

Задания
практического тура заключительного этапа XXXIV Всероссийской
олимпиады школьников по биологии. 2017-18 уч. год.
11 класс, кабинет БИОХИМИИ

Сначала внимательно прочтите все задание!

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ КАТАЛАЗЫ В ПОСТМИТОХОНДРИАЛЬНОМ
ЭКСТРАКТЕ ПЕЧЕНИ по А.Н.Баху и А.И.Опарину

Для определения активности каталазы Вам предоставляются следующие реактивы и материалы:

1. Стандартный раствор перманганата калия (в бюретке) с концентрацией **10 мМ**.
2. Раствор серной кислоты с концентрацией 5%.
3. Исходный раствор перекиси водорода с неизвестной концентрацией (в пробирке № 1).
4. Раствор перекиси водорода с неизвестной концентрацией (в пробирке № 2) после инкубации с экстрактом печени
5. Дистиллированная вода в стаканчике
6. Колбы для титрования (4 штуки).
7. Автоматическая пипетка на 1 мл и наконечники к ней (3 штуки).

Введение. Свежую печень прогомогенизировали в физиологическом растворе. Полученный гомогенат отцентрифугировали при 15000×g в течение 20 минут и полученный супернатант развели до конечной **концентрации белка 10 мкг/мл**. Приготовили исходный раствор субстрата фермента каталазы - перекиси водорода (точная концентрация неизвестна, **пробирка №1**). Для определения активности каталазы к **9 мл** этого раствора перекиси водорода добавили **1 мл** разведенного супернатанта, смесь проинкубировали **5 минут**, остановили реакцию нагреванием, после чего раствор профильтровали (**пробирка №2**). Вам необходимо с помощью титрования определить концентрацию перекиси водорода в пробирках №1 и №2, рассчитать активность каталазы и ответить на предлагаемые вопросы.

Титрование: Внесите в две колбочки для титрования по **1 мл** раствора перекиси из пробирки **№1**. Добавьте в колбочки **дистиллированную воду** (по **20-25 мл**) и по **1 мл** раствора серной кислоты. Перемешайте! Установите уровень раствора перманганата калия в бюретке на произвольную исходную отметку (**запишите значение!**), и аккуратно, по каплям, проведите титрование (при постоянном тщательном перемешивании раствора в колбочке!) в одной из колбочек до появления **устойчивой** розовой окраски. Запишите в Таблицу, **сколько миллилитров перманганата калия** пошло на титрование. **Проведите титрование во второй колбочке.**

Проделайте аналогичную процедуру с раствором из пробирки **№2**.

Результаты внесите в Таблицу. **Покажите Ваши колбы преподавателю!**

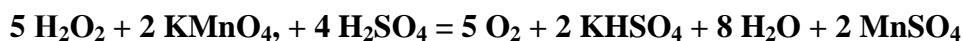
Задание 1 (20 баллов).

Номер пробирки	Объем раствора KMnO_4 , мл	Среднее значение, мл	Место для расчета среднего значения
1			
1			
2			
2			

Задание 2 (2 балла). Напишите уравнение реакции, которую катализирует фермент каталаза:

--

Задание 3 (10 баллов). При титровании раствора перекиси водорода раствором KMnO_4 в присутствии серной кислоты протекает следующая реакция:



Исходя из уравнения реакции и результатов Вашего титрования, рассчитайте концентрацию перекиси водорода в **мМ** (ммоль/л) в пробирках №1 и №2. Результаты внесите в Таблицу.

Номер пробирки	Расчет концентрации H_2O_2 (8 баллов)	Концентрация H_2O_2 , мМ (2 балла)
1		
2		

Задание 4 (5 баллов). Исходя из условий эксперимента и полученных результатов, рассчитайте активность каталазы, выразив её в международных единицах активности ферментов (**мкмоль H_2O_2 /мин на 1 мг белка**).

Расчет активности каталазы (4 балла)	Активность каталазы, мкмоль H_2O_2 /мин на 1 мг белка (1 балл)

Задание 5 (3 балла). Известно, что зависимость активности каталазы V от концентрации перекиси водорода $[\text{S}]$ описывается уравнением Михаэлиса-Ментен:

$$V_0 = \frac{V_{\max}[\text{S}]}{K_m + [\text{S}]}$$

где V_0 – скорость ферментативной реакции при концентрации субстрата $[\text{S}]$, V_{\max} – максимальная скорость ферментативной реакции при бесконечно большой концентрации субстрата, и K_m – константа Михаэлиса. Значение K_m каталазы печени составляет 50 мкМ. **При какой концентрации H_2O_2 скорость ферментативной реакции составит 75% от максимальной скорости?**

Расчет концентрации H_2O_2 (2 балла)	Концентрация H_2O_2 , мкМ (1 балл)

Закончив работу, заполненные листы Задания сдайте преподавателю, который примет Вашу работу.

Все расчеты записывать ТОЛЬКО в отведенных для этого местах.

В качестве черновика можно использовать свободное место на обратной стороне листов задания.

ЧЕРНОВИКИ НЕ ОЦЕНИВАЮТСЯ!!!

ИНСТРУКЦИЯ ПО РАБОТЕ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПИПЕТКОЙ



Устройство автоматической пипетки

Для эксперимента Вам предоставляются пипетки объемом от 100 до 1000 мкл. Нужный объем устанавливается путем вращения **поршня**. Цифры в окошечке показывают **выбранный объем** в **микролитрах**. Наденьте на пипетку **наконечник**, нажмите **поршень** до первой остановки и погрузите наконечник в набираемую жидкость. Медленно отпустите поршень до достижения полной остановки для набора образца. Затем поместите наконечник с жидкостью в нужную пробирку и медленно нажмите поршень до первой остановки, пока вся жидкость полностью не выйдет из наконечника. Для выдувания остатков жидкости из наконечника нажмите поршень сильнее, до второй остановки. Снимите использованный наконечник, нажав кнопку сброса, и положите его на место.

Аккуратно используйте наконечники!!!

Один наконечник нельзя погружать в разные растворы! Если Вы отбираете одну и ту же жидкость – пользуйтесь одним наконечником!

ЗАДАНИЯ
практического тура заключительного этапа
XXXIV Всероссийской олимпиады школьников по биологии.
2017-2018 уч. год, 11 класс
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ, ГЕНЕТИКА И ЭВОЛЮЦИЯ
Максимум 40 баллов, время выполнения задания 50 минут

Межвидовая гибридизация – один из механизмов видообразования эукариот. При этом полиплоидия характерна для многих групп животных и растений, в том числе позвоночных, однако не была обнаружена у млекопитающих. Для обнаружения случаев межвидовой гибридизации и полиплоидизации не обязательно секвенировать геномы, в полевых условиях гибридов можно находить при помощи амплификации видоспецифичной ДНК с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) и электрофореза продуктов ПЦР в агарозном геле.

Вам нужно провести электрофорез в агарозном геле продуктов ПЦР с использованием ДНК трех известных видов животных: А, В и С, и животного Х, которое предположительно является межвидовым гибридом, а также ответить на вопросы, связанные с методами гель-электрофореза и ПЦР и биологией межвидовых гибридов и полиплоидных организмов.

Тщательно следуйте инструкции по подготовке образцов к электрофорезу, приведенной ниже! Заполненный образцами гель передайте преподавателю для проведения электрофореза, в обмен Вы получите фотографию готового геля с теми же образцами. Качество Вашего геля будет оценивать преподаватель.

