



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Биотехнологии»

7-8 классы

Заключительный этап

2024-2025

Задания, ответы и критерии оценивания

Проектная задача для 7-8-го классов (включает в себя 6 частных задач)

Пробиотики – живые микроорганизмы, которые при введении в адекватных количествах оказывают благотворное физиологическое воздействие на организм хозяина. Однако пробиотики чрезвычайно чувствительны к экстремальным условиям окружающей среды, что существенно ограничивает их способность выживать в пище. Инкапсуляция клеток пробиотиков с помощью подходящего материала для стенок помогает сохранить жизнеспособность пробиотиков во время промышленной обработки и при прохождении через желудочно-кишечный тракт. Процесс инкапсулирования пробиотиков основан на создании микрокапсул с иммобилизованными микробными клетками. Вам предстоит решить ряд задач, позволяющих получить пробиотический продукт.

Внимание!!! Максимальный балл, указанный в скобках, начисляется только при наличии решения и ответа.

Задача № 1. (5 баллов) Известно, что для получения капсул обычно используют различные полисахариды. Выберите наиболее подходящие материалы для инкапсуляции бифидобактерий (несколько вариантов):

- А) глюкоза
- Б) лактоза
- В) крахмал
- Г) пектин

Ответ: В, Г

За оба правильных ответа – 5 баллов

За 1 правильный ответ – 2 балла

Задача № 2. (20 баллов) При проведении инкапсуляции важным показателем является эффективность инкапсуляции (ЭИ), которая определяется по формуле:

$$\text{ЭИ}(\%) = \frac{N \cdot M}{N_0} \cdot 100$$

где N – количество жизнеспособных клеток, высвобожденных из 1,0 г микрокапсул,

M – общая масса собранных микрокапсул,

N₀ – количество свободных клеток перед микрокапсуляцией.

Определите, какой из приведенных материалов (см. Таблицу 1) эффективнее использовать для получения капсул при инкапсуляции бифидобактерий *Bifidobacterium Bifidum*, если инокулированное количество бактерий составило 1×10^9 КОЕ/г. Ответ подтвердите расчетами.

Материал капсул	Количество жизнеспособных клеток, высвобожденных из микрокапсул, КОЕ/г	Масса микрокапсул, г
хитозан	$1,7 \times 10^8$ КОЕ/г	4,8
сывороточный протеин	$4,2 \times 10^7$ КОЕ/г	5,3
желатин	$2,1 \times 10^8$ КОЕ/г	3,7

Ответ: хитозан

Решение. Посчитаем ЭИ для каждого материала капсул:

$$\text{ЭИ(хитозан)} = 100 \times (1,7 \times 10^8) \times 4,8 / 1 \times 10^9 = 81,6\%$$

$$\text{ЭИ(сывороточный протеин)} = 100 \times (4,2 \times 10^7) \times 5,3 / 1 \times 10^9 = 22,3\%$$

$$\text{ЭИ(желатин)} = 100 \times (2,1 \times 10^8) \times 3,7 / 1 \times 10^9 = 77,7\%$$

Наибольшее значение ЭИ у капсул из хитозана.

Ответ верный и представлено решение – 20 баллов

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

Ответ верный, не представлено решение – 1 балл

Задача № 3. (20 баллов) На эффективность инкапсуляции влияет не только выбранный материал капсул, но и дополнительная выдержка в растворе хлорида кальция для упрочнения структуры капсул. По данным таблицы 2 постройте график зависимости эффективности инкапсуляции от времени выдержки капсул. Определите, сколько нужно выдержать капсулы в растворе хлорида кальция для получения эффективности инкапсуляции 85%. Ответ укажите в виде диапазона в минутах, например, 8–9 мин.

