

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Технологический сектор**  
**Междисциплинарные задачи**  
**11 класс**

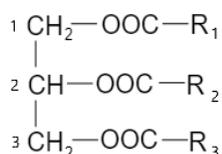
---

## **ВАРИАНТ 1**

### **Задача 1**

Липазы — это гидролитические ферменты, катализирующие гидролиз сложных липидов до глицерина и жирных кислот. В организме они играют ключевую роль в процессах переваривания и усвоения жиров, а также в энергетическом обмене. В промышленности липазы применяются как компоненты моющих средств; при производстве биодизеля, с помощью липаз проводят модификацию жиров в пищевой промышленности, например, получают заменитель какао-масла на основе более доступных растительных масел.

На рисунке представлена общая формула триацилглицерида – основного компонента растительных масел, остатки жирных кислот обозначены R.



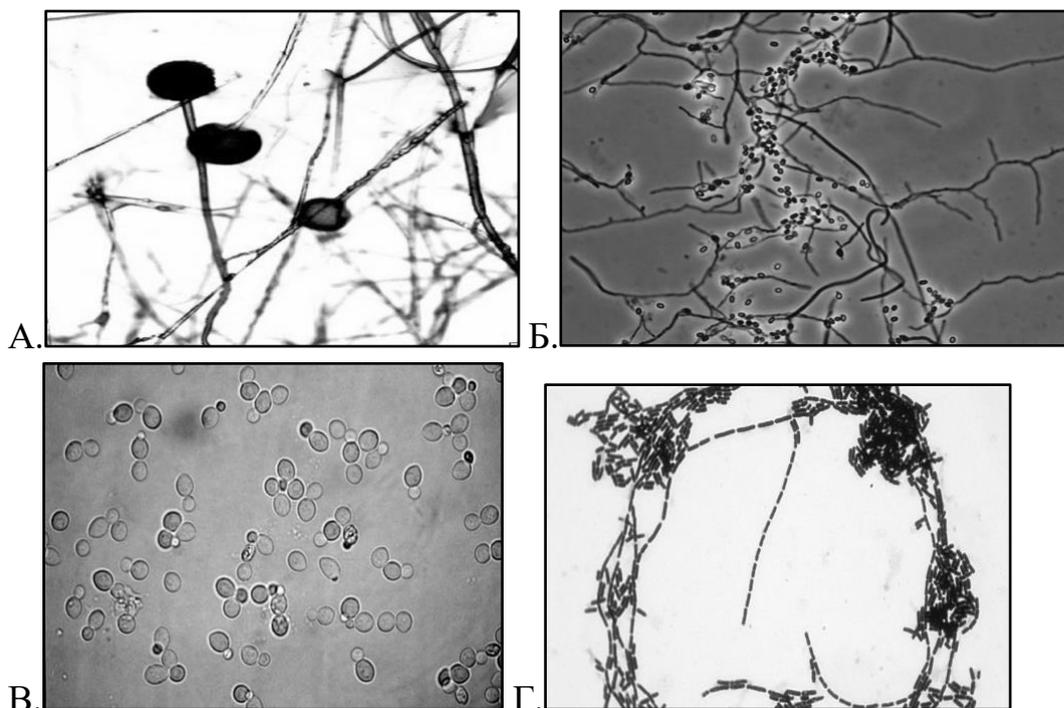
Подсолнечное масло содержит 50-70 % полиненасыщенной линолевой кислоты, что делает его жидким при комнатной температуре, также оно содержит ненасыщенную олеиновую кислоту и небольшие количества насыщенных пальмитиновой и стеариновой. Масло какао при комнатной температуре находится в твердом состоянии, так как содержит 50-60 % насыщенных жирных кислот, 30-40 % олеиновой кислоты и менее 3 % линолевой кислоты. Для получения заменителя какао-масла необходимо изменить жирнокислотный состав триглицеридов подсолнечного масла. Это достигается проведением реакции переэтерификации, катализируемой липазой. Такую липазу синтезируют многие грибы, например *Rhizopus oryzae* – микроскопический гриб, обнаруживающийся в почве.

1. *Rhizopus oryzae* образует несептированные гифы с тонкими гладкими стенками диаметром от 6 до 15 мкм. Спорангиеносцы длинные, неразветвленные, вертикальные, диаметром до 20 мкм, могут достигать значительной длины. Спорангии шаровидные или слегка сплюснутые,

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Технологический сектор  
Междисциплинарные задачи  
11 класс

---

крупные, диаметром до 200 мкм, гладкостенные. Содержат большое количество спорангиоспор. По мере созревания спорангий приобретает тёмно-серый или чёрный цвет. Ниже представлены фотографии клеток различных организмов, полученные с помощью оптического микроскопа при увеличении в 400 раз. Определите, на какой фотографии изображены грибы *Rhizopus oryzae*.



2. Липазу *Rhizopus oryzae* часто получают рекомбинантным способом. Для этого выделяют матричную РНК гена липазы из гриба и на матрице данной РНК обратной транскрипцией получают ДНК, которую затем клонируют в плазмиду и экспрессируют в клетках *Escherichia coli*. Перед вами начальная часть последовательности мРНК гена липазы, выделенная из *Rhizopus oryzae*.

