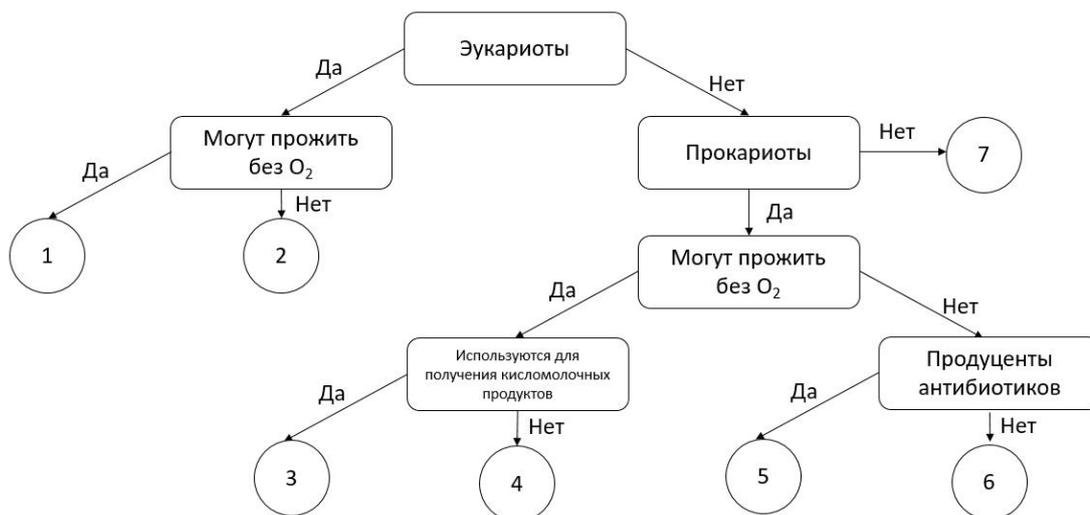


**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант №1

Задача 1.

1. Внимательно прочитайте характеристики микроорганизмов, которые используются в биотехнологии, и соотнесите их с цифрами, указанными в схеме.



А) *Escherichia coli* – грамотрицательные аспорогенные палочковидные бактерии, факультативные анаэробы. Широко используется в биотехнологии в качестве модельного объекта, а также играет важную роль в генной инженерии – универсальный организм для синтеза чужеродных белков. Используется при разработке вакцин, синтезе иммобилизованных ферментов, однако не используется для получения крупных белковых комплексов, требующих посттрансляционной модификации.

Б) *Baculoviridae* – семейство палочковидных вирусов, вызывающих заболевания насекомых, преимущественно чешуекрылых, и безвредных для человека и теплокровных животных. Успешно используются в генной инженерии для получения рекомбинантных белков в клетках насекомых:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант №1

получаемые белки по своим функциональным параметрам неотличимы от их природных аналогов и характеризуются высоким выходом.

В) *Penicillium* – род грибов-аскомицетов, аэробы. Вегетативный мицелий обильный, полностью погружённый в агар или хотя бы частично возвышающийся над ним, формирует густые плотные колонии. Гифы неправильно ветвящиеся, септированные, обычно неокрашенные. Отдельные виды используются в сыроварении, однако наиболее известные представители являются продуцентами антибиотика пенициллина, ряд штаммов используется для синтеза ферментов.

Г) *Pseudomonas* – род грамотрицательных аспорогенных подвижных аэробных палочковидных бактерий. Используются для деструкции загрязняющих веществ, создания биопрепаратов для защиты растений.

Д) *Streptomyces* – род актинобактерий, аэробы, грамположительные. Образуют разветвленный мицелий, который обычно не фрагментирован, подразделяется на первичный (субстратный) и вторичный (воздушный). Способны к продуцированию биологически активных веществ, обладающих противоопухолевой (доксорубин, даунорубин), антигрибной (нистатин, амфотерицин, натамицин) и антибактериальной активностью (эритромицин, стрептомицин, ванкомицин).

Е) *Saccharomyces cerevisiae* – пекарские дрожжи – одноклеточные микроскопические грибки. Относятся к факультативным анаэробам. Клетки размножаются почкованием. Является одним из наиболее изученных модельных организмов, на примере которого происходит изучение клеток других представителей этого домена. Используются в генной инженерии, в медицине и животноводстве в качестве пробиотика. Наиболее широкое распространение получили в пищевой промышленности.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант №1

Ж) *Streptococcus lactis* – шаровидные аспорогенные грамположительные хемоорганотрофные факультативно-анаэробные бактерии. Используются в пищевой промышленности для приготовления сметаны.

