



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Биотехнологии»

11 класс

Заключительный этап

2023-2024

Биотехнологии помогают решать проблемы в разных видах хозяйственной деятельности человека, в том числе предотвращать загрязнение окружающей среды опасными отходами. Сегодня вам предстоит решить ряд задач для рациональной переработки навоза на ферме с получением микробного белка для кормления животных.

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

Задача № 1. (5 баллов) Какой вид микроорганизма вы будете использовать для получения бактериальной биомассы из природного газа – гаприна:

- А) *Methylococcus capsulatus*
- Б) *Propionibacterium shermanii*
- В) *Penicillium chrysogenum*
- Г) *Streptococcus thermophilus*

Ответ: А

За верный ответ – 5 баллов. Если указаны 2 ответа, один из которых верный – 1 балл

Задача № 2. (20 баллов) Определите, какое количество бактериальной биомассы из природного газа (г) с содержанием сырого протеина 74% необходимо добавить в рацион коровы, если потребность в белке составляет 800 г/сут, а основной рацион включает компоненты, представленные в таблице.

Компонент рациона	Содержание сырого протеина г/1 кг	Содержание компонента в кормосмеси, кг
Зерно овса	77	4,0
Сено луговое	50	6,5
Кормовая свекла	3	12,0

Ответ: 177 г

Решение. Рассчитаем содержание белка в кормосмеси с учетом количества каждого компонента и содержания сырого протеина в них: $4,0 \times 77 + 6,5 \times 50 + 12,0 \times 3 = 669$ г. Найдем недостаток протеина в рационе: $800 - 669 = 131$ г. Найдем количество бактериальной биомассы: $131 \times 100 / 74 = 177$ г

Ответ верный и представлено решение – 20 баллов

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

Ответ верный, не представлено решение – 2 балла

Задача № 3. (15 баллов) Для оценки эффективности использования отдельных видов микроорганизмов для продуцирования белковой массы можно использовать показатель скорости роста. Скорость роста V (г/ч) характеризует прирост биомассы за единицу времени и рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{\Delta X}{\Delta t}$$

По данным таблицы определите, какой вид бактерий обладает наибольшей скоростью роста в указанный промежуток времени.

Вид бактерий	Концентрация биомассы, г		Время ферментации, ч	
	начальное	конечное	начальное	конечное
<i>Methanomonas carbonatophila</i>	0,2	0,8	8	48
<i>Methanomonas methanooxidans</i>	0,1	0,9	12	52
<i>Pseudomonas propanica</i>	0,3	1,1	6	40
<i>Pseudomonas methanica</i>	0,2	0,9	10	46

Ответ: *Pseudomonas propanica*

Решение:

Найдем скорости роста каждого вида бактерий в обозначенный промежуток времени:

$$V_1 = \frac{0,8 - 0,2}{48 - 8} = 0,015$$

$$V_2 = \frac{0,9 - 0,1}{52 - 12} = 0,02$$

$$V_3 = \frac{1,1 - 0,3}{40 - 6} = 0,023$$

$$V_4 = \frac{0,9 - 0,2}{46 - 10} = 0,019$$

То есть наибольшей скоростью роста обладают бактерии *Pseudomonas propanica* (V_3)

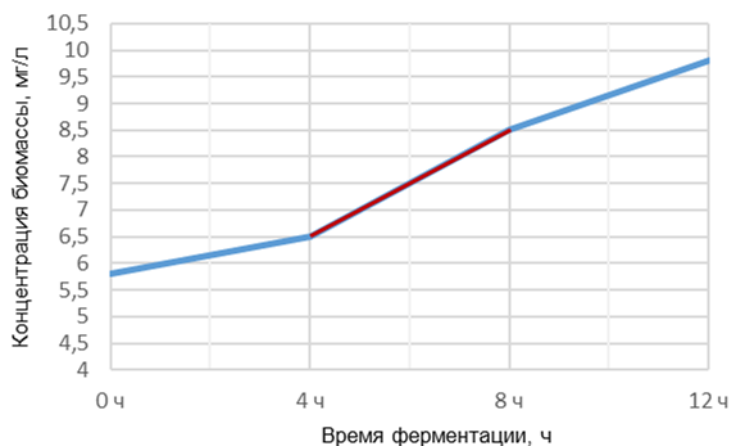
Ответ верный и представлено решение – 15 баллов

Решение выстроено логически верно, но ответ неверный – 5 баллов

Ответ верный, не представлено решение – 1 балл

Задача №4. (20 баллов)

Используя теорию из задачи 3 определите скорость роста биомассы (г/л·ч) на выделенном участке кривой. Если принять найденную скорость роста биомассы постоянной до окончания ферментации, найдите время, через которое объем биомассы утроится, если начальное значение составляло 0,0058 г/л.



