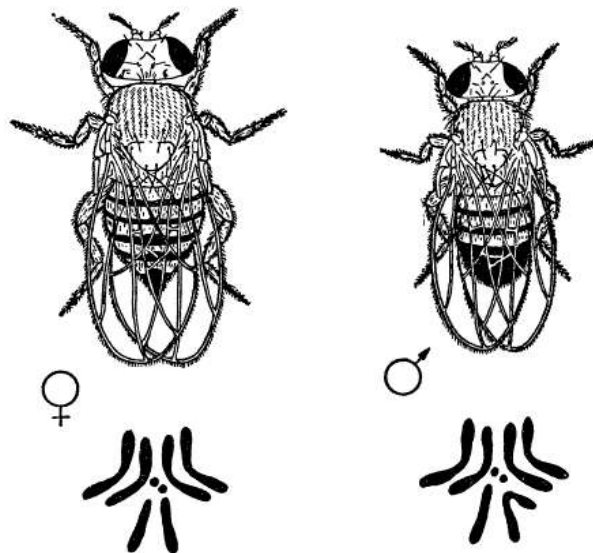


Рис. 1 Половой диморфизм *Drosophila melanogaster*

Drosophila melanogaster относится к числу насекомых с полным превращением (рис.2). Осуществляется это следующим образом: самка дрозофилы откладывает яйца в испортившиеся фрукты или другой растительный материал. Длина таких яиц не превышает 0,5 мм, а общее количество за всю жизнь самки может достигать до 400 штук. На яйцах имеются отростки, благодаря которым яйца удерживаются на субстрате.

Внутри яйцевой оболочки происходят образование зиготы и развитие эмбриона. Далее из яйца появляется личинка, которая перемещается по

субстрату. Всего личиночный период осуществляется в три стадии, две из которых заканчиваются линьками, а на завершающей личинка окукливается. В этот момент длина составляет около 4,5 мм.

На данной стадии становится возможным определение пола будущего насекомого, так как уже видно и хорошо различимы женские и мужские половые органы.

Перед завершающей стадией окукливания личинка выползает на стенку пробирки. Будущие органы закладываются в виде имагинальных дисков, личиночные же органы разрушаются и начинается формирование органов «имаго». В результате, из куколки развивается взрослая особь дрозофилы [22].

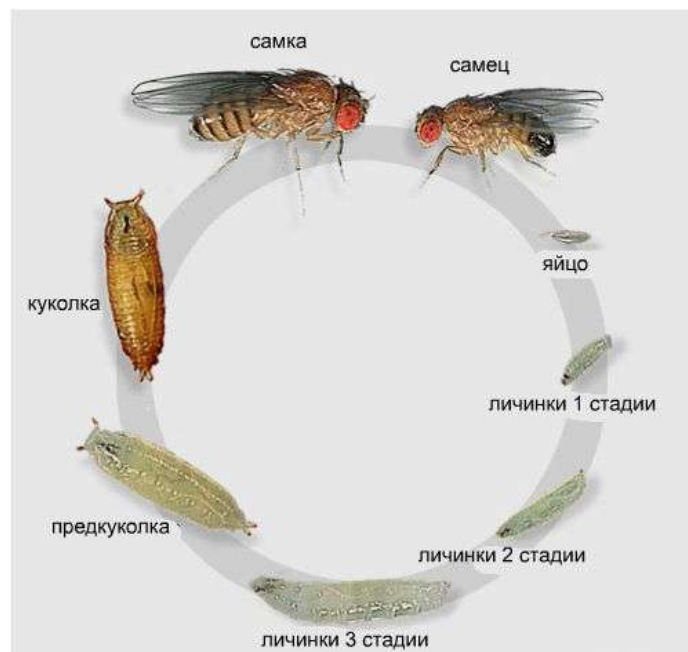


Рис. 2 Жизненный цикл дрозофилы

Продолжительность жизненного цикла напрямую зависит от температуры, при которой происходит развитие. Оптимальной считается температура 25°C, при которой все стадии развития четко определены:

- 1) эмбриональное развитие (около 24-25 часов);
- 2) личиночный период (4-5 суток);
- 3) стадия куколки (3-4 суток).

Таким образом, при температуре 25°C весь жизненный цикл дрозофилы составляет около 10 дней. Понижением температуры содержания, например, до 20°C, можно добиться увеличения периода развития до 12-15 дней. При 15°C развитие занимает около 18 дней.

Первое спаривание у самки происходит не раньше, чем через 12 часов после выхода из куколки. Они сохраняют биологический материал от самцов, с которыми они спариваются, для позднего использования. Также самка, будучи уже оплодотворённой, может быть «возвращена в девственницы» путём продолжительной инкубации при температуре 10°C, так как подобные низкие температуры убивают биологический материал.

У дрозофилы четко прослеживается идентичность сегментации эмбриона и имаго (рис.3). Как взрослое насекомое, так и личинка имеют ярко выраженные сегменты: головной, три грудных и восемь брюшных, при этом каждый сегмент имаго содержит набор уникальных морфологических структур, таких как крылья и конечности [6, 22].

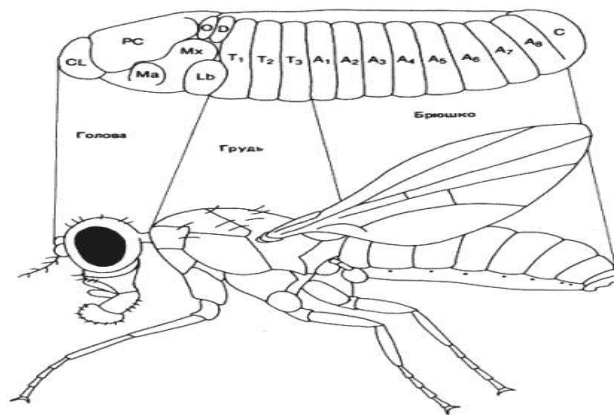


Рис. 3 Схема, доказывающая сходство 8-ми часового зародыша и имаго

Онтогенез дрозофилы, знание кариотипа, полнота сведений о геноме, делают её удобным генетическим объектом. Ниже приведены некоторые сведения особенности дрозофилы:

- 1) небольшой период развития (10-14 дней), что даёт за короткий срок (1 месяц) получить 3 поколения мух;

- 2) высокая плодовитость позволяет получить от одной пары особей от 100 до 175 потомков;
- 3) малое количество хромосом ($2n=8$);
- 4) наличие у личинок политенных хромосом;
- 5) удобство разведения и поддержания линий в лабораторных условиях;
- 6) большое число легко различимых изученных признаков;
- 7) высокий процент изученных генов, определяющих легко различимые признаки [16].

1.3 Нормальное анатомическое строение дрозофил и ненаследуемые аномалии развития

К числу органов и признаков дрозофилы, наиболее часто подверженных мутационным изменениям, относятся признаки глаз, крыльев, щетинок. Так же можно встретить аномалии развития головы, груди и брюшка.

Голова (нормальное строение)

Голова дрозофилы имеет округлую форму, подвижно соединенную с грудью, за счет чего она может поворачиваться во все стороны. Головная капсула практически вся состоит из антенно-глазного сегмента. В верхней части головы располагаются три дорсальных глазка, имеющие название оцелли. На передней поверхности головы расположены сложные фасеточные глаза. Число фасеток у самцов составляет около 740, у самок 780. Пигментация глаз может варьировать от пурпурного до бледно-желтого цвета [14, 16, 23].

Ряд мутаций приводят к полной или частичной редукции фасеток глаз: *Bar* (полосковидный), *Lobe* (лопастый), *eyeless* (безглазый) и другие.

Задняя поверхность головы характеризуется наличием затылочного отверстия. В нижней части головной капсулы располагается хоботок,

который представляет собой сложную структуру из сросшихся ротовых придатков. Как и у многих других крылатых он состоит из рострума, гаустеллума и орального диска, имеет внутри развитую мускулатуру, что даёт большую подвижность всему органу.

Аномалии развития головного сегмента

Морфозы головы характеризуются разной степенью сложности, начиная от изменения формы головы и заканчивая её количеством у одной особи. Детально разберём каждую аномалию:

- 1) изменение формы головы;
- 2) удвоение головы – данный морфоз ярче выражен в силу наглядности;
- 3) отсутствие половины или четверти головы;
- 4) увеличение числа и различных групп щетинок на голове.

Аномалии развития глаз

- 1) изменение формы глаз;
- 2) изменение размеров и правильности расположения омматидиев;
- 3) редукция глаз.

Грудь и среднегрудь (нормальное строение)

Выделяют три основных грудных сегмента: первый (проторакальный), второй сегмент (мезоторакальный), и третий (метоторакальный). Рассмотрим каждый сегмент более подробно (рис.4).

Проторакальный сегмент незначителен по размерам и служит опорой для первой пары конечностей. Нотум имеет вид узкого воротничка, который граничит с нотумом второго грудного сегмента. Мезоторакальный сегмент несёт на себе крыловой аппарат и является наиболее развитым, как и у всех представителей отряда Двукрылые. Метоторакальный сегмент в значительной степени редуцирован. Он состоит из маленького нотума и плейрита, который плейральным швом разделяется на эпистерму и эпимерон. На латеральной поверхности сегмента располагаются жужжальца, которые являются гомологами задней пары крыльев и выполняют функции полёта и

органа равновесия. Ниже основания жужжальца располагается отверстие дыхальца в виде щели, ограниченной бахромой ворсинок фильтрующего аппарата. В нижней части эпистернума располагается сочленение третьей пары конечностей [11, 22].

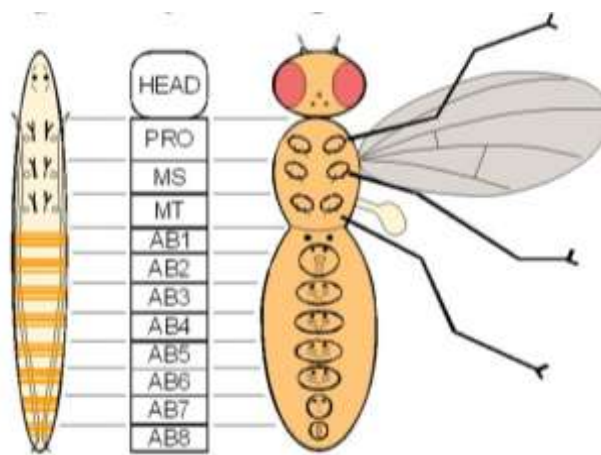


Рис. 4 Схема сегментального строения (из Жимулёв И.Ф., 2007 г.)