2. Известно, что витамин В₁₂ получают биотехнологическим способом. Наиболее распространенными продуцентами данного витамина являются пропионовые бактерии рода *Propionibacterium*. Для обеспечения биосинтеза витамина В₁₂ в богатую питательную среду обязательно добавляют его предшественник – 5,6-диметилбензимидазол.

Выход продукта (Y) (экономический коэффициент) определяется как количество продукта, получаемого из данного количества субстрата:

$$Y = X / (S_0 - S),$$

где X – концентрация продукта, г/л

S₀ – исходная концентрация субстрата, г/л

S – конечная концентрация субстрата, г/л

По приведенной ниже таблице рассчитайте выход целевого продукта (витамина В₁₂) для каждого штамма продуцента и выберите наиболее эффективного продуцента.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант №1

Продуцент	Масса субстрата, г		Масса витамина В ₁₂ в конце культивирования, мкг
	На начало культивирования	На конец культивирования	
Штамм 1	6	4,1	12
Штамм 2	6	4,6	28
Штамм 3	6	5,4	18

Задача 2.

Для оценки качества производимой молочной продукции в лабораторию на анализ поступило 5 серий молока питьевого с массовой долей жира 2,5%. Согласно ГОСТ 31450-2013 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ МОЛОКО ПИТЬЕВОЕ Технические условия питьевого молока - молочный продукт с массовой долей жира менее 10%, подвергнутый термической обработке, как минимум пастеризации, без добавления сухих молочных продуктов и воды, расфасованный в потребительскую тару. К нему предъявляются следующие требования:

№	Показатели	Допустимые уровни
1	Плотность, кг/м ³ , не менее	1028
2	Массовая доля белка, %, не менее	3,0
3	Кислотность, °Т, не более	21
4	Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), %, не менее	8,2

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант №1

Согласно Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 14 июля 2021 года) для молока стерилизованного неасептического розлива микробиологические показатели:

№	Показатели	Допустимые уровни
1	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г (см ³)	1*10 ²
2	Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) не допускаются в массе продукта, г (см ³)	10
3	<i>E. coli</i> не допускаются в массе продукта, г (см ³)	10
4	<i>S. aureus</i> не допускаются в массе продукта, г (см ³)	10

1) При определении плотности образцов были получены следующие данные:

Наименование образца	Объем образца, мл	Масса образца, г
Серия 1	100	105,4
Серия 2	100	103,8
Серия 3	100	100,3
Серия 4	100	108,6
Серия 5	100	104,7

Рассчитайте плотность каждого образца и определите, проходят ли все образцы по требованиям ГОСТ 31450-2013

2) Для определения кислотности молока проводили титрование образцов 0,1М NaOH, индикатор фенолфталеин до появления устойчивого розового окрашивания. Кислотность, в градусах Тернера (°Т), находят

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант №1

умножением объема титранта на коэффициент перевода, для молока –

10. Рассчитайте кислотность образцов молока по средним значениям.

Наименование образца	Объем образца, взятый на титрование мл	Объем затраченного титранта (0,1М NaOH), мл		
Серия 1	10	2,1	2,0	2,0
Серия 2	10	1,8	1,9	1,9
Серия 3	10	1,8	1,7	1,7
Серия 4	10	2,2	2,2	2,1
Серия 5	10	1,9	2,0	1,9

3) При определении массовой доли сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) были получены следующие результаты:

Наименование образца	Масса образца до высушивания, г			Масса образца после высушивания, г		
	1	2	3	1	2	3
Серия 1	105,6	105,3	105,4	89,8	89,5	89,6
Серия 2	103,8	103,9	103,8	85,1	85,2	85,0
Серия 3	100,4	100,3	100,3	87,3	87,1	87,0
Серия 4	108,8	108,6	108,5	93,5	93,3	93,6
Серия 5	104,7	104,7	104,8	87,9	87,6	88,0

Рассчитайте массовую долю СОМО для каждой серии молока по средним значениям и определите, соответствуют ли проанализированные образцы нормам.

