



Межрегиональная олимпиада школьников "Будущие исследователи – будущее науки"

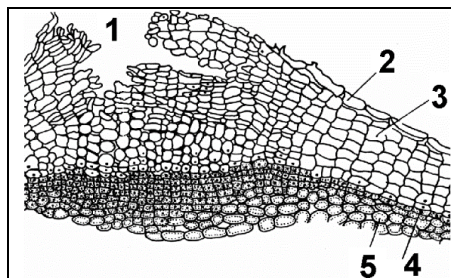
Биология -2021. Финал. *Продолжительность – 180 минут*

10-11 класс

Тест включает 12 заданий. Задания рекомендуется выполнять по порядку, не пропуская ни одного, даже самого легкого. Если задание не удастся выполнить сразу, перейдите к следующему. Если останется время, вернитесь к пропущенным заданиям.

В ЗАДАНИЯХ 1-10 РАССМОТРИТЕ РИСУНОК, ВЫБЕРИТЕ ТРИ ВЕРНЫХ УТВЕРЖДЕНИЯ И ЗАПИШИТЕ ИХ НОМЕРА В БЛАНКЕ ОТВЕТОВ РЯДОМ С НОМЕРОМ ЗАДАНИЯ ПО ВОЗРАСТАНИЮ НОМЕРОВ, НАПРИМЕР, 356

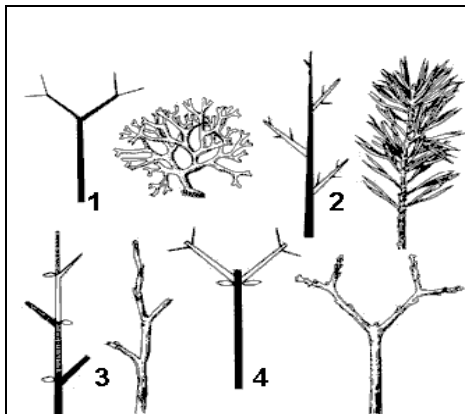
1.



На рисунке (перидерма)

- 1) Цифрой 1 обозначено устьице
- 2) Цифрой 3 обозначена феллема
- 3) Цифрой 4 обозначен феллоген
- 4) Цифрой 5 обозначена феллодерма
- 5) Феллоген – это первичная меристема
- 6) Феллодерма состоит из мёртвых клеток

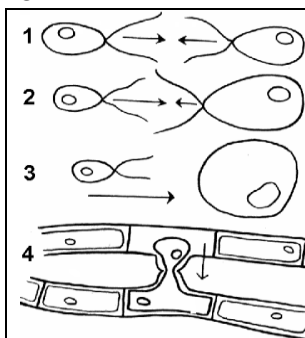
2.



На рисунке (типы ветвления)

- 1) Цифрой 1 обозначено дихотомическое ветвление
- 2) Для плаунов характерно ветвление, обозначенное цифрой 4
- 3) Ветвление, обозначенное цифрой 3, называется симподиальным
- 4) Ветвление, обозначенное цифрой 2, называется моноподиальным
- 5) Для берёзы, черёмухи характерно моноподиальное ветвление
- 6) Для ели характерно симподиальное ветвление

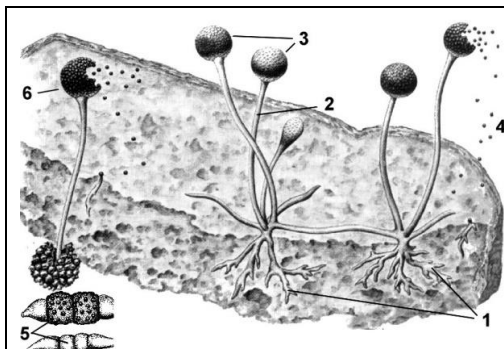
3.