Все ответы пишите на Листе Ответов!

Инструкция по подготовке образцов к электрофорезу

Уважаемый участник, на Вашем рабочем месте находится штатив с микропробирками, содержащими результаты ПЦР с видоспецифическими праймерами известных видов животных А, В, С и анализируемого вида Х, микропробирка с четырёхкратным окрашенным буфером для нанесения ДНК в гель (обозначена буквой Б), и микропробирка с окрашенным маркером молекулярных масс ДНК (обозначена буквой М). Кроме этого, Вам выданы чашка Петри, содержащая пронумерованный фрагмент агарозного геля, штатив с наконечниками для автоматической пипетки и автоматическая пипетка.

Выставленный рабочий объём пипетки виден в индикаторном окошке в верхней части пипетки и может изменяться от 2,0 до 20,0 микролитров. Рукоятка поршня пипетки имеет три положения: 1) ожидание (максимально выдвинута, в это положение пипетка переходит сама после того как Вы перестанете давить на рукоятку), 2) первый упор – набор/слив заданного рабочего значения (в первый упор пипетка переходит, если рукоятку аккуратно нажать пальцем), 3) второй упор – полный слив – выдувание объема, немного большего, чем заданный рабочий объём. Для того, что бы отмерить и перенести с помощью пипетки рабочий объём жидкости, выставьте этот объём регуляторным колёсиком, наденьте наконечник, нажмите рукоятку до первого упора, удерживая рукоятку в этом положении, погрузите кончик наконечника в отбираемую жидкость, отпустите рукоятку до положения ожидания. Рабочий объём жидкость войдёт в наконечник. Поместите кончик наконечника туда, куда вы хотите перенести жидкость, нажмите рукоятку до первого упора и удерживайте ее, пока жидкость не выйдет из наконечника. Поднимите пипетку так, чтобы кончик наконечника оказался в воздухе, отпустите рукоятку – в наконечник войдет воздух. Если отпустить рукоятку, не отрывая кончик наконечника от капли жидкости, жидкость снова войдет в наконечник. Этот приём можно использовать для перемешивания жидкости (так называемое пипетирование).

Напишите номер Вашего геля на Листе ответов в графе «Рабочее место (гель)». Возьмите пипетку в руку. Выставьте пипетку на рабочий объем 2 микролитра, вращая свободной рукой регуляторное колесико с резьбой в верхней части пипетки. Наденьте на пипетку наконечник, возьмите микропробирку с буфером для нанесения ДНК в гель, и нанесите на дно чашки Петри четыре капли буфера для нанесения, по 2 микролитра каждая, на расстоянии примерно 1 см друг от друга. Сбросьте наконечник из-под буфера в крышку от чашки Петри (мусорная зона).

Переведите пипетку на рабочий объем 6 микролитров, наденьте новый наконечник, отберите 6 микролитров окрашенного маркера молекулярных масс и внесите этот объём в первую лунку Вашего

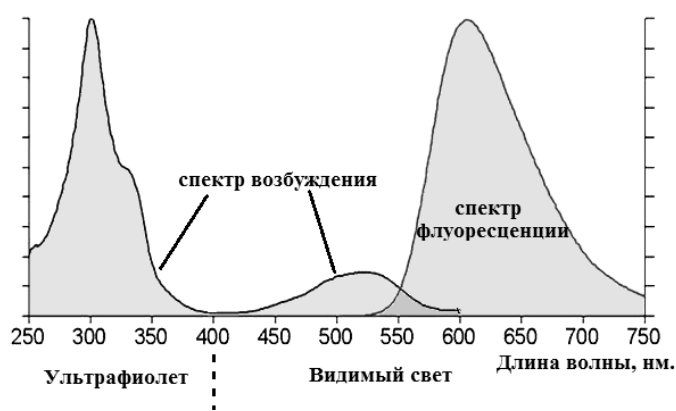
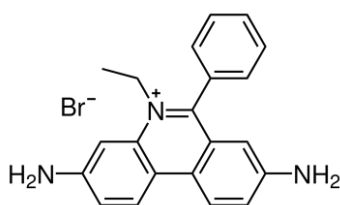
геля (верхняя левая, направление движения ДНК в геле сверху вниз). Сбросьте наконечник из-под маркера в крышку от чашки Петри.

Наденьте новый наконечник, отберите 6 микролитров реакционной смеси ПЦР образца А, добавьте в первую каплю буфера для нанесения, перемешайте жидкости, пипетируя их 4-5 раз до первого упора, переведите пипетку на рабочий объем 8 микролитров, осторожно вылейте реакционную смесь А вместе с буфером для нанесения во вторую лунку Вашего геля. Сбросьте наконечник из-под образца А в крышку от чашки Петри.

Повторите описанную выше процедуру для образца В (вторая капля, вносится в третью лунку), С (третья капля, в четвертую лунку) и Х (четвертая капля, в пятую лунку). Готовый гель отдайте преподавателю, получите у него фото геля после электрофореза. Переходите к теоретическим заданиям.

Пояснения по поводу метода детекции ДНК в геле бромистым этидием

Рассмотрите формулу и спектры возбуждения и флуоресценции ДНК-связывающего красителя бромистого этидия, которым обычно окрашивают гели для визуализации результатов электрофореза. Как вы считаете, с какими химическими группами в ДНК связывается этидий и каков механизм стабилизации комплексов ДНК-этидий? Свет каких «цветов» подходит для проявки окрашенных этидием гелей?



Пояснения по поводу метода ПЦР

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) является по сути искусственной репликаций определенной последовательности ДНК *in vitro*. В отличие от обычной репликации для проведения ПЦР не нужны природные РНК-затравки (праймеры), а используются заранее химически синтезированные ДНК-олигонуклеотиды, которые определяют границы реплицируемой последовательности. Обычно используется два таких олигонуклеотида-праймера, называемые «прямой» и «обратный», для репликации одной и другой нитей ДНК соответственно. Для денатурации двойной спирали используется нагрев до 95⁰С. Это влияет на выбор ферментов для репликации – белки обычных организмов в этих условиях денатурировали бы, поэтому используются белки термофильных архей и эубактерий. Оптимальная температура для обычно используемой при ПЦР Taq-полимеразы составляет 72⁰С. Ещё одна температура, используемая в трёхшаговом цикле ПЦР, зависит от температуры диссоциации праймеров от матрицы ДНК и обычно составляет 55-60⁰С. В ходе одного цикла ПЦР последовательно происходит денатурация двойной спирали, связывание праймеров с матрицей (отжиг), и достройка новых нитей ДНК. Затем три этих шага повторяют (происходит следующий цикл), по итогам 30-40 циклов количество амплифицируемой ДНК в реакционной смеси возрастает на несколько порядков. Кроме праймеров и ферментов репликации в реакционной смеси должны находиться 5'-нуклеозидтрифосфаты для синтеза ДНК, буферизующие рН соли и соли катионов, стабилизирующих двунитевую структуру ДНК-матрица/праймер.

Шифр	Номер геля	Сумма баллов
------	------------	--------------

ЛИСТ ОТВЕТОВ

Задание 1. Электрофорез. 13 баллов.

Электрофорез (оценивается преподавателем, максимум 6 баллов)

Укажите стрелкой направление движения ДНК в форезной камере (1б.)

Катод	Анод
-------	------

Этидий связывается с молекулой ДНК _____ (1 б.)

