



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Биотехнологии»

7-8 классы

Заключительный этап

2022-2023

Задания, ответы и критерии оценивания

Производство биокефира основано на биотехнологических процессах, протекающих в сырье при внесении определенных видов микроорганизмов. Вам предстоит решить ряд задач для получения биокефира в условиях компании «Весёлая бурёнка».

Задача №1. (10 баллов) Для получения продукта высокого качества необходимо использовать сырье с определенными показателями. На предприятие поступило молоко со следующими показателями качества: массовая доля белка – 3,1%, массовая доля жира – 3,8%, массовая доля СОМО – 9,4%, кислотность – 21,0°Т, группа чистоты – I, плотность – 1,029 г/см³. Оцените соответствие молока требованиям ГОСТ (данные приведены в таблице). В ответе укажите соответствует/не соответствует.

Физико-химические показатели молока

Наименование показателя	Значение показателя согласно ГОСТ
Массовая доля жира, %, не менее	2,8
Массовая доля белка, %, не менее	2,8
Кислотность, °Т	От 16,0 до 21,0 включ.
Массовая доля сухих обезжиренных веществ молока (СОМО), %, не менее	8,2
Группа чистоты, не ниже	II
Плотность, кг/м ³ , не менее	1027,0

Ответ: соответствует

Решение: По массовой доле белка молоко соответствует, т.к. 3,1% больше, чем 2,8. По массовой доле жира соответствует, т.к. 3,8% больше, чем 2,8. По массовой доле СОМО соответствует, т.к. 9,4% больше, чем 8,2. По кислотности соответствует, т.к. 21,0°Т включен в предел значений для кислотности (от 16,0 до 21,0 включ.). По группе чистоты соответствует, т.к. группа I выше, чем II. По плотности соответствует, т.к. 1,029 г/см³ = 1029 кг/м³ и это значение больше, чем регламентируемое значение 1027,0 кг/м³. Таким образом, молоко соответствует требованиям.

За правильный ответ – 10 баллов

Задача №2. (5 баллов) Выберите вид бактерий, которые вы бы добавили в кисломолочный продукт, чтобы придать ему пробиотические свойства:

А) *Bifidobacterium*

Б) *Clostridium*

В) *Cyanobacteria*

Ответ: А

Задача №3. (5 баллов) Одними из пробиотиков являются пропионовокислые бактерии, они относятся к мезофильным бактериям. Какую температуру вы бы выбрали для сквашивания биопродукта с пропионовокислыми бактериями:

А) 10°C

Б) 50°C

В) 30°C

Ответ: В

Задача №4. (30 баллов) Для приготовления биокефира необходимо специальное оборудование, в котором будет происходить процесс сквашивания. На предприятии имеется заквасочник для ферментации молока и получения биопродукта со следующими параметрами: высота – 1200 мм, диаметр – 890 мм. Определите, какое количество биокефира можно получить в этом аппарате в кг, если примерная плотность его составляет 1039 кг/м³. Для решения задачи необходимо вспомнить формулу для определения объема цилиндра.

Ответ: 775 кг

Решение: Сначала необходимо перевести размеры в м. Далее найдем объем заквасочника: $V = \pi \cdot R^2 \cdot h$, $V = 3,14 \cdot (0,445)^2 \cdot 1,2 = 0,746 \text{ м}^3$. Найдем массу биокефира по его плотности: $m = 0,746 \cdot 1039 = 775 \text{ кг}$.

