

БИОЛОГИЯ 2026 год отборочный этап

Вам предлагается сформулировать полный развёрнутый ответ (с приведением примеров) на поставленные вопросы для каждого задания отдельно. Предполагается свободный вариант ответа на задание. Каждая самостоятельная мысль оценивается определенным количеством баллов.

Максимальное количество баллов определяется эрудированностью участника.

№1

В лаборатории экспериментатор выделил два белка: белок А несет положительный заряд (обладает основными свойствами), белок В – отрицательный заряд (обладает кислотными свойствами). В дальнейшем ему необходимо определить нуклеотидную последовательность генов выделенных фрагментов белков, используя метод терминирующих оснований Ф. Сэнгера.

В ДНК нуклеотиды соединяются между собой посредством взаимодействия ОН-группы дезоксирибозы одного нуклеотида и ОН-группы остатка фосфорной кислоты другого нуклеотида. В основе метода, предложенного Сэнгером, лежит использование дидезоксинуклеозидтрифосфатов (ддНТФ: ддАТФ, ддТТФ, ддГТФ, ддЦТФ), которые не имеют 3'-ОН группы для образования связи со следующей фосфатной группой. Поэтому в результате включения подобного дигидроксинуклеотида в отличие от обычного дНТФ (дАТФ, дТТФ, дГТФ, дЦТФ) синтез комплементарной цепи ДНК терминируется.

При проведении анализа для каждого образца ДНК готовится 4 реакционных смеси, которые содержат множество копий образца ДНК, смесь четырех дНТФ (дАТФ, дТТФ, дГТФ, дЦТФ), праймер, фермент и один из терминирующих ддНТФ (ддАТФ, ддТТФ, ддГТФ, ддЦТФ). В результате в каждой реакционной смеси формируются цепи разной длины с разными видами ддНТФ. Результаты реакции визуализируют с помощью гель-электрофореза и по набору полос восстанавливают исходную последовательность.

Экспериментатор провел анализ нуклеотидной последовательности генов выделенных фрагментов белков. **Однако экспериментатор забыл подписать пробирки с белками.**

После электрофореза в агарозном геле зафиксировал следующий порядок полос (от старта к финишу – от коротких к длинным фрагментам).

	Нуклеотидная последовательность гена фрагмента белка 1	Нуклеотидная последовательность гена фрагмента белка 2
ддАТФ	5 bp	12 bp, 18 bp
ддТТФ	3 bp, 7 bp, 13 bp, 14 bp, 15 bp,	4 bp, 5 bp, 10 bp, 15 bp, 16 bp, 19 bp
ддГТФ	4 bp, 9 bp, 11 bp, 16 bp, 18 bp	2 bp, 8 bp, 9 bp, 11 bp, 13 bp, 17

		bp
ддЦТФ	2 bp, 6 bp, 8 bp, 10 bp, 12 bp, 17 bp, 19 bp	3 bp, 6 bp, 7 bp, 14 bp

Пояснение: Каждый пик на электрофореграмме соответствует фрагменту ДНК, закончившемуся на дидезоксинуклеотиде (ddNTP) конкретного типа. Длина фрагмента (в bp) соответствует **позиции нуклеотида** в цепи (считая от праймера). Порядок полос в геле отражает **последовательность включения** нуклеотидов в растущую цепь. Последовательность комплементарной цепи «считывается» **снизу вверх** (от коротких к длинным фрагментам). Для восстановления исходной матрицы используется **принцип комплементарности**.

Задания:

1. Как называется процесс определения нуклеотидной последовательности ДНК? (0,5 балла)
2. Какой фермент добавляют в реакционную смесь при определении нуклеотидной последовательности? (0,5 балла)
3. Какую роль выполняет праймер? (0,5 балла)
4. Восстановите нуклеотидные последовательности комплементарных цепей ДНК (от 5'- к 3'-концу), используя данные электрофореза. (4 балла)
5. Запишите **исходные матрицы** (от 3'- к 5'-концу), на основе которых синтезировались комплементарные цепи. (1 балла)
6. Объясните, как именно данные электрофореза позволяют определить **последовательность**, ссылаясь на принцип метода Сэнгера. (1 балл)
7. Определите аминокислотную последовательность фрагментов молекул белков. (1 балл)
8. Определите какая нуклеотидная последовательность соответствует белку А, а какая – белку В. Ответ обоснуйте. (1,5 балла)

Задание оценивается в 10 баллов.