4) Для определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов аликвоту каждого образца молока объемом 100 мкл помещали в стерильную чашку Петри с питательной

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант №1

средой общего назначения и инкубировали в термостате. После инкубации подсчитывали число колонии образующих единиц (КОЕ), выросших на чашке из данного объема образца:

Наименование образца	Объем образца, взятый на анализ, мкл	Количество колоний (КОЕ) на чашке с питательной средой		
Серия 1	100	0	0	0
Серия 2	100	0	1	0
Серия 3	100	1	0	2
Серия 4	100	0	0	0
Серия 5	100	0	0	0

Подсчитайте титр микроорганизмов в каждом случае (КОЕ/мл) по средним значениям и определите, соответствуют ли проанализированные образцы нормам.

5) Проанализируйте результаты, полученные в лаборатории, заполнив таблицу:

Наименование образца	Плотность, кг/м ³	Кислотность, ОТ	Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), %	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г (см ³)
Серия 1				
Серия 2				
Серия 3				
Серия 4				
Серия 5				

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант №1

Какие серии молока можно выпустить в продажу, а какие – нет? Свой ответ обоснуйте.

Задача 3.

Химическая структура рибофлавина позволяет применять для его количественного определения различные методики химического и физико-химического анализа. Наиболее распространены флуориметрические методы анализа, основанные на способности рибофлавина к флуоресценции при облучении ультрафиолетом (*рисунок 1*).



Рисунок 1 – Яркая флуоресценция рибофлавина при облучении ультрафиолетом.

Первым этапом определения рибофлавина является построение градуировочного графика. Градуировочный график строят по экспериментально полученным точкам, в координатах: концентрация (по оси X)– аналитический сигнал (по оси Y), при этом в качестве растворов для

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант №1

построения графика используют растворы с точно известной концентрацией. В ходе определения флуоресценции был получен градуировочный график, представленный на *рисунке 2*.

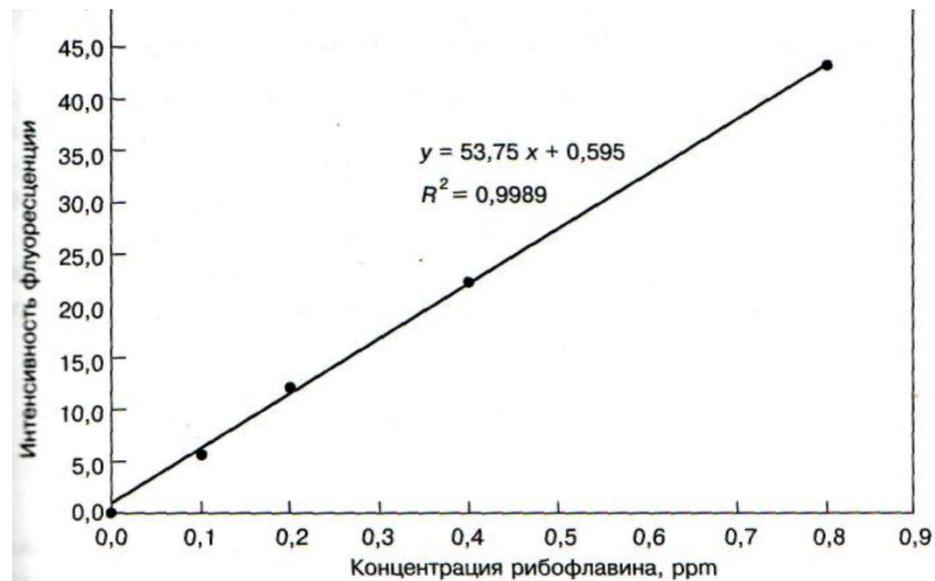


Рисунок 2 – Градуировочный график рибофлавина.

1. При измерении флуоресценции опытного образца в трех повторностях, получены следующие значения интенсивности флуоресценции: 31; 33; 35. Какое количество рибофлавина в этом образце? Ответ выразить в ppm и округлить до сотых.
2. Известно, что спектр флуоресценции рибофлавина находится в области от 515 до 615 нм, с максимумом около 530 нм. Какого цвета светофильтр рационально использовать для определения интенсивности флуоресценции рибофлавина?
3. Расскажите о физиологической роли рибофлавина
4. Назовите пищевые продукты - источники рибофлавина