5' GAUGGCAUCGCGUCCUUAAGAGACUACCACCAUUC 3'

Запишите последовательность ДНК, которую необходимо встроить в геном *Escherichia coli*, и последовательность полипептида, который будет транслироваться в клетках. Для ответа используйте таблицу генетического кода, приведенную ниже.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап  
Технологический сектор  
Междисциплинарные задачи  
11 класс**

1-е осно-вание	2-е основание								3-е осно-вание		
	U		C		A		G				
U	UU	(Phe) Фенилаланин	UC	(Ser) Серин	UA	(Tyr) Тирозин	UG	(Cys) Цистеин	U		
	U		U		U		U				
	UC	UC	UA		UG	C	C				
	C	C	C		C						
A	UA	(Met) старт, Метионин	UA	(Thr) Треонин	UA	Стоп (охра)	UG	Стоп (опал)	A		
	A		A		A		A				
G	UG		(Val) Валин		UG	(Ala) Аланин	UG	Стоп (янтарь)	UG	(Trp) Триптофан	G
	G				G		G		G		
C	CU	(Leu) Лейцин		CC	(Pro) Пролин		CA	(His) Гистидин	CG	(Arg) Аргинин	U
	U			U			U		U		
	CU		CC	CA		CG	C	C			
	C		C	C		C					
A	CU	(Ile) Изолейцин	CA	(Thr) Треонин	CA	(Gln) Глутамин	CG	(Arg) Аргинин	A		
	A		A		A		A				
	CU		CC		CA	CG	G		G		
	C		C		C	C					
U	AU	(Met) старт, Метионин	AC	(Thr) Треонин	AA	(Asn) Аспарагин	AG	(Ser) Серин	U		
	U		U		U		U				
	AU		AC		AA	AG	C	C			
	A		A		A	A					
G	AG	(Met) старт, Метионин	AG	(Thr) Треонин	AG	(Lys) Лизин	AG	(Arg) Аргинин	A		
	G		G		G		G				
G	GU		(Val) Валин		GU	(Ala) Аланин	GA	(Asp) Аспарагин о- вая кислота	GG	(Gly) Глицин	U
	U				U		U		U		
C	GU	(Val) Валин	GC	(Ala) Аланин	GA	(Asp) Аспарагин о- вая кислота	GG	(Gly) Глицин	C		
	C		C		C		C				

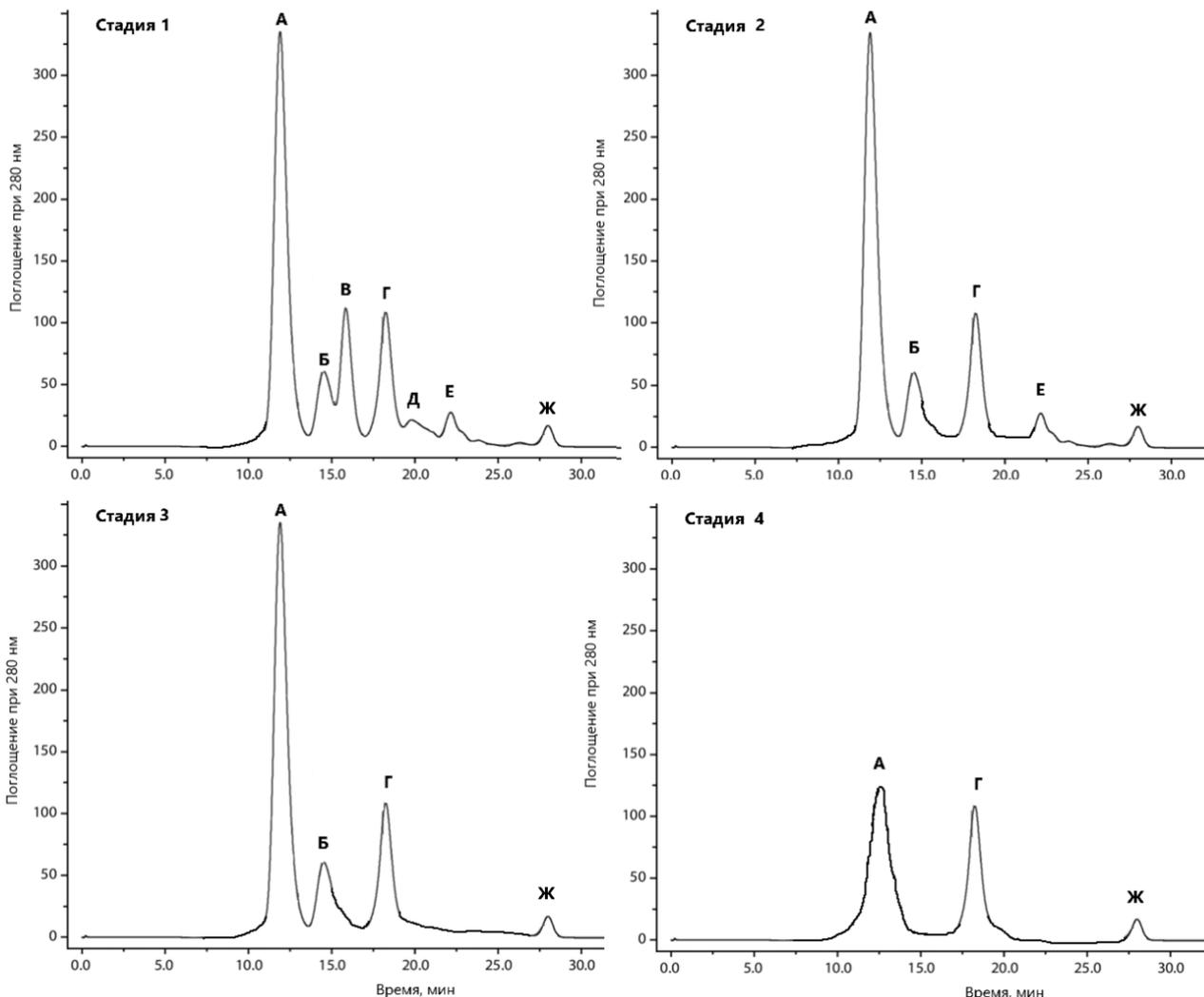
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Технологический сектор**  
**Междисциплинарные задачи**  
**11 класс**