Исходя из спектров возбуждения и флуоресценции бромистого этидия, для проявки ДНК, окрашенной этидием, необходим источник света с длиной волны в _____, либо _____ части спектра (2 б.)

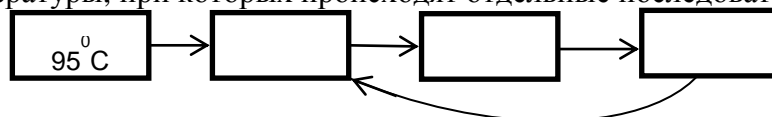
Размер ПЦР-продукта вида А составляет примерно _____ п.н. (1 б.)

Размер ПЦР-продукта вида В составляет примерно _____ п.н. (1 б.)

Размер ПЦР-продукта вида С составляет примерно _____ п.н. (1 б.)

Задание 2. ПЦР. 11 баллов.

Укажите температуры, при которых происходят отдельные последовательные этапы ПЦР (3 б.)



Подчеркните в приведенной ниже последовательности ДНК нуклеотиды, соответствующие прямому (синим цветом) и обратному (красным цветом) праймерам для амплификации этой самой последовательности (2 б.)

5' ATGGAGACCCCGT CACAGCGGC GCGCCACCCGCA GTGGGGCGCAGGCCAGC . . . GGGCTGCGCCTTCGCATCACTGAGTCTGAAGAGGTGGTCAGCCGA 3'
 3' TACCTCTGGGGCAGTGTGCGCGCGCGGTGGGCGTCAACCCGCGTCCGGTCCG . . . CCCGACGCGGAAGCGTAGTGACTCAGACTTCTCCACCAGTCGGCT 5'

В определенный момент времени в реакционной смеси ПЦР находилось 10 миллионов молекул одонитевой ДНК ПЦР-продукта. Сколько двунитевых молекул ДНК образуется, если провести еще 5 циклов ПЦР, а потом охладить реакционную смесь (2б.)? _____

Из перечисленных ниже реактивов выберите и обведите в кружок номера тех четырех реактивов, что должны входить в состав реакционной смеси для ПЦР (4 б.)

- | | | |
|--------------------|------------------|---------------------------------|
| 1) Рибо-АТФ | 5) хлорид железа | 9) термофильная ДНК-полимераза |
| 2) Дезоксирибо-АТФ | 6) хлорид магния | 10) термофильная РНК-полимераза |
| 3) Дезоксирибо-УТФ | 7) ЭДТА | 11) термофильная ревертаза |
| 4) Дезоксирибо-ЦТФ | 8) глюкоза | 12) термофильная хеликаза |

Задание 3. Биология полиплоидов и межвидовых гибридов. 16 баллов.

Исходя из анализа данных электрофореза, является ли вид Х межвидовым гибридом? Если да, то каким образом Вы это определили? _____ (1 б.)

Исходя из анализа данных электрофореза, является ли вид Х полиплоидом? Если да, то каким образом Вы это определили? _____ (1 б.)

Как называется полиплоид, образующий сбалансированные гаметы и несущий геномы трех родителей? _____ (1 б.)

Как называется полиплоид, образовавшийся в результате межвидовой гибридизации и последующего удвоения числа хромосом? _____ (1 б.)

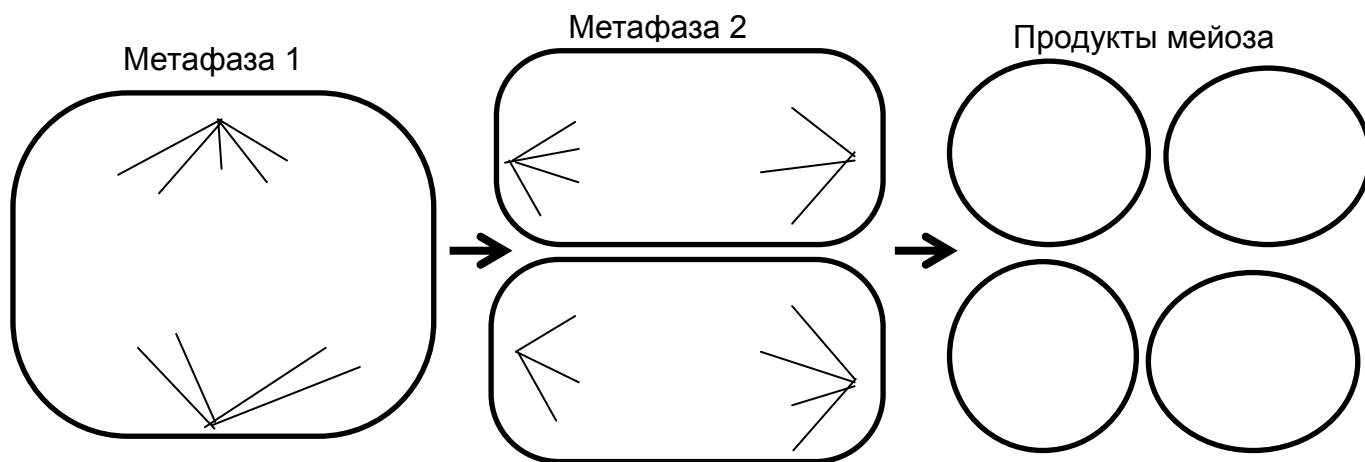
Как называется полиплоид, образовавшийся в результате удвоения числа хромосом в соматических клетках особи? _____ (1 б.)

Какой растительный алкалоид используют для нарушения веретена деления клеток и последующей полиплоидизации? _____ (1б.)

Секвенирование ДНК вискашевой крысы *Tupaia cristata*, которую по причине большого числа хромосом и крупного размера генома долгое время считали тетраплоидом, показало, что это нормальное диплоидное млекопитающее. Объясните, какая особенность регуляции работы генов млекопитающих по-видимому не позволяет выжить полиплоидам?

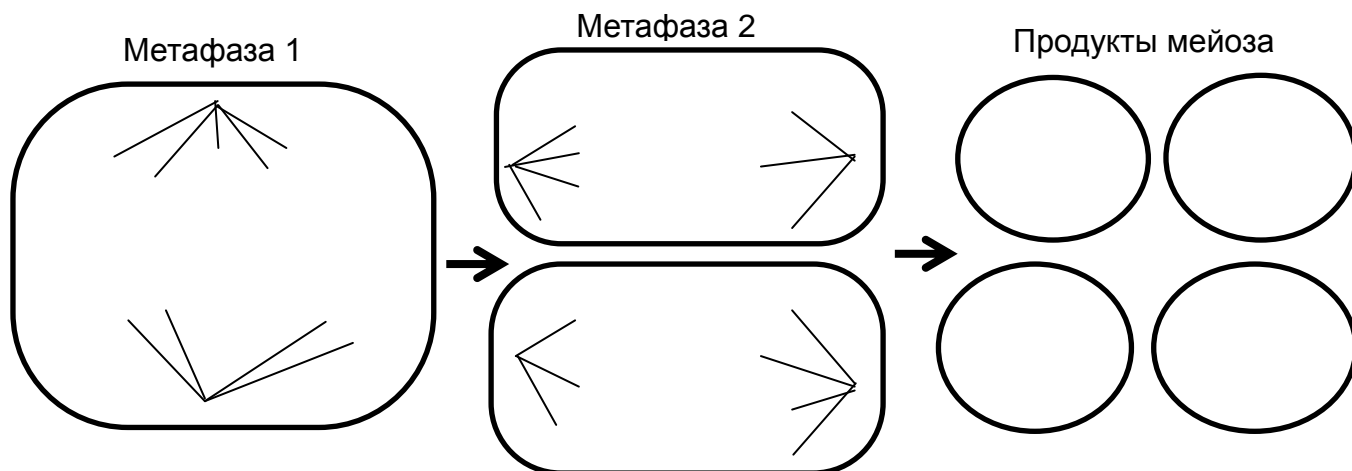
_____ (1б.)