На рисунке (типы полового процесса растений)

- 1) Изогамия обозначена цифрой 3
- 2) Гетерогамия обозначена цифрой 2
- 3) Оогамия обозначена цифрой 1
- 4) Конъюгация обозначена цифрой 4
- 5) Для мхов, плаунов, папоротников, хвощей характерен половой процесс, обозначенный цифрой 2
- 6) Все типы полового процесса, изображенные на рисунке, происходят только в воде

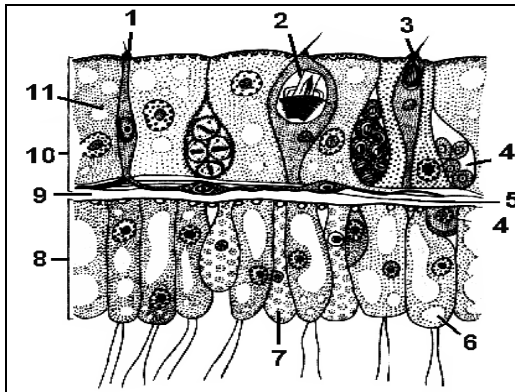
4.



Изображенный организм

- 1) Является Прокариотическим
- 2) Относится к отделу Грибы
- 3) Является сапротрофом
- 4) Относится к Зигомицетам
- 5) Имеет многоклеточный (септированный) мицелий
- 6) На рисунке цифрой 3 обозначены спорангии

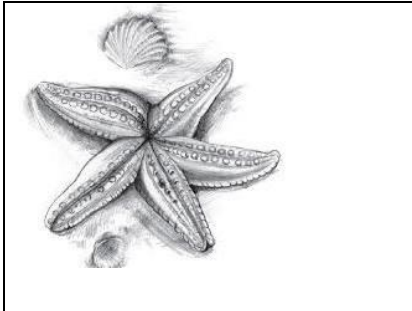
5.



На рисунке (стенка тела гидры)

- 1) Цифрой 8 обозначена эктодерма
- 2) Цифрой 9 обозначена базальная мембрана
- 3) Цифрой 2 обозначена зрелая стрекательная клетка
- 4) Цифрой 6 обозначена эпителиально-мускульная клетка эктодермы
- 5) Цифрой 4 обозначены промежуточные клетки
- 6) Железистая клетка обозначена цифрой 3

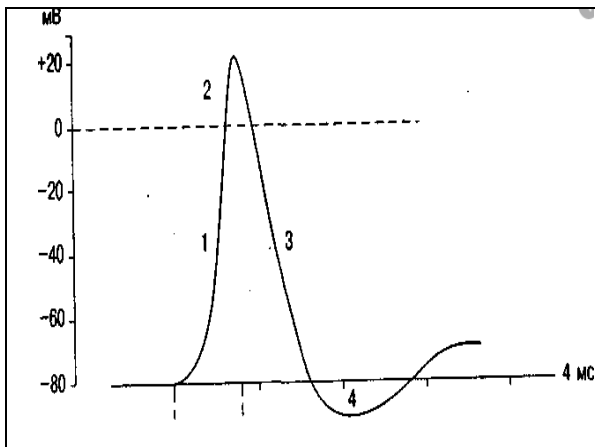
6.



Изображенное на рисунке животное

- 1) Относится к типу Кишечнополостные
- 2) Имеет радиальную симметрию
- 3) Имеет прямое постэмбриональное развитие
- 4) Имеет амбулакральную систему
- 5) Является вторичноротым
- 6) Имеет первичную полость тела

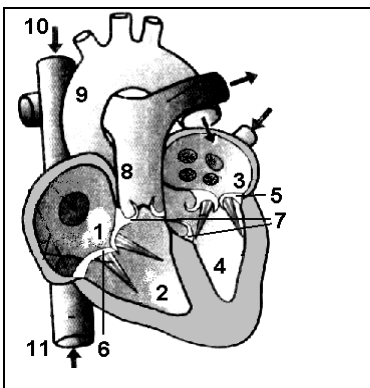
7.