	GU		GC		GA		GG		A
	A		A		A	(Glu)	A		
	GU		GC		GA	Глутамино вая кислота	GG		
	G		G		G		G		G

3. Липазу получали в клетках *Escherichia coli*, выделяли, а затем очищали. Для оценки эффективности очистки применяли гель-эксклюзионную хроматографию. Данный метод заключается в пропускании исследуемой смеси веществ через гель с порами определенного размера в токе растворителя. Порции растворителя собирают и анализируют содержание в них целевого вещества. Молекулы с большой молекулярной массой проходят через такой сорбент быстро, а мелкие молекулы задерживаются в порах и выходят из сорбента позднее. На графиках представлены результаты гель-эксклюзионной хроматографии фракций, полученных на разных этапах очистки липазы: зависимость поглощения образца при 280 нм, которое пропорционально концентрации белка в пробах, от времени процесса. Среди всех веществ в образце молекулярная масса липазы наибольшая. Укажите, какой пик соответствует липазе. Ответ обоснуйте.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Технологический сектор  
Междисциплинарные задачи  
**11 класс**

---



4. Исходя из того, что липаза должна содержать минимальное количество примесей и при этом концентрация фермента должна быть максимальной, определите, на какой стадии следует остановить процесс очистки. Укажите ее номер. Ответ обоснуйте.

5. Для получения заменителя масла какао используют липазы, расщепляющие сложноэфирные связи в триацилглицеридах по положениям 1 и 3 глицерина. Приведите формулу триацилглицерида в общем виде и укажите, какие связи будут подвергаться гидролизу.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Технологический сектор**  
**Междисциплинарные задачи**  
**11 класс**

---

## Задача 2

Раздел физики, посвященный изучению методов измерения вязкости, называется вискозиметрия. Вискозиметр — прибор для определения динамической вязкости вещества.

Вязкость (внутреннее трение)— одно из явлений переноса, свойство текучих тел (жидкостей и газов) оказывать сопротивление перемещению одной их части относительно другой. В результате макроскопическая работа, затрачиваемая на это перемещение, рассеивается в виде тепла.

Вязкость газов и жидкостей характеризуют динамическим коэффициентом вязкости (единица измерения в Международной системе единиц (СИ) — паскаль-секунда, Па·с, в системе СГС — пуаз, П; 1 Па·с = 10 П.

Абсолютная (или динамическая) вязкость жидкости может быть вычислена по времени, необходимому для истечения определенного объема жидкости через капиллярную трубку. При этом пользуются формулой Пуазейля:  $\eta = \frac{\pi \cdot \Delta P \cdot r^4 \cdot \tau}{8 \cdot l \cdot V}$ , где  $\eta$  – динамическая вязкость, пуаз, 1 пуаз = 0,1 Н·с/м<sup>2</sup>;  $\Delta P$  – разность давлений на концах капилляра, дин/см<sup>2</sup>;  $r$  – радиус капилляра, см;  $l$  – длина капилляра, см;  $V$  – объем жидкости, см<sup>3</sup>, вытекающий в течение времени  $\tau$ , с. Для разбавленных растворов полимеров принято определять относительные вязкости:  $\eta_{\text{отн}} = \eta / \eta_0$ , где  $\eta$  – вязкость раствора полимера;  $\eta_0$  – вязкость чистого растворителя. При близких значениях плотностей раствора полимера и растворителя можно записать:

$$\eta_{\text{отн}} = \eta / \eta_0 = \rho \tau / \rho_0 \tau_0 \approx \tau / \tau_0$$

В настоящее время высокую вязкость растворов полимеров связывают с цепочкообразным строением макромолекул и их большими размерами. Величина  $[(\eta - \eta_0) / \eta_0]$  называется удельной вязкостью  $\eta_{\text{уд}}$ . Величина  $\eta_{\text{уд}}/с$  называется приведенной вязкостью. Величина  $\eta_{\text{уд}}/с$  изменяется с концентрацией, причем с увеличением концентрации значения  $\eta_{\text{уд}}/с$  растут (рис.1).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Технологический сектор**  
**Междисциплинарные задачи**  
**11 класс**

---

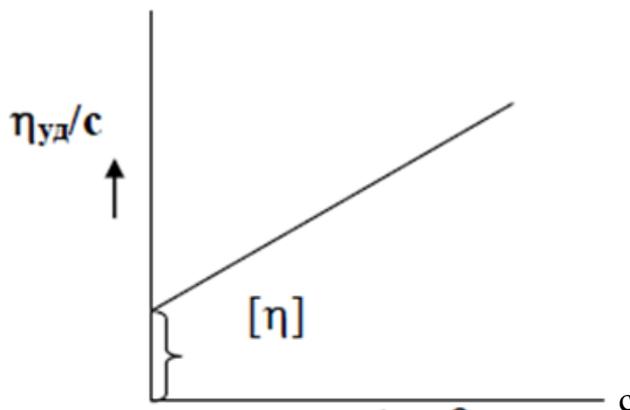


Рис.1. Зависимость приведенной вязкости от концентрации  
 Уравнение этой прямой можно записать следующим образом:

$$\eta_{уд}/с = a_1 + a_2 \cdot с,$$

где  $a_1$  – величина отрезка, отсекаемого прямой по оси ординат;  $a_2$  – тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс или угловой коэффициент. Величина  $a_1$  представляет собой характеристическую вязкостью и обозначается -  $[\eta]$ , следовательно,

$$\eta_{уд} /с = [\eta] + a_2 \cdot с.$$

$$a_2 = \text{tg } \alpha$$

При измерении вязкости растворов полистирола в толуоле с помощью капиллярного вискозиметра получены следующие данные:

Концентрация раствора, г/л	0,0	1,70	2,12	2,52	2,95	3,40
Время истечения раствора, с	97,6	115,51	120,2	124,5	129,9	134,9

Рассчитайте значения 1. относительной, 2. удельной и 3. приведённой вязкости растворов. Определите 4. характеристическую вязкость и 5. угловой коэффициент  $a_2$ .

