

Шифр: С-42

Всероссийская олимпиада школьников  
Региональный этап

по биологии

2018/2019

Ленинградская область

Район Гатчинский

Школа Гатчинская СОШ №1

Класс 11

ФИО Калинин Валерий

Валерьевич



Фамилия \_\_\_\_\_  
 Имя \_\_\_\_\_  
 Район \_\_\_\_\_  
 Класс \_\_\_\_\_  
 Шифр \_\_\_\_\_

Шифр Е-42

**МАТРИЦА ОТВЕТОВ**  
 на задания теоретического тура регионального этапа  
**XXXV Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2018-19 уч. год**  
**10 - 11 классы [маж. 145 баллов]** **ВАРИАНТ 1**

Внимание! Образец заполнения: правильный ответ - , отмена ответа -

**Задание 1. маж. 40 баллов**

№	а	б	в	г	№	а	б	в	г	№	а	б	в	г	№	а	б	в	г	№	а	б	в	г
1	<input checked="" type="checkbox"/>				9		<input checked="" type="checkbox"/>			17	<input checked="" type="checkbox"/>				25		<input checked="" type="checkbox"/>			33				<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/>				10			<input checked="" type="checkbox"/>		18				<input checked="" type="checkbox"/>	26			<input checked="" type="checkbox"/>		34	<input checked="" type="checkbox"/>			
3				<input checked="" type="checkbox"/>	11	<input checked="" type="checkbox"/>				19				<input checked="" type="checkbox"/>	27	<input checked="" type="checkbox"/>				35		<input checked="" type="checkbox"/>		
4			<input checked="" type="checkbox"/>		12		<input checked="" type="checkbox"/>			20			<input checked="" type="checkbox"/>		28		<input checked="" type="checkbox"/>			36		<input checked="" type="checkbox"/>		
5		<input checked="" type="checkbox"/>			13				<input checked="" type="checkbox"/>	21			<input checked="" type="checkbox"/>		29				<input checked="" type="checkbox"/>	37	<input checked="" type="checkbox"/>			
6		<input checked="" type="checkbox"/>			14				<input checked="" type="checkbox"/>	22	<input checked="" type="checkbox"/>				30	<input checked="" type="checkbox"/>				38	<input checked="" type="checkbox"/>			
7		<input checked="" type="checkbox"/>			15	<input checked="" type="checkbox"/>				23				<input checked="" type="checkbox"/>	31				<input checked="" type="checkbox"/>	39				<input checked="" type="checkbox"/>
8			<input checked="" type="checkbox"/>		16				<input checked="" type="checkbox"/>	24				<input checked="" type="checkbox"/>	32			<input checked="" type="checkbox"/>		40	<input checked="" type="checkbox"/>			

29

**Задание 2. маж. 75 баллов**

№	?	а	б	в	г	д	№	?	а	б	в	г	д	№	?	а	б	в	г	д	№	?	а	б	в	г	д	№	?	а	б	в	г	д
1	в					<input checked="" type="checkbox"/>	7	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	13	в			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	25	в			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	в					<input checked="" type="checkbox"/>	8	в				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	14	в				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	20	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	26	в			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	9	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	15	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	21	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	27	в			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10	в	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16	в				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	22	в			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	28	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	в					<input checked="" type="checkbox"/>	11	в				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	17	в				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	23	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	29	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	12	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	18	в				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	24	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	30	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

44

**Задание 3. маж. 30 баллов**

84/2 = 8

**1. маж. 4 балла**

Структ.	1	2	3	4	5	6	7	8
Водоросль	А							<input checked="" type="checkbox"/>
Б		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
В						<input checked="" type="checkbox"/>		
Г	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>	
Д								<input checked="" type="checkbox"/>

(по 0,5 б.) = 2,0

7,5

**2. маж. 4 балла**

Гриб	1	2	3	4	5	6	7	8
Тип ф.пл. тела	А	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Б				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