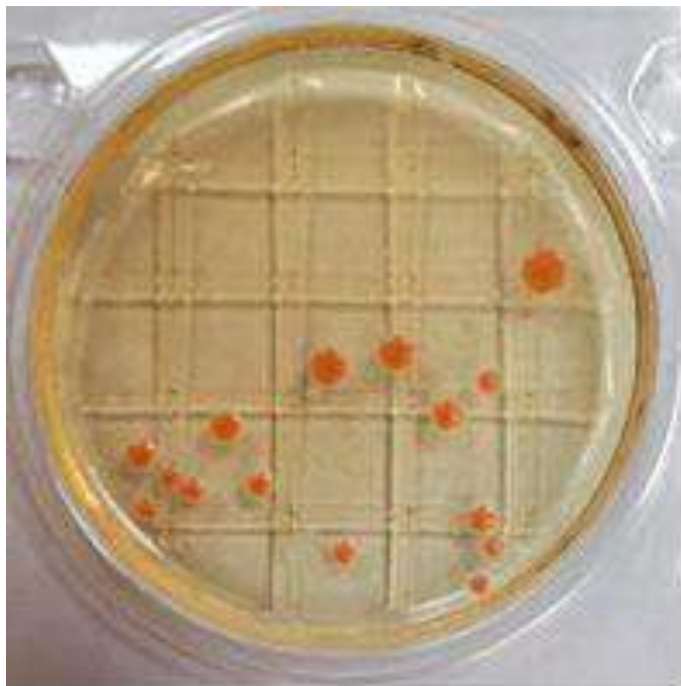
Ответ верный и представлено решение – 20 баллов

Логика ведения расчетов верная, но имеются вычислительные ошибки – 10 баллов

Ответ верный, не представлено решение – 5 баллов

Задача №5. (20 баллов) Как известно, некоторые бактерии обладают пробиотическими свойствами. Однако, чтобы продукт благотворно воздействовал на организм человека и нормализовал состав и биологическую активность микрофлоры пищеварительного тракта, этих бактерий в кисломолочном продукте должно быть определенное количество. Например, пропионовокислых бактерий должно содержаться не менее 10⁹ КОЕ/ г (КОЕ - колониеобразующие единицы). После изготовления биокефира вы решили проверить, какое количество живых бактерий оказалось в продукте. Для этого вы использовали метод посева на питательную среду, и, конечно, приготовили несколько разведений продукта. На

рисунке представлены результаты одного из посевов. Сделайте вывод о пробиотических свойствах продукта на основании полученного количества бактерий. В ответе укажите: обладает/не обладает пробиотическими свойствами, количество бактерий в КОЕ /г.



Восьмое разведение

Ответ: обладает, $1,5 \cdot 10^9$ КОЕ/г

Решение: Считаем количество колоний, оно равно 15. Умножаем на разведение, т.е. на 10^8 , получаем $15 \cdot 10^8$ или $1,5 \cdot 10^9$ КОЕ/г. Биокефир будет обладать пробиотическими свойствами, т.к. количество бактерий более, чем 10^9 КОЕ/ г.

Верный ответ с решением – 20 баллов,

Представлен ответ как $15 \cdot 10^8$ – 10 баллов

Ответ верный, но нет решения – 5 баллов

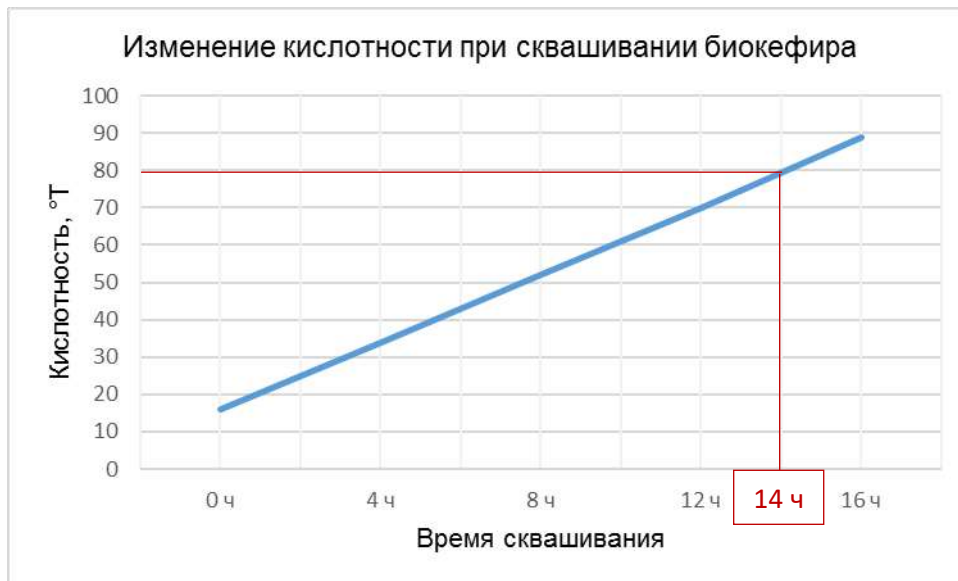
Задача №6. (30 баллов) В процессе ферментации бактерии активно размножаются и выделяют продукты метаболизма, основными из которых являются органические кислоты. Вследствие этого в молоке повышается кислотность, по значению которой определяют окончание процесса сквашивания. Для кефира она составляет 80°T . По данным таблицы постройте график зависимости кислотности от времени сквашивания. По графику найдите время, через которое можно считать продукт готовым.

