

Шифр: С-30

Всероссийская олимпиада школьников  
Региональный этап

по биологии

2018/2019

Ленинградская область

Район Волжский район

Школа ВСОШ №7

Класс 11

ФИО Петров Владислав

ЕВГЕНЬЕВИЧ



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

Шифр С-30

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

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

**Задание 1. маx. 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"/>	<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"/>			

**Задание 2. маx. 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"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	7	в	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	13	в	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	19	в	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	25	в	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
2	в		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<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"/>	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"/>	9	в	<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"/>	21	в	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	27	в	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
4	в	<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"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	16	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<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"/>
5	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<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"/>	29	в	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
6	в			<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"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	24	в	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	30	в	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>

**Задание 3. маx. 30 баллов**

**1. маx. 4 балла**

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

(по 0,5 б.) = 3,5

**2. маx. 4 балла**

Гриб	1	2	3	4	5	6	7	8
А		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<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"/>

(по 0,5 б.) = 3,0

**3. маx. 6 баллов**

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

(по 0,5 б.) = 4,0

**4. маx. 3 балла**

Раст-е	1	2	3	4	5	6
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"/>			
Е		<input checked="" type="checkbox"/>				

(по 0,5 б.) = 2,0

**5. маx. 3,5 балла**

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

(по 0,5 б.) = 3,5

**6. маx. 2,5 балла**

Силуэт	1	2	3	4	5
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. маx. 2,5 балла**

Пор-к	1	2	3	4	5
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. маx. 2 балла**

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

(по 0,5 б.) = 0,5

**9. маx. 2,5 балла**

Вит-ны	1	2	3	4	5
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

**Итого:** ~~76,5~~ 77,5

**Проверили:**



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

Шифр С-30  
 Рабочее место \_\_\_\_\_  
 Итого: 10,25

**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.

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

2,0 Оксид меди (II) CuO

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

0,5 В результате реакции окисления восстановленного Cu(OH)<sub>2</sub> с раствором глюкозы. 2 Cu(OH)<sub>2</sub> + C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> → Cu<sub>2</sub>O + H<sub>2</sub>O

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

1,0 глюкоза (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)

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

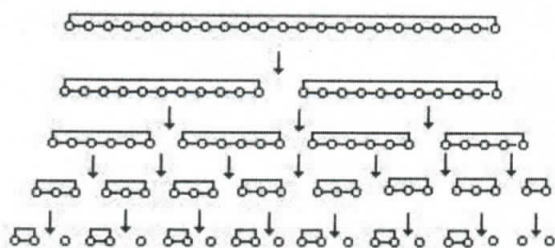
**Задание 4 (1 балл).** Какой из углеводов реагирует с раствором Люголя? Как при этом изменяется окраска раствора?

1,0 крахмал (тёмно-фиолетовый, багряно-красный) цвет приобретает розовый

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

Пробирка	Реакция с сульфатом меди (+ или -)	Реакция с раствором Люголя (+ или -)	Углевод
А	-	+	<u>крахмал</u>
В	-	-	<u>сахароза</u>
С	+	-	<u>глюкоза</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

$\text{CuSO}_4$ . 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

только глюкоза, т.к. она моносахарид

Для дальнейших расчетов Вам могут понадобиться атомные массы некоторых элементов: Н – 1, С – 12, О – 16, Na – 23, S – 32, К – 39, Cu – 64, I – 127, а также молекулярные массы некоторых соединений.

$$64 + 16 + 64 = 144$$

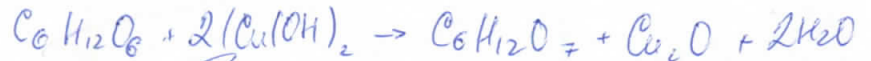
**Задание 7 (1,5 балла).** Рассчитайте молекулярные массы и внесите результаты в Таблицу:

	Молекулярная масса
Глюкоза	180 г/моль
Мальтоза	324 г/моль
Остаток глюкозы в составе крахмала	162 г/моль

1,25

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

Расчет:



$$n(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{0,144 \text{ г}}{144 \text{ г/моль}} = 0,001 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,001 \text{ моль}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1 \text{ моль} \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 = 0,180 \text{ г}$$

$$m(\text{остаток глюкозы}) = 1 \text{ моль} \cdot M(\text{ост.}) = 162 \cdot 1 = 0,162 \text{ г}$$

$$m(\text{остаток мальтозы}) = 0,81 \text{ г}$$

$$n(\text{ост. мальт.}) = \frac{0,81 \text{ г}}{324 \text{ г/моль}} \approx 0,003 \text{ моль}$$

$$\frac{0,001 \text{ моль}}{0,003 \text{ моль}} \approx 1 : 3$$

Дано:

$$m(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n = 0,243 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 10 \text{ г}$$

$$m(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,144 \text{ г}$$

2,0

Молярное отношение глюкоза:мальтоза = 1 : 3

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

Расчет:

см. выше

$$m(\text{мальтоза}) = 0,003 \text{ моль} \cdot 324 \text{ г/моль} = 0,972$$

$$1 - 0,18$$

$$x = 0,972$$

$$x = 5,4$$

0,5

Весовое отношение глюкоза:мальтоза = 1 : 5,4

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

Шифр С-30

Рабочее место \_\_\_\_\_  
Итого: 92 баллов

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

**ФИЗИОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ**

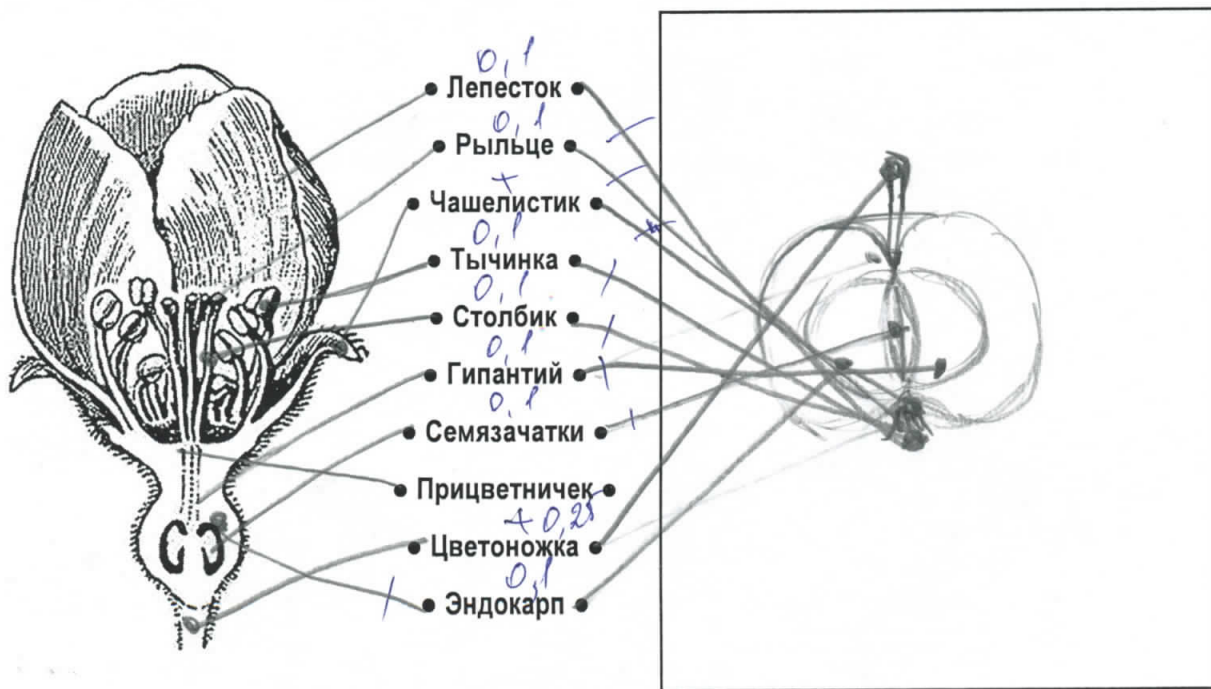
**Общая цель:** Изучить анатомо-морфологическую структуру и химический состав органов растений: яблони (*Malus domestica*) или айвы (*Cydonia oblonga*), моркови (*Daucus carota* subsp. *sativus*), граната (*Punica granatum*), чая (*Camellia sinensis*); исследовать качественный состав вторичных метаболитов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



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 2 <i>Punica granatum</i>	Чай 1 <i>Camellia sinensis</i>	Морковь 3 <i>Daucus carota</i>
Семейство	Розоцветные	Чайные / Камелиевые	Зонтичные ✓
Цвет исходной вытяжки	бледно-желтый	желтый	персиково-желтый
Прозрачность исходной вытяжки	слегка мутный	прозрачный	мутный / прозрачный
Цвет вытяжки после добавления $FeCl_3$ (пробы с буквой а)	темно-зеленый	темно-зеленый	исходный (персиково-желтый)
Изменения после добавления желатина (пробы с буквой б)	выпадает мутной осадка	выпадает мутной осадка	легкая мутность раствора
Наличие фенольных соединений (поставьте «+» или «-»)	+	+	-
Наличие полифенольных соединений (поставьте «+» или «-»)	+	+	- ✓
Шифр названия фенольного соединения. Если реакция отрицательна, поставьте «-».	б	а	-
Шифр формулы соединения	β -	б	-

