Задания, ответы и критерии оценивания

Для выполнения школьного проекта вы получили задание от учителя – разработать обогащенный биопродукт. Вы с командой начали изучать материалы по теме и узнали, что производство биопродуктов основано на биотехнологических процессах, протекающих в сырье при внесении определенных видов микроорганизмов. Для выполнения проекта перед вами поставлено несколько задач.

Задача №1. (*10 баллов*)

Для получения биопродукта применяют закваски, состоящие из разных штаммов микроорганизмов.

Учитель забыл подписать пробирки с моновидовыми заквасками и поручил вам методом микроскопии установить, в какой пробирке какой вид бактерий находится. Ваша задача, соотнести описание бактерий, полученное при микроскопии препаратов, с их видом, и в ответе указать только те из них, которые можно использовать для получения биопродукта:

1) Клетки шаровидные или крупные эллипсовидные размером 0,5–1,2 × 0,5–1,5 мкм, обычно в виде длинных цепочек	А) *Bifidobacterium Bifidum*
2) Мелкие, иногда ветвящиеся палочки V-образные или Y-образные, размером 1–3 × 0,5–1 мкм	Б) *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*
3) Неподвижные грамположительные кокки шаровидной формы, диаметр клеток – 0,5–1,5 мкм. Образуют капсулы	В) *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophiles*
4) Неподвижные, неспорообразующие грамположительные бактерии размером 0,5–0,8 × 2,0–9,0 мкм	*Г) Staphylococcus aureus* subsp. *Aureus*

Ответ: 1В, 2А, 4Б

Все ответы верные – 10 баллов, 1 ответ верный – 3 балла, 2 ответа верных – 6 баллов

Задача №2. (*20 баллов*)

При ферментации молока происходит сбраживание лактозы молочнокислыми бактериями с образованием молочной кислоты. Учитель попросил посчитать массу молочной кислоты, которую теоретически можно получить из 5 л молока, если плотность молока составляет 1030 кг/м^3, а массовая доля лактозы – 4,8%. Эффективность конверсии лактозы в молочную кислоту бактериями составляет 95%. Для расчетов вам необходимо вспомнить формулу лактозы – $C_{12}H_{22}O_{11}$, формулу молочной кислоты – $C_3H_6O_3$, а также уравнение реакции конверсии лактозы в молочную кислоту.

Ответ: 247,14 г

Решение:

Найдем массу молока по его объему и плотности: М = 5 л ·1030 кг/м^3 = 5 ·10^{-3} м^3 ·1030 кг/м^3 = 5,15 кг

С учетом массовой доли лактозы в молоке масса лактозы составит: m = 5,15·0,048 = 0,2472 кг

С учетом эффективности конверсии масса преобразованной лактозы составит: 0,2472·0.95 = 0,2348 кг

Далее найдем количество молей преобразованной лактозы с учетом молекулярной массы лактозы 342 г/моль: (0,2348 × 1000)/342 = 0,687 моль.

Тогда количество молей полученной молочной кислоты составит: 0,687 · 4 = 2,746 моль

С учетом молекулярной массы молочной кислоты 90 г/моль ее масса составит: 2,746 моль × 90 г/моль = 247,14 г

Ответ верный и представлено решение, допускается округление результата до целого числа – 20 баллов

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

Ответ верный, не представлено решение – 0 баллов

Задача №3. (*40 баллов*)

Учитель попросил вашу команду при разработке биопродукта установить концентрацию живых бактериальных клеток (КОЕ – колониеобразующие единицы/мл) в готовом продукте. Для получения биопродукта из 5 л молока вы взяли высококонцентрированную закваску болгарской палочки, содержащую $1 \cdot 10^{10}$ КОЕ/мл. Для получения биопродукта начальная концентрация бактерий в молоке после инокуляции должна составлять $1 \cdot 10^{6}$ КОЕ/мл. Учитель рекомендовал проводить ферментацию в течение 6 ч. При этом известно, что среднее время удвоения бактерий в молоке при оптимальной температуре – 30 минут. Также необходимо учитывать, что после ферментации весь объем ферментированного молока подвергается концентрированию ультрафильтрацией. Коэффициент концентрирования составляет 4 (то есть, конечный объем будет в 4 раза меньше исходного), а потери живых бактерий в процессе ультрафильтрации составляют 10%.