Время сквашивания, ч	В начале процесса	4	8	12	16
Кислотность, $^\circ\text{T}$	16	34	52	70	89

Ответ: 14 ч.

Решение:

Строим график по данным таблицы. По графику находим время, в которое кислотность достигнет 80°T – это 14 ч.



Построен график верно, но ответ не верный – 10 баллов

Построен график верно и ответ верный – 30 баллов



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Биотехнологии»

9-10 классы

Заключительный этап

2022-2023

Задания, ответы и критерии оценивания

Производство биокефира основано на биотехнологических процессах, протекающих в сырье при внесении определенных видов микроорганизмов. Вам предстоит решить ряд задач для получения биокефира в условиях компании «Весёлая бурёнка».

Задача №1. (20 баллов) Для получения продукта высокого качества необходимо использовать сырье с определенными показателями. Одним из нормируемых показателей молока является его плотность. Определение плотности молока производят ареометром при температуре от 10 до 25 °С с внесением температурной поправки (к 20 °С). Если температура молока будет выше или ниже 20 °С, то необходимо привести показания ареометра к 20 °С с помощью коэффициента поправки. На каждый градус температуры ниже или выше 20°С делают поправку, равную $\pm 0,2$ °А. Если температура молока ниже 20°С, то 0,2 умножают на разность температур и произведение вычитают из показания ареометра (°А). При температуре выше 20 °С произведение прибавляют к показанию ареометра.

На практике плотность выражают обычно в градусах ареометра. Градус ареометра – это число, показывающее сотые и тысячные доли истинной плотности молока. Так, при истинной плотности молока 1,0275 г/см³ плотность, выраженная в градусах ареометра, будет равна 27,5 °А. Согласно требованиям ГОСТ, плотность молока должна быть не менее 1027 кг/м³.

На предприятие «Веселая бурёнка» поступило молоко, плотность которого оказалась 29 °А, а температура 23°С. Определите, соответствует ли требованиям молоко по данному показателю. В ответе укажите соответствует/не соответствует и значение плотности.

Ответ: соответствует, 1029,6 кг/м³

Решение: Так как температура молока оказалась выше 20°С, необходимо посчитать поправку на 20°С. Разница температур составляет $23 - 20 = 3$ °С. На каждый градус приходится 0,2°А, следовательно, на 3°С приходится 0,6°А. Исходная плотность оказалась 29 °А, а с учетом поправки $29 + 0,6 = 29,6$ °А. Переводим градусы Ареометра в единицы по ГОСТ (кг/м³) и получаем 1029,6 кг/м³. Значит плотность исследуемого молока соответствует требованиям ГОСТ, т.к. 1029,6 более 1027.

Задача №2. (10 баллов). Выберите виды бактерий, которые вы бы добавили в кисломолочный продукт, чтобы придать ему пробиотические свойства:

- А) *Bifidobacterium*
- Б) *Clostridium*
- В) *Cyanobacteria*
- Г) *Propionibacterium*

Ответ: А, Г

1 ответ верный – 5 баллов, оба ответа верны – 10 баллов

Задача №3. (30 баллов) Для приготовления биокефира необходимо специальное оборудование, в котором будет происходить процесс сквашивания. На предприятии имеется заквасочник для ферментации молока и получения биопродукта со следующими параметрами: высота – 1200 мм, диаметр – 890 мм. Определите, какое количество биокефира можно получить в этом аппарате в кг, если примерная плотность его составляет 1039 кг/м^3 , а коэффициент загрузки заквасочника 0,8. Для решения задачи необходимо вспомнить формулу для определения объема цилиндра.