(по 0,5 б.) = 4,0

**3. маж. 6 баллов**

Рис.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Жиз. формы	А	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>				
Б	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
В						<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Г					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

(по 0,5 б.) = 4,5

**4. маж. 3 балла**

Раст-е	1	2	3	4	5	6
Опылитель	А				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Б	<input checked="" type="checkbox"/>					
В						<input checked="" type="checkbox"/>
Г			<input checked="" type="checkbox"/>			
Д						<input checked="" type="checkbox"/>
Е	<input checked="" type="checkbox"/>					

(по 0,5 б.) = 2,0

5,0

**5. маж. 3,5 балла**

Стадия	1	2	3	4	5	6	7
Способ раз-я	А						
Б		<input checked="" type="checkbox"/>					
В							<input checked="" type="checkbox"/>
Г	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

(по 0,5 б.) = 1,5

**6. маж. 2,5 балла**

Силузт	1	2	3	4	5
Хищные пт-цы	А				<input checked="" type="checkbox"/>
Б		<input checked="" type="checkbox"/>			
В	<input checked="" type="checkbox"/>				
Г					<input checked="" type="checkbox"/>
Д					<input checked="" type="checkbox"/>

(по 0,5 б.) = 1,0

**7. маж. 2,5 балла**

Пор-к	1	2	3	4	5
Тип кр. сосуда	А				<input checked="" type="checkbox"/>
Б		<input checked="" type="checkbox"/>			
В					<input checked="" type="checkbox"/>
Г	<input checked="" type="checkbox"/>				
Д				<input checked="" type="checkbox"/>	

(по 0,5 б.) = 0,5

**8. маж. 2 балла**

Гор-ны	1	2	3	4
Фазы цикла	А	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Б			<input checked="" type="checkbox"/>	
В				
Г				<input checked="" type="checkbox"/>

(по 0,5 б.) = 0,5

0,5

**9. маж. 2,5 балла**

Вит-ны	1	2	3	4	5
Ферменты	А	<input checked="" type="checkbox"/>			
Б			<input checked="" type="checkbox"/>		
В					<input checked="" type="checkbox"/>
Г					<input checked="" type="checkbox"/>
Д				<input checked="" type="checkbox"/>	

(по 0,5 б.) = 0

Итого: 85 86

Проверили: Луги - [подпись]



Фамилия \_\_\_\_\_  
 Имя \_\_\_\_\_  
 Район \_\_\_\_\_  
 Шифр \_\_\_\_\_

Шифр С-42  
 Рабочее место \_\_\_\_\_  
 Итого: 19,0

**Задания практического тура регионального этапа XXXV Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2018-19 уч. год. 11 класс.**

**ЛАБОРАТОРИЯ БИОХИМИИ**

**Идентификация углеводов**

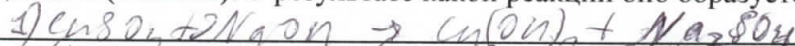
**Ход работы.** Целью работы является идентификация глюкозы, сахарозы и крахмала. В штативах на Ваших рабочих местах находятся 3 пробирки (А, В и С), содержащие по 5 мл 5% растворов углеводов, а также 2% раствор сульфата меди, 6% раствор NaOH и раствор Люголя (раствор I<sub>2</sub> в KI). Отберите по 1 мл растворов из пробирок А – С в чистые пробирки, добавьте в каждую по 0,5 мл раствора сульфата меди и по 1 мл раствора щелочи, тщательно перемешайте и нагрейте в течение 3-5 минут на кипящей водяной бане. В одной из пробирок должен выпасть **красный осадок**.

2,0

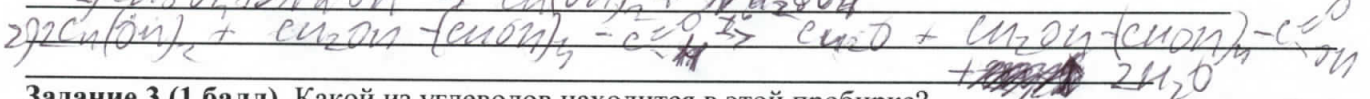
**Задание 1 (2 балла).** Какое вещество выпадает в осадок?