Элементы ответа

1. Секвенирование
2. ДНК-полимераза
3. Праймер выполняет роль затравки, к которой ДНК-присоединяет нуклеотиды, поскольку добавлять нуклеотиды фермент может только к другим нуклеотидам.
4. комплементарная последовательность
 - 1) 5'-ЦТГАЦТЦГЦЦТТТГЦГЦ-3'
 - 2) 5'-ГЦТТЦЦГТГАГЦТТГАТ-3'
5. матрица
 - 1) 3'-ГАЦТГАГЦГЦГАААЦГЦГ-5'
 - 2) 3'-ЦГААГГЦЦАЦТЦГААЦТА-5'
6. В методе Сэнгера каждый фрагмент ДНК заканчивается дидезоксинуклеотидом (ддНТФ), который остановил синтез. Длина фрагмента соответствует позиции нуклеотида в цепи (считая от праймера). Порядок полос в геле отражает последовательность включения нуклеотидов

в растущую цепь. Чтобы восстановить комплементарную цепь (5' → 3'), нужно перечислить нуклеотиды в порядке их терминации, начиная с самого короткого фрагмента.

7. 1) лей-тре-арг-ала-лей-арг

2) ала-сер-гли-глу-лей-асп

8. Белок А – последовательность 1, белок В – последовательность 2. В основном белке присутствуют аминокислоты с положительным зарядом арг, а в кислотных – отрицательный заряд глу и асп.

№2

В браке женщины с положительным резус фактором и эллиптоцитозом и мужчиной с отрицательным резус фактором, легкой формой гипертрихоза ушной раковины родился ребенок с отрицательным резус фактором, гипертрихозом и хондродистрофией. У обеих бабушек как по линии материи, так и по линии отца отмечалась «утиная походка». Определите вероятность рождения указанного ребенка, а также вероятность рождения здоровых по всем нозологиям детей в семье.

Справочная информация:

1. PAR-областях X- и Y-хромосом локализованы гены, вызывающие патологии развития скелета, например хондродистрофии, между которыми может происходить кроссинговер с вероятностью 12%.

2. В первой хромосоме человека локализованы гены резус фактора и эллиптоцитоза на расстоянии 3 морганид.

3. При решении задачи учитываем, что доминантные аллели генов резус фактора и эллиптоцитоза локализованы в одной гомологичной хромосоме.

Задание оценивается в 15 баллов.

Элементы ответа

Дано:

R – положительный резус-фактор

r – отрицательный резус-фактор

E – эллиптоцитоз

e – норма (без эллиптоцитоза)

Y^B, X^B – здоров (без хондродистрофии)

Y^b, X^b – хондродистрофия

Y – без гипертрихоза

Y^a – гипертрихоз

Решение:

P: ♀ $\frac{RE}{re} X^B X^b$ × ♂ $\frac{re}{re} X^b Y^{Ba}$ *2 балла за каждый генотип*

G: некросоверные некросоверные *1 балл за все гаметы одного родителя*
 $\frac{RE}{RE} X^B$ $\frac{re}{re} X^b$
 $\frac{RE}{re} X^b$ $\frac{re}{re} Y^{Ba}$
 $\frac{re}{re} X^B$
 $\frac{re}{re} X^b$