Используя карандаши четырёх разных цветов для четырёх разных гомологичных хромосом и обозначение А_о для одной хроматиды с аллелью гена *A* и центромерой (о), нарисуйте на схеме мейоза этапы расхождения хромосом для тетраплоида *AAAA*, если у него НЕ БЫЛО кроссинговера между геном *A* и центромерой (3 б.)



Какие гаметы и в каком соотношении мы будем ожидать от тетраплоида *AAAA* без кроссинговера? (1б.) _____

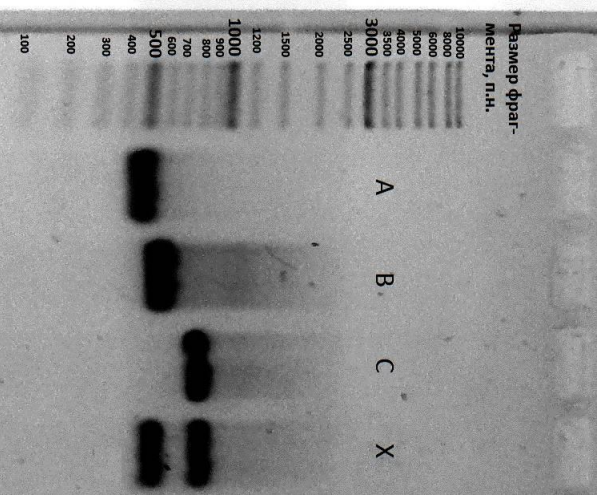
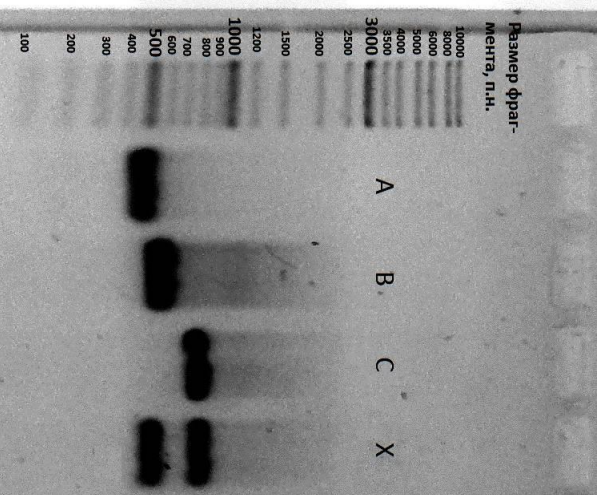
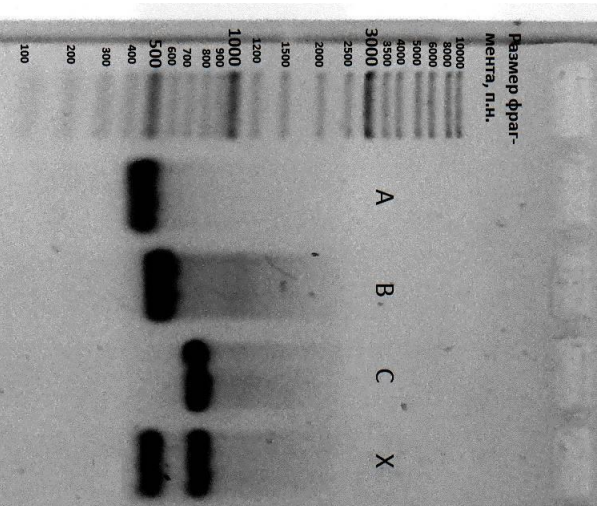
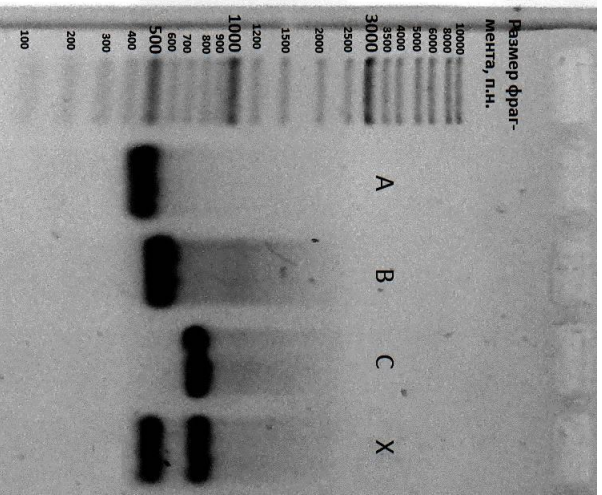
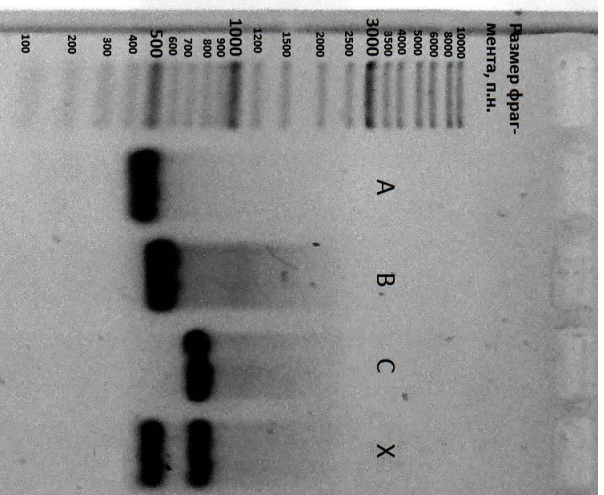
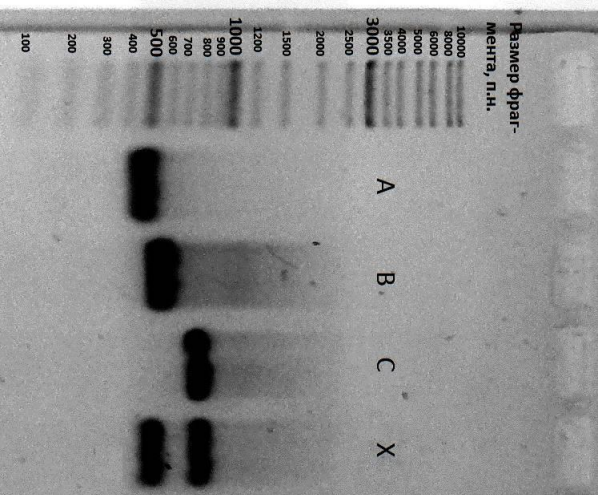
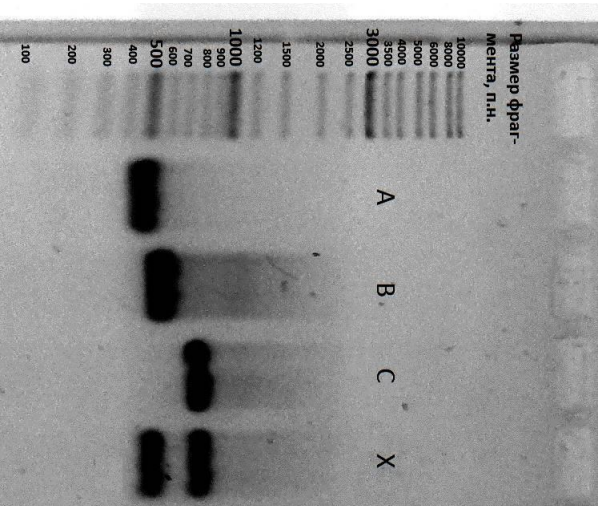
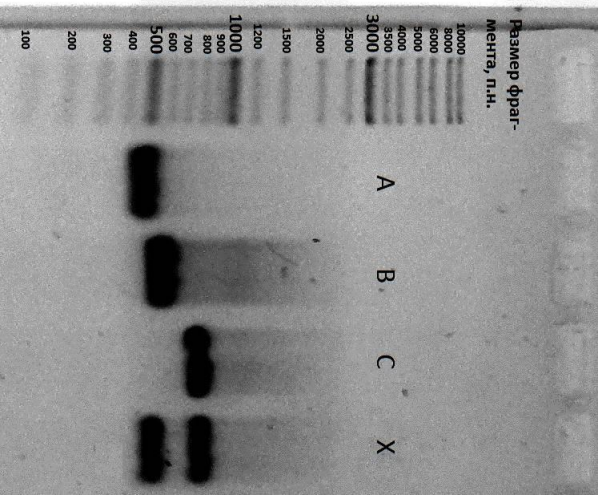
Используя карандаши четырёх разных цветов для четырёх разных гомологичных хромосом и обозначение А_о для одной хроматиды с аллелью гена *A* и центромерой, нарисуйте на схеме мейоза этапы расхождения хромосом для тетраплоида *AAAA*, если у него в обеих парах гомологичных хромосом БЫЛ кроссинговер между геном *A* и центромерой (3 б.)