Оксид меди II  $Cu_2O$

**Задание 2 (3 балла).** В результате какой реакции оно образуется?



3,0



1,0

**Задание 3 (1 балл).** Какой из углеводов находится в этой пробирке?

Глюкоза

Отберите по 1 мл растворов из пробирок А – С в чистые пробирки, добавьте в каждую по 2-3 капли раствора Люголя.

1,0

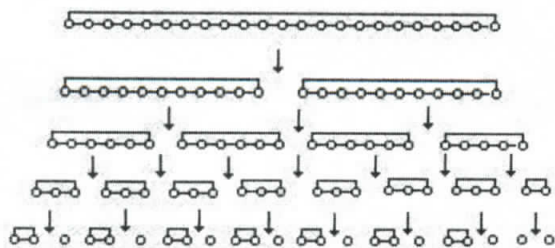
**Задание 4 (1 балл).** Какой из углеводов реагирует с раствором Люголя? Как при этом изменяется окраска раствора? Крахмал (фиолетовое окрашивание)

**Задание 5 (3 балла).** Заполните Таблицу ниже.

2,5

Пробирка	Реакция с сульфатом меди (+ или -)	Реакция с раствором Люголя (+ или -)	Углевод
А	-	+	<u>Крахмал</u>
В	+	-	<u>Глюкоза</u>
С	-	-	<u>Сахароза</u>

В результате воздействия альфа-амилазы на крахмал в гидролизате на первых стадиях процесса накапливаются декстрины, которые затем медленно гидролизуются альфа-амилазой до ди- и моносахаридов – глюкозы и мальтозы. Дисахариды этим ферментом не расщепляются.



**Крахмал (243 мг)** растворили при нагревании в 10 мл воды и подвергли исчерпывающему гидролизу альфа-амилазой. К полученному гидролизату добавили (в избытке) растворы NaOH и

CuSO<sub>4</sub>. Смесь прокипятили, в результате чего образовался красный осадок. Его собрали, высушили и взвесили. Масса полученного осадка составила 144 мг. Считаем, что реакция прошла полностью.

**Задание 6 (1 балл).** Какие продукты гидролиза крахмала альфа-амилазой могут принимать участие в реакции с сульфатом меди?

0,5

Глюкоза

Для дальнейших расчетов Вам могут понадобиться атомные массы некоторых элементов: H – 1, C – 12, O – 16, Na – 23, S – 32, K – 39, Cu – 64, I – 127, а также молекулярные массы некоторых соединений.