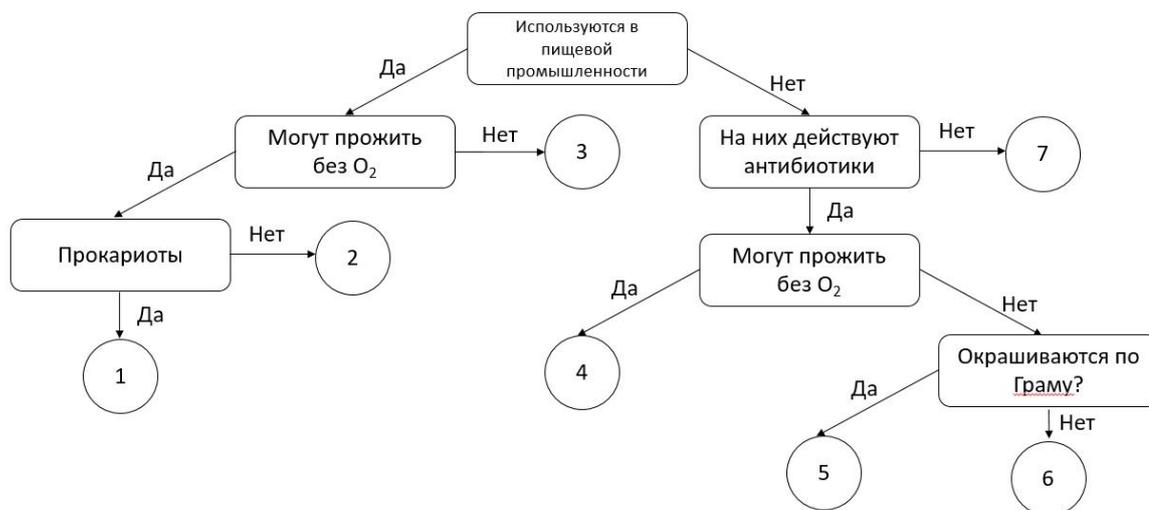
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант №1**

5. Верно ли что усвоение рибофлавина организмом человека повышается при употреблении оливкового масла?

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант № 2

Задача 1.

1. Внимательно прочитайте характеристики микроорганизмов, которые используются в биотехнологии, и соотнесите их с цифрами, указанными в схеме.



А) *Pseudomonas* – род грамотрицательных аспорогенных подвижных аэробных палочковидных бактерий. Используются для деструкции загрязняющих веществ, создания биопрепаратов для защиты растений.

Б) *Streptomyces* – род актинобактерий, аэробы, грамположительные. Образуют разветвлённый мицелий, который обычно не фрагментирован, подразделяется на первичный (субстратный) и вторичный (воздушный). Способны к продуцированию биологически активных веществ, обладающих противоопухолевой (доксорубицин, даунорубицин), антигрибной (нистатин, амфотерицин, натамицин) и антибактериальной активностью (эритромицин, стрептомицин, ванкомицин).

В) *Penicillium* – род грибов-аскомицетов, аэробы. Вегетативный мицелий обильный, полностью погружённый в агар или хотя бы частично возвышающийся над ним, формирует густые плотные колонии. Гифы

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант № 2

неправильно ветвящиеся, септированные, обычно неокрашенные. Отдельные виды используются в сыроварении, однако наиболее известные представители являются продуцентами антибиотика пенициллина, ряд штаммов используется для синтеза ферментов.

Г) *Escherichia coli* – грамотрицательные аспорогенные палочковидные бактерии, факультативные анаэробы. Широко используется в биотехнологии в качестве модельного объекта, а также играет важную роль в генной инженерии – универсальный организм для синтеза чужеродных белков. Используется при разработке вакцин, синтезе иммобилизованных ферментов, однако не используется для получения крупных белковых комплексов, требующих посттрансляционной модификации.

Д) *Baculoviridae* – семейство палочковидных вирусов, вызывающих заболевания насекомых, преимущественно чешуекрылых, и безвредных для человека и теплокровных животных. Успешно используются в генной инженерии для получения рекомбинантных белков в клетках насекомых: получаемые белки по своим функциональным параметрам неотличимы от их природных аналогов и характеризуются высоким выходом.

