



Задания, ответы и критерии оценивания

Задача 1. В биотехнологической практике часто необходимо произвести подсчет количества микроорганизмов в лабораторном материале (например суспензии). Для этих целей можно использовать камеру Горяева-Тома (рис. 1).

Эта камера представляет собой толстое предметное стекло, разделенное бороздками. На центральную часть стекла нанесена сетка. Площадь квадрата составляет $1/25 \text{ мм}^2$ (большой квадрат) или $1/400 \text{ мм}^2$ (малый квадрат). Глубина камеры составляет 0,1 мм.

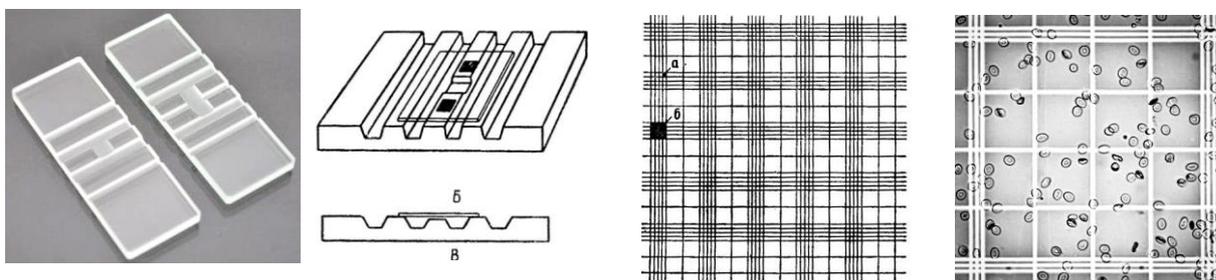


Рис. 1. Камера Горяева-Тома для подсчета количества микроорганизмов

Количество клеток в 1 мл исследуемой суспензии при подсчете в камере Горяева-Тома вычисляют по формуле:

$$x = \frac{a \times 10^3}{h \times S} \cdot n, \quad (1)$$

где x – число клеток в 1 мл суспензии;

a – среднее число клеток в квадрате сетки;

h – глубина камеры в мм;

S – площадь квадрата сетки в мм^2 ;

10^3 – коэффициент перевода см^3 в мм^3 ;

n – разведение исследуемой суспензии ($n=25$).

Задание. Используя представленные ниже данные (табл. 1 и 2), определите исходное число микроорганизмов в суспензии и установите температуру, при которой достигается эффект снижения количества микроорганизмов в 10 раз (15 баллов).

Таблица 1. Результаты подсчета клеток исходной суспензии микроорганизмов в камере Горяева-Тома

№ квадрата сетки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Число клеток в большом квадрате сетки	15	17	8	14	16	14	17	4	19	21	13	15	16	15	13
№ квадрата сетки	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Число клеток в большом квадрате сетки	11	12	14	12	13	15	16	16	16	10	10	15	15	17	16

Таблица 2. Результаты подсчета клеток суспензии микроорганизмов в камере Горяева-Тома после термического воздействия

Температура, °С	30	40	50	60	70	80
Среднее число клеток в большом квадрате сетки	10,3	3,8	2,6	1,3	1,1	0,8

Решение.

Для установления исходного количества клеток микроорганизмов необходимо использовать формулу (1).

На первом этапе решения следует установить значение a – среднее число клеток в квадрате сетки. Для этого необходимо рассчитать среднее арифметическое значение числа клеток в больших квадратах сетки (по табл.1): $(15+17+8+14+16+14+17+4+19+\dots+16)/30=14,17$.

На следующем этапе мы можем рассчитать искомое количество клеток:

$$x = \frac{14,17 \times 10^3}{0,1 \times 0,04} \cdot 25 = 88562500 \quad (\text{ответ может быть представлен } 88,6 \times 10^6 \text{ клеток}).$$

Важно учесть, что за значение S мы принимаем $1/25 \text{ мм}^2$ или $0,04 \text{ мм}^2$, поскольку данные представленные в таблице 1 свидетельствуют о том, что подсчёт клеток микроорганизмов вёлся с использованием больших квадратов сетки камеры Горяева-Тома.

Для решения второй части задачи – установление температуры, при которой достигается эффект снижения количества микроорганизмов в 10 раз решение может быть представлено 2 вариантами: коротким и длинным.

Короткое решение предполагает сопоставление значения 14,17 (среднее число клеток в квадрате сетки), найденного на предыдущем этапе со значениями, представленными в таблице 2: 1,3 (при температуре 60 °С) – это первое значение, которое меньше 14,17 более чем в 10 раз, следовательно эффект снижения количества микроорганизмов в 10 раз достигается при температуре 60 °С и выше.