**Задание 7 (1,5 балла).** Рассчитайте молекулярные массы и внесите результаты в Таблицу:

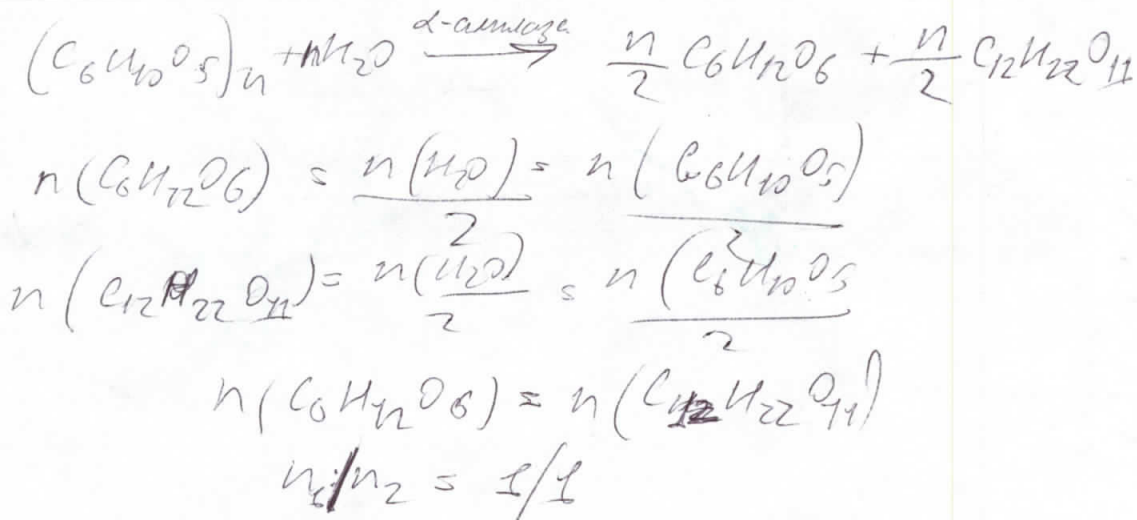
1,5

	Молекулярная масса
Глюкоза	180
Мальтоза	342
Остаток глюкозы в составе крахмала	162

**Задание 8 (5 баллов).** Каково молярное отношение глюкоза:мальтоза в полученном гидролизате? (Без расчетов задание не оценивается!)

Расчет:

5,0



Молярное отношение глюкоза:мальтоза = 1 : 1

**Задание 9 (2,5 балла).** Каково весовое отношение глюкоза:мальтоза в полученном гидролизате? (Без расчетов задание не оценивается!)

Расчет:

2,5

$$n(C_6H_{12}O_6) = n(C_{12}H_{22}O_{11})$$

$$m(C_6H_{12}O_6) = 180 \text{ г/моль} \Rightarrow m/m = M/M$$

$$m(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342 \text{ г/моль} \Rightarrow \frac{180}{342} = \frac{1}{1,9}$$

Весовое отношение глюкоза:мальтоза = 1 : 1,9

Фамилия \_\_\_\_\_  
Имя \_\_\_\_\_  
Район \_\_\_\_\_  
Шифр \_\_\_\_\_

Шифр C-42

Рабочее место \_\_\_\_\_  
Итого: 7,5+0,5 баллов

**Задания практического тура регионального этапа XXXV Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2018-19 уч. год. 11 класс**

### **ФИЗИОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ**

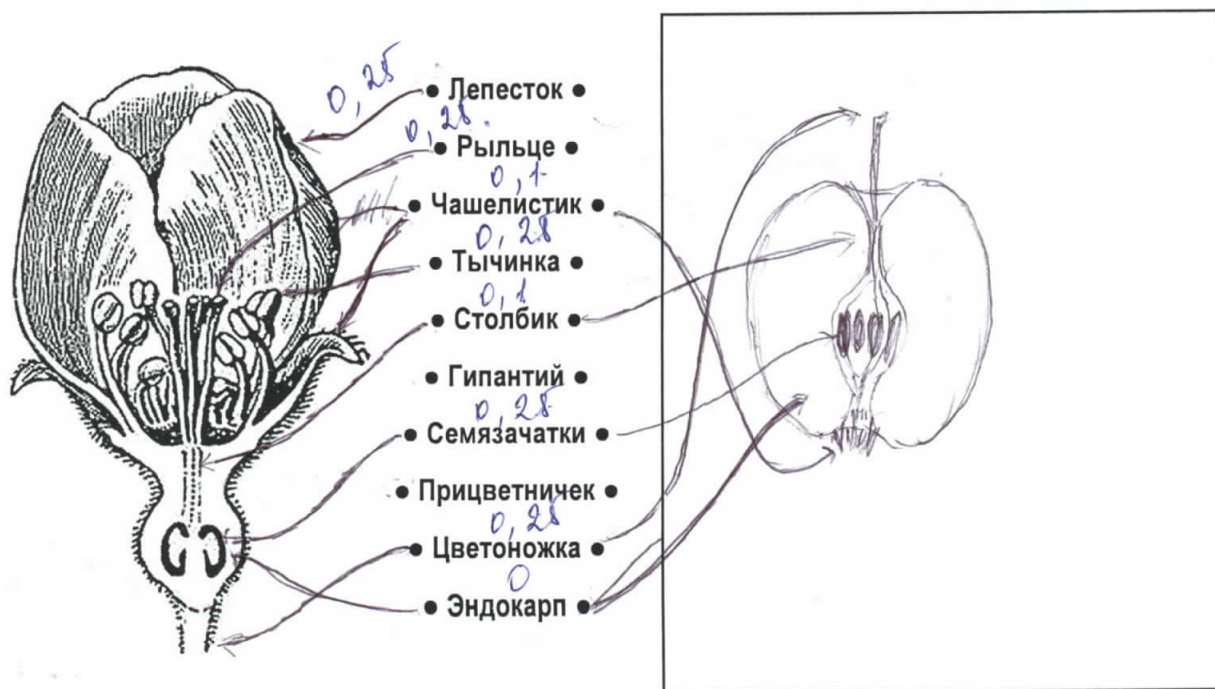
**Общая цель:** Изучить анатомо-морфологическую структуру и химический состав органов растений: яблони (*Malus domestica*) или айвы (*Cydonia oblonga*), моркови (*Daucus carota* subsp. *sativus*), граната (*Punica granatum*), чая (*Camellia sinensis*); исследовать качественный состав вторичных метаболитов данных растений.