кроссоверные

$\underline{Re} X^B$

$\underline{Re} X^b$

$\underline{rE} X^B$

$\underline{rE} X^b$

кроссоверные

$\underline{re} X^B$

$\underline{re} Y^{ba}$

F₁: 3 балла за генотипы всех детей, 3 балла за фенотипы всех детей

♀ \ ♂	$\underline{re} X^b$ 0,44	$\underline{re} Y^{Ba}$ 0,44	$\underline{re} X^B$ 0,06	$\underline{re} Y^{ba}$ 0,06
$\underline{RE} X^B$ 0,2425	$\frac{re}{RE} X^B X^b$ ♀ Положит.резус эллиптоцитоз без хондродист. без гипертрихоза 0,1067	$\frac{re}{RE} X^B Y^{Ba}$ ♂ Положит.резус эллиптоцитоз без хондродист. гипертрихоз 0,1067	$\frac{re}{RE} X^B X^B$ ♀ Положит.резус эллиптоцитоз без хондродист. без гипертрихоза 0,01455	$\frac{re}{RE} X^B Y^{ba}$ ♂ Положит.резус эллиптоцитоз без хондродист. гипертрихоз 0,01455
$\underline{RE} X^b$ 0,2425	$\frac{re}{RE} X^b X^b$ ♀ Положит.резус эллиптоцитоз хондродистрофия без гипертрихоза 0,1067	$\frac{re}{RE} X^b Y^{Ba}$ ♂ Положит.резус эллиптоцитоз без хондродист. гипертрихоз 0,1067	$\frac{re}{RE} X^B X^b$ ♀ Положит.резус эллиптоцитоз без хондродист. без гипертрихоза 0,01455	$\frac{re}{RE} X^b Y^{ba}$ ♂ Положит.резус эллиптоцитоз хондродистрофия гипертрихоз 0,01455
$\underline{re} X^B$ 0,2425	$\frac{re}{re} X^B X^b$ ♀ Отрицат.резус без эллиптоцит. без хондродист. без гипертрихоза 0,1067	$\frac{re}{re} X^B Y^{Ba}$ ♂ Отрицат.резус без эллиптоцит. без хондродист. гипертрихоз 0,1067	$\frac{re}{re} X^B X^B$ ♀ Отрицат.резус без эллиптоцит. без хондродист. без гипертрихоза 0,01455	$\frac{re}{re} X^B Y^{ba}$ ♂ Отрицат.резус без эллиптоцит. без хондродист. гипертрихоз 0,01455
$\underline{re} X^b$ 0,2425	$\frac{re}{re} X^b X^b$ ♀ Отрицат.резус без эллиптоцит. хондродистрофия без гипертрихоза 0,1067	$\frac{re}{re} X^b Y^{Ba}$ ♂ Отрицат.резус без эллиптоцит. без хондродист. гипертрихоз 0,1067	$\frac{re}{re} X^B X^b$ ♀ Отрицат.резус без эллиптоцит. без хондродист. без гипертрихоза 0,01455	$\frac{re}{re} X^b Y^{ba}$ ♂ Отрицат.резус без эллиптоцит. хондродистрофия гипертрихоз 0,01455 или 1,455%
$\underline{Re} X^B$ 0,0075	$\frac{re}{Re} X^B X^b$ ♀ Положит.резус без эллиптоцит. без хондродист. без гипертрихоза 0,0033	$\frac{re}{Re} X^B Y^{Ba}$ ♂ Положит.резус без эллиптоцит. без хондродист. гипертрихоз 0,0033	$\frac{re}{Re} X^B X^B$ ♀ Положит.резус без эллиптоцит. без хондродист. без гипертрихоза 0,00045	$\frac{re}{Re} X^B Y^{ba}$ ♂ Положит.резус без эллиптоцит. без хондродист. гипертрихоз 0,00045
$\underline{Re} X^b$ 0,0075	$\frac{re}{Re} X^b X^b$ ♀ Положит.резус без эллиптоцит. хондродистрофия	$\frac{re}{Re} X^b Y^{Ba}$ ♂ Положит.резус без эллиптоцит. без хондродист.	$\frac{re}{Re} X^B X^b$ ♀ Положит.резус без эллиптоцит. без хондродист.	$\frac{re}{Re} X^b Y^{ba}$ ♂ Положит.резус без эллиптоцит. хондродистрофия