Ответ: 620 кг

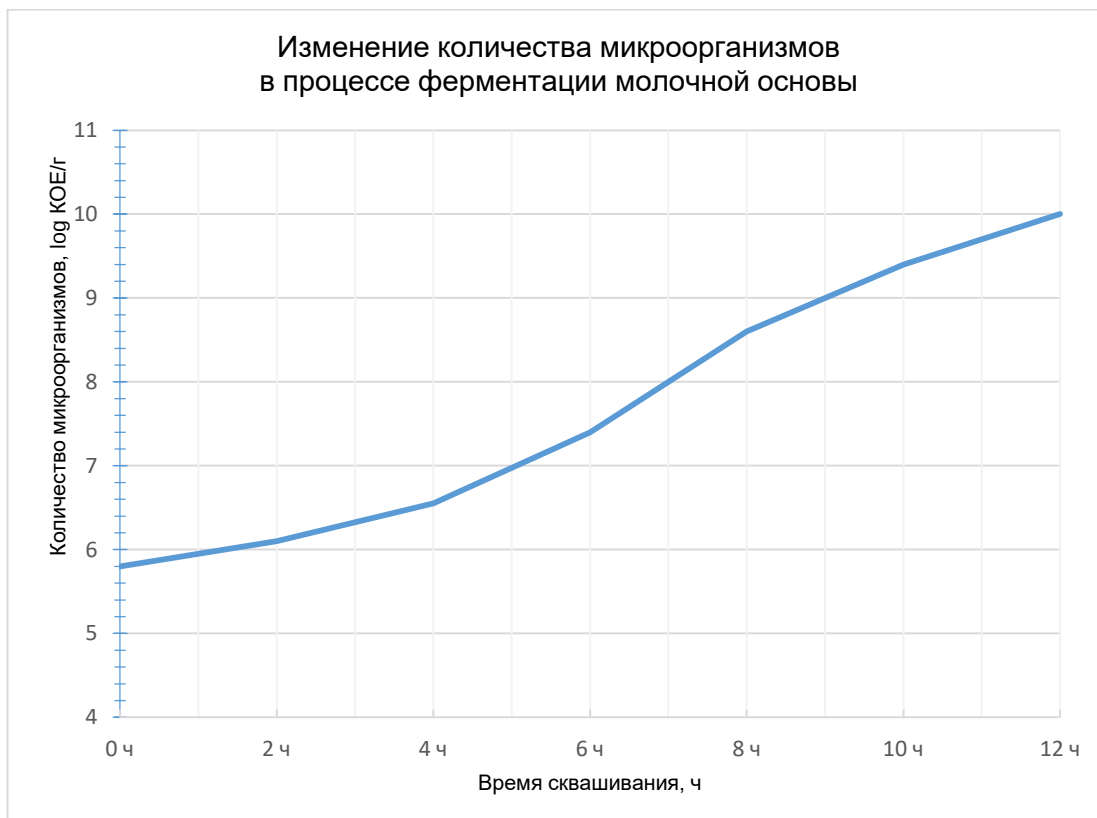
Решение: Сначала необходимо перевести размеры в м. Далее найдем объем заквасочника: $V = \pi \cdot R^2 \cdot h$, $V = 3,14 \cdot (0,445)^2 \cdot 1,2 = 0,746 \text{ м}^3$. Найдем массу биокефира по его плотности: $m = 0,746 \cdot 1039 = 775 \text{ кг}$. С учетом коэффициента загрузки найдем максимальное количество биокефира в аппарате $775 \cdot 0,8 = 620 \text{ кг}$