Аномалии развития груди и среднегруди

Различают следующие виды аномалий:

- 1) редукция половины груди или её части с отсутствием или сохранением мезоторакальной (средней) ноги;
- 2) раздвоение груди;
- 3) изменение формы и размеров щитка;
- 4) выросты на передней поверхности;
- 5) покрытые щетинками;
- 6) тёмные пятна («меланомы») с сопутствующим втягиванием наружных покровов рядом с пятном;
- 7) отсутствие гальтеры или среднегруди с одной стороны с искривлением туловища в эту сторону;
- 8) изменение (асимметрия) расположения гальтер.

Крылья (нормальное строение)

Передняя пара крыльев сочленяется с выступами нотума второго грудного сегмента сложной системой склеритов (аксиллярных пластинок),

которые формируют множественное «шарнирное» соединение. Такое соединение обеспечивает разнообразные степени свободы при движении крыла, такие как: вверх-вниз, вперёд-назад. Основу крыла (каркас) формируют трубчатые образования – жилки, которые веерообразно расходятся от образования крыла. Существуют основные виды жилок: костальная, субкостная, радиальная, медиальная, посткубитальная и анальная. Хитинизированная мембрана затягивает промежутки между жилками и крыло становится целостным. Наличие поперечных жилок придаёт структуре крыла ячеистое строение [27, 30].

Аномалии развития крыльев

Наиболее распространённые морфозы крыла:

- 1) отсутствие расправленной крыловой пластинки (скомканность крыла);
- 2) изменение жилкования разных типов (утолщение жилки, разветвление, дельтообразное расширение у края крыла, несмыкание с краем крыла);
- 3) уменьшенные крылья или полное их отсутствие;
- 4) образование пузырей;
- 5) загнутость крыла разной степени;
- 6) вырезки с наружного и внутреннего края;
- 7) расположение волосков по наружному краю крыла.

Конечности (нормальное строение)

Как и у большинства представителей отряда Двукрылые, они довольно хорошо развиты, состоят из пяти члеников: кокса (тазик), трохантер (вертлуг), фемур (бедро), тibia (голень), тарзус (лапка) и претарзус. Имеются три пары конечностей, которые присоединены к определённым сегментам груди, соответственно: первая пара располагается на проторакальном сегменте, вторая на мезоторакальном и третья на метоторакальном. Претарзус состоит из четырёх мелких члеников с двумя коготками, под которыми имеются пульвиллы (или присоски), они содержат клейкий секрет, который необходим для передвижения скользким или

вертикальным поверхностях. Передние конечности характеризуются половым диморфизмом, он проявляется в наличии на тарзусе и претарзусе самцов больших шипов [22, 26].

Аномальное развитие конечностей

Среди аномалий конечностей чаще всего встречаются:

- 1) отсутствие одной из ног (про-, мезо- и метаторакальной) или отдельных её частей;
- 2) появление дополнительных «суставов» на бедре или голени;
- 3) изменение числа члеников и изменение их формы или поворот последних члеников в обратную сторону.

Брюшко (нормальное строение)

Брюшко у дрозофилы состоит из трёх видов сегментов: 6 гомономных, 8-9 генитальных и 10-11 постгенитальных. Гомономные сегменты образованы тергитами (спинными склеротизованными частями) и стернитами (брюшными склеротизованными частями), которые соединены между собой обширной мембраной. Эти сегменты лишены конечностей. Отсутствуют плеуриты, то есть эластичные плёночки, которые соединяют тергиты со стернитами. Генитальные и постгенитальные сегменты брюшка в значительной степени модифицированы. У самки восьмой сегмент не имеет дыхалец. Его тергит аркообразно охватывает брюшко. Стернит формирует половые придатки, представляющие собой редуцированный яйцеклад. Половое отверстие (вульва) находится между верхушками придатков. Тергит и стернит девятого генитального сегмента окружают анальное отверстие. Постгенитальные сегменты редуцированы и их остатки представлены мембраной вокруг анального отверстия. У самца восьмой генитальный сегмент представлен небольшой тергальной пластинкой, лежащей на каждой стороне тела в мембране между 6-м и 9-м тергитами. Стернит девятого генитального сегмента ограничивает место выхода совокупительного органа, внутри которого проходит семяизвергательный канал. Девятый брюшной сегмент редуцирован до двух склеротизованных

пластинок, прилежащих к анальному отверстию. Одиннадцатый сегмент полностью мембранный [22, 26].

Аномалии развития брюшка

Наиболее распространённые морфозы брюшка:

- 1) нарушение числа и симметрии тергитов;
- 2) обесцвечивание тергитов;
- 3) изменение формы и расположения стернитов;
- 4) втянутость кончика брюшка, отсутствие наружных половых органов, образование измененных анально-генитальных комплексов;
- 5) темные пятна;
- 6) нарушения тергитов ввиду их многочисленности.

ГЛАВА 2 БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ МАРГАНЦА И ВЛИЯНИЕ ЕГО СОЕДИНЕНИЙ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

2.1 Физико-химические свойства марганца и его применение

Марганец наиболее распространенный элемент в природе, однако в чистом виде он не встречается. Его содержание в земной коре около 0,1%. В природе он обычно находится в форме оксидов, карбонатов или силикатов. Представляет собой твёрдый блестящий металл, по внешнему виду похожий на железо, легко окисляющийся на воздухе с образованием на поверхности тончайшей пленки, предохраняющей его от дальнейшего окисления [8].

Марганец образует несколько оксидов: MnO , Mn_3O_4 , Mn_2O_3 , MnO_2 и Mn_2O_7 . Все они, кроме последнего, представляющего собой при комнатной температуре плавления $5,9^\circ C$, твёрдые кристаллические вещества.

Диоксид марганца MnO_2 – наиболее распространенное природное соединение марганца, существующее в нескольких полиморфных формах. Так называемая β -модификация MnO_2 – минерал пиролюзит. Ромбическая модификация диоксида марганца, γ - MnO_2 также встречается в природе. Это минерал рамсделит (другое название – полианит) [18, 32].

Марганцу отвечает несколько кислот, из которых наиболее важны сильные неустойчивые марганцоватая кислота H_2MnO_4 и марганцовая кислота $HMnO_4$, соли которых – соответственно, манганаты (например, манганат натрия Na_2MnO_4) и перманганаты (например, перманганат калия $KMnO_4$). Перманганаты – сильные окислители.

Марганец в виде ферромарганца применяется для «раскисления» стали при её плавке, то есть для удаления из неё кислорода. Такая сталь используется для изготовления шаровых мельниц, землеройных и камнедробильных машин, броневых элементов и т.д. [18, 32].

Эрозия почв – это главный природный источник марганца в атмосфере. Однако, в воздушную среду он может поступать и другими способами.

Например, с промышленными выбросами или продуктами сгорания бензина. Основным потребителем марганца является черная металлургия, расходующая в среднем около 8-9 кг марганца на 1 т выплавляемой стали. Для введения марганца в сталь применяют чаще всего его сплавы с железом – ферромарганец (70-80% марганец, 0,5-7,0% углерода, остальное железо и примеси). Выплавляют его в доменных и электрических печах. Высокоуглеродистый ферромарганец служит для раскисления и десульфурации стали; средне- и малоуглеродистые – для легирования стали. Легированная сталь – та, которая кроме обычных примесей содержит элементы, специально вводимые в определенных количествах для обеспечения требуемых физических и механических свойств. Легирующие добавки повышают прочность, коррозионную стойкость стали, снижает опасность хрупкого разрушения. В качестве легирующих добавок применяют Cr, Ni, Al, Si, V, Se и другие. Низколегированная сталь содержит до 2,5% легирующих элементов, среднелегированная – от 2,5% до 10%, высоколегированная – от 10% до 50%. Введение 12-13% Mn в сталь упрочняет её, делая твёрдой и износоустойчивой [32, 35].

Марганец используется также в сплавах на нежелезной основе. Сплавы меди с марганцем применяют для изготовления турбинных лопаток; марганцевые бронзы – при производстве пропеллеров и других деталей, где необходимо сочетание прочности и коррозионной устойчивости. Почти все алюминиевые и магнитные сплавы содержат марганец. На его основе разработаны деформируемые сплавы, легированные медью, никелем и другими элементами. Гальваническое покрытие марганца применяется для защиты металлических изделий от коррозии [10].

Соединения марганца применяют и при изготовлении гальванических элементов, в производстве стекла, керамической промышленности, красильной и полиграфической, в сельском хозяйстве.

Марганец так же содержится в питьевой воде и продуктах питания (в орехах, фруктах, злаках и листьях чая), которые являются основными источниками в организме человека.

Несмотря на то, что марганец необходим для осуществления многих функций в организме, при высоких концентрациях он может быть токсичным.

2.2 Соединения марганца в окружающей среде и влияние на живой организм

Марганец – 14-й элемент по распространённости на Земле, и второй, после железа, тяжёлый металл содержащийся в земной коре. Сопутствует железу во многих его рудах, однако встречаются и самостоятельные месторождения марганца. Например, в чиатурском месторождении (район Кутаиси) сосредоточено до 40% марганцевых руд.

Тот марганец, что содержится в горных породах, вымывается водой и уносится в Мировой океан. При этом его содержание в морской воде незначительно (порядка 10^{-7} – 10^{-6} %). В глубоких участках океана его концентрация возрастает до 0,3 %, вследствие окисления растворённым в воде кислородом с образованием нерастворимого в воде оксида марганца. Формируются так называемые железо – марганцевые конкреции на дне, в которых количество марганца может достигать 45%. В будущем такие конкреции могут стать источником марганца для промышленности [21, 31, 32].

Марганец является биогенным элементом и одним из десяти металлов жизни, необходимых для нормального протекания процессов в живых организмах. Несмотря на это избыток марганца может быть опасен для здоровья. Токсическая доза для человека составляет 40 мг марганца в день. Летальная доза перманганата калия для взрослых при приеме внутрь 0,3-0,5 г/кг. Отравление марганцем возможно при поступлении его в

организме в виде пыли через дыхательные пути и пищеварительный тракт, либо в виде примеси наркотических средств. Обычно наблюдаются хронические отравления. Появляются общая слабость, вегетативная лабильность, потливость, быстрая утомляемость, сонливость. При длительно продолжающейся интоксикации развивается клиническая картина «марганцевого паркинсонизма» (дрожание) [8, 10].