Какие гаметы и в каком соотношении мы будем ожидать от тетраплоида *AAAA* с полным кроссинговером между геном и центромерой? (1б.) _____

От чего будет зависеть соотношение реально продуцируемых тетраплоидом гамет для разных генов? (1 б.) _____

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85



Шифр _____

Рабочее место № _____

Итого баллов _____

ЗАДАНИЕ

практического тура заключительного этапа
XXXIV Всероссийской олимпиады школьников по биологии 2018 г.

г. Ставрополь

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

СВОЙСТВА ПИГМЕНТОВ ФОТОСИНТЕЗА

Цель. Охарактеризовать свойства пигментов, участвующих в световой фазе фотосинтеза.

Оборудование и растительный материал: листья петрушки, 96% этиловый спирт, дистиллированная вода, кварцевый песок с добавлением CaCO_3 , кристаллы $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, уайт-спирит, щелочь (в сухом виде), 0,1н HCl , ступка, штатив со стеклянными пробирками, воронка, фильтровальная бумага, перчатки, пипетка.

**РАБОТАЙТЕ В ПЕРЧАТКАХ! СОБЛЮДАЙТЕ ТЕХНИКУ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ РАБОТЕ С КИСЛОТАМИ, ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ И ЩЕЛОЧАМИ!**

Ход работы:

1. Листья петрушки измельчите, поместите их в ступку с кварцевым песком, карбонатом кальция и этиловым спиртом. Получите гомогенат, отфильтруйте его в пробирку.
2. Полученный раствор распределите по 4 пробиркам равными порциями (приблизительно по 2–3 мл).
3. В пробирку №1 добавьте равный объем уайт-спирита, 2–3 капли дистиллированной воды, закройте пробкой и перемешайте. Дайте отстояться так, чтобы получилось два хорошо различимых слоя. Наблюдайте за распределением пигментов между полярным и неполярным слоем.

Наблюдения. Цвет полярного слоя раствора _____
цвет неполярного слоя раствора _____

Ответьте на вопросы. К какому семейству относится объект? _____ (1 балл)

Максимально полно перечислите пигменты, обладающие бóльшим сродством к полярной фазе:
_____ (2 балла)

Максимально полно перечислите пигменты, обладающие бóльшим сродством к неполярной фазе:
_____ (2 балла)

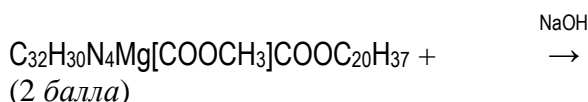
4. В пробирку №2 поместите 1–2 гранулы щелочи. Размешайте до полного растворения. Добавьте равный объем уайт-спирита, 2–3 капли дистиллированной воды, закройте пробкой и перемешайте. Дайте отстояться так, чтобы получилось два хорошо различимых слоя. Наблюдайте за распределением пигментов между полярным и неполярным слоем.

Наблюдения. Цвет полярного слоя раствора _____
цвет неполярного слоя раствора _____

Ответьте на вопрос. Какой процесс произошёл под действием щёлочи? _____
(1 балл)

Укажите пигмент, который изменил сродство к неполярной фазе: _____ (1 балл)

Напишите соответствующее уравнение реакции:

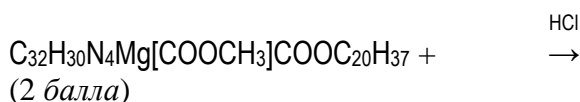


5. В пробирку №3 поместите 2–4 капли раствора HCl. Размешайте, наблюдайте за изменением окраски. **Наблюдение.** Цвет раствора стал _____.
Добавьте равный объем уайт-спирита, 2–3 капли дистиллированной воды, закройте пробкой и перемешайте. Дайте отстояться так, чтобы получилось два хорошо различимых слоя. Наблюдайте за распределением пигментов между полярным и неполярным слоем.

Ответьте на вопрос. Какой процесс произошёл под действием соляной кислоты?
_____ (1 балл)

Какой пигмент получился в результате этой реакции? _____ (1 балл)

Напишите соответствующее уравнение реакции:



Какую функцию выполняет образовавшийся пигмент в световой фазе фотосинтеза? (отметьте нужные ответы) а) антенную **Да / Нет**; б) структурную **Да / Нет**; в) реакционного центра **Да / Нет**; г) перенос электронов **Да / Нет**; д) первичное разделение зарядов в фотосистеме I **Да / Нет**; е) первичное разделение зарядов в фотосистеме II **Да / Нет**; ж) фотопротекторную **Да / Нет**; з) антиоксидантную **Да / Нет**; и) образование макроэргических связей **Да / Нет**. (4 балла, прогр)

6. В пробирку №4 поместите 2–4 капли раствора HCl. Размешайте, наблюдайте за изменением окраски. После этого добавьте в полученный раствор кристаллик уксуснокислого цинка. Подогрейте раствор на водяной бане. Наблюдайте за изменением цвета раствора.

Наблюдение. Цвет раствора стал _____.

Добавьте равный объем уайт-спирита, 2–3 капли дистиллированной воды, закройте пробкой и перемешайте. Дайте отстояться так, чтобы получилось два хорошо различимых слоя. Наблюдайте за распределением пигментов между полярным и неполярным слоем.

Наблюдения. Цвет полярного слоя раствора _____
цвет неполярного слоя раствора _____

Ответьте на вопросы для данного варианта эксперимента.

