

1. Испытание травами (20 баллов)

Вопрос 1. Объясните, какую роль играют гены, находящиеся в составе T-ДНК, при заражении растения в природных условиях?	Ауксин и цитокинин – фитогормоны, обеспечивающие образование опухоли (1 балл). Опин – вещество для питания бактерии (у нее остается ген фермента, расщепляющего опин) (1 балл).			
Вопрос 2. Почему при создании генно-инженерных Ti-плазмид гены синтеза фитогормонов удаляют или заменяют?	Предотвратить опухоли у растений (1 балл).			
Какие гены вводят вместо них и цель	Гены устойчивости к гербициду/антибиотику — селекция (1 балл).			
Как отбирают:	<i>A. tumefaciens</i> с модифицированной Ti-плазмидой		Растения с T-ДНК	
	Выращивание на среде с антибиотиком (1 балл).		Выращивание на среде с гербицидом (1 балл).	
Вопрос 3. (по 1 баллу за ячейку)	Растение I (2 балла).	Растение II (2 балла).	Растение III (2 балла).	Растение IV (2 балла).
Генотип (буквы)	A	Г	B	Б или В
Расщепление	3:1	15:1	нет	24:1
Вопрос 4. Рассчитайте ожидаемое расщепление по устойчивости к гербициду в поколении T ₂ , если произошло 2 встройки в одну хромосому на расстоянии 20 сМ.	<p>AB/ab Гаметы: (1 балл).</p> <ul style="list-style-type: none"> • родительские: <ul style="list-style-type: none"> ○ AB — 40% ○ ab — 40% • рекомбинантные: <ul style="list-style-type: none"> ○ Ab — 10% ○ aB — 10% <p>Чувствительны только: ab/ab Вероятность: $0,4 \times 0,4 = 0,16$ Расщепление 84:16 (5,25:1) (1 балл).</p>			
Вопрос 5. Какое из полученных потомств (I, II, III, IV) следует использовать для получения чистой линии растения, несущей встройку целевого гена?	<p>Линия III уже гомозиготна. Но возможны разные варианты гена на разных хромосомах (1 балл). Линия I содержит одну копию, если ее перевести в гомозиготное состояние, то будет чистая линия. Для этого провести самоопыление и посмотреть кто не даст расщепления в потомстве (1 балл).</p>			
Вопрос 6. Какая ожидается доля гетерозиготных арабидопсисов через 10 поколений?	<p>$H = (\frac{1}{2})^n = (\frac{1}{2})^{10} = 1/1024$ Ответ без вычислений (1 балл) или вычисления без ответа (1 балл). Ответ с вычислениями (2 балла)</p>			

2. Циклы крутятся (20 баллов)

Вопрос 1. Как называется молекула, обозначенная на рисунке звездочкой? (1 балл)	
Карбамид/мочевина/диамид угольной кислоты/иное верное с точки зрения химической номенклатуры название	
Вопрос 2. В чем заключается биологическая роль образования обозначенной звездочкой молекулы для клетки? (1 балл)	
Удаление избытка аммиака/Выведение продуктов азотистого обмена/Связывание ионов аммония в нетоксичное соединение.	
Вопрос 3. Соотнесите фермент (цифру) с классом фермента. (5 баллов, по 1 баллу за каждый правильный ответ)	
«фермент X»	«оксидоредуктаза»
«фермент Y»	«трансфераза»

В таблице представлены буквы, шифрующие фермент. Впишите рядом с каждым зашифрованным ферментом название соответствующего ему класса **целиком**. Например:

Фермент	Класс фермента	Вопрос 4. Напишите, как поменялись значения V_{max} и K_m при добавлении L-лизина и обоснуйте свой ответ, при необходимости приведите расчеты. Сделайте вывод о том, каким ингибитором является L-лизин для исследуемой реакции.
А	Синтетаза (лигаза)	
Б	Трансфераза	
В	Синтетаза (лигаза)	
Г	Лиаза (синтаза)	
Д	Гидролаза	
Как поменялась V_{max} при добавлении L-лизина (стала меньше/стала больше/не изменилась): (1 балл)		Не изменилась
Как поменялась K_m при добавлении L-лизина (стала меньше/стала больше/не изменилась): (1 балл)		Стала больше
Обоснование (2 балла если объяснено K_m или K_m+V_{max} , 1 балл в случае если объяснено только V_{max}):		Вариант обоснования. Так как K_m отражает концентрацию субстрата, смещение графика вправо по оси x свидетельствует об увеличении значения K_m При больших концентрациях субстрата графики скорости ферментативных реакций выходят на плато и их асимптоты совпадают, что указывает на то что максимальные скорости реакций одинаковы
Вывод: L-лизин является ингибитором (конкурентным/неконкурентным): (1 балл)		конкурентным
Вопрос 5.		
Вопрос 5.1	Печень (0,5 балла) Гепатоциты (0,5 балла) -1б за упоминание лишнего, минимум 0 баллов	Вопрос 5.2
		Центральная роль печени в детоксикации (1 балл). Прием большого количества аммиака из портальной крови/азотсодержащих продуктов обмена из кровотока (1 балл).
Вопрос 6.		
Вопрос 6.1	Аммиак/аммоний (1 балл).	
Вопрос 6.2	Изменение pH, нарушение ионного баланса, токсичность для ЦНС (гипоксия/нарушение осмотического баланса из-за избыточного образования глутамина), снижение синтеза АТФ, разрушение водородных/ионных связей в структуре ферментов (По 1 баллу за ответ, не больше 2 баллов).	

Вопрос 6.3	Добавление L-лизина увеличивает значение K_m фермента Д при неизменной V_{max} , что видно из сравнения серий 1 и 2. При физиологических концентрациях субстрата это приводит к снижению скорости реакции. На фоне уже сниженной активности фермента Д это дополнительно замедляет работу орнитинового цикла (1 балл), снижает связывание аммиака/провоцирует накопление токсичных азотсодержащих метаболитов (1 балл) и усиливает проявления заболевания
-------------------	---

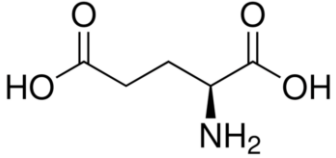
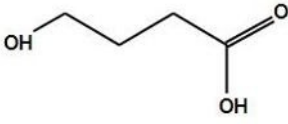
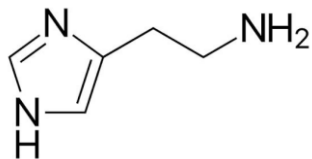
3. Танцы с пчелами (20 баллов)

Вопрос 1. 3 балла			
Изображение	1	2	3
Название	Матка	Рабочая особь	Трутень
Пол	самка	самка	самец
Функции	Откладывать яйца	Собирать пыльцу и нектар, строить ячейки, уход за личинками, вентиляция гнезда, защита гнезда	Оплодотворение матки
Дополнительные условия	Усиленное питание маточным молочком	-	-
Вопрос 2. В колонке «признак» приведите описание морфологического признака, по которому можно различить насекомых. В соответствующих ячейках опишите, как выглядит этот признак у пчелы, мухи и бабочки. 3 балла (оценивали 3 любых признака, указанных в первом столбце)			
признак	медоносная пчела (рабочая особь)	муха-журчалка	бабочка шмелевидка
1. количество крыльев	4	2	4
2. строение крыльев	перепончатые	перепончатые	с чешуйками
3. собирательные конечности	есть	нет	нет
4. ротовой аппарат	грызуще-лижущий (лакающий)	лижущий	сосущий
5. строение усиков	нитевидные/коленчатые и длинные	щетинконосные короткие	веретеновидные длинные
Вопрос 3. (3,5 балла)			
Скрещивание 1: <i>генотипы даны как пример записи</i>			
Р: Генотип самки: A_1A_2 Генотип самца: A_3			
Гаметы самки:	A_1, A_2	Гаметы самца:	A_3 +0,5б за строчку
F: Генотипы самок	A_1A_3, A_2A_3 +0,5б	F: Генотипы трутней	A_1, A_2 +0,5б
Неэффективные сочетания:			
Генотип самки:	A_1A_3	+	Генотип самца: A_1 +1б за строку (должны быть оба генотипа)
Генотип самки:	A_2A_3	+	Генотип самца: A_2 +1б за строку (должны быть оба генотипа)
Вопрос 4. 0,5 балла за оба генотипа			
Генотип дикого трутня:	A_3	Вероятность найти нужного трутня:	0,5 или 50%
Вопрос 5. 4 балла			
Генотип матки:	A_1A_2	Генотип трутня:	A_3