Впервые «марганнизм» был описан в 1837 г. Купером Джеймсом. Головной мозг наиболее чувствителен к избытку марганца, поэтому уже на начальных стадиях отмечается замедленная реакция, раздражительность, перемены настроения. Хроническая ингаляция больших количеств марганца на производстве, приводит к тяжелым нарушениям психики, включая гиперраздражительность, гипермоторику и галлюцинации – «марганцевое безумие». Несмотря на прекращение контакта с марганцем, патологические явления могут нарастать, иногда приводя больного к инвалидности. В детской практике нередко встречаются острые отравления перманганатом калия. Они возникают в результате случайного проглатывания небрежно хранимого вещества. Наиболее тяжело протекают отравления кристаллическим перманганатом калия. Описаны случаи гибели детей при приеме внутрь приблизительно 3 г марганцовокислого калия. Имеются единичные сообщения и о хронических отравлениях детей, при купании в крепких растворах перманганата калия [8, 10, 18].

Вывод: марганец может оказывать токсическое действие на нервную и дыхательную систему, провоцируя развитие пневмонии, неврологические и нейропсихологические расстройства. Количество отравлений в педиатрической практике может быть снижено при надлежащем хранении и использовании препаратов марганца.

По данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Челябинской области в 2018 году», проводились лабораторные исследования атмосферного воздуха на содержание 30 загрязняющих веществ. Таких как: взвешенные вещества,

диоксиды серы и азота, сероводород, оксид углерода, ароматических углеводородов, тяжелых металлов, бензина и сажи.

Полученные данные можно интерпретировать следующим образом: в 2018 году прослеживается тенденция к снижению доли проб с превышением ПДК на территории городских поселений, в сравнении с 2017 годом (табл.2). Так же можно отметить спад доли проб с превышением ПДК в зоне влияния выбросов промышленных предприятий [31].

Таблица 2

**Химические примеси в атмосферном воздухе городских поселений,
по которым отмечено снижение доли проб с превышением ПДК
за два года**

Химическое вещество	Доля проб с превышением ПДК, %		Темп прироста к 2018 г. по доле, %
	2017 г.	2018 г.	
Марганец	5,29	1,39	-

ГЛАВА 3 ОЦЕНКА РАЗЛИЧИЙ ПО ЧАСТОТЕ СПОНТАННЫХ МОРФОЗОВ И МОРФОЗОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ДЕЙСТВИИ СОЛЕЙ МАРГАНЦА НА ЛАБОРАТОРНЫЕ ЛИНИИ ДРОЗОФИЛ

3.1 Материалы и методы

Материалом для исследования послужили 7 лабораторных линий дрозофил, из них одна линия дикого типа – Canton-S и 6 мутантных линий: *brown*, *cinnabar*, *ebony*, *scarlet*, *white*, *white apricot* (таблица 3).

Таблица 3

Мутантные линии *Drosophila melanogaster*

Наименование мутации	Условное обозначение	Хромосома, локус	Тип наследования	Особенности фенотипа
brown	bw	II	аутосомно-рецессивный	коричневые глаза
cinnabar	cn	II	аутосомно-рецессивный	ярко-красные глаза
ebony	e	III	аутосомно-рецессивный	угольно-чёрное тело
scarlet	st	III	аутосомно-рецессивный	ярко-красные глаза
white	w	I (X)	X-сцепленный рецессивный	белые глаза
white apricot	w ^a	I (X)	X-сцепленный рецессивный	абрикосовые глаза

Во всех экспериментах использовали стандартную питательную среду. Для получения массовых синхронных кладок в пробирки со средой помещали трёхдневных самок и самцов в количестве 30 особей (15♀ и 15♂) на одни сутки. Затем родителей отбрасывали и развитие дрозофил продолжалось в течении 10 суток. Через 3 суток после начала лёта проводили основную часть эксперимента. Наркотизировали одновозрастных дрозофил диэтиловым эфиром и помещали на белое матовое стекло для анализа анатомических изменений с помощью бинокля (6x2).

Было запланировано и проведено 2 эксперимента. В первой серии опытов изучались спонтанно возникшие морфозы в мутантных линиях и линии дикого типа Canton-S, которые велись в разные временные сроки. Во втором эксперименте формировали две опытные группы. Одну группу дрозофил помещали на питательную среду с добавлением соли Mn^{2+} , другую – на среду с добавлением соли Mn^{7+} . Количество вносимых солей выявляли методом подбора полувлетальной дозы. Далее опытные группы сравнивали с контролем.

В работе использовались методы эмпирического исследования: наблюдение, разведение лабораторных линий, выявление и анализа морфозов, метод фотосъёмки микрообъектов и метод статистической обработки данных. Так же применялись методы теоретического исследования – анализ литературных источников по вопросам ненаследственной изменчивости.

В процессе выполнения работы было проанализировано 9083 дрозофилы:

- 3110 особей в 1-й повторности;
- 4073 особи во 2-й повторности;
- 1900 особей в опытах с металлами.

Примеры морфозов, выявленных во всех семи лабораторных линиях дрозофил, показаны в приложениях 5–11.

Расчеты статистической значимости различий осуществлялись при помощи критерия соответствия эмпирических частот – критерия χ^2 Пирсона К. и при помощи критерия суммы рангов Уилкоксона (Манна – Уитни) для данных полученных при добавлении в питательную среду солей Mn^{7+} и Mn^{2+} .

3.2 Результаты и обсуждение

Первая часть эксперимента, заключающаяся в выявлении в линиях спонтанных морфозов, проводилась в двух повторностях – весной 2018 г. (март – апрель) и осенью 2018 г. (сентябрь – октябрь).

Полученные данные занесены в таблицы 4, 5 в порядке уменьшения количества морфозов в линиях дрозофил.

Таблица 4

Частота морфозов в лабораторных линиях *Drosophila melanogaster* (данные 1-й повторности)

Название линии	Количество проанализированных особей	Доля особей с морфозами (в особях)	Доля особей с морфозами (в %)
white apricot	251	21	8,37 ± 1,75
cinnabar	382	17	4,45 ± 1,06
white	465	7	1,51 ± 0,56
Canton-S	516	6	1,18 ± 0,48
ebony	91	1	1,09 ± 1,09
brown	508	1	0,19 ± 0,19
scarlet	897	1	0,11 ± 0,11

Как видно из таблицы 4, наибольшее количество морфозов было выявлено в двух линиях: *white apricot* и *cinnabar*, частота морфозов в них оказалась равной 8,37 ± 1,75 % и 4,45 ± 1,06 %, соответственно. В то время как в контроле, она составила 1,18 ± 0,48 % (рис.5).

При обработке данных по количеству морфозов у дрозофил методом χ^2 -квадрат, были обнаружены статистически значимые различия между контрольной линией и указанными линиями ($\chi^2 = 23,51$ P<0,001 для w^a; $\chi^2 = 8,99$ P<0,01 для cn).

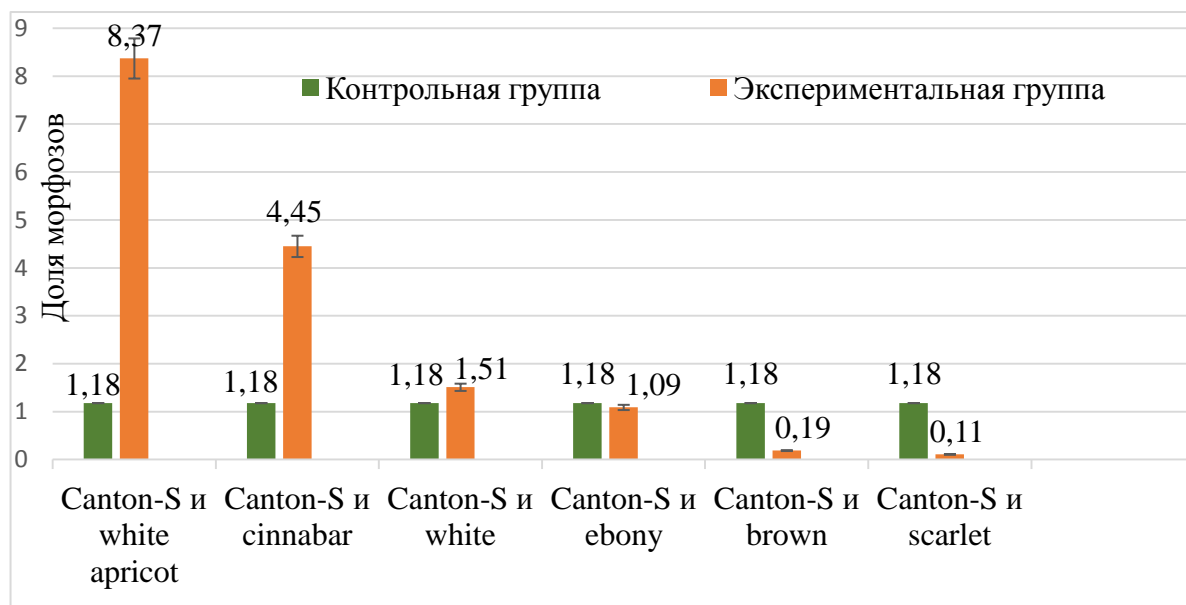


Рис. 5 Доля особей с морфозами (в %) в 1-й повторности опыта

Вторая повторность эксперимента была проведена осенью 2018 года. Полученные данные занесены в таблицу 5 так же в порядке уменьшения количества морфозов. Наибольшее число морфозов снова было отмечено в линиях *cinnabar* и *white apricot*. Частота морфозов в этих линиях оказалась равной $12,96 \pm 1,616 \%$ и $12,54 \pm 1,955 \%$, соответственно. Так же большое количество морфозов обнаружили в линии *scarlet*, их число составило $4,76 \pm 1,09 \%$.

Таблица 5

**Частота морфозов в лабораторных линиях *Drosophila melanogaster*
(данные 2-й повторности)**

Название линии	Количество проанализированных особей	Доля особей с морфозами (в особях)	Доля особей с морфозами (в %)
<i>cinnabar</i>	432	56	$12,96 \pm 1,62$
<i>white apricot</i>	287	36	$12,54 \pm 1,95$
<i>scarlet</i>	378	18	$4,76 \pm 1,09$
<i>white</i>	744	12	$8,33 \pm 1,02$
Canton-S	740	14	$1,89 \pm 0,50$
<i>ebony</i>	833	7	$0,84 \pm 0,32$
<i>brown</i>	659	4	$0,61 \pm 0,30$

Достоверные различия были обнаружены между линией дикого типа и линиями *cinnabar*, *white apricot* и *scarlet* (рис.6).

Обнаружены статистически значимые различия между контрольной линией и указанными линиями ($\chi^2 = 51,53$ $P < 0,001$ для w^a ; $\chi^2 = 44,07$ $P < 0,001$ для cn ; $\chi^2 = 6,94$ $P < 0,01$ для st).