**Оборудование и объекты исследования:** плод яблока или айвы, штатив с 6 пробирками, в которых находятся вытяжки, полученные из разных органов следующих растений: морковь (*Daucus carota* subsp. *sativus*), гранат (*Punica granatum*), чай (*Camellia sinensis*), пузырьки с пипетками, в которых находятся 1% FeCl<sub>3</sub>, 1% раствор желатина, разделочная доска, нож, тёрка, чашки Петри.

#### **Ход работы:**

1. При помощи ножа изготовьте продольный срез плода яблони или айвы, выбрав для среза центральную часть органа. Одну половину плода используйте для эксперимента. С помощью тёрки натрите 20–40 г мякоти плода, получив яблочный или айвовый гомогенат. Разделите его на две равные части. Одну из частей поместите в чашку Петри, смешайте с сухим порошком хлорида натрия (около 2–3 г NaCl) и быстро перемешайте (результат зависит от скорости и тщательности выполнения!). Вторую часть гомогената переместите во вторую чашку Петри. Оставьте для инкубации в течение 20–30 минут.

2. Внимательно рассмотрите продольный срез второй половины плода. Зарисуйте продольный срез в поле для рисунка. Сопоставьте структуры цветка и структуры яблока, которые из него развились, соединив указателями термины с Вашим рисунком и предложенным рисунком цветка.



1,5

3. Среди вторичных метаболитов растений важное место занимают фенольные соединения, в состав которых может входить как одно фенольное кольцо, так и несколько, а некоторые являются полимерами (полифенолы). Для обнаружения фенольных соединений можно использовать качественную реакцию с  $Fe^{3+}$ , в результате которой образуются темно-синие, темно-красные и бурые соединения или их смесь.

У Вас на столе в штативе находятся 6 пробирок. Каждой паре пробирок присвоен свой номер (1а и 1б, 2а и 2б, 3а и 3б). В каждой двух пробирках с одинаковым номером находится вытяжка из одного и того же объекта.

а) Возьмите пробирку 1а. Рассмотрите ее на просвет. Определите цвет и прозрачность раствора. Результаты внесите в таблицу.

б) В пробирку 1а добавьте  $FeCl_3$ . Отметьте цвет вытяжки после добавления реагента. Результаты внесите в таблицу.

в) Для обнаружения полифенолов с большим количеством звеньев в цепи добавьте в пробирку 1б желатин. Пронаблюдайте за изменениями. Результаты внесите в таблицу.

г) Повторите пункты а-в с остальными пробирками.