Время выдержки	0 мин	5 мин	10 мин	15 мин	20 мин
ЭИ, %	38	52	65	78	91

Ответ: 17–18 мин

Решение. Построим график по данным таблицы

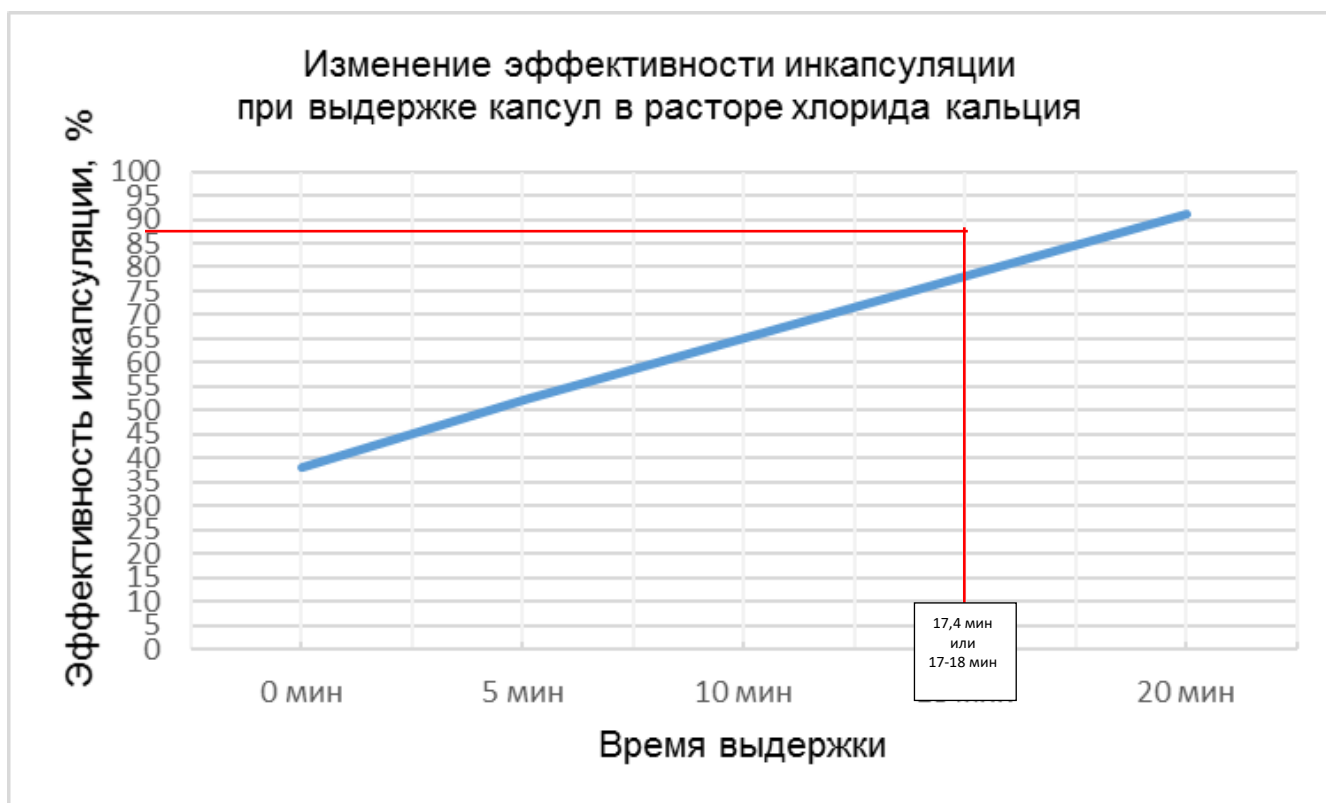


График построен верно, ответ верный – 20 баллов

График построен верно, но ответ неверный – 10 баллов

График не построен, задача решена верно аналитически – 10 баллов.

Задача № 4. (15 баллов) При моделировании процесса пищеварения в желудочно-кишечном тракте установлено, что потери капсул с пробиотиками от введенного количества составили 26%. Определите минимально необходимую для потребления массу капсул если известно, что в 20-ти граммах капсул окажется достаточное количество пробиотиков для оказания положительного эффекта на организм.

Ответ: 27 г

Решение. Капсулы, прошедшие через желудочно-кишечный тракт, составили: $100 - 26 = 74\%$, что должно соответствовать 20 г. Найдем минимально необходимую для потребления массу капсул, принимая ее за 100%: $20 \cdot 100 / 74 = 27$ г

Ответ верный, представлено решение – 15 баллов

Логика ведения расчетов верная, но имеются вычислительные ошибки – 7 баллов

Ответ верный, не представлено решение – 1 балл

Задача № 5. (30 баллов) При хранении продукта некоторое количество капсул может разрушиться. Согласно техническому регламенту содержание бифидобактерий в обогащенном продукте должно составлять не менее 10^6 колониеобразующих единиц (микробных клеток) в 1 г продукции, чтобы оказывать пробиотический эффект. Определите, можно ли продукт с инкапсулированными бифидобактериями

отнести к обогащенному, если к концу срока хранения потери капсул составили 34%, а инкапсуляции подвергли $1 \cdot 10^8$ КОЕ/г живых бактерий. Эффективность инкапсуляции составила 94% при внесенном количестве капсул – 20% от массы продукта, которую можно принять за 100 г. Возможным ростом бактерий внутри капсул при хранении пренебречь.

Ответ: продукт можно отнести к обогащенному

Решение: из формулы определения эффективности инкапсуляции определим количество жизнеспособных клеток, высвобожденных из 1,0 г микрокапсул:

$$N = \frac{N_0 \cdot \mathcal{E}I}{M \cdot 100} = (94 \cdot 1 \cdot 10^8) / (100 \cdot 20) = 4,7 \cdot 10^6 \text{ КОЕ/г, где } M = 20 \cdot 100 / 100 = 20 \text{ г.}$$

Найдем потери бактерий в капсулах: $(34 \cdot 4,7 \cdot 10^6) / 100 = 1,598 \cdot 10^6$ КОЕ/г.

Найдем остаточное количество бактерий:

$(4,7 \cdot 10^6) - (1,598 \cdot 10^6) = 3,1 \cdot 10^6$ КОЕ/г, что больше $1 \cdot 10^6$, значит продукт можно отнести к обогащенному

Ответ верный, представлено решение – 30 баллов

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

Ответ верный, не представлено решение – 0 баллов

Задача № 6. (10 баллов) Подытожим результаты работы и сведем их в общую схему.

Рассмотрите внимательно отдельные этапы получения капсул в лабораторных условиях и применения их в составе продукта питания. Составьте схему в логической последовательности, указав в ответе верную последовательность нумерации картинок.



Ответ: 2, 5, 3, 1, 4

Верный ответ – 10 баллов

Имеется 1-2 ошибки – 5 баллов