На рисунке (график фаз потенциала действия)

- 1) Цифрой 3 обозначена стадия реполяризации
- 2) Цифрой 2 обозначена стадия инверсии
- 3) Потенциал действия возникает в возбудимых тканях
- 4) При возникновении потенциала действия проницаемость клеточной мембраны не изменяется
- 5) Цифрой 4 обозначена стадия деполяризации
- 6) При возникновении потенциала действия открываются только калиевые каналы, натриевые каналы закрыты

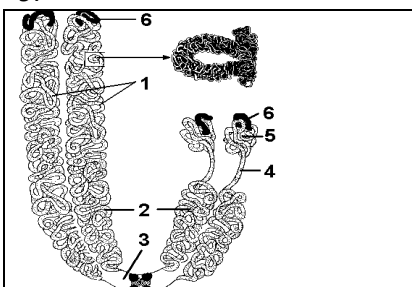
8.



На рисунке (строение сердца человека)

- 1) Цифрой 4 обозначен правый желудочек
- 2) Камера, обозначенная цифрой 1, заполнена артериальной кровью
- 3) Между камерами 3 и 4 находится двустворчатый клапан
- 4) Цифрой 10 обозначена верхняя полая вена
- 5) Цифрой 9 обозначена правая дуга аорты
- 6) Цифрой 8 обозначен легочный ствол

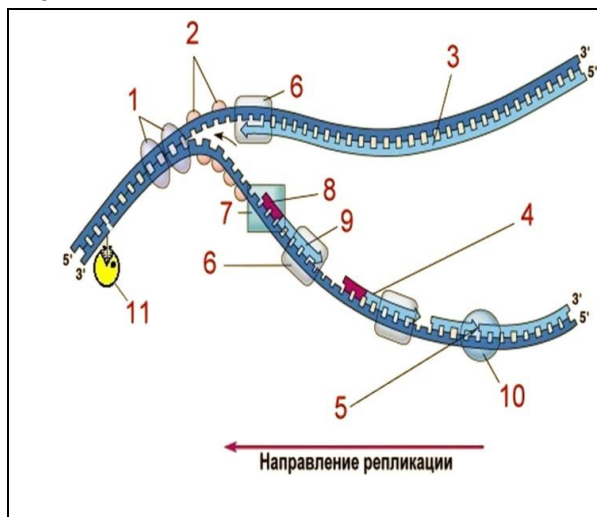
9.



На рисунке (строение хромосомы)

- 1) Изображена хромосома в телофазе митоза
- 2) Цифрой 1 обозначены гомологичные хромосомы
- 3) Цифрой 3 обозначена центромера
- 4) Цифрой 6 обозначены теломеры
- 5) Цифрой 4 обозначена первичная перетяжка
- 6) Изображенная хромосома является неравноплечей

10.



На рисунке (репликация ДНК)

- 1) Цифра 3 обозначает отстающую (запаздывающую) цепь ДНК
- 2) Цифра 1 обозначает «расплетающие» ферменты геликазы
- 3) Цифры 4 и 9 обозначают фрагменты Оказаки
- 4) Цифра 6 обозначает РНК-полимеразу
- 5) Отстающая цепь синтезируется прерывисто в направлении, противоположном движению репликативной вилки
- 6) Цифра 10 обозначает фермент ДНК-полимеразу, сшивающий фрагменты Оказаки

ЗА ЗАДАНИЯ 1-10 МАКСИМУМ 30 БАЛЛОВ : 3x10 (ЗА КАЖДЫЙ ПРАВИЛЬНЫЙ ПУНКТ ОТВЕТА – 1 БАЛЛ)

В ЗАДАНИЯХ 11-12 УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ И ЗАПИШИТЕ ОТВЕТ В ВИДЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЦИФР И БУКВ, НАПРИМЕР 1БВ-2АГ-3Д

11.