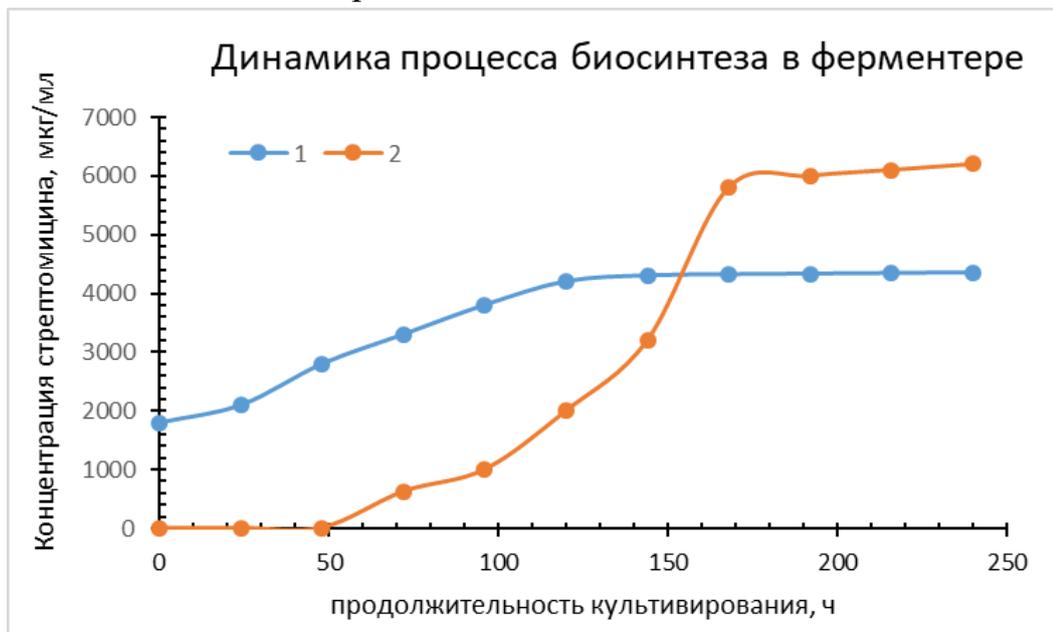
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Технологический сектор  
Междисциплинарные задачи  
11 класс

---

### Задача 3

Актиномицеты – бактерии, которые являются продуцентами огромного количества разнообразных антибиотиков. Например, *Streptomyces griseus* и *Micromonospora purpurea* образуют антибиотики аминогликозидной структуры: стрептомицин, гентамицин, неомицин, канамицин.

Получение стрептомицина в промышленных условиях происходит методом погружённой культуры. Для этого используют среду, которая состоит из глюкозы (0,137 М), соевого шрота (4,0% масс.) и хлорида натрия (0,25% масс.). Перед вами находится кривая роста бактерии *Streptomyces griseus* и кривая накопления антибиотика стрептомицина.



1. Выберите, какая из кривых соответствует кривой роста бактерии *Streptomyces griseus*, а какая отражает динамику накопления антибиотика стрептомицина. Свой ответ обоснуйте.
2. На основании приведенного графика выберите оптимальную продолжительность культивирования для получения максимального выхода антибиотика. Свой ответ обоснуйте.
3. Рассчитайте, какую навеску глюкозы в г необходимо взять для приготовления 3 л питательной среды. Ответ дайте с точностью до сотых.
4. Рассчитайте, какое максимальное количество антибиотика в мг можно получить из 3 л культуральной среды, не учитывая потери на различных

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Технологический сектор**  
**Междисциплинарные задачи**  
**11 класс**

---

стадиях производства при выбранной ранее продолжительности культивирования. Ответ дайте в виде целого числа.

5. Из раствора стрептомицина с концентрацией 16 мкг/мл сделали серию двукратных последовательных разведений. При оценке чувствительности нового штамма бактерии к стрептомицину оказалось, что рост бактерии был полностью подавлен в пробирке с четвертым разведением. Рассчитайте, какая концентрация стрептомицина подавила рост бактерий. Ответ дайте в мкг/мл в виде целого числа.

#### **Задача 4**

На всю поверхность металлической полусферы внутренним радиусом 10 см и толщиной 5 мм нанесли электрохимическим способом цинковое покрытие.

Время обработки составило 90 минут при силе тока 5 А. Выход по току составил 80%. Электролит – сульфат цинка. Плотность цинка равна 7.14 г/см<sup>3</sup>.

1. Запишите реакцию, которая идет на положительном на электроде
2. Найдите массу цинка в граммах, осажденного на поверхность полусферы.
3. Найдите объем цинкового покрытия в см<sup>3</sup>.
4. Определите площадь всей поверхности полусферы в см<sup>2</sup>.
5. Определите толщину цинкового покрытия в см.

#### **Задача 5**

Радиоуглеродный анализ артефакта показал, что содержание <sup>14</sup>C в образце составляет 69% по сравнению с живыми организмами.