Е) *Saccharomyces cerevisiae* – пекарские дрожжи – одноклеточные микроскопические грибки. Относятся к факультативным анаэробам. Клетки размножаются почкованием. Является одним из наиболее изученных модельных организмов, на примере которого происходит изучение клеток других представителей этого домена. Используются в генной инженерии, в медицине и животноводстве в качестве пробиотика. Наиболее широкое распространение получили в пищевой промышленности.

Ж) *Streptococcus lactis* – шаровидные аспорогенные грамположительные хемоорганотрофные факультативно-анаэробные бактерии. Используются в пищевой промышленности для приготовления сметаны.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант № 2

2. Известно, что витамин В₁₂ получают биотехнологическим способом. Наиболее распространёнными продуцентами данного витамина являются пропионовые бактерии рода *Propionibacterium*. Для обеспечения биосинтеза витамина В₁₂ в богатую питательную среду обязательно добавляют его предшественник – 5,6-диметил-бензимидазол.

Выход продукта (У) (экономический коэффициент) определяется как количество продукта, получаемого из данного количества субстрата:

$$Y = X / (S_0 - S)$$

где X – концентрация продукта, г/л,

S₀ – исходная концентрация субстрата, г/л,

S – конечная концентрация субстрата, г/л.

По приведённой ниже таблице рассчитайте выход целевого продукта (витамина В₁₂) для каждого штамма продуцента и выберите наиболее эффективный продуцент.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант № 2

Продуцент	Масса субстрата, г		Масса витамина В ₁₂ в конце культиви- рования, мкг
	На начало культивирования	На конец культивирования	
Штамм 1	12	10,8	48
Штамм 2	12	9,2	16
Штамм 3	12	10,4	24

2. Так как при культивировании объём реактора не меняется, мы можем перейти от концентраций (в г/л) к массам (в г).

Продуцент	Выход
штамм 1	$0,4 \cdot 10^{-4}$
штамм 2	$5,7 \cdot 10^{-6}$
штамм 3	$1,5 \cdot 10^{-5}$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант № 2

Задача 2.

Для оценки качества производимой молочной продукции в лабораторию на анализ поступило 5 серий молока питьевого с массовой долей жира 2,5 %. Согласно ГОСТ 31450-2013 «Молоко питьевое. Технические условия» питьевое молоко – молочный продукт с массовой долей жира менее 10 %, подвергнутый термической обработке, как минимум пастеризации, без добавления сухих молочных продуктов и воды, расфасованный в потребительскую тару. К нему предъявляются следующие требования:

№	Показатели	Допустимые уровни
1	Плотность, кг/м ³ , не менее	1028
2	Массовая доля белка, %, не менее	3,0
3	Кислотность, °Т, не более	21
4	Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), %, не менее	8,2

Согласно Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 14 июля 2021 года), для молока стерилизованного неасептического розлива микробиологические показатели:

№	Показатели	Допустимые
---	------------	------------

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант № 2

		уровни
1	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г (см ³)	1*10 ²
2	Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) не допускаются в массе продукта, г (см ³)	10
3	E. coli не допускаются в массе продукта, г (см ³)	10
4	S. aureus не допускаются в массе продукта, г (см ³)	10

1) При определении плотности образцов были получены следующие данные:

Наименование образца	Объём образца, мл	Масса образца, г
Серия 1	100	106,3
Серия 2	100	105,4
Серия 3	100	109,1
Серия 4	100	101,2
Серия 5	100	107,7

Рассчитайте плотность каждого образца и определите, проходят ли все образцы по требованиям ГОСТ 31450-2013.

2) Для определения кислотности молока проводили титрование образцов 0,1М NaOH, индикатор фенолфталеин до появления устойчивого розового окрашивания. Кислотность, в градусах Тернера (°Т), находят умножением объёма титранта на коэффициент перевода, для молока – 10. Рассчитайте кислотность образцов молока по средним значениям.

Наименование образца	Объём образца, взятый на титрование, мл	Объём затраченного титранта (0,1М NaOH), мл

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант № 2

Серия 1	10	2,4	2,3	2,4
Серия 2	10	2,0	1,9	2,0
Серия 3	10	1,9	1,8	1,8
Серия 4	10	2,0	1,9	1,9
Серия 5	10	1,8	1,8	1,9

3) При определении массовой доли сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) были получены следующие результаты:

Наименование образца	Масса образца до высушивания, г			Масса образца после высушивания, г		
	1	2	3	1	2	3
Серия 1	106,4	106,3	106,3	92,5	92,6	93,1
Серия 2	105,6	105,2	105,4	92,9	93,0	92,8
Серия 3	108,9	109,3	109,1	93,6	93,4	93,7
Серия 4	101,2	101,2	101,3	89,0	88,8	89,1
Серия 5	107,8	107,6	107,7	90,5	91,1	90,6

Рассчитайте массовую долю СОМО для каждой серии молока по средним значениям и определите, соответствуют ли проанализированные образцы нормам.