При расчетах вам пригодится формула для расчета количества бактерий при экспоненциальном росте, КОЕ:

$$N = N_0 \cdot 2 \cdot (t/T),$$

где N – количество бактерий через время t, КОЕ;

N_0 – начальное количество бактерий, КОЕ;

T – время удвоения, мин.

Ответ: $0{,}86 \cdot 10^{8}$ КОЕ/мл

Решение:

Найдем начальное количество бактерий в 5 л молока, переведенных в мл: (5000 мл) × $1 \cdot 10^{6}$ КОЕ/мл = $5 \cdot 10^{9}$ КОЕ.

Тогда объем закваски составит: $5 \cdot 10^{9} / 1 \cdot 10^{10} = 0{,}5$ мл

Определим общее количество живых бактериальных клеток в конце ферментации:

если время ферментации составляет 6 часов = 360 минут, значит за это время произойдет 360/30 = 12 делений.

при начальном количестве бактерий – $5 \cdot 10^{9}$ КОЕ, конечное количество бактерий составит $N = 5 \cdot 10^{9} \times 2 \cdot 12 = 1{,}2 \cdot 10^{11}$ КОЕ

Найдем конечный объем концентрированного биопродукта: 5000 мл / 4 = 1250 мл.

Посчитаем количество бактерий после ультрафильтрации с учетом потерь и количества бактерий после ферментации: $1{,}2 \cdot 10^{11} \times (1 - 0{,}10) = 1{,}08 \cdot 10^{11}$ КОЕ. Далее найдем концентрацию клеток в биопродукте: $1{,}08 \cdot 10^{11}$ КОЕ/1250 мл = $0{,}86 \cdot 10^{8}$ КОЕ/мл

Критерии оценки:

Ответ верный и представлено решение – 40 баллов

Решение выстроено логически верно, но допущены ошибки в расчетах – 20 баллов

Ответ верный, не представлено решение – 0 баллов

Задача №4. (*30 баллов*)

Известно, что многие растения обладают уникальными свойствами благодаря содержанию биоактивных веществ. Определенные части растений успешно используют как источник различных нутриентов для обогащения продуктов питания. Такие продукты могут быть хорошей нутритивной поддержкой в диетическом питании при определенных заболеваниях человека.

Согласно ГОСТ Р 52738-2007 «Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения»: биопродукт – продукт переработки молока, произведенный с использованием заквасочных микроорганизмов и обогащенный путем добавления в процессе сквашивания и (или)

после него живых пробиотиков в монокультурах или ассоциациях и (или) пребиотиков. Термическая обработка готового продукта не допускается.

Творческая задача: разработать концепцию обогащенного биопродукта

Для этого вам необходимо решить ряд подзадач.

1. Выберите узкую группу населения с определенным заболеванием или имеющую определенные отклонения в состоянии здоровья (например, с диабетом I типа или с нарушением работы ЖКТ). Кратко опишите физиологические особенности выбранного заболевания. Приведите особенности питания для выбранной группы населения с рекомендациями по выбору определенных продуктов питания.
2. Какой биопродукт вы бы выбрали в качестве объекта для обогащения? Обоснуйте свой выбор с точки зрения выбора в п.1, технологических параметров обработки сырья при изготовлении продукта, стадии внесения обогащающего компонента и сохранности его в готовом продукте. Выберите вид бактерий, которые вы бы добавили в молоко, чтобы получить биопродукт.
3. Выберите известное вам по свойствам и биологическим особенностям растение, которое можно использовать как потенциальное сырье для обогащения йогурта полезными ингредиентами. Какую часть выбранного растения вы рекомендуете использовать? Обоснуйте свой выбор с точки зрения фитохимических свойств выбранного растения и его частей.
4. Как вы бы извлекли полезные компоненты из выбранной части растения, применив известные химические и биотехнологические подходы. На каком этапе технологического процесса изготовления биопродукта вы бы внесли полезный компонент? Обоснуйте выбранную технологию и изобразите ее в виде технологической схемы.