Ответ верный и представлено решение – 20 баллов

Логика ведения расчетов верная, но имеются вычислительные ошибки – 10 баллов

Ответ верный, не представлено решение – 5 баллов

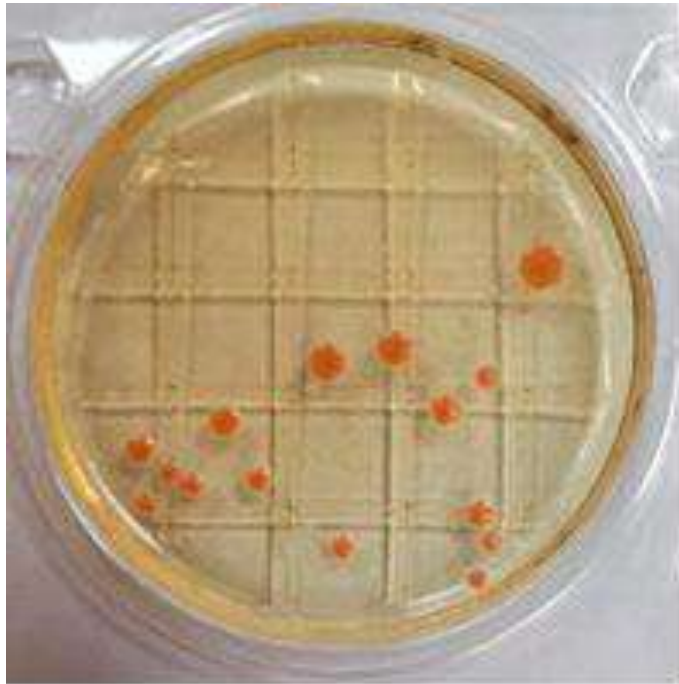
Задача №4. (20 баллов) В процессе ферментации молока постепенно увеличивается количество бактерий, продукт сквашивается и превращается в кисломолочный продукт. Представить этот процесс можно графически. По графику изменения количества микроорганизмов в процессе сквашивания определите, какое количество бактерий было в биокефире через 9 ч сквашивания (КОЕ/г). Как вы считаете, можно ли уже остановить процесс ферментации для получения кисломолочного продукта с пробиотическими свойствами? Возможно, для формулирования ответа вам пригодится подсказка из следующей задачи.



Ответ: 10^9 КОЕ/г, можно остановить процесс ферментации, т.к. в продукте будет содержаться предельно допустимое количество бактерий для пробиотического продукта.

Решение: Находим значение log КОЕ/г в 9 ч – 9. Переводим в численное значение и получаем 10^9 КОЕ/г и это предельно допустимое количество бактерий для пробиотического продукта (подсказка есть в тексте задачи №5), следовательно, процесс ферментации можно остановить.

Задача №5. (20 баллов) Как известно, некоторые бактерии обладают пробиотическими свойствами. Однако, чтобы продукт благотворно воздействовал на организм человека и нормализовал состав и биологическую активность микрофлоры пищеварительного тракта, этих бактерий в кисломолочном продукте должно быть определенное количество. Например, пропионовокислых бактерий должно содержаться не менее 10^9 КОЕ/г (КОЕ - колониеобразующие единицы). После изготовления биокефира вы решили проверить, какое количество живых бактерий оказалось в продукте. Для этого вы использовали метод посева на питательную среду, и, конечно, приготовили несколько разведений продукта. На рисунке представлены результаты посевов на экспресс-тесты, которые в 5 раз меньше стандартных чашек Петри. Сделайте вывод о пробиотических свойствах продукта на основании полученного количества бактерий. В ответе укажите: обладает/не обладает пробиотическими свойствами, количество бактерий в КОЕ/г.



Восьмое разведение

Ответ: обладает; $7,5 \cdot 10^9$ КОЕ/г

Решение: Считаем количество колоний, оно равно 15. Умножаем на 5 (т.к. тесты меньше стандартных чашек Петри в 5 раз) и на разведение, т.е. на 10^8 , получаем $75 \cdot 10^8$ или $7,5 \cdot 10^9$ КОЕ/г. Биокефир будет обладать пробиотическими свойствами, т.к. количество бактерий более, чем 10^9 КОЕ/г.

Верный ответ с решением – 20 баллов,

Представлен ответ как $75 \cdot 10^8$ – 10 баллов

Ответ верный, но нет решения – 5 баллов



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Биотехнологии»

11 класс

Заключительный этап

2022-2023

Задания, ответы и критерии оценивания

Производство биокефира основано на биотехнологических процессах, протекающих в сырье при внесении определенных видов микроорганизмов. Вам предстоит решить ряд задач для получения биокефира в условиях компании «Весёлая бурёнка».