	без гипертрихоза 0,0033	гипертрихоз 0,0033	без гипертрихоза 0,00045	гипертрихоз 0,00045
$rE X^B$ 0,0075	$\frac{re}{rE} X^B X^b$ ♀ Отрицат.резус эллиптоцитоз без хондродист. без гипертрихоза 0,0033	$\frac{re}{rE} X^B Y^{Ba}$ ♂ Отрицат.резус эллиптоцитоз без хондродист. гипертрихоз 0,0033	$\frac{re}{rE} X^B X^B$ ♀ Отрицат.резус эллиптоцитоз без хондродист. без гипертрихоза 0,00045	$\frac{re}{rE} X^B Y^{ba}$ ♂ Отрицат.резус эллиптоцитоз без хондродист. гипертрихоз 0,00045
$rE X^b$ 0,0075	$\frac{re}{rE} X^b X^b$ ♀ Отрицат.резус эллиптоцитоз хондродистрофия без гипертрихоза 0,0033	$\frac{re}{rE} X^b Y^{Ba}$ ♂ Отрицат.резус эллиптоцитоз без хондродист. гипертрихоз 0,0033	$\frac{re}{rE} X^B X^b$ ♀ Отрицат.резус эллиптоцитоз без хондродист. без гипертрихоза 0,00045	$\frac{re}{rE} X^b Y^{ba}$ ♂ Отрицат.резус эллиптоцитоз хондродистрофия гипертрихоз 0,00045

Ребенок с отрицательным резус фактором, гипертрихозом и хондродистрофией имеет генотип $\frac{re}{re} X^b Y^{ba}$, вероятность рождения 0,01455 или 1,455% 1 балл.

Дети здоровые по всем нозологиям имеют генотипы – $\frac{re}{re} X^B X^b$, $\frac{re}{Re} X^B X^b$, $\frac{re}{re} X^B X^B$, $\frac{re}{Re} X^B X^B$ общая вероятность рождения 0,14 или 14% 2 балла.

№3

Известно, что на современное человечество действуют факторы, способные влиять на частоты аллелей в генофондах популяций. Рассмотрите следующие процессы и феномены.

Для каждого феномена (1-4) определите, какие эволюционные механизмы (движущие силы эволюции) играют в нём ключевую роль и дайте краткое обоснование.

Для справки - эволюционные механизмы: естественный отбор (и его формы: стабилизирующий, движущий, дизруптивный, половой, групповой); мутационный процесс; изоляция; дрейф генов; поток генов (миграция).

Феномен 1. Медицинский патронаж

Внедрение антибиотиков (с 1940-х), вакцин, методов ЭКО, генной терапии позволяет выживать и оставлять потомство людям с генотипами, которые в естественной среде имели бы крайне низкую приспособленность. Примеры: наследственные иммунодефициты, тяжёлые формы муковисцидоза, фенилкетонурия без диеты.

Феномен 2. Глобализация и панмиксия

За последние 100 лет миграционная подвижность выросла в десятки раз. Браки между представителями географически и культурно изолированных популяций стали обычным явлением. Например, частота гена *CCR5-Δ32* (обеспечивающего устойчивость к ВИЧ), максимальная в

Северной Европе (~10%), теперь встречается в популяциях, где 200 лет назад его не было.

Феномен 3. Изменение репродуктивной стратегии

В постиндустриальных обществах резко снизилась рождаемость. Среднее число детей на женщину (коэффициент фертильности, TFR): глобально: 2.3 (2023), Европа: 1.5, Нигерия: 6.7.

При этом в развитых странах наблюдается отрицательный корреляционный отбор по образованию и доходу: женщины с высшим образованием и высоким социальным статусом имеют меньше детей в среднем, чем женщины с низким уровнем образования.

Феномен 4. Новые факторы отбора

Появились новые источники смертности, влияющие на частоты различных генотипов:

- устойчивость к малярии (аллель HbS) в условиях распространения противомаларийных средств и mosquito control теряет своё адаптивное значение в ряде регионов.
- Непереносимость лактозы во взрослом возрасте перестала быть строгим ограничивающим фактором в обществах с доступом к безлактозным продуктам.
- COVID-19: данные указывают, что некоторые аллели HLA-системы ассоциированы с тяжестью протекания болезни.

Ответ оформите в виде таблицы с пояснением (1-2 предложения).