Объяснение:	Чтобы не было гомозиготных диплоидных яиц, аллель АЗ должен быть в генотипе только одного партнера. Если у самки в генотипе будет аллель АЗ, она передаст его лишь половине рабочих пчел. Все потомки самца с генотипом АЗ получают этот аллель.		
Вероятность встречи матки:	$2 \cdot 0,2 \cdot 0,3 / (1 - 0,38) = 0,19$	Вероятность встречи трутня:	0,5 или 50%
Вопрос 6. Из какой доли оплодотворенных яиц не разовьется взрослая особь? Поясните ответ. 2 балла			
Гомозиготные диплоидные самцы на стадии личинки будут уничтожены рабочими пчелами. $A1A1 + A2A2 + A3A3 = 0,2 \cdot 0,2 + 0,3 \cdot 0,3 + 0,5 \cdot 0,5 = 0,38$			
Вопрос 7. 2 балла			
Сколько разных генотипов у рабочих пчел?	171	У трутней?	19
Пояснение:	гетерозигот $(19 \cdot 19 - 19) / 2 = 171$ Самцы гаплоидны, поэтому генотипов столько же, сколько аллелей, т. е. 19		
Вопрос 8. 2 балла			
Слишком большое количество диплоидных самцов говорит о том, что в этой дикой популяции распространено мало различных аллелей гена <i>csd</i> , что при свободных скрещиваниях будет приводить к большому количеству гомозигот по этому гену, развивающихся из оплодотворенных яиц (1 балл). В Англии таких «неблагополучных» популяций больше, так как это остров. Островные популяции меньше, в них из-за дрейфа генов часть аллелей элиминируется из популяции, и вероятность найти самца с таким же аллелем гена <i>csd</i> возрастает (1 балл).			

4. Сквидвард шнейне пепе фа (20 баллов)

Вопрос 1. (6 баллов) Если две буквы перепутаны местами - 0,5 б.														
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
N	P	O	H	D	Q	T	X	V	B	C	A	E	K	Z
1 балл если все указаны правильно			1 балл если все указаны правильно		1 балл если все указаны правильно		1 балл если все указаны правильно		1 балл если все указаны правильно			1 балл если все указаны правильно		
Вопрос 2. (4 балла) каждая верная строка - 0,5 баллов, если есть ошибки – 0 баллов. Если в строке со структурами не хватает одного числа и при этом не написано лишних, то не считать это ошибкой.														
№	Процессы синаптической передачи								Структуры, участвующие в процессе					
1.	Синтез медиатора								1, 2, 3, 10					
2.	Преобразование потенциала действия в химический сигнал								4, 5, 6, 7, 10					
3.	Создание постсинаптического потенциала								3, 11, 12, 13, 14, 15					
4.	Инактивация медиатора								3, 8, 9, 10					
Вопрос 3. (4 балла) вся строка написана верно +1 балл, если в названии аминокислоты нет ошибки, но неправильно определил принадлежность к мономинам ставить 0,5 балла. В обратной ситуации – 0 баллов														
Название нейромедиатора		Структурная формула				Название аминокислоты				Относится ли к мономинам?				
Норадреналин						тирозин (фенилаланин тоже засчитывать)				Да				

Глутамат		глутамин (глутамат/глутаминов ую кислоту не засчитывать)	Нет
Гамма-аминомасляная кислота		глутамат/глутаминова я кислота (но глутамин тоже засчитывать, так исходно синтез с него начинается)	Нет
Гистамин		гистидин	Да

Вопрос 4. (6 баллов) в целом можно не смотреть на строку, где написано да/нет. Ставить +1 балл за верное объяснение, не противоречащее условию задачи и не имеющее логических и биологических ошибок.