1. Дайте определение порядка реакции.
2. Какой порядок у реакции радиоактивного распада.
3. Запишите уравнение для расчета концентрации.
4. Определите константу скорости реакции.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Заключительный этап  
Технологический сектор  
Междисциплинарные задачи  
11 класс**

---

5. Определите возраст артефакта, если период полураспада  $^{14}\text{C}$  (времени, за которое исходная концентрация уменьшается в 2 раза) составляет 5730 лет.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Технологический сектор  
Междисциплинарные задачи  
11 класс

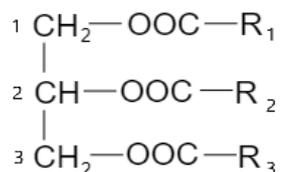
---

## ВАРИАНТ 2

### Задача 1

Липазы — это гидролитические ферменты, катализирующие гидролиз сложных липидов до глицерина и жирных кислот. В организме они играют ключевую роль в процессах переваривания и усвоения жиров, а также в энергетическом обмене. В промышленности липазы применяются как компоненты моющих средств, при производстве биодизеля, с помощью липаз проводят модификацию жиров в пищевой промышленности, например, получают заменитель какао-масла на основе более доступных растительных масел.

На рисунке представлена общая формула триацилглицерида – основного компонента растительных масел, остатки жирных кислот обозначены R.



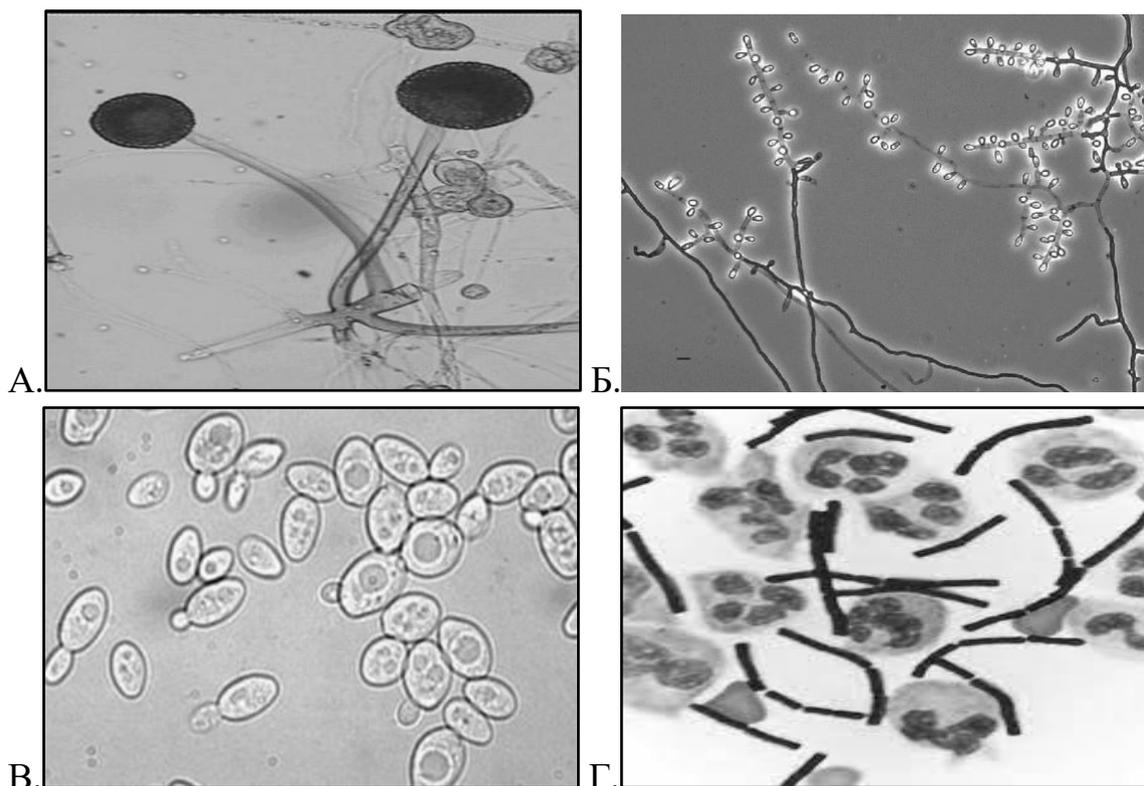
Подсолнечное масло содержит 50-70 % полиненасыщенной линолевой кислоты, что делает его жидким при комнатной температуре, также оно содержит ненасыщенную олеиновую кислоту и небольшие количества насыщенных пальмитиновой и стеариновой. Масло какао при комнатной температуре находится в твердом состоянии, так как содержит 50-60 % насыщенных жирных кислот, 30-40 % олеиновой кислоты, и менее 3 % линолевой кислоты. Для получения заменителя какао-масла необходимо изменить жирнокислотный состав триглицеридов подсолнечного масла. Это достигается проведением реакции переэтерификации, катализируемой липазой. Такую липазу синтезируют многие грибы, например *Rhizopus oryzae* – микроскопический гриб, обнаруживающийся в почве.

1. *Rhizopus oryzae* образует несептированные гифы с тонкими гладкими стенками диаметром от 6 до 15 мкм. Спорангиеносцы длинные, неразветвленные, вертикальные, диаметром до 20 мкм, могут достигать значительной длины. Спорангии шаровидные или слегка сплюснутые, крупные, диаметром до 200 мкм, гладкостенные. Содержат большое

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Технологический сектор  
Междисциплинарные задачи  
11 класс

---

количество спорангиоспор. По мере созревания спорангий приобретает тёмно-серый или чёрный цвет. Ниже представлены фотографии клеток различных организмов, полученные с помощью оптического микроскопа при увеличении в 400 раз. Определите, на какой фотографии изображены грибы *Rhizopus oryzae*.