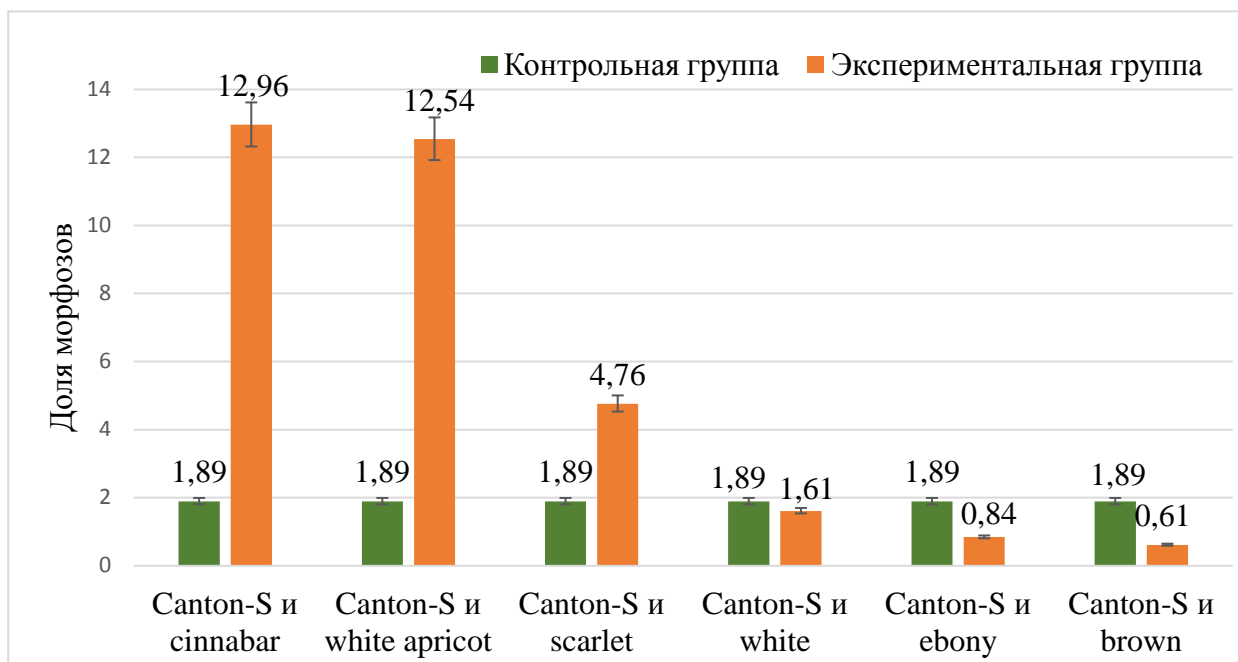


Рис. 6 Доля особей с морфозами (в %) во 2-й повторности

Таким образом, различия по частоте морфозов при сравнении с диким типом были зафиксированы в разных временных повторностях. В таких случаях, вероятно, возникает необходимость проведения третьей повторности, что не было сделано из-за недостатка времени.

Далее, в каждой линии сравнивали полученные данные двух повторностей между собой, результаты занесены в таблицу 6. Для двух линий: *cinnabar* и *scarlet*, обнаружены различия между повторностями. В дальнейшем при расчётах эти повторности между собой не объединяли, в то время как данные по другим линиям (*Canton-S*, *white apricot*, *brown*, *ebony*, *white*) суммировали, так как в них различия между повторностями обнаружены не были.

Сравнение частот появления морфозов в двух повторностях

Название линии	1 повторность			2 повторность			χ^2	Наличие различий
	Кол-во особей без морфозов	Кол-во особей с морфозами	Всего вылетевших особей	Кол-во особей без морфозов	Кол-во особей с морфозами	Всего вылетевших особей		
Canton-S	510	6	516	726	14	740	1,03	P >0,05
cinnabar	365	17	382	376	56	432	17,99	P <0,001
scarlet	896	1	897	360	18	378	39,17	P <0,001
white apricot	230	21	251	251	36	287	2,46	P >0,05
brown	507	1	508	655	4	659	1,13	P >0,05
ebony	90	1	91	826	7	833	0,06	P >0,05
white	458	7	465	732	12	744	0,02	P >0,05

Суммарные данные, приведённые в таблице 7, использовали для сравнения количества морфозов в мутантных линиях с контрольной линией. Линии *cinnabar* и *scarlet* сравнивали с контролем, используя данные 2-й повторности, так как в ней было обнаружено больше морфозов. Эти результаты приведены в таблице 5.

Таблица 7

Сравнение частоты морфозов в мутантных линиях дрозофил с контрольной линией (итоговая таблица)

Название линии	Суммарное количество особей без морфозов по 2-м повторностям	Суммарное количество особей с морфозами по 2-м повторностям	Всего особей	Доля морфозов (в %)	Значение χ^2	Наличие различий
1	2	3	4	5	6	7
Canton-S	1236	20	1256	1,59 ± 0,353	-	-
cinnabar (2-я повторность)	376	56	432	12,96 ± 1,62	96,65	P <0,001*
white apricot	481	57	538	10,59 ± 1,326	74,31	P <0,001*
scarlet (2-я повторность)	360	18	378	4,76 ± 1,095	12,85	P <0,001*
brown	1162	5	1167	0,42 ± 0,189	8,02	P <0,01*
ebony	916	8	924	0,86 ± 0,304	2,21	P >0,05

1	2	3	4	5	6	7
white	1190	19	1209	1,57±0,357	0,001	P>0,05

Статистически достоверно с контролем различались линии *cinnabar* и *white apricot* по сумме двух повторностей, и вторая повторность линии *scarlet*. Интересно отметить, что в линии *brown*, *ebony* и *white*, частота морфозов, была стабильно низкой. Результат сравнения наглядно представлен на рисунке 7.

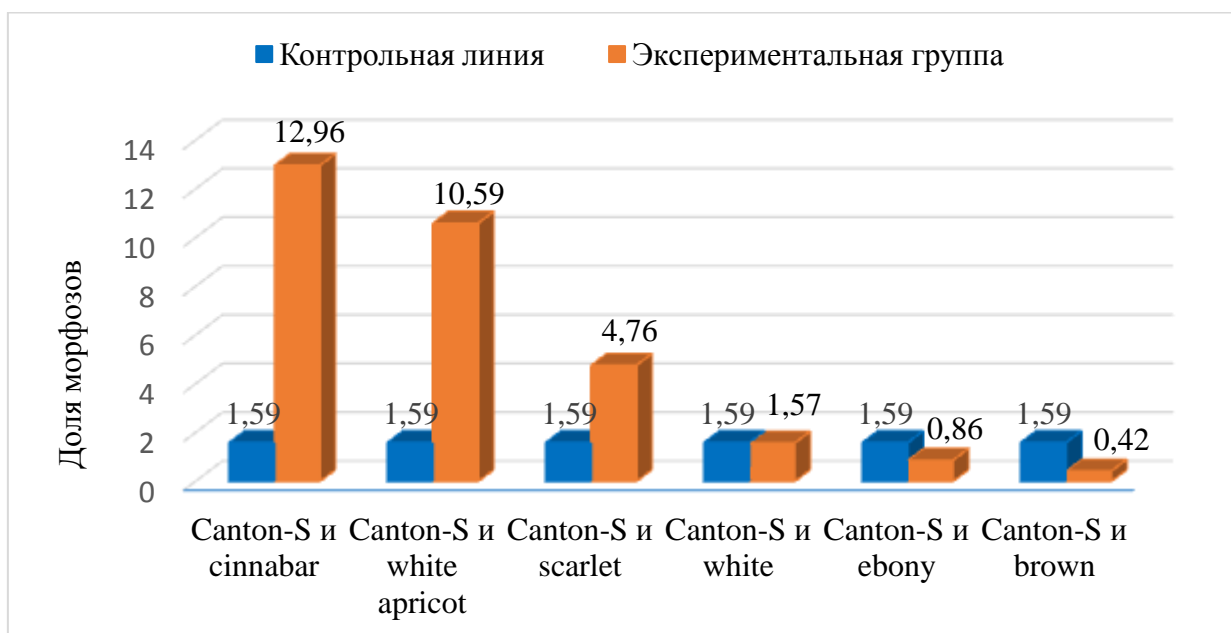


Рис. 7 Сравнение частоты морфозов в мутантных линиях дрозофил с контрольной линией

Механизм появления морфозов у насекомых до конца не ясен, так как он носит комплексный характер.

Во второй части эксперимента изучали влияние марганца на частоту морфозов в линии дикого типа Canton-S, добавляя его в определённой концентрации в корм дрозофилам.

Данные по мухам, вылетевшим на среде с Mn^{+7} [0,0125]

Концентрацию вносимой в среду соли вывели путём подбора проб: от 0,006 г до 0,025. Было выявлено, что:

- на концентрации Mn^{+7} 0,006 г выживает более 76% дрозофил;
- на концентрации Mn^{+7} 0,025 г выживает менее 40% дрозофил;
- на концентрации Mn^{+7} 0,0125 г выживает 52% дрозофил, следовательно, эта доза и была выбрана как полуметальной.

Выживаемость сравнивали с контролем, достоверность различий подтверждали с помощью критерия Манна – Уитни. $P=0,028$, что меньше 0,05, следовательно, различия по выживаемости с контролем достоверны. Данные по выживаемости занесены в таблицу (Таблица 8).