Критерии оценки:

– предложенный вариант обладает оригинальностью – 2 б.

– продемонстрирован высокий уровень знаний биологии и химии, грамотно использованы биологические и химические термины – 5 б.

– приведены химические формулы веществ, латинские названия биологических объектов – 4 б

– прослеживается логика решения подзадач – 4 б.

– приводимые доводы убедительны, подтверждены фактами и рассуждением при решении каждой подзадачи – 8 б.

– предложенный вариант практически достижим – 4 б.

– для демонстрации решения использованы рисунки, схемы, графики – 3 б.

Задания, ответы и критерии оценивания

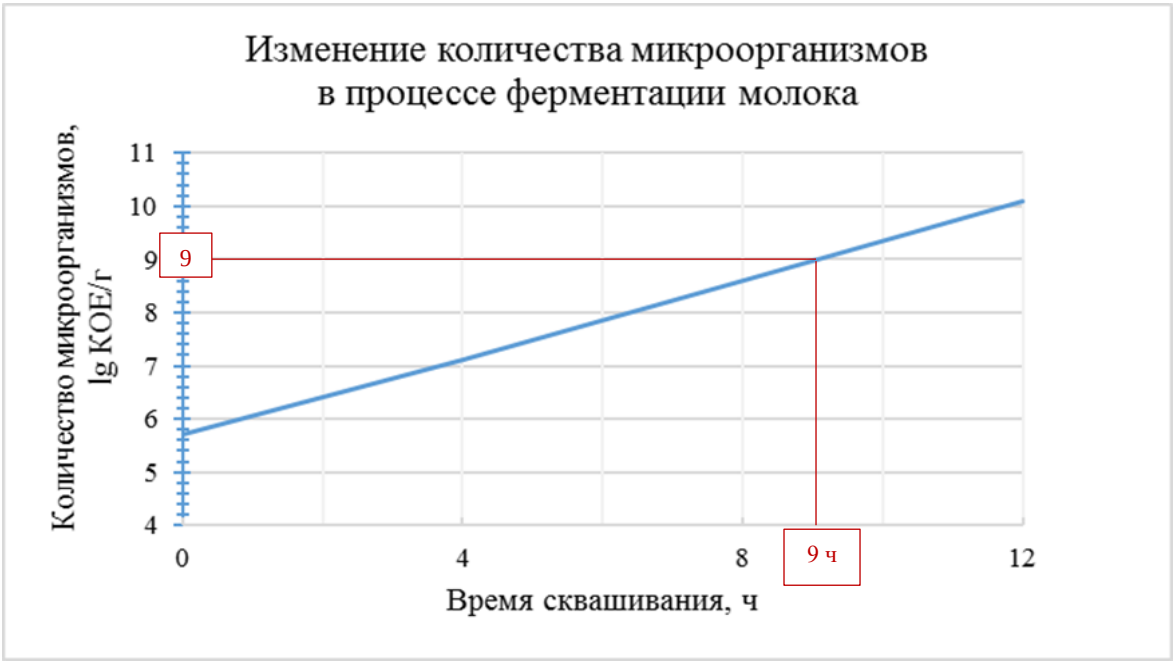
Для выполнения школьного проекта вы получили задание от учителя – разработать обогащенный биойогурт. Вы с командой начали изучать материалы по теме и узнали, что производство биойогурта основано на биотехнологических процессах, протекающих в сырье при внесении определенных видов микроорганизмов. Для выполнения проекта перед вами поставлено несколько задач.

Задача №1. (*10 баллов*) В процессе ферментации молока постепенно увеличивается количество бактерий, продукт сквашивается и превращается в биойогурт. Представить этот процесс можно графически. По данным таблицы постройте график изменения количества микроорганизмов в процессе сквашивания и по графику определите, какое количество бактерий было в биойогурте через 9 ч сквашивания (КОЕ – колониеобразующие единицы) /г).

Время сквашивания, ч	0	4	8	12
Количество микроорганизмов, lg КОЕ/г	5,7	7,1	8,6	10,1

Ответ: $1 \cdot 10^9$ КОЕ/г

Решение: По графику 9 ч ферментации соответствует 9 lg КОЕ /г, что составляет $1 \cdot 10^9$ КОЕ/г.