2. Липазу *Rhizopus oryzae* часто получают рекомбинантным способом. Для этого выделяют матричную РНК гена липазы из гриба и на матрице данной РНК обратной транскрипцией получают ДНК, которую затем клонируют в плазмиду и экспрессируют в клетках *Escherichia coli*. Перед вами начальная часть последовательности мРНК гена липазы, выделенная из *Rhizopus oryzae*.

5' SSAUGGAUGCUGAAGUAUAACUACCCACCAUCCAG 3'

Запишите последовательность ДНК, которую необходимо встроить в геном *Escherichia coli*, и последовательность полипептида, который будет транслироваться в клетках. Для ответа используйте таблицу генетического кода, приведенную ниже.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап  
Технологический сектор  
Междисциплинарные задачи  
11 класс**

1-е основани е	2-е основание								3-е основани е		
	U		C		A		G				
U	UU	(Phe) Фенилалан ин	UC	(Ser) Серин	UA	(Tyr) Тирозин	UG	(Cys) Цистеин	U		
	U		U		U		U				
	UU	UC	UA		UG	C					
	C	C	C		C	C					
A	UU	(Met) старт, Метионин	UC	(Thr) Треонин	UA	Стоп (охра)	UG	Стоп (опал)	A		
	A		A		A		A				
G	UU		(Leu) Лейцин		UC	(Pro) Пролин	UA	Стоп (янтарь)	UG	(Trp) Триптофан	G
	G				G		G		G		
C	CU	(Leu) Лейцин		CC	(Pro) Пролин		CA	(His) Гистидин	CG	(Arg) Аргинин	U
	U			U			U		U		
	CU		CC	CA		CG	C				
	C		C	C		C	C				
A	CU	(Leu) Лейцин	CC	(Pro) Пролин	CA	(Gln) Глутамин	CG	(Arg) Аргинин	A		
	A		A		A		A				
	CU		CC		CA	CG	G				
	G		G		G	G	G				
A	AU	(Ile) Изолейцин	AC	(Thr) Треонин	AA	(Asn) Аспарагин	AG	(Ser) Серин	U		
	U		U		U		U				
	AU		AC		AA	AG	C				
	C	C	C		C	C					
G	AU	(Met) старт, Метионин	AC	(Thr) Треонин	AA	(Lys) Лизин	AG	(Arg) Аргинин	A		
	A		A		A		A				
G	AU		(Met) старт, Метионин		AC	(Thr) Треонин	AA	(Lys) Лизин	AG	(Arg) Аргинин	G
	G				G		G		G		
G	GU	(Val) Валин		GC	(Ala) Аланин		GA	(Asp) Аспарагин	GG	(Gly) Глицин	U
	U			U			U		U		
G	GU	(Val) Валин	GC	(Ala) Аланин		GA	о- вая кислота	GG	Глицин	C	
	C		C			C		C			

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап  
Технологический сектор  
Междисциплинарные задачи  
11 класс