Экологическая группировка гидробионтов	Примеры гидробионтов
1. Планктон	А. Катран
2. Нектон	Б. Диатомовые водоросли В. Актиния
3. Бентос	Г. Дельфин Д. Ночесветка

1БД-2АГ-3В

12.

Вещество биосферы	Примеры
1. Косное вещество	А. Ил
2. Биокосное вещество	Б. Мел В. Почва Г. Янтарь
3. Биогенное вещество	Д. Обсидиан

1Д- 2АВ-3БГ

ЗА ЗАДАНИЯ 11-12 МАКСИМУМ 10 БАЛЛОВ: 5x2 (1 БАЛЛ ЗА КАЖДЫЙ ПРАВИЛЬНО ОТНЕСЕННЫЙ ЭЛЕМЕНТ ПРАВОГО СТОЛБЦА)

МАКСИМАЛЬНАЯ СУММА БАЛЛОВ ЗА ТЕСТ – 40 БАЛЛОВ

Задания со свободным ответом

ЗАДАНИЕ 1. Рассмотрите предложенные изображения. Эти животные относятся к одной систематической группе, имеют общего предка и обитают на одном из крупных островов. Заполните таблицу.



1



2



3

	1	2	3
Название вида	Кошачий лемур 1 балл	Серый мышиный лемур <i>1 доп балл</i>	Ореховый индрий (лемур) <i>1 доп балл</i>
Таксономическая группа (тип, класс, отряд, семейство) <i>по 0,5 балла за каждую верно указанную таксономическую группу</i>	Тип Хордовые, класс Млекопитающие, отряд Приматы, семейство Лемуры максимум 2 балла		
Эволюционный процесс, который привел к значительным различиям у родственных видов в пределах группы. Название острова, где встречаются эти виды.	Дивергенция 1 балл Мадагаскар <i>1 доп. балл</i>		
Условия протекания этого эволюционного процесса	1. Изоляция 1 балл 2. Наличие различных экологических ниш в пределах ареала – абиотическое окружение (климат, субстрат), биологическое окружение (в том числе источники пищи) 1 балл 3. Наследственная изменчивость биологического вида 1 балл		
Результат этого процесса	1. Возможность занять максимальное количество экологических ниш, снижение конкуренции, увеличение плотности обитания в ареале 1 балл 2. Дивергентное видообразование 1 балл		
Примеры других таксономических групп этого отряда животных (не менее 2 примеров)	Лори (лориевые), долгопяты, широконосые обезьяны, узконосые обезьяны, гоминиды (человекообразные обезьяны), люди (человек) 1 балл (по 0,5 балла за верный пример)		

Рассмотрите изображения растений, которые относятся к разным отделам. Заполните таблицу.



1



2



3



4

	1	2	3	4
Отдел, род, вид по 2 балла +1 доп. за эталонный ответ по всем 4 видам (макс 3 за графу)	Покрывосеменные Лен обыкновенный 0,5 балла	Мохообразные Мох кукушкин лен 0,5 балла	Папоротникообразные Папоротник орляк 0,5 балла	Покрывосеменные Спаржа (аспарагус) перистая 0,5 балла
Эволюционный процесс, который приводит к сходству неродственных видов	Конвергенция 1 балл			

Условия, необходимые для протекания данного эволюционного процесса	1. Сходство условий обитания (абиотическое окружение (климат, субстрат), похожее биологическое окружение (в том числе минеральное питание) 2 балла 2. Наследственная изменчивость биологического вида 1 балл
Результат эволюционного процесса	1. Максимальная приспособленность к данным условиям обитания 1 балл 2. Возможность успешно конкурировать с другими видами в данной экологической нише 1 балл
Примеры других аналогичных пар растений (не менее двух примеров)	Уснея (лишайник) – тилландсия уснеевидная Фиалка – сенполия Кактус – молочай Пальма финиковая – древовидный папоротник и т.д. 2 балла (1 балл за верный пример)

Итого 20 баллов + 4 доп.