**БУДЬТЕ ВНИМАТЕЛЬНЫ!** Если Вы ошибетесь, новые пробирки Вам не выдадут.

**Перечень семейств:** Зонтичные (Сельдерейные); Сложноцветные (Астровые), Чайные (Камелиевые), Орхидные (Ятрышниковые), Дербенниковые, Розоцветные (Розовые).

**Перечень формул и названий веществ** – см. следующую страницу.

Объект	Гранат <i>Punica granatum</i>	Чай <i>Camellia sinensis</i>	Морковь <i>Daucus carota</i>
Семейство	розоцветные	чайные ✓	зонтичные ✓
Цвет исходной вытяжки	оранжево-желтый	золотисто-желтый	светло-желтый
Прозрачность исходной вытяжки	слегка мутная	прозрачная	прозрачная
Цвет вытяжки после добавления $FeCl_3$ (пробы с буквой а)	черный, непрозрачный	черный, непрозрачный	не изменился (светло-желтый)
Изменения после добавления желатина (пробы с буквой б)	появился белый, непрозрачный осадок	появился белый, непрозрачный осадок	без изменений
Наличие фенольных соединений (поставьте «+» или «-»)	+	+	-
Наличие полифенольных соединений (поставьте «+» или «-»)	+	+	-
Шифр названия фенольного соединения. Если реакция отрицательна, поставьте «-».	А	Б	-
Шифр формулы соединения	а +	б +	-

2

2,7

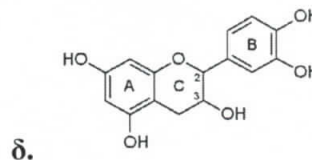
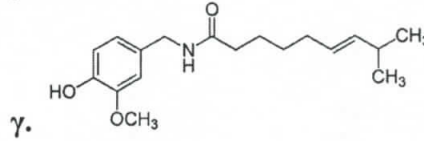
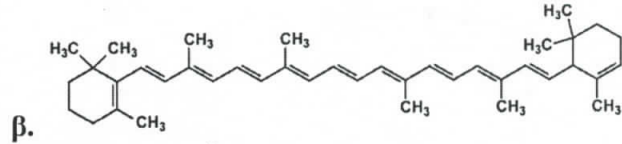
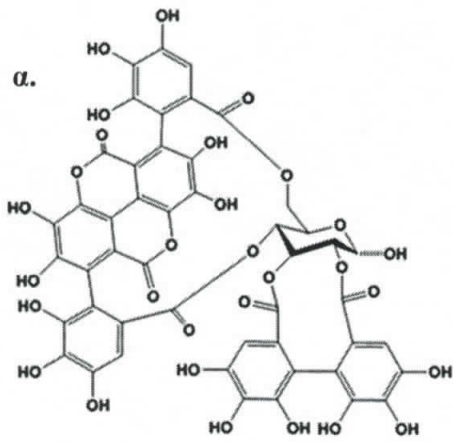
2

5,7

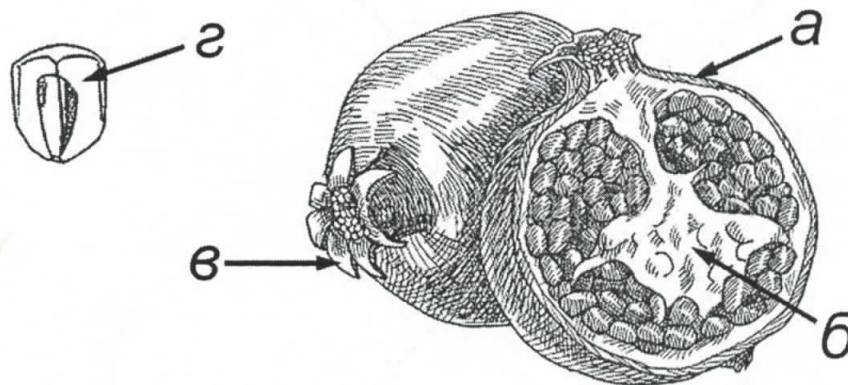


Список соединений: а) катехин, б) дубильные вещества, в) β-каротин

Формулы соединений:



4. Ниже представлен плод граната в разрезе. Какая из структур содержит максимальное количество лимонной кислоты? Поле для ответа: **IV**. Обведите в кружок название этой структуры: i) экзокарп; ii) эндокарп; iii) чашелистик; iv) семенная кожура; v) септа (перегородка плода); vi) чашелистик, остающийся при плодах; vii) мезокарп; viii) плодоножка.