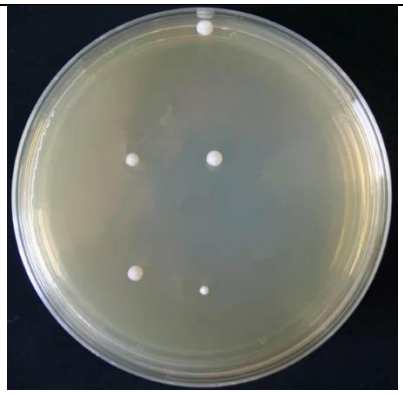
Построен график верно, но ответ неверный – 5 баллов

Задача решена аналитически верно – 5 баллов

Построен график верно и ответ верный – 10 баллов

Задача №2. (*20 баллов*).

Для определения количества живых бактерий в йогурте используют метод посева на питательную среду. Для проведения посева вашего йогурта вы подготовили ряд разведений и посеяли каждое из них на чашки Петри. На рисунке представлены результаты посевов на двух чашках Петри. Определите среднее количество микроорганизмов в 1 г йогурта по данным картинкам. В ответе укажите количество бактерий в КОЕ /г.

	
Восьмое разведение	Седьмое разведение

Ответ: $3{,}55 \cdot 10^8$ КОЕ/г

Решение: Считаем количество колоний на первой картинке, оно равно 5. Умножаем на разведение, т.е. на 10^8, получаем $5 \cdot 10^8$ КОЕ/г.

Считаем количество колоний на второй картинке, оно равно 21. Умножаем на разведение, т.е. на 10^7, получаем $21 \cdot 10^7 = 2{,}1 \cdot 10^8$ КОЕ/г.

Находим среднее значение: $(5 \cdot 10^8 + 2{,}1 \cdot 10^8)/2 = 3{,}55 \cdot 10^8$ КОЕ/г

Верный ответ с решением – 20 баллов,

Представлен ответ как $35{,}5 \cdot 10^7$ КОЕ/г – 20 баллов

Ответ верный, но нет решения – 0 баллов

Задача №3. (*40 баллов*)

Учитель попросил ребят самостоятельно изготовить биойогурт дома и принести в лабораторию для исследований 1 кг продукта. Для приготовления биойогурта необходим термостат, в котором происходит процесс ферментации. У одного из ребят дома оказалась йогуртница, в которой и решили проводить ферментацию молока для получения биойогурта. В йогуртнице 6 стаканов цилиндрической формы со следующими параметрами: высота – 80 мм, диаметр – 76 мм. Определите, какое количество стаканов с молоком необходимо поставить на ферментацию для получения заданного количества биойогурта, если известна плотность молока – 1027 кг/м^3. Также вы опытным путем установили с помощью ареометра плотность биойогурта как представлено на рисунке. Для решения задачи необходимо вспомнить формулу для определения объема цилиндра.