Максимально полно перечислите пигменты, обладающие бóльшим сродством к полярной фазе:
_____ (1 балл)

Максимально полно перечислите пигменты, обладающие бóльшим сродством к неполярной фазе:
_____ (1 балл)

Напишите соответствующее уравнение реакции:



Балл за технику работы:

ПОВОДИТЕ ПРОВЕРЯЮЩЕГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТМЕТКИ О ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ И ОЦЕНКИ ТЕХНИКИ. БЕЗ ЭТОГО РАБОТА НЕ БУДЕТ ЗАСЧИТАНА!

Будет оценена техника безопасности! (2 балла)

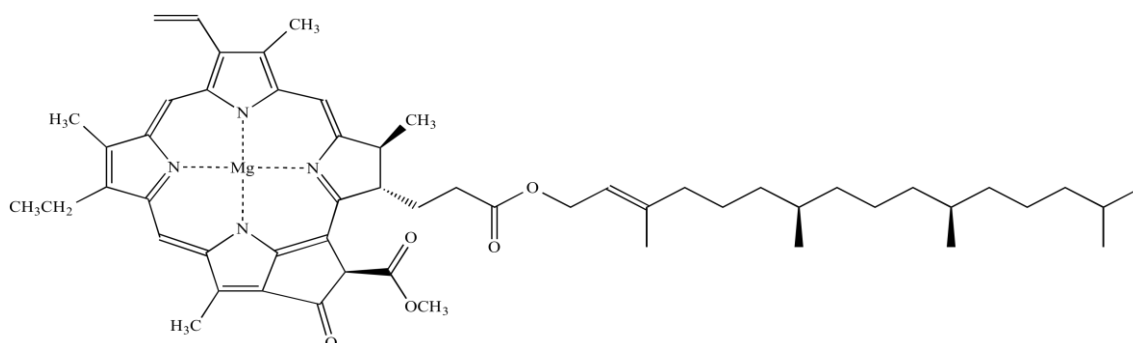
7. Ответьте на вопросы:

Какую функцию выполняют ксантофиллы в световой фазе фотосинтеза? (отметьте нужные ответы) а) антенную **Да / Нет**; б) структурную **Да / Нет**; в) реакционного центра **Да / Нет**; г) фотоокисление воды **Да / Нет**; д) первичное разделение зарядов в фотосистеме I **Да / Нет**; е) первичное разделение зарядов в фотосистеме II **Да / Нет**; ж) фотопротекторную **Да / Нет**; з) антиоксидантную **Да / Нет**; и) образование макроэргических связей **Да / Нет**. (4 балла, прогр)

8. Рассмотрите строение молекулы хлорофилла и укажите характерные особенности его строения, соединив подписи и соответствующую часть формулы (6 баллов).

● Пиррольное кольцо (достаточно указать только одно)

● Метиновый мостик, соединяющий пиррольные кольца в порфириновое кольцо (достаточно указать один)



● Атом магния

● V кольцо

● Ковалентные связи, которые разрушаются при действии щелочи

● Остаток спирта фитола («Фитольный хвост»)

Ответьте на вопросы:

Какую функцию выполняет хлорофилл а в световой фазе фотосинтеза? (отметьте нужные ответы)
 а) антенную **Да / Нет**; б) структурную **Да / Нет**; в) реакционного центра **Да / Нет**; г) перенос электронов **Да / Нет**; д) первичное разделение зарядов в фотосистеме I **Да / Нет**; е) первичное разделение зарядов в фотосистеме II **Да / Нет**; ж) фотопротекторную **Да / Нет**; з) антиоксидантную **Да / Нет**; и) образование макроэргических связей **Да / Нет**. (4 балла, прогр)

9. При облучении раствора хлорофилла монохроматическим синим светом наблюдается красное свечение – флуоресценция. Это связано с тем, что электрон в молекуле переходит последовательно с одних энергетических уровней на другие. Нарисуйте схему движения электрона при возбуждении «синим» и последующем излучении «красного» кванта света путем флуоресценции (3 балла).

S₂ _____

S₁ _____

T₁ _____

S₀ _____

10. Какая форма активного кислорода образуется при взаимодействии молекулы O₂ с триплетным возбужденным состоянием хлорофилла (обведите правильный ответ):
 а) перекись водорода (H₂O₂); б) супероксид анион-радикал (O₂^{•-});
 в) синглетный кислород (¹O₂); г) гидоксил-радикал (OH[•]) (1 балл)

Примечание: критерий для оценки вопросов 4 балла, прогр.:

Число правильных ответов	0 – 4	5 – 6	7	8	9
Баллы	0 баллов	1 балл	2 балла	3,5 балла	4 балла

ЗАДАНИЯ
практического тура заключительного этапа
XXXIV Всероссийской олимпиады школьников по биологии
Ставрополь, 2018 г.

ЭТОЛОГИЯ

В этом задании Вам предлагается изучить некоторые аспекты репродуктивного поведения лабиринтовых рыб - представителей подотряда ползуновидные (Anabantoidei). Один из наиболее популярных среди аквариумистов представитель этого подотряда - сиамский петушок (*Betta splendens*). Самцы сиамских петушков известны не только своей яркой окраской и развитой заботой о потомстве, но и своим агрессивным поведением по отношению к другим самцам, за что петушка также называют бойцовой рыбкой. Вызвать агрессивное поведение у самца довольно просто - достаточно поднести к аквариуму зеркало, и он тут же начнет атаковать свое отражение.

Любить —
это с простынь,
бессонницей
рванных,
срываться,
ревнуя к Копернику,
его,
а не мужа Марьи Ивановны,
считая
своим
соперником.

В.В.Маяковский

Задача 1. Репродуктивное поведение сиамских петушков (18 баллов)

Просмотрите видеофайлы «зеркало» и «самка», расположенные на вашем рабочем столе, после чего заполните таблицу ниже, отметив, какие особенности поведения самца наблюдаются в тех или иных условиях. Отмечая, знаками «-» отсутствие «+» присутствие «↑» увеличение и «↓» уменьшение проявления элемента поведения самца.

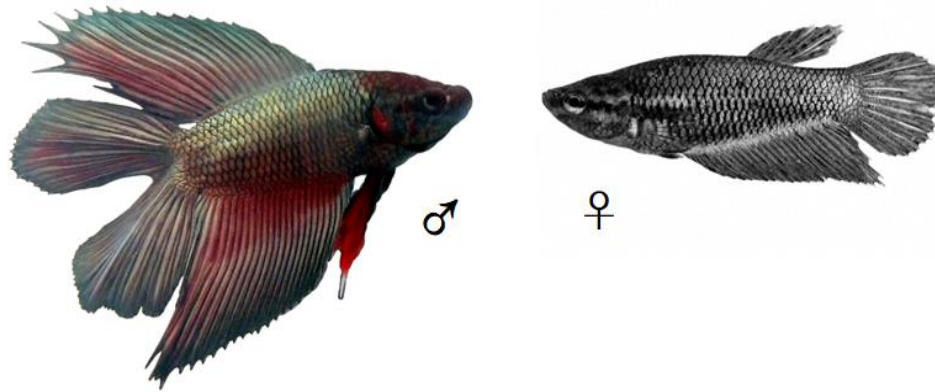
Особенности поведения самца	Без внешних стимулов	Перед зеркалом	В присутствии самки
Биения грудных плавников			
Появление горизонтальных полос на теле			
Оттопыривание жаберной крышки			
Боковая демонстрация			
Глотание воздуха			
Растопыривание анального плавника			

Какие из утверждений о поведении самца сиамского петушка являются верными:

1. Оттопыривание жаберной крышки демонстрирует, что самец может долго оставаться без дыхания, ведь жаберное дыхание является единственным источником кислорода для сиамского петушка.
2. Латеральная демонстрация призвана увеличить кажущийся размер самца.
3. Можно предположить, что агрессия самца по отношению к своему сопернику и ритуал ухаживания за самкой запускается выделением одного и того же полового гормона.
4. Скорее всего, ритуал ухаживания развился из защитного поведения самца от крупных хищников.
5. Изменение частоты заглатывания воздуха связано с изменением скорости метаболизма.
6. Скорее всего, самец сиамского петушка не отличает самца от самки.

