



## 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  $1,0275 \text{ г/см}^3$  плотность, выраженная в градусах ареометра, будет равна 27,5 °А. Согласно требованиям ГОСТ, плотность молока должна быть не менее  $1027 \text{ кг/м}^3$ .

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,  $1029,6 \text{ кг/м}^3$

**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 ( $\text{кг/м}^3$ ) и получаем  $1029,6 \text{ кг/м}^3$ . 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  $1039 \text{ кг/м}^3$ , а коэффициент загрузки заквасочника 0,8. Для решения задачи необходимо вспомнить формулу для определения объема цилиндра.

**Ответ:** 620 кг

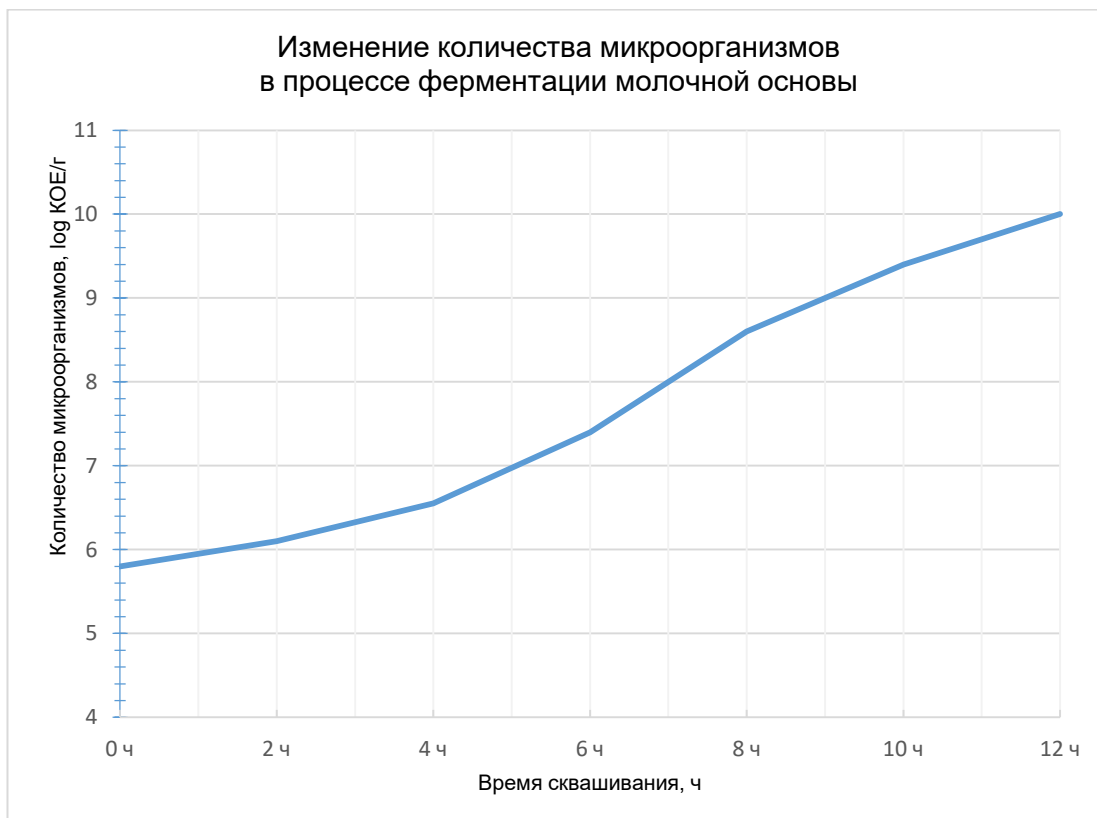
**Решение:** Сначала необходимо перевести размеры в м. Далее найдем объем заквасочника:  $V = \pi \cdot R^2 \cdot h$ ,  $V = 3,14 \cdot (0,445)^2 \cdot 1,2 = 0,746 \text{ м}^3$ . Найдем массу биокефира по его плотности:  $m = 0,746 \cdot 1039 = 775 \text{ кг}$ . С учетом коэффициента загрузки найдем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

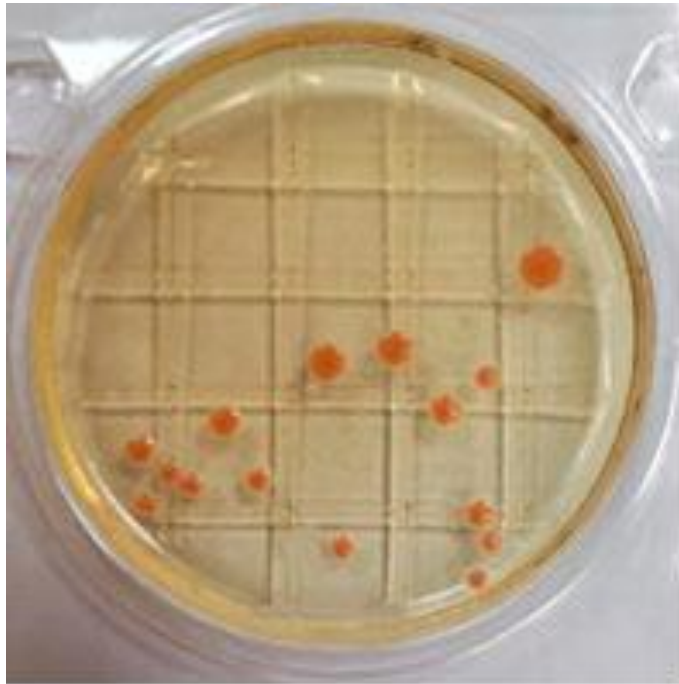
**Задача №4.** (20 баллов) В процессе ферментации молока постепенно увеличивается количество бактерий, продукт сквашивается и превращается в кисломолочный продукт. Представить этот процесс можно графически. По графику изменения количества микроорганизмов в процессе сквашивания определите, какое количество 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