Феномен	Эволюционный механизм	Краткое обоснование

Задание оценивается в 10 баллов.

Элементы ответа

Феномен	Эволюционный механизм	Краткое обоснование
1	Ослабление естественного отбора (стабилизирующего/движущего против вредных аллелей) (1,5 балла)	Снижается элиминация особей с низкой приспособленностью, что может вести к накоплению патогенных аллелей (генетический груз). (1 балл)
2	Поток генов (миграция) → снижение изоляции (1 балл)	Массовая миграция и межпопуляционные браки ведут к обмену генами между ранее

Феномен	Эволюционный механизм	Краткое обоснование
		<p>изолированными группами, гомогенизируя генофонд. (1 балл)</p>
3	<p>Естественный отбор (движущий и половой), возможно дизруптивный (1 балл)</p>	<p>Различия в фертильности создают дифференциальное размножение генотипов. Отрицательная корреляция «образование-фертильность» может создавать сложный отбор по кластерам признаков. В современном обществе репродуктивный успех часто отрицательно коррелирует с социально-экономическим статусом и образованием, что ведет к изменению частот аллелей, связанных с поведением и интеллектом (1,5 балла)</p>
4	<p>Изменение направленности естественного отбора (1 балл)</p>	<p>Старые адаптации (HbS) теряют ценность, возникают новые факторы отбора (например, устойчивость к вирусам через аллели HLA). Доступность безлактозных продуктов нивелировала негативные последствия непереносимости (диарея, обезвоживание), которые снижали приспособленность. Отбор против непереносимости во взрослом возрасте прекратился. Пандемия выступает фактором смертности: люди с определенными аллелями HLA (вызывающими «цитокиновый шторм») умирают чаще, в то время как частота «защитных» аллелей, позволяющих легко перенести болезнь,</p>

Феномен	Эволюционный механизм	Краткое обоснование
		увеличивается в популяции. (2 балла)

№4

При операциях на органах брюшной полости в брюжейку вводят раствор местного анестетика (например, новокаина). Объясните цель и механизм этого воздействия.

Задание оценивается в 10 баллов.

Элементы ответа

1. В брюжейку вводят раствор местного анестетика (например, новокаина) для предупреждения остановки сердца во время операции. - **2 балла.**
2. При раздражении рецепторов брюшной полости (в том числе, брюжейки кишки) происходит активация парасимпатических волокон в составе блуждающего нерва. - **2 балла.**
3. От рецепторов по афферентным волокнам блуждающего нерва импульсы достигают ядра блуждающего нерва (нервный центр), а от него - по эфферентным волокнам блуждающего нерва - сердца. Парасимпатические влияния тормозят деятельность сердца вплоть до полной остановки. - **2 балла.**
4. Этот рефлекс называется рефлексом Гольца. Он относится к висцеро-висцеральным рефлексам, и не «выключается» наркозом - **2 балла.**
5. Введение новокаина в брюжейку блокирует натриевые каналы, благодаря которым распространяются импульсы и, таким образом, прерывает афферентное звено рефлекса Гольца - **2 балла.**

№5

Испытуемым предложили для запоминания два ряда глаголов. После запоминания первого ряда одному испытуемому предложили запомнить сразу же второй ряд. Другому испытуемому предложили запомнить второй ряд спустя несколько часов. Каков будет ответ испытуемых, если через сутки после запоминания второго ряда слов проверить запоминание слов обоих рядов?

Задание оценивается в 10 баллов.

Элементы ответа

1. Память человека в зависимости от времени сохранения информации делится на кратковременную и долговременную. – **1 балл.**
2. Кратковременная память удерживает информацию от нескольких секунд до нескольких минут. – **1 балл.**
3. Долговременная память хранит информацию в течение нескольких суток, месяцев, лет, а иногда и всей жизни. – **1 балл.**