ЗАДАНИЕ 2. В популяции животных, дающих многочисленное потомство, ген А отвечает за синтез важного фермента. Рecessивные аллели обеспечивают синтез фермента с пониженной активностью, причем сила аллелей (активность фермента) меняется следующим образом:

А	>	а	>	а'	>	а''
						
высокая		средняя		низкая		неактивный

При сочетании аллелей а'а'' наблюдается средняя активность фермента. Особи с генотипом а''а'' рождаются мертвыми. Особи с генотипом аа'' бесплодны, живут недолго.

Исследователь взял три пары родительских особей, имеющих высокую активность фермента. В первом поколении у первой пары родителей наблюдались потомки только с высокой активностью фермента, но были и мертворождения. У второй пары родителей потомки имели высокую и среднюю активность фермента, но потомки со средней активностью фермента были бесплодными. У третьей пары родителей потомки имели высокую и среднюю активность фермента, но во втором поколении были мертворождения.

1. Определите генотипы всех трех пар родителей.
2. Напишите соответствующие схемы скрещивания, определите генотипы и фенотипы потомков F₁.
3. Напишите все возможные сочетания родительских пар для потомков F₂. Укажите те пары родителей, где у потомков ожидается расщепление по фенотипу.
4. Укажите форму взаимодействия генов а' и а''. Какова возможная причина повышения активности фермента при этом взаимодействии?

Решение.

Первая пара родителей

1/ Р Аа'' х Аа'' **1 балл**

2/ F₁ АА, Аа'', Аа'', а''а'' **1 балл**

³/₄ высокая, ¹/₄ мертворождения **1 балл**

3/ Второе скрещивание

АА х АА – у всех высокая

АА х Аа'' – у всех высокая

Аа'' х Аа'' – у всех высокая, ¹/₄ - мертворождения **1 балл**

Вторая пара родителей

1/ Р Аа х Аа'' **1 балл**

2/ F₁ АА, Аа, Аа'', аа'' **1 балл**

³/₄ высокая, ¹/₄ средняя, бесплодны **1 балл**

3/ Второе скрещивание

AA x AA – у всех высокая

AA x Aa – у всех высокая

AA x Aa'' – у всех высокая

Aa x Aa – $\frac{3}{4}$ высокая, $\frac{1}{4}$ средняя 1 балл

Aa x Aa'' – $\frac{3}{4}$ высокая, $\frac{1}{4}$ бесплодны 1 балл

Aa'' x Aa'' – $\frac{3}{4}$ высокая, $\frac{1}{4}$ мертворождения 1 балл

Третья пара родителей

1/ P Aa' x Aa'' 1 балл

2/ F₁ AA, Aa', Aa'', a'a'' 1 балл

$\frac{3}{4}$ высокая, $\frac{1}{4}$ средняя 1 балл

3/ Второе скрещивание

AA x AA – у всех высокая

AA x Aa' – у всех высокая

AA x Aa'' – у всех высокая

AA x a'a'' – у всех высокая

Aa' x Aa' – $\frac{3}{4}$ высокая, $\frac{1}{4}$ низкая 1 балл

Aa' x Aa'' – $\frac{3}{4}$ высокая, $\frac{1}{4}$ средняя 1 балл

Aa' x a'a'' – $\frac{1}{2}$ высокая, $\frac{1}{4}$ средняя, $\frac{1}{4}$ низкая 1 балл

Aa'' x Aa'' – $\frac{3}{4}$ высокая, $\frac{1}{4}$ мертворождения 1 балл

Aa'' x a'a'' – $\frac{1}{2}$ высокая, $\frac{1}{4}$ средняя, $\frac{1}{4}$ мертворождения 1 балл

a'a'' x a'a'' – $\frac{1}{2}$ средняя, $\frac{1}{4}$ низкая, $\frac{1}{4}$ мертворождения 1 балл