Если самцу длительное время показывать зеркало, он перестанет его атаковать. Какова причина такого изменения поведения?

Для сиамских петушков характерен ярко выраженный половой диморфизм. Самцы отличаются от самок более яркой окраской и крупными и широкими плавниками.



Как вторичные половые признаки, присущие самцам сиамских петушков, влияют на их выживаемость в дикой природе?

Каким образом такие признаки смогли закрепиться путем естественного отбора?

Различные внешние раздражители (появление самки или другого самца) запускают разное поведение у самцов сиамских петушков. Но иногда различные стимулы поступают одновременно. Таким образом, наблюдается конкуренция нервных центров за выбор сценария поведения, известная как обобщенный принцип доминанты. Экспериментатор решил проверить, как самцы будут реагировать на одновременное присутствие двух стимулов: своего отражения и самки. Для этого он отобрал восемь самцов петушков, после чего последовательно предлагал им раздражители, отмечая, какой из них предпочтет самец. Результаты эксперимента представлены в таблице ниже.

	Предпочел ухаживать за самкой	Предпочел атаковать отражение	Итого
Самец 1	4	6	10
Самец 2	1	9	10
Самец 3	3	7	10
Самец 4	5	5	10
Самец 5	3	7	10
Самец 6	0	10	10
Самец 7	7	3	10
Самец 8	2	8	10
Итого	25	55	80
Среднее (математическое ожидание)	3,13	6,87	
Стандартное отклонение	2,23	2,23	

Экспериментатор, проводивший исследование, предположил, что самцы сиамских петушков чаще предпочитают атаковать свое отражение в зеркале, когда им предягают задачу с выбором. Он решил воспользоваться t-критерием для того, чтобы показать это.

Рассчитайте стандартное отклонение разницы, используя формулу

$$S = \sqrt{(S_A^2 / N_A) + (S_B^2 / N_B)}$$

Рассчитайте значение t-критерия, используя формулу

$$|M_A - M_B| / S$$

Используя полученное значение t, а также таблицу значений t-критерия, оцените вероятность, с которой различия между двумя выборками неслучайны?

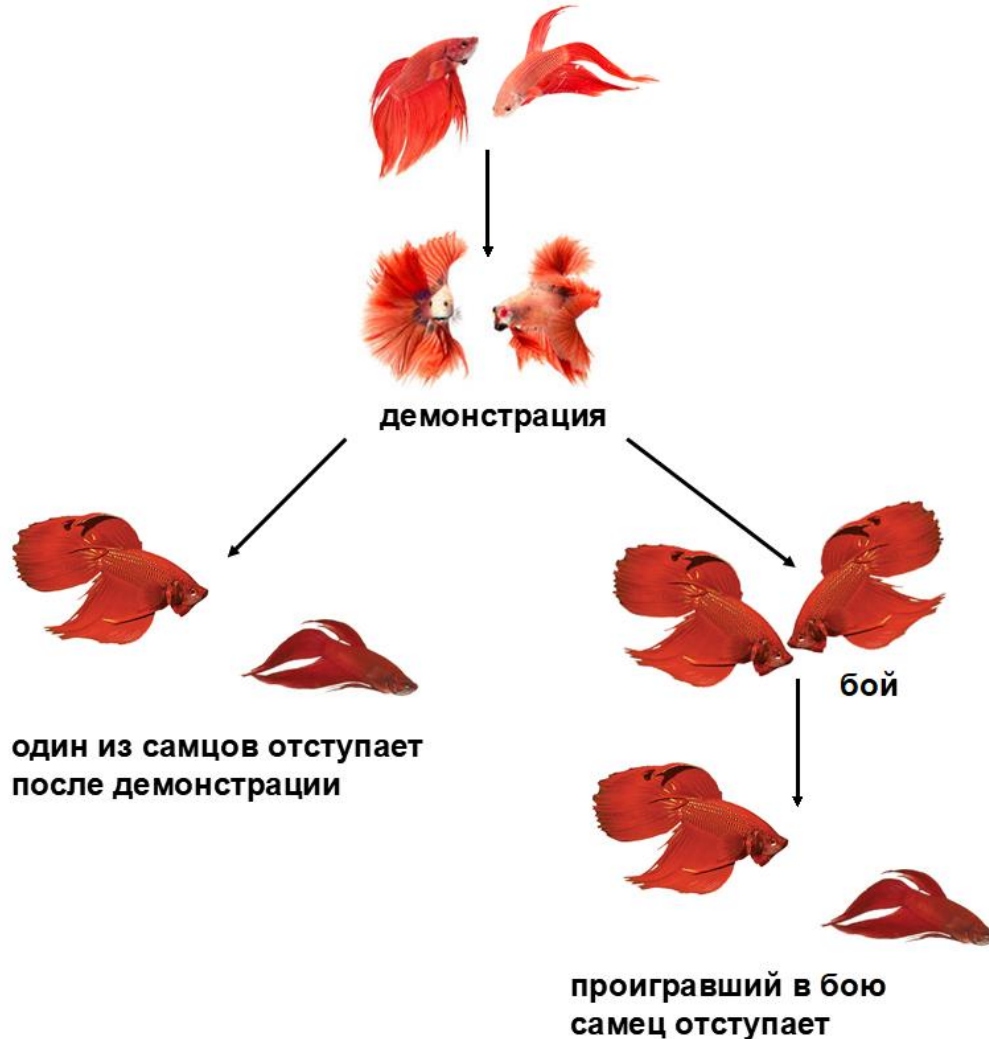
Исследователь внимательно изучил результаты проведенных экспериментов. Он предположил, что не все самцы используют одну и ту же стратегию. Иными словами: вероятность атаковать отражение вместо ухаживания за самкой неодинакова для самцов из предложенной выборки.

Какой статистический критерий Вы бы предложили использовать для проверки этой гипотезы?

Какое количество классов распределения Вы будете использовать?

Задача 2. Стратегии поведения самцов сиамских петушков в популяции. (10 баллов)

Самцы сиамских петушков могут использовать различные стратегии брачного поведения при конкуренции с другими самцами. В ситуации, когда два самца встречаются, начинается поединок. Сперва самцы демонстрируют свою силу. После демонстрации один из самцов может отступить. Если же ни один из самцов не отступает, тогда начинается бой. В ходе боя самцы могут нанести друг другу тяжелые увечья. Победителю такого противостояния достается право спариться с самкой.



Поведение самцов сиамских петушков можно приблизительно интерпретировать в терминах теории игр. При таком подходе за каждое действие самцу начисляются или снимаются «очки».

Будем считать, что на демонстрацию силы самец тратит **10 очков**. На бой самец тратит еще **40 очков**. В случае отступления после демонстрации очки не начисляются, но и не снимаются. В случае поражения в бою самец теряет **80 очков**. Наконец, победитель, которому достается самка (не важно, как был выигран поединок, демонстрацией или в бою), получает **100 очков**.