4. Переход информации из кратковременной памяти в долговременную называется консолидацией памяти. – **2 балла.**
5. Основные структуры мозга, которые участвуют в консолидации памяти: гиппокамп, миндалевидное тело, базальные ганглии, мозжечок, кора больших полушарий головного мозга. – **2 балла.**
6. Для консолидации памяти требуется повторение информации. – **1 балл.**
7. Первому испытуемому сразу предложили запомнить второй ряд цифр сразу после запоминания первого ряда, поэтому у него не было условий для перевода этой информации в долговременную память. В стандартных условиях через сутки он сможет воспроизвести только второй ряд цифр. - **1 балл.**
8. У второго испытуемого в течение часа могла произойти консолидация памяти, он прочно запомнил первый ряд цифр, поэтому в стандартных условиях через сутки он сможет воспроизвести оба ряда цифр. - **1 балл.**

№6

Опираясь на Ваши знания в области анатомии человека и естественных наук, дайте обоснование особенностям строения, расположения, кровоснабжения каждого отдела тонкого кишечника, его роли в процессе пищеварения.

Задание оценивается в 10 баллов.

Элементы ответа

параметры для оценки ответа	содержание правильного ответа	балл
ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНАЯ КИШКА		
форма	подковообразная, 25 см в длину	0,3
положение	забрюшинное, начальный отдел кишечной трубки	0,3
отделы ДПК	верхний (ампула), нисходящий, горизонтальный, восходящий	1,2
большой сосочек ДПК	на большом сосочке (Фатеровом) открываются общий желчный проток и проток поджелудочной железы	0,3
слизистый слой	циркулярные складки, Либеркюновы крипты	0,3
подслизистый слой	дуоденальные железы	0,3
мышечный слой	2 слоя гладких мышц: внутренний циркулярный, наружный продольный	0,3
серозный слой	различное покрытие брюшиной, преимущественно забрюшинное	0,3
кровоснабжение	верхняя поджелудочно-двенадцатиперстная артерия из системы чревного ствола, нижняя поджелудочно-двенадцатиперстная артерия из верхней брыжеечной артерии, венозный отток	0,9

	в систему портальной вены	
функция	ощелачивание пищевой кашицы (химуса), начинается процесс кишечного пищеварения; регуляция выделения желчи и панкреатического сока; регуляция деятельности желудка; секреторная – продукция кишечного сока для переваривания продуктов питания; моторная – сокращения мышечного слоя обеспечивают перемешивание содержимого с ферментами; эвакуационная – продвижение содержимого 12-перстной кишки в тонкий кишечник	0,3
ТОЩАЯ КИШКА		
форма	трубчатая, без видимых расширений, длина 1-2 метра	0,3
положение	начинается после двенадцатиперстной кишки, располагается в левой верхней части брюшной полости, внутрибрюшинно	0,3
слизистый слой	циркулярные складки, кишечные ворсинки, крипты	0,3
подслизистый слой	лимфатические фолликулы одиночные	0,3
мышечный слой	2 слоя гладких мышц: внутренний циркулярный, наружный продольный	3
серозный слой	имеется брыжейка	0,3
кровообращение	тощекишечные ветви верхней брыжеечной артерии, венозный отток по верхней брыжеечной вене в систему воротной вены печени	0,6
функция	полостное и пристеночное пищеварение, всасывание аминокислот, жиров и углеводов-глюкозы, витаминов группы В, витамина С, жирорастворимых витаминов	0,3
ПОДВЗДОШНАЯ КИШКА		
форма	трубчатая, без видимых расширений, длина 1,5-2,5 метра	0,3
положение	начинается после тощей кишки, располагается в правой нижней части брюшной полости, заканчивается подвздошно-слепокишечным переходом, расположена внутрибрюшинно.	0,3
слизистый слой	циркулярные складки, кишечные ворсинки,	0,3

	крипты	
подслизистый слой	групповые лимфатические фолликулы - Пейеровы бляшки	0,3
мышечный слой	2 слоя гладких мышц: внутренний циркулярный, наружный продольный	0,3
серозный слой	имеется брыжейка	0,3
кровоснабжение	подвздошно-кишечные ветви верхней брыжеечной артерии, венозный отток по верхней брыжеечной вене в систему воротной вены печени	0,6
функция	заключительные этапы всасывания некоторых ди- и мономеров гидролизованной пищевой массы, продолжение всасывания солей и воды, участок кругооборота желчных кислот, кобаламина (В12) и других веществ. Иммунная защита.	0,3

№7

Опираясь на Ваши знания в области анатомии человека и естественных наук, дайте обоснования особенностям строения и функции молочной железы, кровоснабжения и лимфооттока.