Задача №1. (20 баллов) При молочнокислом брожении преимущественно образуется молочная кислота, в результате чего повышается кислотность продукта, которая является косвенным показателем окончания сквашивания. Кислотность молока определяют титрованием 100 см³ молока 0,1 н раствором гидроксида натрия. Определите начальную кислотность молока, если конечное значение кислотности для биокефира составляет 80°Т, а количественный анализ показал наличие в продукте 0,531 г молочной кислоты. Молекулярная масса молочной кислоты равна 90. Соответствует ли начальное значение кислотности молока требованиям ГОСТ, если регламентируемое значение – от 16,0 до 21,0°Т включительно? В ответе укажите соответствует/не соответствует и значение кислотности молока.

Ответ: соответствует, 21°Т

Решение: 1 см³ 0,1 н NaOH нейтрализует эквивалентное количество молочной кислоты – 0,009 г молочной кислоты. Найдем, какое количество NaOH потрачено на титрование 100 см³ молока $0,531/0,009 = 59$, значит начальная кислотность составит $80-59=21$ °Т. Данное значение соответствует требованиям ГОСТ, т.к. входит в допустимый предел – от 16 до 21°Т включительно.

Задача №2. (10 баллов) Для получения биопродуктов применяют закваски бифидобактерий и пропионовокислых бактерий. Для идентификации бактерий используют методы микроскопии и посевов на питательные среды. При получении биокефира на предприятии «Весёлая бурёнка» перепутали закваски. Ваша задача, установить содержимое заквасок по характерным особенностям

бактерий при микроскопии препаратов. Сопоставьте описание пробиотических бактерий, полученное при микроскопии препаратов, с их видом:

1) клетки сферические или овальные размером 0,5-1,2 х 0,5-1,5 мкм, соединенные попарно (диплококки) или в виде коротких цепочек

А) *Bifidobacterium*

Б) *Propionibacterium*

2) мелкие, иногда ветвящиеся палочки Y- или V- формы, прямые или изогнутые, булабовидные или лопатовидные

3) клетки шаровидные или линзовидные размером 0,5-0,7 х 0,7-1,2 мкм, соединены попарно или в короткие цепочки

4) палочки размером 0,5-0,8 или 1,0-1,5 мкм (в молодых культурах – искривленные, слегка ветвящиеся палочки, в более старых – кокковидной формы)

Ответ: 2А, 4Б

1 ответ верный – 5 баллов, оба ответа верны – 10 баллов

Задача №3. (30 баллов) Для приготовления биокефира необходимо специальное оборудование, в котором будет происходить процесс сквашивания. На предприятии имеется заквасочник для ферментации молока и получения биопродукта со следующими параметрами: высота – 1200 мм, диаметр – 890 мм. Определите, какое количество нормализованного молока необходимо для получения максимального количества биокефира за одну загрузку заквасочника, если коэффициент загрузки составляет 0,8, а формула для определения нормализованного молока следующая:

$$M_n = \frac{M_{\text{продукта}} \cdot P}{1000}$$

где Р – норма расхода нормализованного молока на 1 т продукта, принять для биокефира 1011,7 кг/т).

Примерная плотность биокефира составляет 1039 кг/м³. Для решения задачи необходимо вспомнить формулу для определения объема цилиндра. Ответ представьте в виде целого числа.

