



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Биотехнологии»

7-9 классы

Заключительный этап

2020-2021

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.

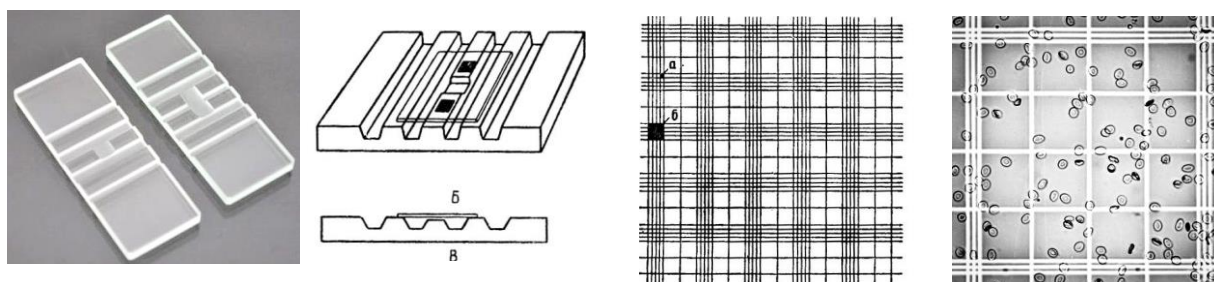


Рис. 1. Камера Горяева-Тома для подсчета количества микроорганизмов

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

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

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).

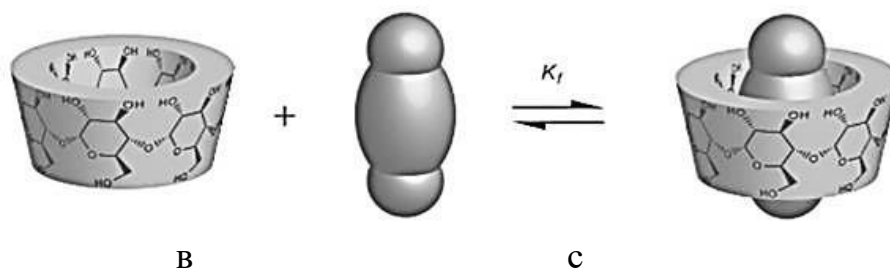


Рис.2. Схематичное изображение инкапсуляции БАВ в β -циклодекстрин: а – β -циклодекстрин, в – БАВ, с – комплекс инкапсулированного БАВ

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).

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		

Задача 5. Предприятие «N» организует выпуск хлеба, обогащенного витамином В6. Произведите расчет необходимого количества витамина В6 в рецептуре хлебобулочного изделия (на 100 кг муки).

При решении задачи необходимо учесть:

- рекомендуемая норма потребления витамина В6 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).

Критерии оценивания

Решение каждой из представленных задач оценивается по системе 0 – 5 баллов с учетом критериев представленных в таблице:

Количество баллов за решение задачи	Пояснение
5 баллов	Задача решена полностью правильно. Решение задачи подробное и содержит необходимые пояснения.
4 балла	Задача решена правильно, но в решение задачи имеются неточности или решение не содержит необходимые пояснения.
3 балла	Задача решена частично или с ошибками.
2 балла	Задача решена более, чем на 1/3, направление решения верное, но ответ не получен
1 балл	Задача решена менее, чем на 1/3, ответ не получен
0 баллов	Решение отсутствует

Максимальное количество баллов за пять решенных задач составляет **100 баллов**.

Возможное количество баллов для каждой задачи устанавливается с учетом коэффициента сложности:

Номер задачи	Значение коэффициента сложности	Количество баллов за задачу
1	3	0-15
2	3	0-15
3	6	0-30
4	2	0-10
5	6	0-30



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Биотехнологии»

10-11 классы

Заключительный этап

2020-2021

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.