Ответ: 34,8 ч

Решение:

Находим прирост биомассы за выделенный период времени: $(8,5 - 6,5) = 2$ мг/л = 0,002 г/л. Находим период времени: $8 - 4 = 4$. Определяем скорость роста биомассы: $0,002/4 = 0,0005$ г/л·ч. Зная начальное значение концентрации биомассы найдем, через какое время она утроится: $0,0058 \times 3/0,0005 = 34,8$ ч

Ответ верный и представлено решение – 20 баллов

Решение выстроено логически верно, но ответ неверный – 5 баллов

Ответ верный, не представлено решение – 1 балл

Задача №5. (30 баллов) Определите, достаточное ли количество микробного белка можно получить из метана, образуемого при метановом сбраживании навоза на ферме, где содержится 500 голов крупного рогатого скота, для удовлетворения их потребности в микробном белке, определенном в задаче №2. Известно, что от одной коровы в год получают 20 т навоза. При метановом сбраживании 1 т навоза получают 45 м³ биогаза, содержащего 65% метана. В процессе микробиологического синтеза можно использовать 70% метана, так как остальное необходимо расходовать на поддержание теплового режима в метантенках. Для получения 1 кг сухой бактериальной биомассы требуется 3,5 м³ метана.

Если вы не справились с решением задачи №2, примите расчетную потребность в бактериальной биомассе для 500 коров – 30000 кг в год. Обратите внимание, что в задаче №2 расчетная потребность у вас посчитана в г/сут на 1 голову.

Примечание: Решение этого задания оценивается двумя оценками: при верном нахождении количества бактериальной биомассы, полученной из заданного количества навоза – 20 баллов; при использовании для оценки достаточности образуемого белка результата из задачи №2 и верном ответе – дополнительно 10 баллов; при использовании для оценки достаточности образуемого белка значения, приведенного в данной задаче, и верном ответе – дополнительно 5 баллов.

Ответ: достаточное количество микробного белка

Решение. Найдем количество навоза, образуемого на ферме за год: $500 \times 20 = 10000$ т. Найдем количество биогаза, получаемого при метановом сбраживании навоза: $10000 \times 45 = 450000$ м³, и количество метана: $450000 \times 65/100 = 292500$ м³. Найдем количество метана, используемого для микробиологического синтеза: $292500 \times 70/100 = 204750$ м³. Найдем количество бактериальной биомассы: $204750/3,5 = 58500$ кг в год.

Из предыдущей задачи потребность в бактериальной биомассе 177 г/сут на 1 голову. Найдем потребность 500 голов в год: $177 \times 500 \times 365 = 32302500$ г = 32302,5 кг биомассы в год.

Таким образом, при переработке навоза от 500 голов можно получить 58500 кг в год, а потребность составляет 32302,5 кг биомассы в год, следовательно, можно получить достаточное количество микробного белка из метана.

Если вы принимаете за потребность в биомассе заданное в данной задаче количество – 30000 кг в год, то ответ аналогичный, можно получить достаточное количество микробного белка из метана.

Первая часть задания решена верно, приведено решение – 20 баллов

Решение первой части задания выстроено логически верно, но допущены ошибки в расчетах – 15 баллов

Вторая часть задания решена верно с использованием ответа из задачи №2 – дополнительно 10 баллов

Решение второй части задания с использованием ответа из задачи №2 выстроено логически верно, но допущены ошибки в расчетах – дополнительно 5 баллов

Вторая часть задания решена верно с использованием данных задачи – дополнительно 5 баллов

Ответ верный, не представлено решение – 1 балл

Задача № 6. (10 баллов) Подытожим результаты работы и сведем их в непрерывный цикл переработки отходов скотоводства. Расставьте в правильной последовательности процессы, позволяющие получать из навоза кормовой белок.

- А) метановое сбраживание навоза и получение биогаза
- Б) получение биомассы бактерий
- В) переработка газа метанотрофными бактериями
- Г) сбор навоза на ферме
- Е) высушивание биомассы и получение кормовой добавки
- Д) очистка биогаза и получение метана

Ответ: ГАДВБЕ

За верный ответ – 10 баллов

Если допущены 1-2 ошибки в последовательности процесса – 5 баллов

За все остальные варианты – 0 баллов