Таблица 8

Выживаемость на среде с Mn^{+7} [0,0125 г/50 мл]

№ пробирки	Количество вылетевших мух в расчете на 1 пробирку (опыт)	Количество вылетевших мух в расчете на 1 пробирку (контроль)	Mann-Whitney U	P
1	103	172	0	0,028
2	127	210		
3	160	225		
4	169	233		

Данные по мухам, вылетевшим на среде с Mn^{+2} [0,05]

Аналогично расчеты применялись и с Mn^{+2} , полуметальная доза составила 0,05 г/50 мл среды. Здесь так же можно сделать вывод о достоверности различий по выживаемости с контролем, $P=0,028$. (Таблица 9)

Таблица 9

Выживаемость на среде с Mn^{+2} [0,05 г/50 мл]

№ пробирки	Количество вылетевших мух в расчете на 1 пробирку (опыт)	Количество вылетевших мух в расчете на 1 пробирку (контроль)	Mann-Whitney U	P
1	53	172	0	0,028
2	93	210		
3	108	225		
4	129	233		

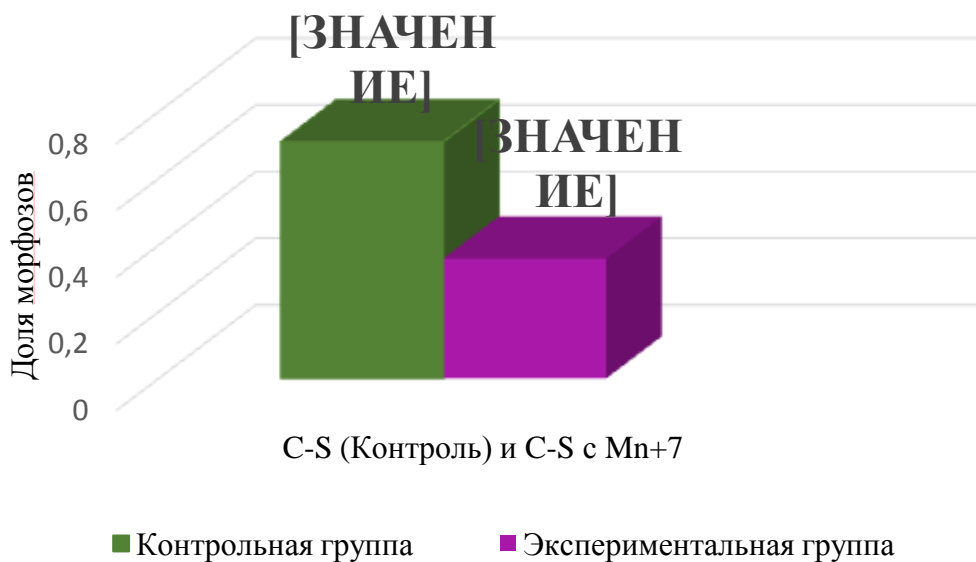
На полувлетальной дозе, анализировали частоту возникновения морфозов при наличии в среде солей марганца. Данные представлены в таблице 10.

Таблица 10

Данные по количеству морфозов у дрозофил, выращенных на среде с металлами

Вариант опыта	Количество нормальных особей	Количество особей с морфозами	Всего	Частота встречаемости морфозов, %	χ^2
Контроль	840	6	846	$0,71 \pm 0,288$	
Опыт с Mn^{+7}	557	2	559	$0,36 \pm 0,253$	0,24 ($P > 0,05$)
Опыт с Mn^{+2}	383	2	385	$0,52 \pm 0,366$	0,15 ($P > 0,05$)

Отмечена очень низкая частота морфозов на обеих концентрациях марганца, которая не отличалась от контрольной линии, развивавшейся без воздействия (рис.8,9).

Рис. 8 Доля морфозов в эксперименте с Mn^{+7}

$\chi^2_{\text{факт.}} = 0,24 < \chi^2_{\text{ст}} = 3,84$ ($P > 0,05$), различий нет

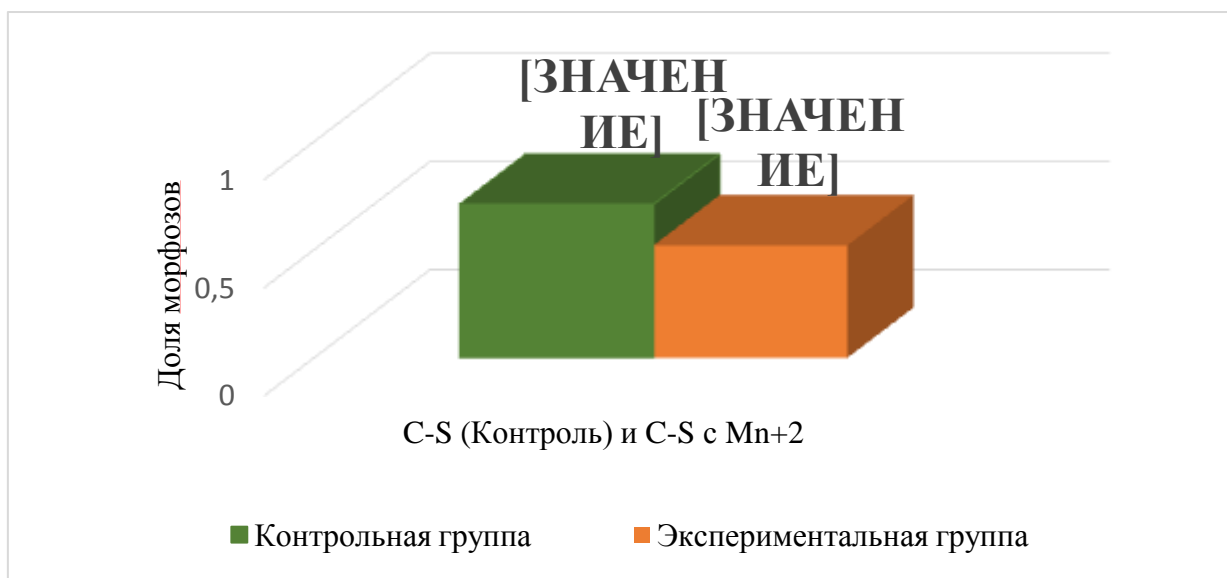


Рис. 9 Доля морфозов в эксперименте с Mn^{+2}

$\chi^2_{\text{факт.}} = 0,15 < \chi^2_{\text{ст.}} = 3,84$ ($P > 0,05$), различий нет.

Примеры морфозов, встретившихся в ходе исследования, приведены в приложениях (Приложение 6-10).

ГЛАВА 4 МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТА

4.1 Технология проектной деятельности учащихся

На сегодняшний день в практике образования активно применяется метод проектов, который успешно решает учебные и воспитательные задачи. Программы всех школьных предметов ориентированы на выполнение проектной деятельности. Устные экзамены в 9-х и 11-х классах предполагают защиту проекта как один из видов итоговой аттестации.

Проектная деятельность предоставляет школьнику шанс проявить себя в системе общественных отношений. Она способствует формированию у них новой социальной позиции, а также позволяет приобрести навык планирования и организации своей деятельности. Даёт возможность открыть и реализовать свои творческие способности, а главное – развить индивидуальность личности [32].

Проектная деятельность – форма учебно-познавательной активности школьников, которая заключается в достижении поставленной цели по созданию проекта, направленная на получение уникального результата. Она является частью самостоятельной работы учащихся. Для получения качественного проекта необходимо поэтапное выполнение своих действий и отслеживание результатов. Цель проекта – понимание и применение обучающимися знаний, умений и навыков, приобретённых при изучении различных предметов.

Наличие в проектной деятельности элемента самостоятельного выбора тематики исследования значительно повышает интерес. Благодаря необходимости осмысленного выбора инструментария и планирования деятельности имеет место смещение акцента от инструментального подхода к технологическому. Непременно, происходит подсознательное

формирование чувства ответственности, т.к. здесь обучающийся стремится доказать прежде всего самому себе, что он сделал правильный выбор. При решении практических задач естественным образом возникает сотрудничество с учителем, ведь для обеих задача представляет содержательный интерес и стимулирует стремление к эффективному решению [28, 32].

Отличительной особенностью метода проектов от традиционного подхода является то, что учебный процесс строится не в логике учебного предмета, а в логике деятельности, имеющий личностный смысл для ученика, что повышает его мотивацию к учению. Комплексный характер деятельности в проектном обучении создаёт условия для сбалансированного развития основных физиологических и психологических функций школьников. Допустимость выполнения проекта в индивидуальном темпе создаёт возможности для развития личности учащихся, способствует повышению личной уверенности у каждого участника проектного обучения [28].

Основные требования к использованию метода проектов:

1. Наличие значимой в исследовательском, творческом плане проблемы/задачи, требующей интегрированного знания, исследовательского поиска для ее решения (например, исследование демографической проблемы в разных регионах мира; создание серии репортажей из разных концов земного шара по одной проблеме; проблема влияния кислотных дождей на окружающую среду, пр.).

2. Практическая, теоретическая, познавательная значимость предполагаемых результатов, например, доклад в соответствующие службы о демографическом состоянии данного региона, факторах, влияющих на это состояние, тенденциях, прослеживающихся в развитии данной проблемы; совместный выпуск газеты, охрана леса в разных местностях, план мероприятий).

3. Самостоятельная (индивидуальная, парная, групповая) деятельность учащихся.

4. Структурирование содержательной части проекта (с указанием поэтапных результатов).

5. Использование исследовательских методов, предусматривающих определенную последовательность действий:

1) определение проблемы и вытекающих из нее задач исследования (использование в ходе совместного исследования метода "мозговой атаки", «круглого стола»);

2) выдвижение гипотезы их решения;

3) обсуждение методов исследования (статистических методов, экспериментальных, наблюдений);

4) обсуждение способов оформления конечных результатов (презентаций, защиты, творческих отчетов, просмотров, пр.).

5) сбор, систематизация и анализ полученных данных;

6) подведение итогов, оформление результатов, их презентация;

7) выводы, выдвижение новых проблем исследования.

4.2 Роль учителя в проектной деятельности

Работа по методу проектов требует от учителя не столько преподавания, сколько создания условий для проявления у детей интереса к познавательной деятельности, самообразованию и применению полученных знаний на практике. В определенном смысле, учитель перестает быть «предметником», а становится педагогом широкого профиля. Для этого он как руководитель проекта должен обладать высоким уровнем культуры и некоторыми творческими способностями. Ему предстоит стать генератором развития у ребенка познавательных интересов и творческого потенциала. Отныне его авторитет зависит от способности быть инициатором интересных начинаний [24].

Учителю предстоит исполнять несколько ролей, по ходу реализации проекта:

1. Энтузиаст, вдохновляющий и мотивирующий учащихся на достижение цели;
2. Специалист, обладающий знаниями и умениями в нескольких областях;
3. Консультант, организующий доступ к информационным ресурсам;
4. Руководитель (особенно в вопросах планирования времени);
5. Человек, который задает вопросы, то есть быть организатором обсуждения различных способов преодоления возникающих трудностей (человек, задающий косвенные, наводящие вопросы, помогающий обнаружить ошибки и т. п.);
6. Координатор группового процесса;
7. Эксперт, анализирующий результаты выполненного проекта.

Наиболее сложным для педагога является вопрос о степени самостоятельности учащихся, работающих над проектом. Какие задачи, возникшие перед проектной группой, должен решать учитель, какие – сами учащиеся, а какие разрешимы через их сотрудничество? Очевидно, что степень самостоятельности зависит от множества факторов: возрастных и индивидуальных особенностей детей, их предыдущего опыта проектной деятельности, сложности темы проекта, характера отношений в группе и др.

Проблема в том, чтобы подобрать такие виды и продукты проектной деятельности, которые были бы адекватны возрасту участников проекта. Не менее важно, чтобы тема проекта не навязывалась взрослыми. В крайнем случае допустим выбор одной из предложенных руководителем тем. Еще лучше, если поиск темы в группе «обучающиеся + учитель» проводится по принципу «скрытой координации». Планирование, реализация и оценка проектов также должны осуществляться в первую очередь самими детьми. Не стоит забывать, что ученик подавляющую часть своего времени загружен традиционным классно-урочным обучением и обречен играть лишь одну роль – исполнителя [24, 32].