Название препарата	Изученные эффекты	Возможность использования (да/нет)	Причины одобрения или отказа от использования
Сердифт	Индукцирует обратный захват серотонина, является антагонистом серотониновых рецепторов	Нет	Эти эффекты снижают количество серотонина в синаптической щели – симптомы депрессии усилятся
Злолофт	Блокирует работу моноаминоксидазы, частичный агонист рецепторов катехоламинов	Нет	Мультимодальный и не противоречит моноаминовой гипотезе, но действует не селективно на серотониновый синапс
Запароксетин	Повышает силу связывания ионов комплексом везикулярных белков SNARE	Нет	SNARE комплекс есть во всех нейронах, эффект не предсказуем. Может депрессии после этого и не будет, но возникнут побочные эффекты
Антибубниоптилин	Ингибирует работу трансмембранного переносчика серотонина, частичный агонист серотониновых рецепторов	Да	Подходит для использования, нет противоречий с условием
Фрустракситин	Повышает всасывание аминокислот в кишечнике, индуктор синтеза серотонина из молекул-предшественников	Нет	Эффект кажется положительным, но он не сработает. Скорость проникновения триптофана через гематоэнцефалический барьер лимитирована. Кроме того, большое количество серотонина в пресинаптическом окончании слабо влияет на количество серотонина, высвобождаемого при синаптической передаче.
Бредтелликс	Агонист для лиганд-зависимых ионных каналов	Нет	Молекула откроет ионные каналы, которые есть во всех нейронах, так обычно действуют нейротоксины. Для лечения не подойдет

5. Чужой против хищника (20 баллов)

Вопрос 1. Определите, к какой экологической группе относятся данные растения (**А-Д**). Свой ответ подкрепите обоснованием – наличием или отсутствием некоторых морфологических признаков. (всего 10 б.)

Растение	Эко. группа (Х, П, ПП или А) (по 1 б.)	Обоснование (по 1 б.)
А	П	Есть корни-присоски / гаустории (0,5 б.). Побеги бледно-желтого цвета, т.е. бесхлорофилльные => растение не способно к самостоятельному фотосинтезу (0,5 б.).
Б	А	Нет корней-присосок / обычная корневая система / корневище (0,5 б.), побег зеленый => возможен самостоятельный фотосинтез (0,5 б.). Нет ловушек.
В	Х	Нет корней-присосок, побег зеленый => возможен самостоятельный фотосинтез (0,5 б.). Есть метаморфозы листьев – ловчие кувшинчики (0,5 б.).
Г	Х	Нет корней-присосок, побег зеленый => возможен самостоятельный фотосинтез (0,5 б.). Листья покрыты железистыми волосками, сворачиваются вокруг жертвы (0,5 б.).
Д	ПП	Есть корни-присоски / гаустории / корневая система проникает в побег растения-хозяина (0,5 б.), побег зеленый => возможен самостоятельный фотосинтез (0,5 б.).

Вопрос 2. Подпишите анатомические структуры, обозначенные цифрами (**1-6**). (всего 6 б.)

Структура	Название (по 1 б.)	Структура	Название (по 1 б.)
1	Верхняя / адаксиальная эпидерма (за эпидерму без уточнения стороны 0,5 б.)	4	Мезофилл (однородный) / Хлоренхима (за паренхиму 0,5 б.)
2	Пищеварительная железка / железистая пищеварительная трихома	5	Флоэма
3	Нижняя / абаксиальная эпидерма (за эпидерму без уточнения стороны 0,5 б.)	6	Ксилема

Вопрос 3. Изучите особенности физиологии и морфологии некоторых семейств (**А-Г**) и расставьте их по филогенетическому дереву. (всего 4 б.)

Семейство	Особенности	Филогенетическое дерево (по 1 б.)
А	Содержат беталаины, синтез антоцианов утрачен. Семенная кожура представлена лишь наружной эпидермой. На листьях имеются пищеварительные железки разнообразной морфологии. Ловушки активного типа.	<pre> graph LR Root --- Node1 Node1 --- Node2 Node1 --- Node3 Node2 --- Node4 Node2 --- Node5 Node4 --- A_V1[А / В] Node5 --- A_V2[А / В] Node3 --- G[Г] Node6 --- B[Б] </pre>
Б	Листья двух видов. Плоские развиваются осенью, кувшинчатые — весной и достигают зрелости летом, в период большого количества насекомых. Кувшинчики окрашены антоцианами, содержат оксалаты.	
В	Содержат беталаины, синтез антоцианов утрачен. Семенная кожура представлена лишь наружной эпидермой. Листья функционально разделены на две части: фотосинтезирующую и ловчую. Верхняя часть кувшинчика покрыта нектарниками, в то время как его дно – пищеварительными железками. Ловушки пассивного типа.	
Г	Цветки окрашены антоцианами. Семенная кожура в зрелом состоянии представлена лишь наружной эпидермой, являющейся производной наружной эпидермы интегумента.	