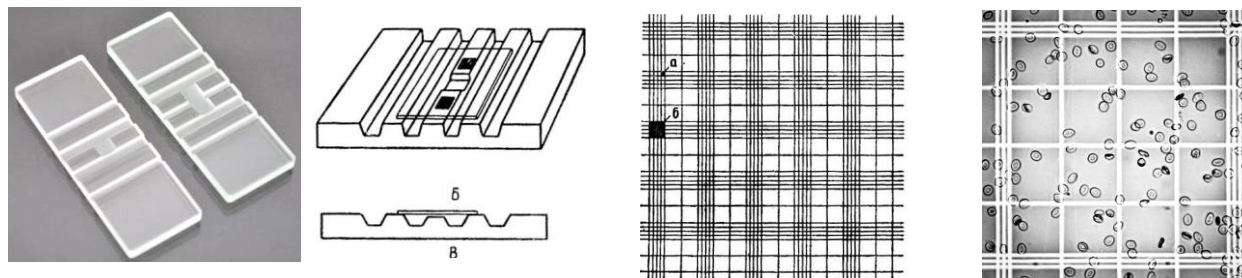


Рис. 1. Камера Горяева-Тома для подсчета количества микроорганизмов

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 (в подсчетах не учитываются квадраты, в которых более 20 клеток);

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 температуры, при которых достигается эффект снижения количества микроорганизмов в 10 и более 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	24	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	23	15	16	16	16	10	10	15	21	17	16

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

Температура, °C	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

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 сухой 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. Рассчитайте выход эргостерола для каждого из продуцентов на конец культивирования при условии накопления эргостерола в количестве 6% от сухой биомассы дрожжей. (15 баллов).

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

Продуцент	Масса продуцента, г		Влажность биомассы микроорганизмов, %	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	65	6	4,1
<i>Saccharomyces uvarum</i>	1	2,8	72	6	4,6
<i>Candida quilliermondii</i>	1	3,1	70	6	4,3

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)

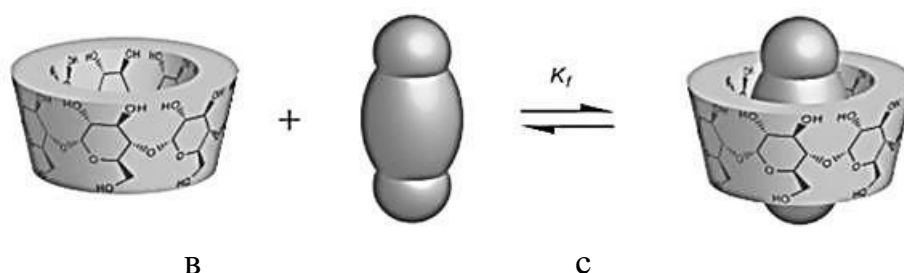


Рис.2. Схематичное изображение инкапсуляции БАВ в β-циклодекстрин: а – β-циклодекстрин, б – БАВ, в – комплекс инкапсулированного БАВ

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). При этом, инкапсулируется только 75 % БАВ, внесенного в исходную смесь (30 баллов).

Задача 4. Установите последовательность процессов биосинтеза белка в клетке (10 баллов):

- А – Присоединение аминокислоты к т-РНК.
- Б – Выход и-РНК из рибосомы
- В – Синтез и-РНК на ДНК.
- Г – Соединение и-РНК с рибосомой.
- Д – Образование пептидной связи между аминокислотами.
- Е – Перемещение и-РНК из ядра к рибосоме.

Задача 5. Предприятие «N» организует выпуск хлеба, обогащенного витамином В6.

Произведите расчет необходимого количества витамина В6 в рецептуре хлебобулочного изделия (на 100 кг муки).

При решении задачи необходимо учесть:

- рекомендуемая норма потребления витамина В6 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 %;
 - выход хлеба составляет 140 % (т.е. из 100 г муки получаем 140 г готового продукта)
- (30 баллов).

Критерии оценивания

Решение каждой из представленных задач оценивается по системе 0 – 5 баллов с учетом критериев представленных в таблице:

Количество баллов за решение задачи	Пояснение
5 баллов	Задача решена полностью правильно. Решение задачи подробное и содержит необходимые пояснения.
4 балла	Задача решена правильно, но в решение задачи имеются неточности или решение не содержит необходимые пояснения.
3 балла	Задача решена частично или с ошибками.
2 балла	Задача решена более, чем на 1/3, направление решения верное, но ответ не получен
1 балл	Задача решена менее, чем на 1/3, ответ не получен
0 баллов	Решение отсутствует

Максимальное количество баллов за пять решенных задач составляет **100 баллов**.

Возможное количество баллов для каждой задачи устанавливается с учетом коэффициента сложности:

Номер задачи	Значение коэффициента сложности	Количество баллов за задачу
1	3	0-15
2	3	0-15
3	6	0-30
4	2	0-10
5	6	0-30