4.3 Сопровождение проекта: «Сравнительная характеристика спонтанных и индуцированных морфозов под влиянием соединений Mn^{+7} в лабораторных линиях *Drosophila melanogaster*» во внеурочной работе по химии и биологии для учащихся 10 класса

Внеурочная деятельность обучающихся, как и деятельность в основное время обучения, направлена на освоения основной образовательной программы школы. В ФГОС ООО поставлен акцент на достижение личностных и метапредметных результатов. Таким образом внеурочная деятельность способствует не только тому, что ребенок должен узнать, но ещё и тому, как правильно действовать, принимать решения на основе имеющихся знаний, а также отдавать себе отчёт о том, каких знаний не хватает для дальнейшего действия [24].

В Федеральном Государственном Образовательном Стандарте второго поколения предусмотрена система заданий, направленная на развитие УУД в основной школе.

Универсальные Учебные Действия:

Личностные универсальные действия обеспечивают ценностно-смысловую ориентацию учащихся и ориентацию в социальных ролях и межличностных отношениях.

Регулятивные универсальные действия дают учащимся организовать их учебную деятельность.

Познавательные универсальные действия включают: общеучебные, логические, а также постановку и решение проблемы.

Коммуникативные универсальные действия обеспечивают сформированность социальных компетенций: учет мнения других людей, партнеров по общению или деятельности; умение слушать и вступать в диалог; участвовать в коллективном обсуждении проблем; интегрироваться в группу сверстников и строить продуктивное взаимодействие и сотрудничество со сверстниками и взрослыми.

Исследовательские проекты в области химии и биологии являются одними из самых сложных, но интересных. Изучение химии в школе способствует формированию мировоззрения учащихся и целостной научной картины мира, пониманию необходимости химического образования для решения повседневных жизненных проблем, воспитанию нравственного поведения в окружающей среде. Выдвигая проблему в области химии, мы реализуем её решение через имеющиеся у обучающегося общие навыки постановки и проведения химического эксперимента. Химия как практико-ориентированная наука, предполагает возможность реализации многих химических превращений и дает возможность получить материальный результат проектного исследования [32].

В тот же момент резко сокращается время, отводимое на изучение химии при сохранении объема ее содержания. При этом снижается интерес учащихся к предмету. В современных школах мы сталкиваемся с отсутствием практических работ, в связи с отсутствием материальной базы или, что более серьезно, с установкой преподавателя на ограничение детей от лабораторных работ по непонятным на то причинам. Но независимо от возраста, у многих школьников возникает вопрос о том, как же все-таки те или иные процессы протекают в реальном мире. Отсюда и появляется мотивация на создание химических проектов у заинтересованных в этом детей [28].

Пояснительная записка

Проект «Сравнительная характеристика спонтанных и индуцированных морфозов под влиянием соединений Mn^{+7} в лабораторных линиях *Drosophila melanogaster*» решает все вышеперечисленные задачи. Данный метапредметный проект не только расширяет знания в области химии и биологии, но и развивает интерес к биологии как дальнейшей специализации школьника.

Вид проекта: исследовательский

Цель: сравнить частоту проявления спонтанных и индуцированных морфозов.

Задачи:

1. Проанализировать литературу по данному вопросу;
2. Освоить методы работы с дрозофилами;
3. Изучить анатомию насекомых отряда Двукрылые на примере дрозофил;
4. Сравнить частоту спонтанных и индуцированных морфозов линии дикого типа Canton-S с помощью методов биологической статистики.

Организация работы над проектом проводится с обучающимся 10 класса (старший школьный возраст (15-17 лет)). Данный возраст характеризуется становлением личности, её жизненной позицией и жизненного самоопределения в будущем обучении в высшем учебном заведении.

Организация работы над проектом проводится в рамках внеклассной работы по биологии. Назначаются индивидуальные консультации с учеником, на которых обучающийся совместно с наставником учится анализировать проблемы, ставить цели и поэтапно решать задачи проекта, предоставлять промежуточные отчеты о проделанной работе, разбирать совместно с наставником затруднения, появляющиеся в ходе выполнения исследовательского проекта.

Итогами проектной деятельности следует считать не столько предметные результаты, но и личностно-ориентированные, которые будут хорошим помощником не только в образовательном пространстве, но и в повседневной жизни ребёнка.

Все сформированные универсальные учебные действия отражены по каждому этапу в таблице 11 (Приложение 5).

Выводы по главе 4

В основе метода проектов лежит развитие познавательных, творческих навыков учащихся, умений самостоятельно конструировать свои знания, умений ориентироваться в информационном пространстве и развивать критическое мышление. Именно поэтому необходимо создавать условия для развития естественной познавательной активности ребенка и его самореализации через накопление индивидуального опыта.

В рамках данной работы, было реализовано курирование проекта учащейся 10 класса, МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска». Тема проекта: «Сравнительная характеристика спонтанных и индуцированных морфозов под влиянием соединений Mn^{+7} в лабораторных линиях *Drosophila melanogaster*».

В процессе выполнения проекта, ученица не только использовала свои знания по биологии и химии, но и углубила их. Так же были систематизированы основные понятия, которые непосредственно связаны с основным понятием – морфозы у насекомых, и узнала новые свойства перманганата калия. Ученица познакомилась с данными по появлению спонтанных морфозов, поработала с модельными объектами генетики – дрозофилами. Она показала свои умения работы в команде с наставником, умение планировать свою деятельность, сформулировать цель исследования и соответствующие задачи, обосновывать актуальность и давать закономерные выводы.

Обучающаяся успешно освоила новые информационные источники: научная электронная библиотека elibrary.ru и электронно-библиотечная система [IPRbooks](http://IPRbooks.com).

Проектная работа была защищена на школьной конференции и оценена положительно. Так же работа была представлена на городской научно-практической конференции «Человек на Земле» (Приложение 3,4).

Структура её включает введение, три главы, заключение и список используемых источников. Работа изложена на 24 страницах, имеется 9 рисунков и 2 таблицы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря своим биологическим характеристикам дрозофила является универсальным модельным объектом в исследованиях по генетике и смежных с ней дисциплин, таких как эмбриология, морфология, физиология, молекулярная и клеточная биология. Результаты изучения дрозофилы заложили основы представлений о природе гена, кроссинговере, делении, о мутагенезе, генетической нестабильности и о мобильных генетических элементах, о закономерностях генетики индивидуального развития, микроэволюционных процессов в популяциях. Благодаря простоте формально-генетического изучения в сочетании с существующей гомологией по генам-ортологам, то есть генами со сходными функциями по фундаментальным метаболическим путям эукариот, исследования на дрозофиле стали основой для испытания новых методов и продолжают оказывать влияние на развитие биомедицинских исследований.

Подводя итоги проделанной работы, можно констатировать, что основные понятия, связанные с возникновением морфозов у живых организмов, разработаны, но в них много неоднозначности. Например, не существует абсолютно точного определения морфоза, которое бы не вызывало противоречий.

По литературным данным причинами возникновения морфозов могут быть мобильные элементы генома, изменение структуры регуляторных генов, шумы развития (усиление периодического сигнала), соматический мозаицизм.

На основе проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшее количество морфозов проявилось в линиях *white apricot* и *cinnabar*, оно составило $10,59 \pm 1,326$ % и $12,96 \pm 1,62$ % соответственно. Наименьшее число морфозов зафиксировано в линиях *brown* $0,42 \pm 0,189$ % и *ebony* $0,86 \pm 0,304$ %.

2. В линиях *cinnabar* и *scarlet* обнаружены статистически достоверные различия по частоте морфозов в разных временных повторностях: χ^2 факт. =17,99 ($P < 0,001$) и χ^2 факт. =39,17 ($P < 0,001$), соответственно.

3. Результаты проведенных экспериментов с солями марганца показали, что частота морфозов не превышала контрольных данных.

4. Отмечено удлинение цикла развития дрозофил на среде с добавлением металлов на трое суток.

5. Полулетальная доза для Mn^{+7} составила 0,0125 г/50 мл среды, для Mn^{+2} – 0,05 г/50 мл питательной среды, таким образом, токсическое действие Mn^{+7} на дрозофилу сильнее, по сравнению с Mn^{+2} .

6. Подготовленный ученический проект был защищен на школьной конференции и оценен положительно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авдеев Ю.И. Физиологические мутации и их возможная связь с модификационной изменчивостью [Текст] / Ю. И. Авдеев // Экологическая генетика растений и животных: Сб. тез. Всес. конф. – Кишинев, 1981. – С. 132.
2. Айала Ф. Современная генетика [Текст] / Ф. Айала, Дж. Кайгер. – М.: Изд-во «Книга по требованию». – 277 с.
3. Асанов А. Ю. Основы генетики: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования [Текст] / А.Ю. Асанов, Н.С. Демикова, В.Е. Голимбет // под ред. А.Ю. Асанова. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 288 с.
4. Ауэрбах Ш. Генетика в атомном веке [Текст] / Ш. Ауэрбах. – М.: Атомиздат, 1968. – 84 с.
5. Барабанов Л.В. Изучение мутагенной активности генетически модифицированной сои в тесте на рецессивные сцепленные с полом летальные мутации у дрозофилы [Текст] / Л.В. Барабанов, Е.В. Ковтун // Дрозофила в экспериментальной генетике и биологии: Материалы I Международной конференции. – Харьков: 2008. – С. 5-7.
6. Беклемишев В. Н. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных: Т.2. Органология [Текст] / В.Н. Беклемишев. – М.: Изд-во «Наука», 1964. – 428 с.
7. Васильева Л. А. Роль мобильных генетических элементов в геноме *Drosophila Melanogaster* [Текст] / Л.А. Васильева, О.В. Антоненко, И.К. Захаров // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2011. – Т.15. – №2. – С. 225-260.
8. Водяницкий Ю. Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах [Текст] / Ю.Н. Водяницкий. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН. – 2008. – 86 с.
9. Гершензон С.М. Основы современной генетики [Текст] / С.М. Гершензон – Киев: Научная Думка, 1983. – 560 с.