Длинный вариант решения может включать последовательные расчеты количества клеток в 1 мл суспензии по формуле (1) и сопоставление полученных значений со значением 88562500. Однако, следует учесть, что в уравнении изменяется только значение a .

Короткий вариант решения является более предпочтительным.

Ответ: Количество клеток в 1 мл исследуемой суспензии составляет $88,6 \times 10^6$. Эффект снижения количества микроорганизмов в 10 раз достигается при температуре 60 °С и выше.

Задача 2. Известно, что витамин D преимущественно получают в результате биосинтеза эргостерола (предшественника витамина D) микроорганизмами. Наиболее активные продуценты эргостерола – *Saccharomyces*, *Rhodotoryla*, *Candida*. В промышленных масштабах эргостерол получают при культивировании дрожжей и мицелиальных грибов на средах с избытком сахаров при дефиците азота, высокой температуре и хорошей аэрации.

В среднем дрожжи способны синтезировать 6-7 % эргостерола (к общей биомассе дрожжей), некоторые виды мицелиальных грибов – до 10 %. При этом, важно оценивать экономическую целесообразность процесса биосинтеза, которая характеризуется коэффициентом эффективности биосинтеза (КЭБ):

$$\text{КЭБ} = \frac{DB}{DS}, \quad (2)$$

где DB – прирост биомассы продуцентов, г;
 DS – убыль сахаров в питательной среде, г.

Задание. Используя представленные ниже данные (табл.3), определите среди предложенных микроорганизмов наиболее эффективный продуцент эргостерола (15 баллов).

Таблица 3. Результаты определения биомассы микроорганизмов и массы сахаров в питательной среде в процессе биосинтеза эргостерола

Продуцент	Биомасса продуцента, г		Масса сахаров в питательной среде, г	
	На начало культивирования	На конец культивирования	На начало культивирования	На конец культивирования
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	1	4,3	6	4,1
<i>Saccharomyces uvarum</i>	1	2,8	6	4,6
<i>Candida quilliermondii</i>	1	3,1	6	4,3

Решение.

Для установления наиболее эффективного продуцента эргостерола, среди предложенных в таблице 3 необходимо произвести расчеты коэффициента эффективности биосинтеза (КЭБ) для каждого из них, используя формулу 2.

Для расчетов важно понять, что прирост биомассы – это разница между значениями биомассы продуцента на конец и начало процесса биосинтеза. Под убылью сахаров понимают разницу значений массы сахаров в питательной среде на начало и на конец процесса биосинтеза.

Таким образом,

$$\text{КЭБ (Saccharomyces cerevisiae)} = (4,3-1)/(6-4,1)=1,74;$$

$$\text{КЭБ (Saccharomyces uvarum)} = (2,8-1)/(6-4,6)=1,29;$$

$$\text{КЭБ (Candida quilliermondii)} = (4,3-1)/(6-4,1)=1,24;$$

Выбираем наибольшее значение из полученных – 1,74.

Ответ: наиболее эффективным продуцентом эргостерола из предложенных являются дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, КЭБ=1,74.

Задача 3. В настоящее время для производства пищевых продуктов лечебно-профилактического назначения используют технологию обогащения биологически активными веществами (БАВ) в инкапсулированном (защищенном) виде (рис. 2). Для инкапсуляции, например, используют β -циклодекстрин (молярная масса: 1134,987 г/моль)

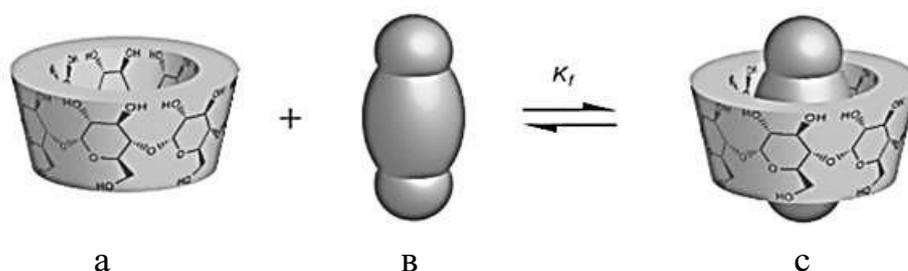


Рис.2. Схематичное изображение инкапсуляции БАВ в β -циклодекстрин: а – β -циклодекстрин, в – БАВ, с – комплекс инкапсулированного БАВ

Задание. Предприятие «N» решило производить биологически активную добавку (БАД) – рутин ($C_{27}H_{30}O_{16}$), инкапсулированный в β -циклодекстрин. Рассчитайте какое количество БАВ и β -циклодекстрина в граммах необходимо использовать для получения 100 г БАД, если для эффективной инкапсуляции необходимо обеспечить молярное соотношение 3:1 (БАВ: β -циклодекстрин) (30 баллов).