4) Для определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов аликвоту каждого образца молока объёмом 100 мкл помещали в стерильную чашку Петри с питательной средой общего назначения и инкубировали в термостате. После инкубации подсчитывали число колоний образующих единиц (КОЕ), выросших на чашке из данного объёма образца:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант № 2

Наименование образца	Объём образца, взятый на анализ, мкл	Количество колоний (КОЕ) на чашке с питательной средой		
Серия 1	100	0	3	1
Серия 2	100	0	0	2
Серия 3	100	0	0	0
Серия 4	100	0	1	0
Серия 5	100	0	0	0

Подсчитайте титр микроорганизмов в каждом случае (КОЕ/мл) по средним значениям и определите, соответствуют ли проанализированные образцы нормам.

5) Проанализируйте результаты, полученные в лаборатории, заполнив таблицу:

Наименование образца	Плотность, кг/м ³	Кислотность, °Т	Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), %	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г (см ³)
Серия 1				
Серия 2				
Серия 3				
Серия 4				
Серия 5				

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант № 2

Какие серии молока можно выпустить в продажу, а какие – нет? Свой ответ обоснуйте.

Задача 3.

Определение водорастворимой формы железа (III) в фармпрепаратах ведут с помощью колориметрического анализа.

Метод основан на измерении интенсивности окраски раствора комплексного соединения трехвалентного железа с гексацианоферратом (II) калия $K_4[Fe(CN)_6]$.

Первым этапом определения является построение градуировочного графика. Градуировочный график строят по экспериментально полученным точкам, в координатах: концентрация (по оси X)– аналитический сигнал (по оси Y), при этом в качестве растворов для построения графика используют растворы с точно известной концентрацией. В ходе определения оптической плотности был получен градуировочный график, представленный на *рисунке 1*.

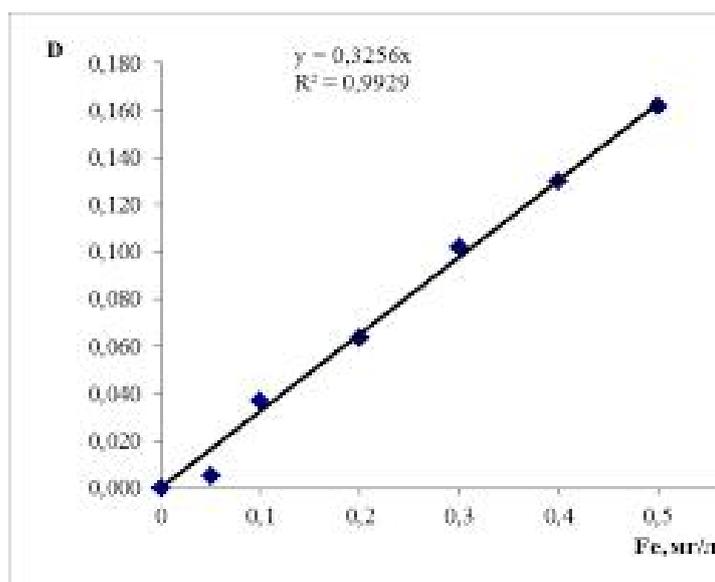


Рисунок 1 – Градуировочный график

1. При измерении флуоресценции опытного образца в трех

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант № 2

повторностях, получены следующие значения оптической плотности (D): 0,082; 0,084; 0,086. Какое количество железа в этом образце? Ответ выразить в мг/л и округлить до сотых.

2. Известно, что оптимум светопоглощения находится в области от 490 до 510 нм, с максимумом около 510 нм. Какого цвета светофильтр рационально использовать для определения оптической плотности раствора комплексного соединения трехвалентного железа с гексацианоферратом (II) калия ?

3. Расскажите о физиологической роли железа

4. Назовите пищевые продукты - источники железа

5. Верно ли, что в организме человека находится от 2,5 до 4,5 г железа?