10. Глинка Н.Л. Общая химия [Текст] / Н.Л. Глинка, под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. – М.: Юрайт, 2011. – 886 с.
11. Голубовский М. Д. Век генетики: эволюция идей и понятий [Текст] / М.Д. Голубовский. – СПб.: Борей Арт, 2000. – 262 с.
12. Дубинин Н. П. Вечное движение [Текст] / Н.П. Дубинин. – М.: Политиздат, 1973. – 447 с.
13. Жимулёв И. Ф. Общая и молекулярная генетика [Текст]: учеб. пособие для вузов / И.Ф. Жимулёв // под ред. Е.С. Беляева, А.П. Акифьева. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 479 с.
14. Жученко А. А. Генетика [Текст] / Жученко А.А., Гужов Ю.Л., Пухальский В.А. – М.: Изд-во Мир, 2004. – 480 с.
15. Закиян С. М. Эпигенетика [Текст] / Отв. ред. С. М. Закиян; В. В. Власов, Е. В. Дементьева; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т цитологии и генетики [и др.] – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 592 с.
16. Каминская Э. А. Общая генетика [Текст] / Э.А. Каминская. – Минск: Изд-во «Вышэйшая школа», 1982. – 286 с.
17. Козак М. Ф. Дрозофила – модельный объект генетики [Текст] / М.Ф. Козак. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 87 с.
18. Лаврухина А.К. Аналитическая химия марганца [Текст] / А.К. Лаврухина, Л.В. Юкина. – М.: 1974. – 220 с.
19. Лакин Г. Ф. Биометрия [Текст] / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
20. Лобашов М. Е. Генетика [Текст] / Е.М. Лобашов. – СПб.: Изд-во Ленинградского университета, 1967. – 751 с.
21. Матвеева М. О. Химия. Новейший универсальный справочник школьника и студента [Текст] / М.О. Матвеева – Донецк: ООО «ПФК «БАО», 2009. – 496 с.
22. Меттлер Л. Генетика популяций и эволюция [Текст] / Л. Меттлер, Т. Грегг. – М.: Изд-во Мир, 1972. – 323 с.

23. Ноздрачев А. Д. Анатомия беспозвоночных животных: пиявка, прудовик, дрозофила, таракан, рак [Текст] / А.Д. Ноздрачев, В.П. Поляков. – СПб.: Изд-во «Лань» 1999. – 253 с.
24. Открытый урок. Первое сентября [Электронный ресурс] / Проектная деятельность с учащимися на уроке и во внеурочной деятельности / Режим доступа: <https://открытыйурок.рф/статьи/515781/> (Дата обращения 17.04.2019)
25. Рапопорт И.А. Открытие химического мутагенеза. Избранные труды [Текст] / И.А. Рапопорт. – М.: Наука, 1993. – 302 с.
26. Рэфф Р. Эмбрионы, гены и эволюция [Текст] / Р. Рэфф, Т. Кофмен. – М.: Мир, 1986. – 169 с.
27. Серов О. Л. Генетика развития [Текст] / О.Л. Серов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. – 65 с.
28. Теремов А.В. Теория и методика обучения биологии / [Текст] / А.В. Теремов. – М.: Прометей, 2012. – 161 с.
29. Тыщенко В. П. Физиология насекомых / [Текст] / В.П. Тыщенко. – М.: Высшая школа, 1986. – 303 с.
30. Уоддингтон К. Морфогенез и генетика [Текст] / К. Уоддингтон. – М.: Мир, 1964. – 259 с.
31. Черных Н.А. Тяжелые металлы и здоровье человека [Текст] / Н.А. Черных, Ю.И. Баева. // Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2004 г. – № 1 (10) – С. 125-133.
32. Шестова Г.В. Токсические эффекты марганца как фактор риска для здоровья населения [Текст] / Г.В. Шестова, Т.М. Иванова, Г.А. Ливанов, К.В. Сизова // ФГБУН «Институт токсикологии» ФМБА России. – г. Санкт-Петербург, 2011. – С.59-64.
33. geolike.ru [Электронный ресурс] / Проектная деятельность. Виды проектов/ Режим доступа: http://geolike.ru/page/gl_7033.htm (Дата обращения 17.04.2019)

34. Juarez-Carreno Sergio, Morante Javier, Dominguez Maria. Systemic signaling and local effectors in developmental stability, body symmetry, and size [Текст] / Sergio Juarez-Carreno // Cell stress. – 2018. – №12. – С. 340-361.
35. Pandia.ru Влияние марганца на организм человека и животных [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/78/040/744.php>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения 19.03.2019 г.)
36. Postnauka.ru / Биология. Генетический шум. [Электронный ресурс]/ Северинов К.В. – 2011. – Режим доступа: <https://postnauka.ru/video/19089>, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения 20.02.2019 г.)

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



СОДЕРЖАНИЕ

СИМПОЗИУМ 1

**АДАПТАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ЖИВОТНЫХ ОРГАНИЗМОВ
К ЕСТЕСТВЕННЫМ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ**

<i>Ковалева В.А., Перминова Е.М., Лаптева Е.М., Виноградова Ю.А.</i>	
ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ МИКРОБНЫХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ МЕРЗЛОТНЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ЛЕСОТУНДРЫ	14
<i>Рязанова Л.А., Ищанова Д.К.</i>	
ЧАСТОТА И ХАРАКТЕР МОРФОЗОВ В РЯДЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЛИНИЙ DROSOPHILA MELA- NOGASTER	16
<i>Тагирова А.А.</i>	
ПОТЕНЦИАЛ ПРОИЗРАСТАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ	18
<i>Якупова А.Б., Мусин Х.Г., Кулуев Б.Р.</i>	
ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ AGROBACTERIUM RHIZOGENES С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БОРОДАТЫХ КОРНЕЙ	20
<i>Григориади А.С.</i>	
РЕАКЦИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ НА НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ	24
<i>Габдулхакова И.Р., Каюмова А.Ф., Зиякаева К.Р., Бабаева Э.М., Демкина Л.С., Сахаутдинова Р.Г.</i>	
ОТВЕТ ЛЕЙКОЦИТАРНОЙ ФОРМУЛЫ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ КРЫС ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕДНО-ЦИНКОВО-КОЛЧЕДАНОЙ РУДЫ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ	27
<i>Федяев В.В., Фархутдинов Р.Г., Массалимов И.А., Шарипова Э.И., Хуснутдинов Э.А., Ярмухаметова И.А., Латыпов Р.Н.</i>	
ВЛИЯНИЕ ПОЛИСУЛЬФИДА КАЛИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ К ДЕФИЦИТУ СУЛЬФАТОВ	30
<i>Рязанова Л.А., Тамчук Г.В., Нохрин Д.Ю.</i>	
ОЦЕНКА РАЗЛИЧИЙ ПАРАМЕТРОВ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ DROSOPHILA MELANOGASTER ОТ НАЛИЧИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ И СРЕДОВОЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ	32
<i>Бриллиант С.А., Юшков Б.Г.</i>	
ИЗМЕНЕНИЕ СООТНОШЕНИЯ ИЗОФОРМ ГЕМОГЛОБИНА КОСТНОГО МОЗГА КРЫС ПОСЛЕ ИММОБИЛИЗАЦИИ	37
<i>Гавриш И.А., Лебедев С.В.</i>	
ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ЖЕЛЕЗА НА ПОЧВЕННЫЕ МИКРО- И МАКРООРГАНИЗМЫ	39
<i>Оленев Г.В., Григоркина Е.Б.</i>	
АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ РЕПРОДУКЦИИ У ГРЫЗУНОВ ЛЕСНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОН ЮЖНОГО УРАЛА В ГОДЫ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ	42
<i>Черных Н.А., Нго Тхе Кыонг, Баева Ю.И.</i>	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2



Региональная научно-практическая конференция студентов,
аспирантов и молодых учёных по естественным наукам,
г. Владивосток, 15 апреля - 30 апреля 2019 г.

Программа секции «Клеточная биология, молекулярная биология,
биохимия и генетика»

Председатели: ирио зав. кафедрой, доцент Н.Е. Зюмченко,
зав. кафедрой, профессор Э.Я. Костецкий
Модератор: ассистент А.В. Гринченко

Место проведения: Корпус L, аудитория L.707

Время проведения: 19 апреля, с 15.00 час.

Очное участие

1. Барскова Л.С.
ВОЗДЕЙСТВИЕ МИКРОТОКСИКАНТОВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА
ОРГАНЫ ДЫХАНИЯ КРЫС ЛИНИИ ВИСТАР
Лаборатория медицинской экологии и рекреационных ресурсов НИИ МКВЛ
Научный руководитель - д.б.н., зав. лабораторией НИИ МКВЛ Т.И. Виткина
 2. Гарипова В.А.
АНАЛИЗ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ NOX ПРИ РЕГЕНЕРАЦИИ ВНУТРЕННИХ
ОРГАНОВ У ГОЛОТУРИИ EURENTASTA FRAUDATRIX
Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - д.б.н., гл.н.с. НИЦМБ ДВО РАН, профессор И.Ю.
Долматов
 3. Егорова А.А.
АКТИВАЦИЯ КЛЕТОЧНОЙ ЛИНИИ МАКРОФАГОВ RAW264.7 С
ПОМОЩЬЮ АЛКИЛГЛИЦЕРОЛОВ
Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – к.б.н., н.с. НИЦМБ ДВО РАН П.В. Мищенко
 4. Заглядкина А.А.
РОЛЬ МИКРОГЛИИ В ФОРМИРОВАНИИ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
ПРИ НЕЙРОПАТИЧЕСКОЙ БОЛИ
Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - к.б.н., н.с. НИЦМБ ДВО РАН А.А. Тыртышная
 5. Ивашко Я.И.
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГРЕБЕШКА СФИФТА
SWIFTORESTEN SWIFTII (Bernardi, 1858) ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА
РОССИИ С ПОМОЩЬЮ ДАННЫХ ЧАСТИЧНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ
ГЕНОВ 28S рРНК И 18S яДНК
Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – к.б.н., зав. лабораторией ФНЦ Биоразнообразия ДВО
РАН Д.М. Атошкин
-

8. Спудудите В.Г.
 MORFOFUNKЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕМОЛИМФЫ И
 ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ПЛОИДНОСТИ ГЕМОЦИТОВ ПРИМОРСКОГО
 ГРЕБЕШКА *MIZUNOROSTEN YESSOENSIS* ИЗ РАЙОНОВ ЗАЛИВА ПЕТРА
 ВЕЛИКОГО С РАЗНЫМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ
 Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ
 Научный руководитель – к.б.н., доцент ШЕН ДВФУ А.А. Анисимова
9. Старинцев А.А.
 ВЛИЯНИЕ НЕЙРОПАТИЧЕСКОЙ БОЛИ НА СОСТОЯНИЕ ГЛИАЛЬНЫХ
 КЛЕТОК И ГИППОКАМПАЛЬНЫЙ НЕЙРОГЕНЕЗ У СТАРЫХ ЖИВОТНЫХ
 Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ
 Научный руководитель - к.б.н., в.с. НИЦМБ ДВО РАН И.В. Манжуло
10. Ягодина В.Д.
 ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТРЕПАНГА *AROSTICORPUS JAPONICUS*
 Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ
 Научный руководитель - д.б.н., г.н.с. НИЦМБ ДВО РАН, профессор ШЕН
 ДВФУ В.А. Брыков

Заочное участие

11. Агеева Д.Ф.
 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ПО ВРОЖДЕННЫМ АНОМАЛИЯМ У ДЕТЕЙ
 Г. ЧЕЛЯБИНСКА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ
 ОРГАНИЗМА» В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ
 Кафедра общей биологии и физиологии ЮУрГТТУ
 Научный руководитель - к.б.н., доцент ФГБОУ ВО «ЮУрГТТУ» Л.А. Рязанова
12. Ищанова Д.К.
 К ВОПРОСУ О ВОЗНИКНОВЕНИИ МОРФОЗОВ В ЛАБОРАТОРНЫХ
 ЛИНИЯХ ДРОЗОФИЛ
 Естественно-технологический факультет ФГБОУ ВО «ЮУрГТТУ»
 Научный руководитель - к.б.н., доцент ФГБОУ ВО «ЮУрГТТУ» Л.А. Рязанова

Участие подтверждено.