0,5

5. Отметьте изменение цвета гомогенатов плода яблони или айвы после 20–30-минутной инкубации в таблице.

	Без добавления NaCl	При добавлении NaCl
Цвет гомогената	ЖЕЛТО-ОРАНЖЕВЫЙ	ЖЕЛТЫЙ

0,25

Изменение окраски гомогената без добавления NaCl происходит в следствие действия (обведите в кружок правильный ответ): а) рибулозобисфосфаткарбоксилазы/оксигеназы; б) полифенолоксидазы; в) каталазы; г) аскорбатпероксидазы; **д)** неферментативного окисления кислородом воздуха ионов  $Fe^{2+}$  до  $Fe^{3+}$ .

0

Объясните действие NaCl в данном эксперименте: ионы натрия образуются в рез-те растворения соли. Это служит восстановителем для атомов кислорода из воздуха, за счет большей окислительной способности натрия меньше ионов атомов железа подвергается окислению ⇒ гомогенат в большей степени сохраняет исходную окраску.

0



Шифр

C-42

Итого:

7,8

ЛИСТ ОТВЕТОВ

**Задание 1.** Подпишите гематопозитические органы А-В на разных стадиях развития человека, а также гены, экспрессия которых соответствует кривым 1-5. Некоторые кривые соответствуют двум генам одновременно (4 балла, по 0,5 за каждую правильную подпись).

	А		Б		В
Орган	Печень		Печень		красн. кости, мозг
Кривая	1	2	3	4	5
Гены	ГБЕ+	ГВГ	ГВВ	ГВА	ГВД+

С какой физиологической адаптацией связано различие гемоглобинов между матерью и плодом?

(1 балл)

**Задание 2.** Укажите число попарно различающихся нуклеотидов между последовательностями на Рис. 2. (3 балла, по 0,5 за каждую правильно заполненную ячейку, не заполняйте залитые серым ячейки)

	HBA1	HBB	HBG1
HBA1	—	—	—
HBB	8 +	—	—
HBG1	15	10 +	—
HVZ	11 +	15 +	14

Какое из двух деревьев, I или II, лучше соответствует найденным различиям между последовательностями и почему?

I, поскольку в II расходятся HBE и HBG1/2 присоединит значительное количество, чем в I. (1 балл)

Число серых прямоугольников на Рис.2 32 (1 балл).

Число уникальных мутаций для выбранного вами дерева 4 (1 балл)

Сколько деревьев возможно для 8 генов? 8! = 40320 (1 балл)

**Задание 3.** Седьмая аминокислота в нормальной β-цепи гемоглобина – глутаминовая кислота (0,5 балла), в серповидноклеточной – валин (0,5 балла)

Какие другие аминокислоты в этом положении встречаются у других нормальных цепей гемоглобина? Аланин, пролин (1 балл)

Какие другие аминокислоты можно получить в 7 положении с помощью замены одного нуклеотида в кодона GAG на какой-то другой (укажите замены)? GAG (глутаминовая), GAG (глутаминовая), GAG (глутаминовая), GAG (глутаминовая) (3 балла)

Почему метионин, кодируемый стартом-кодоном как правило не учитывается в нумерации аминокислот последовательности гемоглобина? (1 балл)

Частота аллели серповидноклеточности (1 балл).