Задание оценивается в 10 баллов.

Элементы ответа

параметры для оценки ответа	содержание правильного ответа	балл
строение железы макроскопическое	железа имеет вид конуса у нерожавших или цилиндра у рожавших женщин, на вершине располагается околососковый кружок - ареола и сосок. Форма и размеры молочных желез зависят от возраста, индивидуальных особенностей женщины, гормонального статуса.	1,6
строение железы - микроскопическое	видоизмененная потовая железа, устроенная по типу апокринных желез. Железистая ткань образует 15-20 альвеолярных долей, окруженных жировой тканью, разделенных соединительно-тканными связками Купера, фиксирующими железу между кожей и фасцией. Из долек выходят млечные протоки, которые сливаются в более крупные протоки, образуют млечные синусы - место накопления молока и открываются на ареоле и соске. Ареола содержит сальные железы и железы	1,6

	Монтогомери, которые играют важную роль при вскармливании ребенка	
расположение	парный орган на передней стенке грудной клетки на большой грудной мышце, на уровне от 2 до 6 ребра, сосок смещен вбок. Есть и у мужчин и у женщин.	1,6
кровообращение	Приток артериальной крови осуществляется по внутренней грудной, латеральной грудной, грудоключичной и задних межреберных артерий. Венозный отток от молочной железы осуществляется в основном через подмышечную вену.	2
отток лимфы	лимфоотток в 75 % осуществляется в подмышечные лимфоузлы той же стороны. Остальная часть лимфы оттекает в лимфоузлы (расположены под ключицей, около грудины и в области живота), а также в лимфатические сосуды другой молочной железы.	3,2

№8

Известно, что у личинок бесхвостых амфибий (головастиков) на ранних стадиях развития возможна полная регенерация конечностей, однако по мере метаморфоза эта способность резко снижается, и взрослые лягушки регенерируют конечности лишь очень ограниченно. В то же время, хвостатые амфибии (например, аксолотли и тритоны) сохраняют способность к регенерации конечностей на протяжении всей жизни.

1. Каков основной молекулярно-клеточный барьер, возникающий в процессе метаморфоза у бесхвостых амфибий, который блокирует формирование полноценной регенерационной бластемы (скопления дедифференцированных клеток) во взрослом состоянии? Назовите ключевой процесс.

2. Какие два основных отличия в иммунном ответе (в частности, в работе макрофагов) между хвостатыми и бесхвостыми амфибиями обуславливают их разную регенерационную способность во взрослом состоянии?

3. Предложите теоретический эксперимент по "омоложению" регенерационного ответа у взрослой лягушки, основанный на современных знаниях о механизмах регенерации.

Задание оценивается в 10 баллов.

Элементы ответа

1. Основной барьер (2 балла):

- формирование плотного рубца из внеклеточного матрикса (коллагена I типа),

- недостаточная дедифференцировка клеток.

У взрослой лягушки (в отличие от аксолотля), после ампутации быстро развивается интенсивный фиброзный ответ.

Клетки в области раны не дедифференцируются в массовую плюрипотентную бластему, а вместо этого дифференцируются в фибробласты и миофибробласты, которые активно синтезируют и откладывают плотно организованные коллагеновые волокна. Рубец физически и сигнально блокирует миграцию и пролиферацию клеток, необходимых для регенерации.

Ключевой процесс — фиброз (избыточное отложение внеклеточного матрикса), ингибирующий образование регенерационной бластемы.

2. Отличия в иммунном ответе (3 балла):

Роль макрофагов.

У хвостатых амфибий (аксолотль) макрофаги, прибывающие в зону ампутации, имеют преимущественно прорегенеративный фенотип (M2-подобный). Они секретируют противовоспалительные цитокины (например, IL-4, IL-13), которые:

- подавляют избыточное воспаление

- способствуют дедифференцировке клеток и пролиферации бластемы.