Каков успех самца, победившего в бою? (1 балл)

Каков проигрыш самца, проигравшего в бою? (1 балл)

Оказывается, что самцы сиамских петушков используют различные стратегии ведения поединков. Условно, самцов можно разделить на две группы: **агрессоры**, которые не отступятся, пока не победят или проиграют в бою, и **миролюбивые самцы**, которые ограничиваются демонстрацией силы и отступают, когда дело доходит до боя. Таким образом, при встрече самцов друг с другом возможны следующие сценарии развития поединка:

При встрече двух **миролюбивых самцов** оба ограничиваются демонстрацией силы, после чего один из них с вероятностью 50% отступает, а другой получает самку.

При встрече **миролюбивого самца** и **агрессора** оба сперва демонстрируют силу, после чего миролюбивый самец всегда отступает, а агрессор получает самку.

При встрече двух **агрессоров** оба сперва демонстрируют силу, после чего начинается бой. Один из самцов с вероятностью 50% побеждает и получает самку.

Заполните таблицу успехов (4 балла)

	Миролюбивым самцом	Агрессором
Средний успех миролюбивого самца при встрече с		
Средний успех агрессора при встрече с		

Рассчитайте полный успех для миролюбивого самца, выразив его через x - долю миролюбивых самцов в популяции и y - долю агрессоров в популяции (1 балл)

Рассчитайте полный успех для агрессора, выразив его через x - долю миролюбивых самцов в популяции и y - долю агрессоров в популяции (1 балл)

При какой доле агрессоров в популяции будет наблюдаться динамическое равновесие (2 балла).

Задача 3. Эволюция родительского поведения лабиринтовых рыб (12 баллов)

Сиамские петушки являются представителями большого и крайне разнообразного подотряда ползуновидные (Anabantoidei). Представители ползуновидных известны наличием особого органа в верхней части глотки - сосудистого лабиринта, позволяющего дышать атмосферным воздухом, что оказывается необходимым при обитании в водоемах с бедной кислородом водой. Также они известны своей заботой о потомстве: самец сиамского петушка строит плавающее гнездо из пузырей, в котором созревает икра; в течение этого времени самец яростно охраняет свое потомство. Однако родительское поведение может значительно различаться у разных видов ползуновидных. Ознакомится с его особенностями Вы можете, просмотрев файл «Лабиринтовые» на рабочем столе.

Благодаря современным данным молекулярной филогенетики, нам удалось с достаточно высокой точностью воссоздать эволюционное древо лабиринтовых рыб. Теперь, используя эти данные, можно изучить и эволюцию родительского поведения в этом подотряде



Рисунок. Эволюционные связи родов подотряда ползуновидные (лабиринтовые).

Отметьте на диаграмме следующие события:

(Внимание! Расставляя события на диаграмме, руководствуйтесь принципом парсиномии! Предполагается, что появление какого-либо признака и его потеря - события, обладающие одинаковым эволюционным весом)

А - Появление плавающего гнезда из пузырьков

Б - Появление инкубации икры во рту

В - Самка участвует в заботе о мальках

Г - Икра тяжелее воды

Д - Появление заботы о потомстве

Изучите предложенное Вам филогенетическое древо и отметьте правильные утверждения:

	Утверждение
1	Скорее всего, способность строить плавающие гнезда из пузырьков неоднократно терялась в процессе эволюции лабиринтовых рыб
2	Наиболее вероятно, что предок лабиринтовых ухаживал за потомством
3	Скорее всего, плавающее гнездо из пузырьков появилось как способ привлечения самки и не имеет отношения к инкубации икры
4	Скорее всего, у предков шоколадного гурами, самка сама собирала икру со дна, после чего инкубировала ее в ротовой полости
5	Скорее всего, предки целующегося гурами ухаживали за потомством
6	Скорее всего, предки шукоголова строили плавающие гнезда из пузырьков

Среди лабиринтовых рыб наблюдается три способа инкубации икры: в погруженном гнезде, в плавающем гнезде и в ротовой полости. На основании анализа эволюционных связей лабиринтовых рыб, изобразите на диаграмме эволюционные связи между этими тремя стратегиями заботы о потомстве.

	Утверждение
7	Скорее всего, стратегия строить плавающие гнезда развилась из стратегии строить погруженные гнезда
8	Скорее всего, стратегия инкубировать икру во рту возникла независимо у рыб, не имевших заботу о потомстве
9	Скорее всего, стратегия строить плавающие гнезда возникла независимо у рыб, не имевших заботу о потомстве
10	Скорее всего, стратегия инкубировать икру во рту возникла у рыб, инкубировавших икру в плавающих гнездах

Постарайтесь объяснить, с какими особенностями физиологии и экологии была связана эволюция родительского поведения? Какие факторы способствовали возникновению инкубации икры в плавающем гнезде или во рту? (2 балла)

Если Вы уже выполнили все задания, и заполнили лист ответов, но осталось свободное время, Вы можете посмотреть видеофайлы «бой» и «нерест» и насладиться поведением сиамских петушков.

Удачи!!!

ЭТОЛОГИЯ

ЛИСТ ОТВЕТОВ

Задача 1. Репродуктивное поведение сиамских петушков (18 баллов)

Заполните таблицу (6 баллов)

Особенности поведения самца	Без внешних стимулов	Перед зеркалом	В присутствии самки
Биения грудных плавников			
Появление горизонтальных полос на теле			
Оттопыривание жаберной крышки			
Боковая демонстрация			
Глотание воздуха			
Растопыривание анального плавника			

Отметьте верные утверждения (3 балла)

Утверждение	1	2	3	4	5	6
Верно						
Неверно						

Ответьте на вопросы

Если самцу длительное время показывать зеркало, он перестанет его атаковать. Какова причина такого изменения поведения?

Как вторичные половые признаки, присущие самцам сиамских петушков, влияют на их выживаемость в дикой природе?

Каким образом такие признаки смогли закрепиться путем естественного отбора?

S	t	p
Какой статистический критерий Вы бы предложили использовать для проверки гипотезы?	Какое количество классов распределения Вы будете использовать?	

Задача 2. Стратегии поведения самцов сиамских петушков в популяции. (10 баллов)

Успех самца, победившего в бою (1 балл)										
Успех самца, проигравшего в бою (1 балл)										
Заполните таблицу успехов (4 балла)										
	<table border="1"> <tr> <th></th> <th>Миролюбивым самцом</th> <th>Агрессором</th> </tr> <tr> <td>Средний успех миролюбивого самца при встрече с</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Средний успех агрессора при встрече с</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Миролюбивым самцом	Агрессором	Средний успех миролюбивого самца при встрече с			Средний успех агрессора при встрече с		
	Миролюбивым самцом	Агрессором								
Средний успех миролюбивого самца при встрече с										
Средний успех агрессора при встрече с										
Полный успех самца агрессора (1 балл)										
Полный успех миролюбивого самца (1 балл)										
Доля агрессоров в равновесной популяции (2 балла)										

Задача 3. Эволюция родительского поведения лабиринтовых рыб (12 баллов)

Отметьте эволюционные события на диаграмме (5 баллов)



Утверждения (5 баллов)

Утверждение	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Верно										
Неверно										

Постарайтесь объяснить, с какими особенностями физиологии и экологии была связана эволюция родительского поведения? Какие факторы способствовали возникновению инкубации икры в плавающем гнезде или во рту? (2 балла)

УДАЧИ!!!