*Главный специалист
 научно-организационного
 управления ШЕН ДВФУ*



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет»
Биологический факультет



ПРОГРАММА
IX Региональной
научно-практической
конференции школьников
по биологии

20 апреля 2019 года



Научный руководитель: Н. М. Лисун, доцент, кандидат педагогических наук, учитель биологии МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска».

8. **Семьянинова А. В., Стерляжникова В. Н. Исследование особенностей микрофлоры кишечника у домашних кошек** (МАОУ «Лицей № 102 г. Челябинска», 10-й класс). Научный руководитель: С. В. Андреева, ассистент кафедры микробиологии, иммунологии и общей биологии биологического факультета Челябинского государственного университета»; О. Ю. Баркан, учитель биологии МАОУ «Лицей № 102 г. Челябинска».

9. **Титов А. М. Основные этапы производства молока в Челябинской области на примере марки «Подвиновское молоко»** (МОУ «СОШ № 1 г. Южноуральска», 10-й класс). Научный руководитель: Н. С. Колмакова, учитель биологии МОУ «СОШ № 1 г. Южноуральска».

СЕКЦИЯ «10–11-е классы»

Экология

1. **Абрамкина А. С. Анализ водных экосистем парка Ю. А. Гагарина г. Челябинска** (МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска», 10-й класс). Научный руководитель: Н. М. Лисун, доцент, кандидат педагогических наук, учитель биологии МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска».

2. **Аликин Л. О. Лесное мясо** (МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска», 10-й класс). Научный руководитель: Н. М. Лисун, доцент, кандидат педагогических наук, учитель биологии МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска».

3. **Асеева Д. В. Химические поллютанты в системе «вода — донные отложения — макрофиты» в озёрной экосистеме Курлады** (МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска», 10-й класс). Научный руководитель: Н. М. Лисун, доцент, кандидат педагогических наук, учитель биологии МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска».

4. **Влазнева А. А. Сравнительная характеристика спонтанных и индуцированных морфозов под влиянием соединений Mn^{+7} в лабораторных линиях *Drosophila melanogaster*** (МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска», 10-й класс). Научный руководитель: Н. М. Лисун, доцент, кандидат педагогических наук, учитель биологии МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска»; Л. А. Рязанова, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и физиологии Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4



ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица 11

Универсальные учебные действия, сформированные на каждом этапе сопровождения школьного проекта

Этап проекта	Сформированные метапредметные УУД		
	Познавательные	Коммуникативные	Регулятивные
1. Организационный			
1.1 Определение темы проекта			2.1.2 идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему; 2.1.1 анализировать существующие и планировать будущие образовательные результаты;
1.2. Поиск и анализ проблемы	1.3.2. осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков;		2.1.3 выдвигать версии решения проблемы, формулировать гипотезы, предвосхищать конечный результат;
1.3. Постановка цели проекта		3.1.5. строить позитивные отношения в процессе учебной и познавательной деятельности; 3.1.7. критически относиться к собственному мнению, с достоинством признавать ошибочность своего мнения (если оно таково) и корректировать его;	2.1.4 ставить цель деятельности на основе определенной проблемы и существующих возможностей; 2.1.5 формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели деятельности; 2.2.2 обосновывать и осуществлять выбор наиболее эффективных способов решения учебных и познавательных задач;
2.Выполнение проекта			
2.1. Анализ имеющейся информации	1.1.2. находить в тексте требуемую информацию (в соответствии с целями своей деятельности);		

	<p>1.1.5. устанавливать взаимосвязь описанных в тексте событий, явлений, процессов;</p> <p>1.3.4. обобщать понятия; формулировать и обосновывать гипотезы под руководством наставника;</p> <p>1.3.8. объединять предметы и явления в группы по определенным признакам, сравнивать, классифицировать и обобщать факты и явления;</p>		
2.2. Сбор и изучение информации	<p>1.2.5. определять логические связи между предметами и/или явлениями, обозначать данные логические связи с помощью знаков в схеме;</p> <p>1.2.8. переводить сложную по составу (многоаспектную) информацию из графического или формализованного (символьного) представления в текстовое, и наоборот;</p> <p>1.5.2. осуществлять взаимодействие с электронными поисковыми системами, словарями;</p> <p>1.5.3. формировать множественную выборку из поисковых источников для объективизации результатов поиска;</p>		
2.3. Построение алгоритма деятельности			<p>2.2.6 составлять план решения проблемы (выполнения проекта, проведения исследования);</p> <p>2.2.9 планировать и корректировать свою индивидуальную образовательную траекторию.</p>
2.4. Выполнение плана работы над индивидуальным учебным проектом			<p>2.3.4 оценивать свою деятельность, аргументируя причины достижения или отсутствия планируемого результата;</p> <p>2.3.6 работая по своему плану, вносить коррективы в текущую деятельность на основе анализа изменений ситуации для получения запланированных характеристик продукта/результата;</p> <p>2.3.8 сверять свои действия с целью и, при</p>

			необходимости, исправлять ошибки самостоятельно.
2.5. Внесение (по необходимости) изменений в проект			2.4.4 оценивать продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности; 2.4.6 фиксировать и анализировать динамику собственных образовательных результатов.
3.Защита проекта			
3.1. Подготовка презентационных материалов	1.3.2. осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков; 1.3.8. объединять предметы и явления в группы по определенным признакам, сравнивать, классифицировать и обобщать факты и явления; 1.3.13. излагать полученную информацию, интерпретируя ее в контексте решаемой задачи; 1.3.18. делать вывод на основе критического анализа разных точек зрения, подтверждать вывод собственной аргументацией или самостоятельно полученными данными.	3.3.4. использовать компьютерные технологии (включая выбор адекватных задаче инструментальных программно-аппаратных средств и сервисов) для решения информационных и коммуникационных учебных задач, в том числе: вычисление, написание писем, сочинений, докладов, рефератов, создание презентаций и др.; 3.3.6. создавать информационные ресурсы разного типа и для разных аудиторий, соблюдать информационную гигиену и правила информационной безопасности.	
3.2. Презентация проекта	1.3.13. излагать полученную информацию, интерпретируя ее в контексте решаемой задачи; 1.3.11. строить рассуждение от общих закономерностей к частным явлениям и от частных явлений к общим закономерностям; 1.3.16. объяснять явления, процессы, связи и отношения, выявляемые в ходе познавательной и исследовательской деятельности (приводить объяснение с изменением формы	3.2.1. определять задачу коммуникации и в соответствии с ней отбирать речевые средства; 3.2.4. соблюдать нормы публичной речи, регламент в монологе и дискуссии в соответствии с коммуникативной задачей; 3.2.8. использовать вербальные средства (средства логической связи)	

	представления; объяснять, детализируя или обобщая; объяснять с заданной точки зрения);	для выделения смысловых блоков своего выступления; 3.2.9. использовать невербальные средства или наглядные материалы, подготовленные/отобранные под руководством наставника; 3.2.10. делать оценочный вывод о достижении цели коммуникации непосредственно после завершения коммуникативного контакта и обосновывать его. 3.3.2. выбирать, строить и использовать адекватную информационную модель для передачи своих мыслей средствами естественных и формальных языков в соответствии с условиями коммуникации; 3.3.5. использовать информацию с учетом этических и правовых норм;	
3.3. Изучение возможностей использования результатов проекта	1.4.5. распространять экологические знания и участвовать в практических делах по защите окружающей среды;	3.2.5. высказывать и обосновывать мнение (суждение);	
4.Оценивание проекта			
4.1. Анализ результатов выполнения проекта			2.4.4 оценивать продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности;

4.2. Оценка качества выполнения проекта	3.2.10. делать оценочный вывод о достижении цели коммуникации непосредственно после завершения коммуникативного контакта и обосновывать его.		2.5.4 самостоятельно определять причины своего успеха или неуспеха и находить способы выхода из ситуации неуспеха; 2.5.5 ретроспективно определять, какие действия по решению учебной задачи или параметры этих действий привели к получению имеющегося продукта учебной деятельности;
---	--	--	---

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Морфозы в линии Canton-S



Рис. 10 Закрученный редуцированные крылья



Рис. 11 «Волнистые крылья»



Рис. 12 Изогнутые и скомканные крылья



Рис. 13 Нерасправленные крылья



Рис. 14 Крылья подняты вверх



Рис. 15 Крылья расположены вдоль тела

ПРИЛОЖЕНИЕ 7**Морфозы в мутантной линии white apricot**

Рис. 16 «Меланома» в основании крыла



Рис. 17 «Меланома» спустя 3 дня



Рис. 18 Скомканное оттопыренное крыло

ПРИЛОЖЕНИЕ 8**Морфозы в мутантной линии white**

Рис. 19 Пузырь на правом крыле



Рис. 20 Измененные форма и размер
правого крыла

ПРИЛОЖЕНИЕ 9**Морфозы в мутантной линии *cinnabar***

Рис. 21 Недоразвитость левого крыла

ПРИЛОЖЕНИЕ 10**Морфозы в мутантной линии scarlet**

Рис. 22 Пузырь на правом крыле



Рис. 23 Изменение формы и размера крыльев



Рис. 24 Нарушение правильности расположения тергитов

ПРИЛОЖЕНИЕ 11**Морфозы в мутантной линии ebony**

Рис. 25 Выемка по правому краю крыла