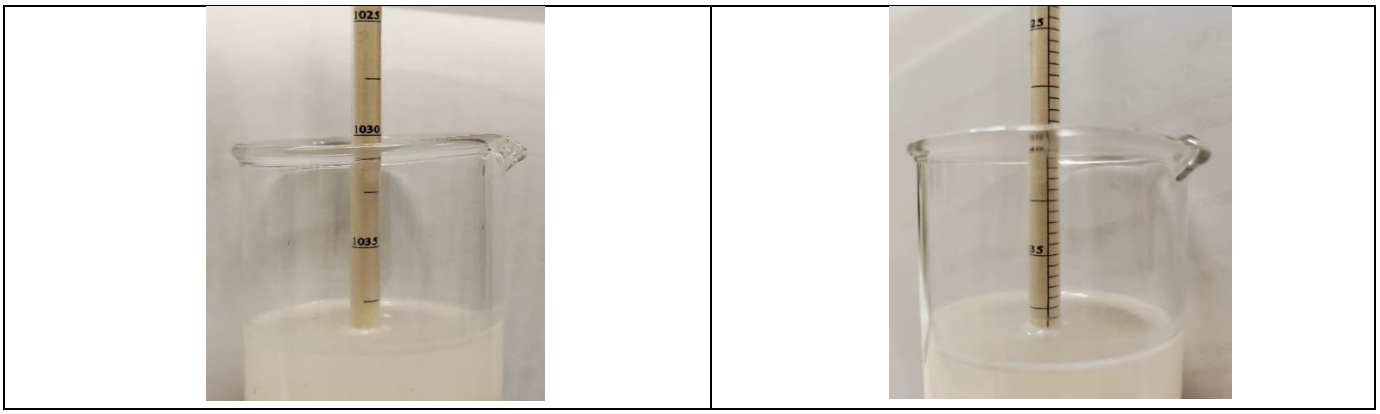


Рисунок. Плотность йогурта, измеренная ареометром

Ответ: 3 стакана

Решение: Найдем объем 1 стакана: $V = \pi \cdot R^2 \cdot h$, $V = 3{,}14 \cdot (38)^2 \cdot 80 = 362732{,}8$ мм^3 = 0,0003627328 м^3.

Рассчитаем массу молока, которая помещается в 1 стакан: $m = 1027 \cdot 0{,}0003627328 = 0{,}3725$ кг

Плотность биойогурта по рисунку с учетом шкалы деления ареометра составляет 1038,5 кг/м^3. Найдем массу биойогурта в 1 стакане по его плотности: $m = 0{,}0003627328 \cdot 1038{,}5 = 0{,}3767$ кг.

В процессе ферментации масса продукта практически не меняется (несмотря на небольшое изменение плотности, происходит преобразование лактозы в молочную кислоту, но общая масса изменяется незначительно).

Из одного стакана молока массой 0,3725 кг получится 0,3767 кг биойогурта.

По заданию необходимо получить 1 кг биойгорута: 1/0,3767 = 2,65 или после округления 3 стакана Проверим количество стаканов по молоку: 1/ = 0,3725 = 2,68 или также 3 стакана.

Ответ верный и представлено решение – 40 баллов

Логика ведения расчетов верная, но имеются вычислительные ошибки – 20 баллов

Логика ведения расчетов верная, неверно определена плотность по рисунку – 30 баллов

Ответ верный, не представлено решение – 0 баллов

Задача №4. (*30 баллов*)

Известно, что многие растения обладают уникальными свойствами благодаря содержанию биоактивных веществ. Определенные части растений успешно используют как источник различных нутриентов для обогащения продуктов питания. Такие продукты могут быть хорошей нутритивной поддержкой в диетическом питании при определенных заболеваниях человека.

Творческая задача: разработать концепцию обогащенного биойогурта

Для этого вам необходимо решить ряд подзадач.

1. Выберите вид бактерий, которые вы бы добавили в молоко, чтобы получить йогурт.
2. Выберите известное вам по свойствам и биологическим особенностям растение, которое можно использовать как потенциальное сырье для обогащения йогурта полезными ингредиентами. Какую часть выбранного растения вы рекомендуете использовать? Обоснуйте свой выбор с точки зрения фитохимических свойств выбранного растения и его частей.
3. Как вы бы извлекли полезные компоненты из выбранной части растения, применив известные химические и биотехнологические подходы. На каком этапе технологического процесса изготовления йогурта вы бы внесли полезный компонент? Обоснуйте выбранную технологию и изобразите ее в виде технологической схемы.
4. Для какой группы населения вы бы рекомендовали свой продукт с учетом его полезных свойств. Обоснуйте, укажите возможные заболевания или отклонения в состоянии здоровья выбранных групп населения.

Критерии оценки:

– предложенный вариант обладает оригинальностью – 2 б

– продемонстрирован высокий уровень знаний биологии и химии, грамотно использованы биологические и химические термины – 5 б

– приведены химические формулы веществ, латинские названия биологических объектов – 4 б

– прослеживается логика решения подзадач – 4 б

– приводимые доводы убедительны, подтверждены фактами и рассуждением при решении каждой подзадачи – 8 б

– предложенный вариант практически достижим – 4 б

– для демонстрации решения использованы рисунки, схемы, графики – 3 б

Задания, ответы и критерии оценивания

Для выполнения школьного проекта вы получили задание от учителя – разработать обогащенный биойогурт. Вы с командой начали изучать материалы по теме и узнали, что производство биойогурта основано на биотехнологических процессах, протекающих в сырье при внесении определенных видов микроорганизмов. Для выполнения проекта перед вами поставлено несколько задач.