2

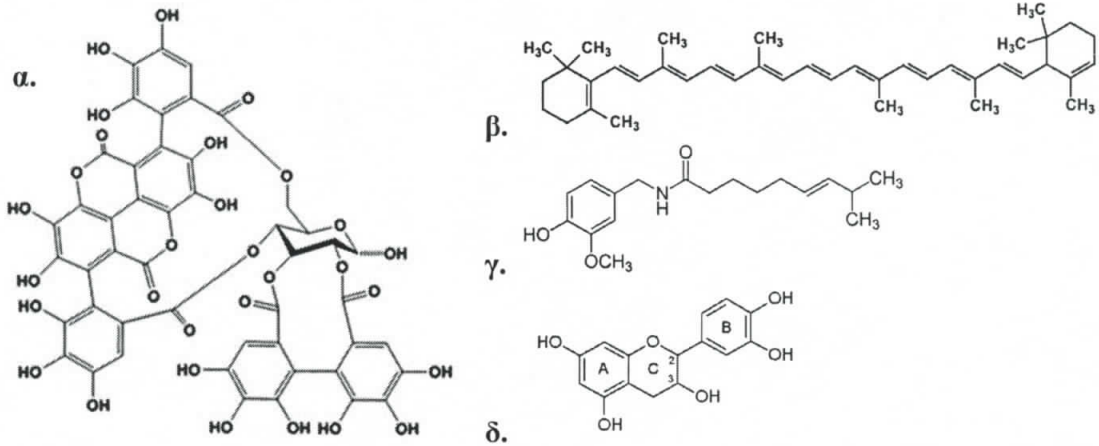
2,7

2,5

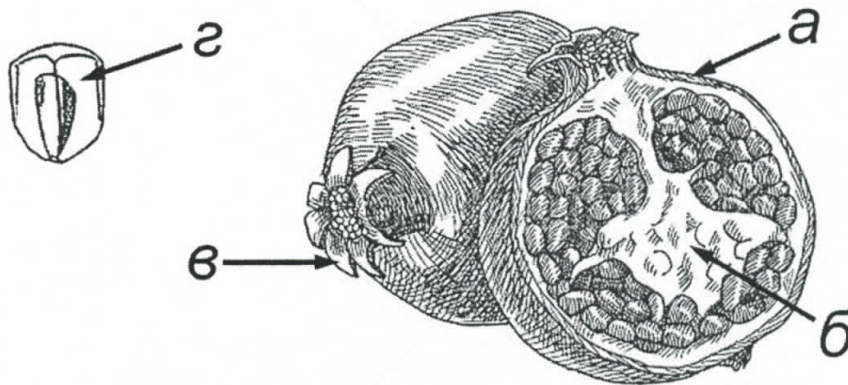
7,2



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: . 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.



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

	Без добавления NaCl	При добавлении NaCl
Цвет гомогената	коричневая потемнение (жёлто-коричневый)	исчезает (бледно-зелёный)

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  $Fe^{3+}$ .

Объясните действие NaCl в данном эксперименте: Хлорид-ион в составе NaCl связывается с катионами двухвалентного железа, из-за чего это железо не окисляется кислородом воздуха в до трехвалентной формы.



Шифр

C-30

Итого:

91

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	желтковая оболочка		селезенка		Красный костный мозг	
Кривая	1	2	3	4	5	
Гены	HBE, HBZ		HBA, HBB	HBA, HBG	HBA, HBB	HBA, HBB

С какой физиологической адаптацией связано различие гемоглобинов между матерью и

плодом? Различие не связано с тем, чтобы при заболеваниях крови у матери, у плода не было никаких проблем (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	
HBB	11	15 +	13 +

Какое из двух деревьев, I или II, лучше соответствует найденным различиям между последовательностями и почему? # 1 дерево так как во

втором показано некое образование Hb, без учета мутаций. (1 балл)

Число серых прямоугольников на Рис.2 33 (1 балл).

Число уникальных мутаций для выбранного вами дерева 7 (1 балл)

Сколько деревьев возможно для 8 генов? 5 (1 балл)

Задание 3. Седьмая аминокислота в нормальной β-цепи гемоглобина - гистидин (0,5 балла), в серповидноклеточной - Валин (0,5 балла)

Какие другие аминокислоты в этом положении встречаются у других нормальных цепей гемоглобина? треонин, и аланин (1 балл)

Какие другие аминокислоты можно получить в 7 положении с помощью замены одного нуклеотида в кодона GAG на какой-то другой (укажите замены)? перлен, GAG, Asp, Lys, Asn, Gln, His, Tyr

если последний нуклеотид, то Asp и Gly (3 балла)  
если средний, то Ala, Val, Gly и Gln

Почему метионин, кодируемый старт-кодоном как правило не учитывается в нумерации аминокислот последовательности гемоглобина? потому что он не несет

в себе информацию о структуре, имеет кодоны только транскрипцию (1 балл)

Частота аллели серповидноклеточности 24% или 26% (1 балл).

Доля больных серповидноклеточной анемией 24% (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 Пролин (Pro)	H Гистидин (His)	R Аргинин (Arg)	C
	L (Leu)	P (Pro)	Q Глутамин (Gln)	R (Arg)	A
	L (Leu)	P (Pro)	Q Глутамин (Gln)	R (Arg)	G
(A)	I (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 (Asp)	G (Gly)	T
	V Валин (Val)	A Аланин (Ala)	D кислота (Asp)	G Глицин (Gly)	C
	V Валин (Val)	A (Ala)	E Глутаминовая (Glu)	G (Gly)	A
	V (Val)	A (Ala)	E 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.