Ответ: 627 кг

Решение: Сначала необходимо перевести размеры в м. Далее найдем объем заквасочника: $V = \pi \cdot R^2 \cdot h$, $V = 3,14 \cdot (0,445)^2 \cdot 1,2 = 0,746 \text{ м}^3$. Найдем массу биокефира по его плотности: $m = 0,746 \cdot 1039 = 775 \text{ кг}$. С учетом коэффициента

загрузки одновременно в заквасочнике может получиться $775 \cdot 0,8 = 620$ кг биокефира. По массе биокефира найдем массу нормализованного молока: $620 \cdot 1011,7/1000 = 627$ кг

Ответ верный и представлено решение – 30 баллов

Решение выстроено логически верно, но допущены ошибки в расчетах – 10 баллов

Ответ верный, не представлено решение – 5 баллов

Задача №4. (20 баллов)

В процессе ферментации молока постепенно увеличивается количество бактерий, продукт сквашивается и превращается в кисломолочный продукт. Представить этот процесс можно графически. По данным таблицы постройте график зависимости $\log$ КОЕ/г от времени сквашивания. По графику определите, какое количество бактерий было в биокефире через 9 ч сквашивания (КОЕ/г). Как вы считаете, можно ли уже остановить процесс ферментации для получения кисломолочного продукта с пробиотическими свойствами? Возможно, для формулирования вывода вам пригодится подсказка из следующей задачи.

Время ферментации	Сразу после внесения закваски	Через 4 ч	Через 8 ч	Через 12 ч
Количество бактерий, КОЕ/г	$6,3 \cdot 10^5$	$3,5 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^8$	$1,2 \cdot 10^{10}$

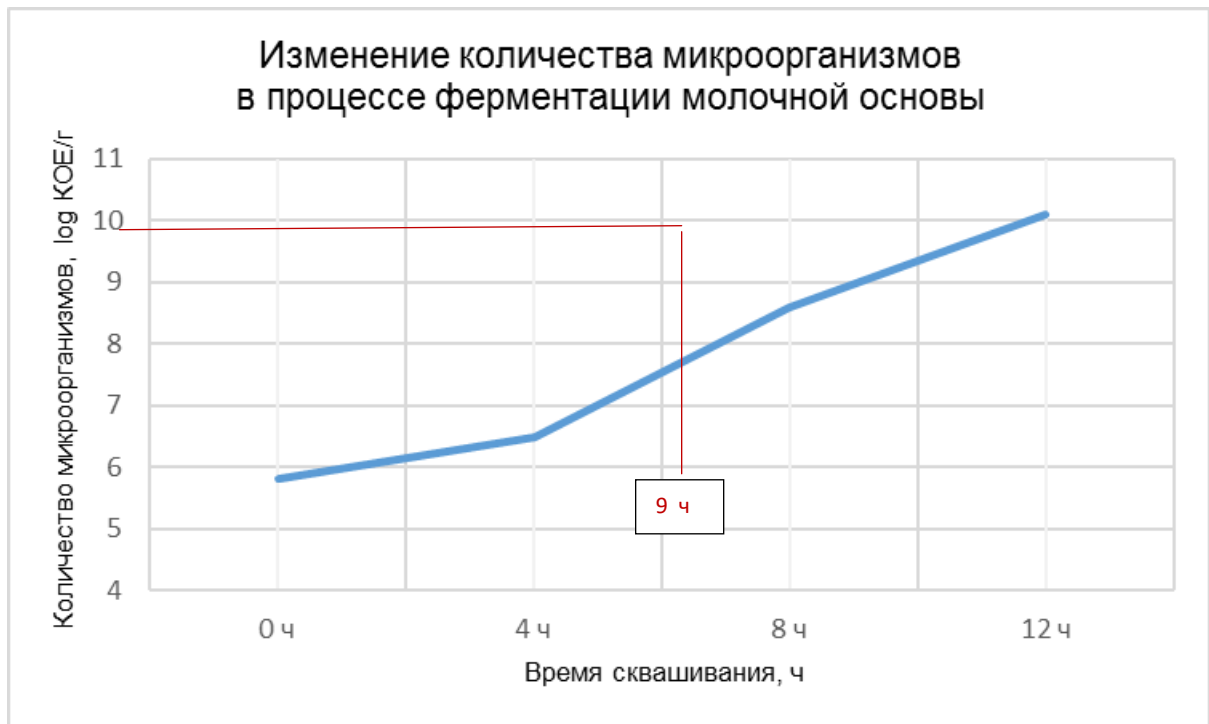
Ответ: 10^9 КОЕ/г; можно остановить процесс ферментации, т.к. в продукте будет содержаться минимальное количество бактерий для пробиотического продукта.