4/ Данное явление называется **межаллельной (внутригенной) комплементацией** (локальным доминированием) **1 балл за любое верное название**

Возможные причины явления межаллельной комплементации:

1) a' – дупликация участка хромосомы

a'' – делеция участка хромосомы

В результате генотип a'a'' дает то же количество генного материала, что и aa;

Пептиды a' и a'' с измененной структурой могут взаимодействовать между собой, формируя нормальный пептид

2) a' и a'' – мутации в разных функциональных доменах одного сложного белка, приводящие к нарушению его нормальной конформации и снижению активности целого фермента; объединение двух мутантных белков у гетерозиготы восстанавливает конформацию фермента и его активность частично или полностью.

По 1 баллу дополнительно за каждое верное объяснение

Итого 20 баллов + 2 доп

ЗАДАНИЕ 3. Исследователь решил изучить первичную структуру белка, кодируемого геном Z нового вида микровируса. Исследователь выяснил, что масса гена Z составляет 406.8 кДа (1 Да = 1 а.е.м.), и что он не содержит интронов. Известно также, что усредненная масса одного нуклеотида – 300 Да, усредненная масса одной аминокислоты – 120 Да.

Для концентрирования раствора белкового продукта гена Z и одновременной его очистки от низкомолекулярных примесей исследователь воспользовался устройством для ультрафильтрации с мембранным фильтром. Размер пор фильтра должен быть в два раза меньше, чем размер (масса) молекул, которые требуется удержать (сконцентрировать), и минимум в 20 раз больше, чем размер примесных частиц (которые надо пропустить). Маркировка устройств для ультрафильтрации включает указание молекулярной массы пропускаемых молекул, например, фильтр 3К пропускает молекулы массой до 3 кДа.

1. Какую маркировку должен иметь фильтр, идеально подходящий для очистки данного белка? Какой из имеющихся в распоряжении нижеприведенных фильтров выбрал исследователь: 3К, 10К, 30К, 50К или 100К? Какие фильтры использовать нельзя и почему? Свой ответ проиллюстрируйте расчетами.

2. Получив чистый раствор белка, исследователь разделил его на несколько частей и провел селективный гидролиз и дальнейший аминокислотный анализ. В частности, среди продуктов он получил:

1. при гидролизе химотрипсином:
 - а) изолейцин-лизин-фенилаланин,
 - б) аспарагиновая кислота-аргинин-валин-тирозин,
 - в) глутаминовая кислота-триптофан;
2. при гидролизе трипсином:
 - а) фенилаланин-глутаминовая кислота-триптофан,
 - б) валин-тирозин-изолейцин-лизин,
 - в) аспарагиновая кислота-аргинин.

Определите аминокислотную последовательность данного участка белка. Как в биохимии называется использованный Вами логический метод?

3. Может ли исследователь порекомендовать своему коллеге химотрипсин для гидролиза белка, не содержащего ароматических аминокислот? Ответ поясните (ответ без пояснения оценивается в 0 баллов).

Решение

1. $406800 \text{ Да} / 300 \text{ Да} = 1356$ нуклеотидов в гене Z (две цепи ДНК) **1 балл**

$1356 / 2 = 678$ нуклеотидов в 1 цепи ДНК **1 балл**

$678 / 3 = 226$ триплетов **1 балл**

$226 - 1 = 225$ триплетов, кодирующих аминокислоты (вычитается 1 стоп-кодон) **1 балл**

Таким образом, в белке 225 аминокислот.