Задача №1. (*10 баллов*) Для получения продукта высокого качества необходимо использовать сырье с определенными показателями. На проектное занятие каждый из ребят принес молоко. Вам необходимо по результатам проведенных испытаний с этими образцами решить, какое молоко подойдет для производства биойогурта. Согласно ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия» молоко должно удовлетворять следующим требованиям: массовая доля белка – не менее 2,8%, массовая доля жира не менее – 2,8%, массовая доля сухих обезжиренных веществ молока – не менее 8,2%, кислотность – от 16,0 до 21,0°Т включ., группа чистоты – не ниже II, плотность – не менее 1027 кг/м^3. В ответе укажите номер образца молока, удовлетворяющего по качеству требованиям нормативного документа.

Физико-химические показатели образцов молока

Наименование показателя	Значение показателя		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Массовая доля жира, %	4,0	3,9	3,8
Массовая доля белка, %	2,7	2,8	3,0
Кислотность, °Т	21,0	18,5	16,5
Массовая доля сухих обезжиренных веществ молока (СОМО), %	12,2	11,1	10,8
Группа чистоты	II	I	I
Плотность, г/см^3	1,0275	1,0281	1,0252

Ответ: 2

Решение: По массовой доле жира все образцы соответствует. По массовой доле белка образец №1 не соответствует. По массовой доле СОМО все образцы соответствуют. По кислотности все образцы соответствуют. По группе чистоты все образцы соответствуют. По плотности не соответствует образец №3, т.к. 1,0252 г/см^3 = 1025,2 кг/м^3 и это значение меньше, чем регламентируемое значение 1027,0 кг/м^3. Таким образом, только образец молока №2 соответствует требованиям.

За правильный ответ – 10 баллов

Логика рассуждений верная, но ответ неверный – 5 баллов

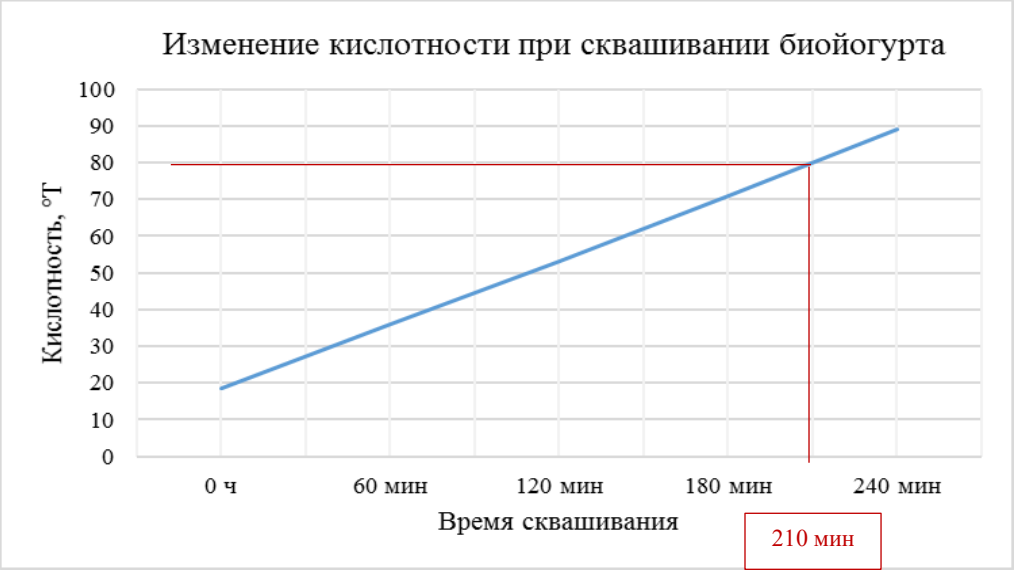
Задача №2. (*20 баллов*) В процессе ферментации бактерии активно размножаются и выделяют продукты метаболизма, основными из которых являются органические кислоты. Вследствие этого в молоке повышается кислотность, по значению которой определяют окончание процесса сквашивания. Для йогурта она составляет 80°Т. По данным таблицы постройте график зависимости кислотности от времени сквашивания. По графику найдите время, через которое можно считать продукт готовым.