Решение: для построения графика необходимо сначала перевести КОЕ/г в $\log$ КОЕ/г, это будет выглядеть следующим образом:

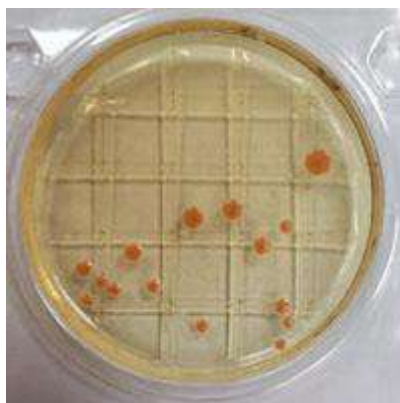
Время ферментации	Сразу после внесения закваски	Через 4 ч	Через 8 ч	Через 12 ч
Количество бактерий, КОЕ/г	$6,3 \cdot 10^5$	$3,5 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^8$	$1,2 \cdot 10^{10}$
$\log$ КОЕ/г	5,8	6,5	8,6	10,1

Далее по полученным данным строим график и находим значение $\log$ КОЕ/г в 9 ч – 9. Переводим в численное значение и получаем 10^9 КОЕ/г и это предельно

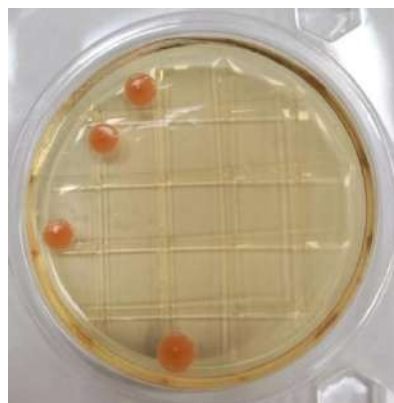
допустимое количество бактерий для пробиотического продукта (подсказка есть в тексте задачи №5).



Задача №5. (20 баллов) Как известно, некоторые бактерии обладают пробиотическими свойствами. Однако, чтобы продукт благотворно воздействовал на организм человека и нормализовал состав и биологическую активность микрофлоры пищеварительного тракта, этих бактерий в кисломолочном продукте должно быть определенное количество. Например, пропионовокислых бактерий должно содержаться не менее 10^9 КОЕ/ г. После изготовления биокефира вы решили проверить, какое количество живых бактерий оказалось в продукте. Для этого вы использовали метод посева на питательную среду, и, конечно, приготовили несколько разведений продукта. На рисунке представлены результаты посевов на экспресс-тесты, которые в 5 раз меньше стандартных чашек Петри. Сделайте вывод о пробиотических свойствах продукта на основании полученного количества бактерий в каждом варианте. В ответе укажите для каждого образца: обладает/не обладает пробиотическими свойствами, количество бактерий в КОЕ /г.



образец 1
Седьмое разведение



образец 2
Восьмое разведение

Ответ: образец 1 – не обладает, $7,5 \cdot 10^8$ КОЕ/г; образец 2 – обладает, $2 \cdot 10^9$ КОЕ/г

Решение: Образец 1. Считаем количество колоний, оно равно 15. Умножаем на 5 (т.к. тесты меньше стандартных чашек Петри в 5 раз) и на разведение, т.е. на 10^7 , получаем $75 \cdot 10^7$ или $7,5 \cdot 10^8$ КОЕ/г. Биокефир не будет обладать пробиотическими свойствами, т.к. количество бактерий менее, чем 10^9 КОЕ/г.

Образец 2. Считаем количество колоний, оно равно 4. Умножаем на 5 (т.к. тесты меньше стандартных чашек Петри в 5 раз) и на разведение, т.е. на 10^8 , получаем $20 \cdot 10^8$ или $2 \cdot 10^9$ КОЕ/г. Биокефир будет обладать пробиотическими свойствами, т.к. количество бактерий более, чем 10^9 КОЕ/г.

Верный ответ с решением – 20 баллов,

Представлен ответ как $75 \cdot 10^7$ и аналогично по второму образцу – 10 баллов

Ответ верный, но нет решения – 5 баллов