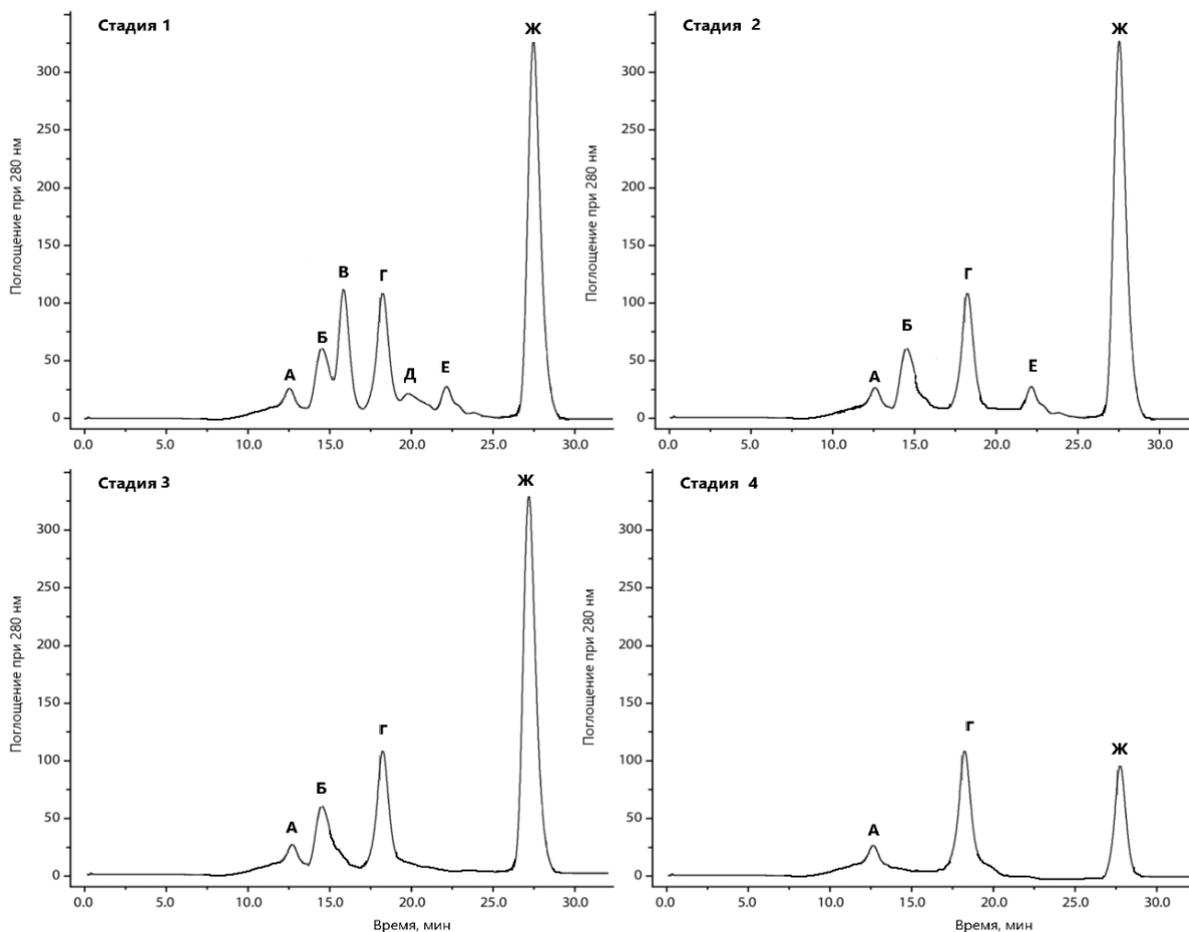
---

	GU		GC		GA	(Glu)	GG		A
	A		A		A	Глутамино вая кислота	A		
	GU		GC		GA		GG		G
	G		G		G		G		

3. Липазу получали в клетках *Escherichia coli*, выделяли, а затем очищали. Для оценки эффективности очистки применяли гель-эксклюзионную хроматографию. Данный метод заключается в пропускании исследуемой смеси веществ через гель с пора́ми определенного размера в токе растворителя. Порции растворителя собирают и анализируют содержание в них целевого вещества. Молекулы с большой молекулярной массой проходят через такой сорбент быстро, а мелкие молекулы задерживаются в порах и выходят из сорбента позднее. На графиках представлены результаты гель-эксклюзионной хроматографии фракций, полученных на разных этапах очистки липазы: зависимость поглощения образца при 280 нм, которое пропорционально концентрации белка в пробах, от времени процесса. Среди всех веществ в образце молекулярная масса липазы наименьшая. Укажите, какой пик соответствует липазе. Ответ обоснуйте.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Заключительный этап Технологический сектор Междисциплинарные задачи 11 класс



4. Исходя из того, что липаза должна содержать минимальное количество примесей и при этом концентрация фермента должна быть максимальной, определите, на какой стадии следует остановить процесс очистки. Укажите ее номер. Ответ обоснуйте.

5. Для получения заменителя масла какао используют липазы, расщепляющие сложноэфирные связи в триацилглицеридах по положениям 1 и 2 глицерина. Приведите формулу триацилглицерида в общем виде и укажите, какие связи будут подвергаться гидролизу.

### Задача 2

Раздел физики, посвященный изучению методов измерения вязкости, называется вискозиметрия. Вискозиметр — прибор для определения динамической вязкости вещества.

Вязкость (внутреннее трение) — одно из явлений переноса, свойство текучих тел (жидкостей и газов) оказывать сопротивление перемещению одной их

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Технологический сектор**  
**Междисциплинарные задачи**  
**11 класс**

---

части относительно другой. В результате макроскопическая работа, затрачиваемая на это перемещение, рассеивается в виде тепла.

Вязкость газов и жидкостей характеризуют динамическим коэффициентом вязкости (единица измерения в Международной системе единиц (СИ) — паскаль-секунда, Па·с; в системе СГС — пуаз, П;  $1 \text{ Па}\cdot\text{с} = 10 \text{ П}$ ).

Абсолютная (или динамическая) вязкость жидкости может быть вычислена по времени, необходимому для истечения определенного объема жидкости через капиллярную трубку. При этом пользуются формулой Пуазейля:  $\eta = \frac{\pi \cdot \Delta P \cdot r^4 \cdot \tau}{8 \cdot l \cdot V}$ , где  $\eta$  – динамическая вязкость, пуаз,  $1 \text{ пуаз} = 0,1 \text{ Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2$ ;  $\Delta P$  – разность давлений на концах капилляра, дин/см<sup>2</sup>;  $r$  – радиус капилляра, см;  $l$  – длина капилляра, см;  $V$  – объем жидкости, см<sup>3</sup>, вытекающий в течение времени  $\tau$ , с. Для разбавленных растворов полимеров принято определять относительные вязкости:  $\eta_{\text{отн}} = \eta/\eta_0$ , где  $\eta$  – вязкость раствора полимера;  $\eta_0$  – вязкость чистого растворителя. При близких значениях плотностей раствора полимера и растворителя можно записать:

$$\eta_{\text{отн}} = \eta/\eta_0 = \rho\tau / \rho_0\tau_0 \approx \tau / \tau_0$$

В настоящее время высокую вязкость растворов полимеров связывают с цепочкообразным строением макромолекул и их большими размерами. Величина  $[(\eta - \eta_0)/\eta_0] = \eta_{\text{отн}} - 1$  называется удельной вязкостью  $\eta_{\text{уд}}$ . Величина  $\eta_{\text{уд}}/c$  называется приведенной вязкостью. Величина  $\eta_{\text{уд}}/c$  изменяется с концентрацией, причем с увеличением концентрации значения  $\eta_{\text{уд}}/c$  растут (рис.1).