$225 \times 120 \text{ Да} = 27000 \text{ Да} = 27 \text{ кДа}$ – масса белка **1 балл**

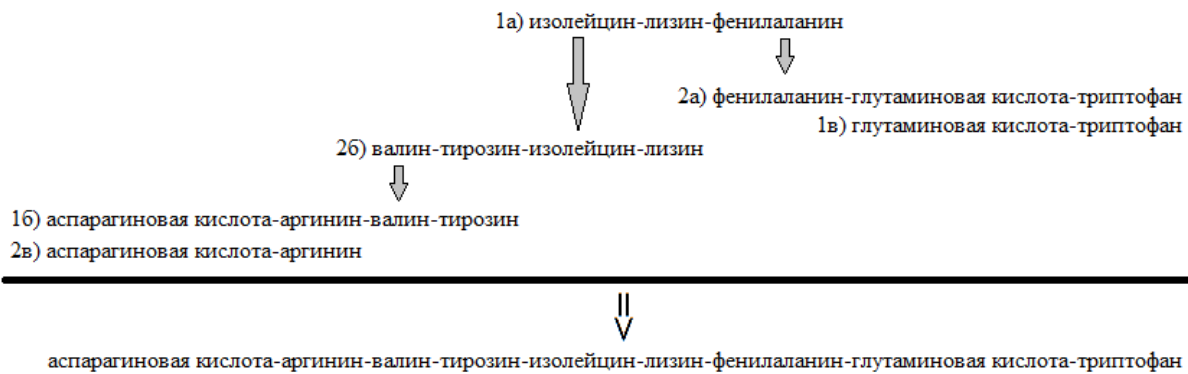
$27 \text{ кДа} / 2 = 13.5 \text{ кДа}$, или **13.5К** – фильтр с такой маркировкой должен **идеально** концентрировать белок с массой 27 кДа **2 балла**

Наиболее подходящий из предложенного списка фильтр имеет **маркировку 10К**, т.е. он эффективно пропускает молекулы массой до 10 кДа и удерживает молекулы с массой 20 кДа ($10 \times 2 = 20 \text{ кДа}$) и более, в т.ч. белок массой 27 кДа **1 балл**. Остальные фильтры использовать нельзя: фильтры с большим номером могут пропустить исследуемый белок, а фильтр с меньшим номером (3К) неэффективно очистит белок от примесей **2 балла**.

2. Последовательность аминокислот определяется логическим методом **“перекрывающихся пептидов (белков)”** и выглядит следующим образом: **1 балл**

например, если начать с пептида 1а) изолейцин-лизин-фенилаланин (получен при действии химотрипсина), то среди пептидов, полученных при действии трипсина, можно увидеть аминокислоту фенилаланин в составе пептида 2а) фенилаланин-глутаминовая кислота-триптофан, который должен продолжить пептид 1а) с С-конца. (При этом в состав пептида 2а) полностью входит пептид 1в).) Также можно увидеть, что изолейцин с лизином входят в состав пептида 2б) валин-тирозин-изолейцин-лизин, который должен продолжить пептид 1а) с N-конца. Соответственно, пептид большего размера будет выглядеть так: валин-тирозин-изолейцин-лизин-фенилаланин-глутаминовая кислота-триптофан. Обратившись вновь к пептидам, полученным при действии химотрипсина, можно увидеть, что аминокислоты валин и тирозин входят в состав пептида 1б) аспарагиновая кислота-аргинин-валин-тирозин, следовательно, этот пептид должен быть на N-конце. В состав пептида 1б) полностью входит пептид 2в). **За объяснение порядка действий макс. 2 балла.**

В итоге, исходный пептид будет выглядеть следующим образом: аспарагиновая кислота-аргинин-валин-тирозин-изолейцин-лизин-фенилаланин-глутаминовая кислота-триптофан. **5 баллов за правильную последовательность, 0 баллов – за неправильную последовательность.**



3. Нет, не может, т.к. химотрипсин осуществляет гидролиз пептидной связи после ароматических аминокислот, что демонстрирует состав разрезанных фрагментов **2 балла**.

Итого 20 баллов

Общая сумма баллов максимум 100 (дополнительные баллы начисляются только пока общая сумма баллов не достигнет 100).