Доля больных серповидноклеточной анемией (1 балл)

внимание, что для генов *HBA* и *HBG* прямоугольники включают нуклеотиды двух строк, потому что эти парные гены дублировались позднее других, и сохраняют одинаковые мутации, полученные предковым геном. Аналогично, для некоторых мутаций некоторые прямоугольники можно объединить для разных строк, потому что на основе топологии дерева эти прямоугольники соотносятся с одной предковой мутацией, унаследованной целой веткой из нескольких генов. Вычтите из общей суммы прямоугольников те, что исчезают после такого объединения и рассчитайте количество уникальных мутационных событий.

Рассчитайте, сколько всего деревьев, подобных двум приведенным на рисунке 3, можно теоретически предложить для 8 генов гемоглобинов, если число всех возможных деревьев для  $N$  генов равно произведению всех нечетных чисел от 1 до  $2N-3$ .

Наследственное заболевание серповидноклеточная анемия вызывается однонуклеотидной заменой А на Т в седьмом кодоне гена *HBB* ( $GAG \rightarrow GTG$ ), что приводит к аминокислотной замене в  $\beta$ -цепи гемоглобина. Рассмотрите таблицу генетического кода на рисунке 4, и ответьте, какая аминокислота находится в 7 позиции в нормальной и серповидноклеточной  $\beta$ -цепи? Какие другие аминокислоты в этом положении встречаются у других нормальных цепей гемоглобина? Какие другие аминокислоты можно получить в 7 положении с помощью замены одного нуклеотида в кодоне GAG на какой-то другой (любой)? Почему метионин, кодируемый старт-кодоном, как правило, не учитывается в нумерации аминокислот последовательности гемоглобина?

первый нуклеотид	Второй нуклеотид				третий нуклеотид
	(T)	(C)	(A)	(G)	
(T)	F Фенилаланин (Phe)	S (Ser)	Y Тирозин (Tyr)	C Цистеин (Cys)	T
	F Фенилаланин (Phe)	S Серин (Ser)	Y Тирозин (Tyr)	C Цистеин (Cys)	C
	L Лейцин (Leu)	S (Ser)	стоп-кодоны	стоп-кодон	A
	L Лейцин (Leu)	S (Ser)		W Триптофан (Trp)	G
(C)	L (Leu)	P (Pro)	H Гистидин (His)	R (Arg)	T
	L Лейцин (Leu)	P (Pro)	H Гистидин (His)	R Аргинин (Arg)	C
	L Лейцин (Leu)	P Пролин (Pro)	Q Глутамин (Gln)	R Аргинин (Arg)	A
	L (Leu)	P (Pro)	Q Глутамин (Gln)	R (Arg)	G
(A)	I Изолейцин (Ile)	T (Thr)	N (Asn)	S Серин (Ser)	T
	I Изолейцин (Ile)	T Треонин (Thr)	N (Asn)	S Серин (Ser)	C
	I (Ile)	T (Thr)	K Лизин (Lys)	R Аргинин (Arg)	A
	M Метионин (Met)	T (Thr)	K Лизин (Lys)	R Аргинин (Arg)	G
(G)	V (Val)	A (Ala)	D Аспарагиновая кислота (Asp)	G (Gly)	T
	V Валин (Val)	A Аланин (Ala)	D Аспарагиновая кислота (Asp)	G Глицин (Gly)	C
	V Валин (Val)	A Аланин (Ala)	E Глутаминовая кислота (Glu)	G Глицин (Gly)	A
	V (Val)	A (Ala)	E Глутаминовая кислота (Glu)	G (Gly)	G

Рисунок 4. Таблица генетического кода

В одной центральноафриканской популяции мутация серповидноклеточности присутствует у 12% взрослого населения. Такая высокая частота объясняется в два раза меньшей частотой заболеваний малярией у гетерозигот по серповидноклеточности, однако в гомозиготе эта мутация приводит к смерти до вступления в репродуктивный возраст. Рассчитайте в этой популяции частоту аллели серповидноклеточности и долю новорожденных, страдающих серповидноклеточной анемией, свой расчет поясните.