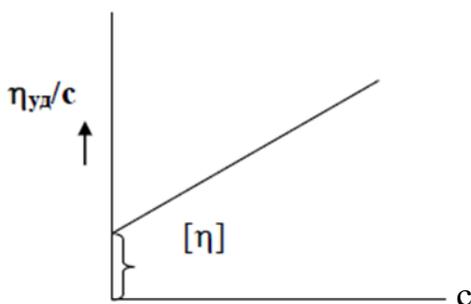


Рис.1. Зависимость приведенной вязкости от концентрации

Уравнение этой прямой можно записать:

$$\eta_{\text{уд}}/c = a_1 + a_2 \cdot c,$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Технологический сектор**  
**Междисциплинарные задачи**  
**11 класс**

---

где  $a_1$  – величина отрезка, отсекаемого прямой по оси ординат;  $a_2$  – тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс или угловой коэффициент. Величина  $a_1$  представляет собой характеристическую вязкостью и обозначается -  $[\eta]$ , следовательно,

$$\eta_{\text{уд}}/c = [\eta] + a_2 \cdot c.$$

$$a_2 = \text{tg } \alpha$$

При измерении вязкости растворов полистирола в толуоле с помощью капиллярного вискозиметра получены следующие данные:

Концентрация раствора, г/л	0,0	1,57	1,97	2,30	2,75	3,12
Время истечения раствора, с	92,6	110,51	115,2	119,5	124,9	129,9

1. Рассчитайте значения относительной вязкости.
2. Рассчитайте значения удельной вязкости.
3. Рассчитайте значения приведённой вязкости растворов.
4. Определите характеристическую вязкость  $[\eta]$ .
5. Определите угловой коэффициент  $a_2$ .

### **Задача 3**

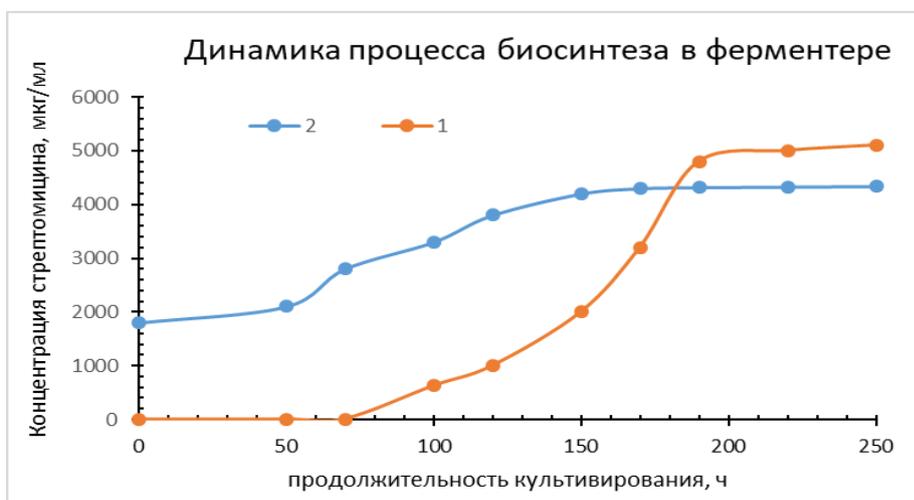
Актиномицеты – бактерии, которые являются продуцентами огромного количества разнообразных антибиотиков. Например, *Streptomyces griseus* и

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Технологический сектор**  
**Междисциплинарные задачи**  
**11 класс**

---

*Micromonospora purpurea* образуют антибиотики аминогликозидной структуры: стрептомицин, гентамицин, неомицин, канамицин.

Получение стрептомицина в промышленных условиях происходит методом погружённой культуры. Для этого используют среду, которая состоит из глюкозы (0,132 М), соевого шрота (4,0% масс.) и хлорида натрия (0,25% масс.). Перед вами находится кривая роста бактерии *Streptomyces griseus* и кривая накопления антибиотика стрептомицина.



1. Выберите, какая из кривых соответствует кривой роста бактерии *Streptomyces griseus*, а какая отражает динамику накопления антибиотика стрептомицина. Свой ответ обоснуйте.
2. На основании приведенного графика выберите оптимальную продолжительность культивирования для получения максимального выхода антибиотика. Свой ответ обоснуйте.
3. Рассчитайте, какую навеску глюкозы в г необходимо взять для приготовления 2 л питательной среды. Ответ дайте с точностью до сотых.
4. Рассчитайте, какое максимальное количество антибиотика в мг можно получить из 2 л культуральной среды, не учитывая потери на различных стадиях производства при выбранной ранее продолжительности культивирования. Ответ дайте в виде целого числа.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Технологический сектор**  
**Междисциплинарные задачи**  
**11 класс**

---

5. Из раствора стрептомицина с концентрацией 10 мкг/мл сделали серию двукратных последовательных разведений. При оценке чувствительности нового штамма бактерии к стрептомицину оказалось, что рост бактерии был полностью подавлен в пробирке с третьим разведением. Рассчитайте, какая концентрация стрептомицина подавила рост бактерий. Ответ дайте в мкг/мл с точностью до сотых.

#### **Задача 4**

На отрезок металлической трубы толщиной 5 мм, длиной 10 см и внутренним диаметром 10 см нанесли слой никеля толщиной 5 мкм. Электролит – сульфат никеля, сила тока 6 А, выход по току 75%. Плотность никеля равна 8.9 г/см<sup>3</sup>.

1. Найдите площадь всей поверхности трубки в см<sup>2</sup>;
2. Найдите объем покрытия в см<sup>3</sup>;
3. Найдите массу никеля в граммах;
4. Запишите реакцию, которая идет на положительном электроде;
5. Сколько времени, в мин, потребуется для электрохимического покрытия всей поверхности трубы?

#### **Задача 5**

Исследование фрагментов артефакта методом радиоуглеродного анализа, показало, что содержание <sup>14</sup>C в образце на 7 % меньше по сравнению с живыми растениями.

1. Дайте определение порядка реакции.
2. Какой порядок у реакции радиоактивного распада.
3. Запишите уравнение для расчета концентрации.
4. Определите константу скорости реакции.
5. Определите возраст артефакта, если период полураспада <sup>14</sup>C (времени, за которое исходная концентрация уменьшается в 2 раза) составляет 5730 лет.