Решение.

Решать задачу необходимо в несколько этапов.

На первом этапе необходимо определить молярную массу рутина по представленной для него формуле – $C_{27}H_{30}O_{16}$.

$$\text{Расчет: } 12 \times 27 + 1 \times 30 + 16 \times 16 = 324 + 30 + 256 = 610 \text{ г/моль.}$$

На втором этапе необходимо учесть условие, что эффективно процесс инкапсуляции протекает при соотношении рутин: β -циклодекстрин= 3:1.

Следовательно, для приготовления смеси при инкапсуляции соотношение веществ по массе должно быть: $(610 \times 3):1134,987$, т.е. 1830г:1134,987г.

На третьем этапе нам необходимо составить уравнение:

Массу рутина примем за x , тогда масса β -циклодекстрина в смеси составит $1134,987/1830=0,62x$, т.е. получим уравнение:

$$x+0,62x=100,$$

отсюда $x=100/1,62=61,73$ г (масса рутина)

тогда масса β -циклодекстрина $0,62 \times 61,73=38,27$ (или $100-61,73=38,27$).

Ответ: для получения 100 г БАД – рутина, инкапсулированного в β -циклодекстрин, необходимо использовать смесь, состоящую из 61,73 г рутина и 38,27 г β -циклодекстрина.

Задача 4. Укажите основные признаки, присущие клеткам. Используйте знак «+», если признак присутствует и знак «-», если отсутствует (10 баллов)

Отличительный признак	Эукариоты	Прокариоты
Наличие ядра		
Гаметы		
Пищеварительные вакуоли		
Митоз и мейоз		
Мезосомы		
Рибосомы		
Комплекс Гольджи		

Ответ:

Отличительный признак	Эукариоты	Прокариоты
Наличие ядра	+	-
Гаметы	+	-
Пищеварительные вакуоли	+	-
Митоз и мейоз	+	-
Мезосомы	-	+
Рибосомы	+	+
Комплекс Гольджи	+	-

Задача 5. Предприятие «N» организует выпуск хлеба, обогащенного витамином B6.

Произведите расчет необходимого количества витамина B6 в рецептуре хлебобулочного изделия (на 100 кг муки).

При решении задачи необходимо учесть:

• рекомендуемая норма потребления витамина B6 составляет 25 мг/сут на человека;

- поступление витамина В6 в составе хлеба должно составлять 30 % от рекомендуемой нормы потребления;
- рекомендуемая норма потребления хлеба – 175 г/сут на человека;
- потери витамина В6 в процессе технологии производства, при брожении теста и выпечке хлеба составят 40 % (30 баллов).

Решение.

Решать задачу необходимо в несколько этапов.

1. Рассчитаем, сколько витамина В6 должно поступать в организм человека в сутки с хлебом (по условию задачи 30 %): $25 \times 0,3 = 7,5$ мг/сут (или по пропорции $25 \times 30 / 100$).

Т.е., с учетом указанной в задаче рекомендуемой нормы потребления 7,5 мг витамина В6 должно содержаться в 175г хлеба.

2. В задаче не указан выход хлеба, т.е. принимаем условие, что из 100 кг муки получится 100 кг хлеба (этот этап может не отражаться в решении).

3. Учитываем потери витамина В6 в процессе технологии производства (40% по условиям задачи).

Необходимо составить уравнение или пропорцию:

60% - 7,5мг

100%-Xмг, отсюда $X = 12,5$ мг.

Т.е., для коррекции потери витамина В6, необходимо внести не 7,5г, а 12,5 мг на 175 г муки.

4. Рассчитываем сколько витамина В6 необходимо внести на 100 кг (или 100000 г) муки:

175 г – 12,5 мг

100000 г – X, отсюда

$X = 12,5 \times 100000 / 175 = 7142,9$ мг (или 7,1 г).

Расчеты могут быть более компактными, очередность этапов расчета может быть изменена.

Ответ: для обеспечения поступления в организм человека витамина В6 в количестве 30 % от рекомендуемого уровня потребления с учетом нормы потребления хлеба в рецептуру нужно внести 7,1 г витамина В6 на 100 кг муки.