У бесхвостых амфибий (взрослая лягушка) после ампутации доминирует классический провоспалительный ответ (M1-подобный).

Макрофаги секретируют провоспалительные цитокины (TNF- α , IL-1 β , IFN- γ), которые:

- стимулируют фибробласты к выработке коллагена и усиливают фиброз, а не регенерацию.

3. Теоретический эксперимент (5 баллов).

Эксперимент направлен на ингибирование фиброза и модуляцию иммунного ответа (*учитывая указанные различия*).

Две группы лягушек: опытная и контроль.

Опытная группа: Взрослой лягушке ампутируют конечность и немедленно начинают локальное лечение области ампутации.

Воздействие 1: Ингибитор коллагеногенеза (*например, препарат на основе пенициллина или siRNA против коллагена I типа*) для предотвращения быстрого рубцевания.

Воздействие 2: Факторы, стимулирующие поляризацию макрофагов в прорегенеративный фенотип (*например, локальное введение цитокина IL-4 или активация соответствующих сигнальных путей*).

Контроль: Группа лягушек с ампутацией без лечения.

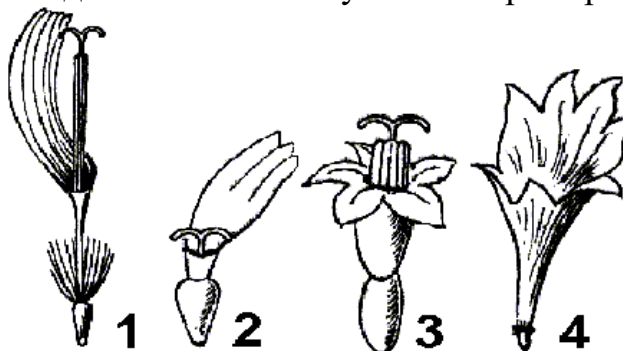
Ожидаемый результат:

В опытной группе ожидается замедление образования плотного рубца, увеличение пула дедифференцированных клеток в области ампутации и,

возможно, частичная регенерация структур конечности (*например, хрящевого шипа*), что будет значительным улучшением по сравнению с контролем. Контрольная группа - сформируется типичный рубец.

№9

Какие типы цветков представлены на рисунке? Приведите их формулы и примеры растений для каждого типа цветка. Для какого семейства характерны такие цветки? Напишите не менее 5 признаков, характерных для этого семейства. Какое значение в природе и жизни человека имеют растения этого семейства, приведите не менее 4 пунктов с примерами.



Задание оценивается в 15 баллов.

Элементы ответа

I. 1. Язычковый цветок. Формула: $\uparrow C_0 L_{(5)} T_{(5)} P_1$ Примеры растений: одуванчик, астра (2 балла).

2. Ложноязычковый цветок. Формула: $\uparrow C_0 L_{(3)} T_0 P_{0-1}$ Примеры растений: подсолнечник, девясил (2 балла).

3. Трубочатый цветок. Формула: $*C_0 L_{(5)} T_{(5)} P_1$ Примеры растений: ромашка, василек (2 балла).

4. Воронковидный цветок. Формула: $*C_0 L_{(5)} T_0 P_0$ Примеры растений: василек (2 балла).

II. Характерно для семейства Сложноцветные (Астровые) (1 балл).

Признаки семейства:

1. Соцветие корзинка, часто состоящая из нескольких типов цветков (0,5 балла).

2. Плод – семянка (0,5 балла)

3. Листья простые с цельной или рассеченной листовой пластинкой, без прилистников (1 балл).

4. Жизненные формы – однолетние и многолетние травы, кустарнички и кустарники (1 балл).

5. Чашелистики видоизменены в волоски и представлены хохолком (1 балл).

III. Значение:

1. Являются кормом для животных (семена подсолнечника для птиц) (0,5 балла).

2. Декоративное значение (астры, георгины) (0,5 балла).

3. Пищевая промышленность (цикорий, подсолнечное масло, салат латук) (0,5 балла).
4. Лекарственные растения (ромашка, мать-и-мачеха) (0,5 балла).