Время сквашивания, мин	В начале процесса	60	120	180	240
Кислотность, °Т	18,5	36	53	71	89

Ответ: 210 мин.

Решение:

Строим график по данным таблицы. По графику находим время, в которое кислотность достигнет 80°Т – это 210 мин.



Построен график верно, но ответ неверный – 10 баллов
Задача решена аналитически верно – 10 баллов
Построен график верно и ответ верный – 20 баллов

Задача №3. (*40 баллов*) Для приготовления биойогурта необходимо специальное оборудование с поддержанием постоянной температуры, в котором будет происходить процесс ферментации. У одного из ребят дома нашлась йогуртница, в которой и решили проводить ферментацию молока для получения биойогурта. В йогуртнице 6 стаканов цилиндрической формы со следующими параметрами: высота – 80 мм, диаметр – 76 мм. Определите, какое количество биойогурта можно получить в йогуртнице в кг за сутки, если один цикл ферментации длится 6 ч, а примерная плотность биойогурта составляет 1039 кг/м^3. Для решения задачи необходимо вспомнить формулу для определения объема цилиндра.

Ответ: 9,04 кг

Решение: Найдем объем 1 стакана: $V = \pi \cdot R^2 \cdot h$, $V = 3{,}14 \cdot (38)^2 \cdot 80 = 362733$ мм^3 = 0,000362733 м^3. Объем 6 стаканов: $6 \cdot 0{,}000362733 = 0{,}021764$ м^3.

Найдем массу биойогурта по его плотности за 1 цикл: $m = 0{,}021764 \cdot 1039 = 2{,}26$ кг.

В сутки можно провести 24/6 = 4 цикла, соответственно, масса биойогурта за сутки: $2{,}26 \cdot 4 = 9{,}04$ кг

Ответ верный и представлено решение – 40 баллов
Логика ведения расчетов верная, но имеются вычислительные ошибки – 20 баллов
Ответ верный, не представлено решение – 0 баллов

Задача №4. (*30 баллов*)

Известно, что многие растения обладают уникальными свойствами благодаря содержанию биоактивных веществ. Определенные части растений успешно используют как источник различных нутриентов для обогащения продуктов питания. Такие продукты могут быть хорошей нутритивной поддержкой в диетическом питании при определенных заболеваниях человека.

Творческая задача: разработать концепцию обогащенного биойогурта

Для этого вам необходимо решить ряд подзадач.

1. Выберите вид бактерий, которые вы бы добавили в молоко, чтобы получить йогурт.
2. Выберите известное вам по свойствам и биологическим особенностям растение, которое можно использовать как потенциальное сырье для обогащения йогурта полезными ингредиентами. Какую часть выбранного растения вы рекомендуете использовать? Обоснуйте свой выбор с точки зрения фитохимических свойств выбранного растения и его частей.
3. На каком этапе технологического процесса изготовления йогурта вы бы внесли выбранный вами полезный компонент, в каком виде? Изобразите схематично технологию получения обогащенного йогурта.
4. Для какой группы населения вы бы рекомендовали свой продукт с учетом его полезных свойств. Обоснуйте, укажите возможные заболевания или отклонения в состоянии здоровья выбранных групп населения.

Критерии оценки:

– предложенный вариант обладает оригинальностью – 2 б

– продемонстрирован высокий уровень знаний биологии и химии, грамотно использованы биологические и химические термины – 5 б

– приведены химические формулы веществ, латинские названия биологических объектов – 4 б

– прослеживается логика решения подзадач – 4 б

– приводимые доводы убедительны, подтверждены фактами и рассуждением при решении каждой подзадачи – 8 б

– предложенный вариант практически достижим – 4 б

– для демонстрации решения использованы рисунки, схемы, графики – 3 б