



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Биотехнологии»

7-8 классы

Заключительный этап

2023-2024

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

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) Какое определение подходит для описания микробного белка?

- А) внеклеточные ферменты
- Б) белковая биомасса дрожжей или бактерий
- В) антибиотики
- Г) продукт обмена веществ микроорганизмов

Ответ: Б

За правильный ответ – 5 баллов

Задача № 2. (20 баллов) Рассчитайте суточную потребность фермы в 500 голов коров в кормовом белке, если потребность в белке с поступающим кормом одной коровы составляет 1,5 кг/сут, из которых доля кормового белка должна составлять 20%.

Ответ: 150 кг/сут

Решение. Найдем количество кормового белка в корме для одной коровы: $1,5 \times 20 / 100 = 0,3$ кг. Найдем потребность фермы в кормовом белке: $0,3 \times 500 = 150$ кг/сут

Ответ верный и представлено решение – 20 баллов

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

Ответ верный, не представлено решение – 2 балла

Задача № 3. (30 баллов) Рассчитайте количество навоза, которое можно переработать в бактериальную биомассу для покрытия потребности в ней животных в количестве 300 кг в сутки, если известно, что при метановом сбраживании 1 т навоза

получают 30 м³ чистого метана, а для получения 1 кг бактериальной биомассы требуется 3,5 м³ метана.

Ответ: 35 т навоза

Решение. Найдем, сколько потребуется метана для получения 300 кг бактериальной биомассы: $3,5 \times 300 = 1050 \text{ м}^3$. Найдем количество навоза для получения 1050 м³ метана: $1050 \times 1/30 = 35 \text{ т навоза}$.

Ответ верный и представлено решение – 30 баллов

Логика ведения расчетов верная, но имеются вычислительные ошибки – 15 баллов

Ответ верный, не представлено решение – 2 балла

Задача № 4. (20 баллов) На рисунке представлена кинетика роста микроорганизмов при периодическом культивировании. Рассмотрите внимательно график и укажите фазы (римские цифры на графике), в которых не наблюдается рост микроорганизмов.

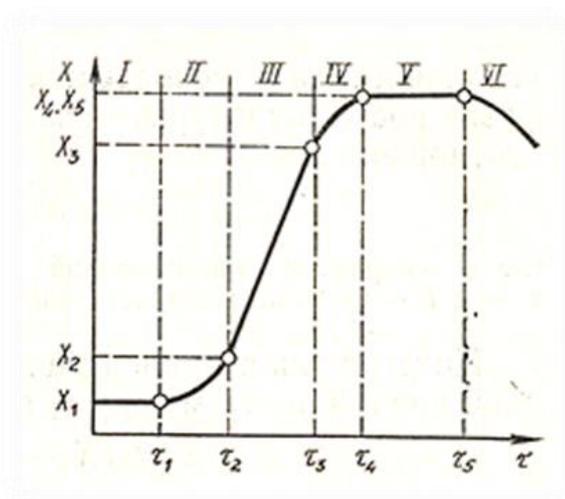


Рисунок – Кинетика роста микроорганизмов при периодическом культивировании: $X_1 \dots X_5$ – плотность популяции, $\tau_1 \dots \tau_5$ – время.

Ответ: I, V, VI

Ответ верный – 20 баллов

Ответ содержит 2 из верных ответов – 10 баллов

Ответ содержит 1 из верных ответов – 5 баллов

Задача № 5. (20 баллов) По данным таблицы постройте график зависимости прироста биомассы (г/л) от времени ферментации и найдите по графику концентрацию биомассы через 20 ч ферментации.

Время ферментации, ч	0	8	16	24
Концентрация биомассы, мг/л	4,5	6,5	8,5	10,5

Ответ: 9,5 мг/л

Решение: Строим график по приведенным данным. На графике находим 20 ч и соответствующее значение концентрации биомассы – 9,5 мг/л

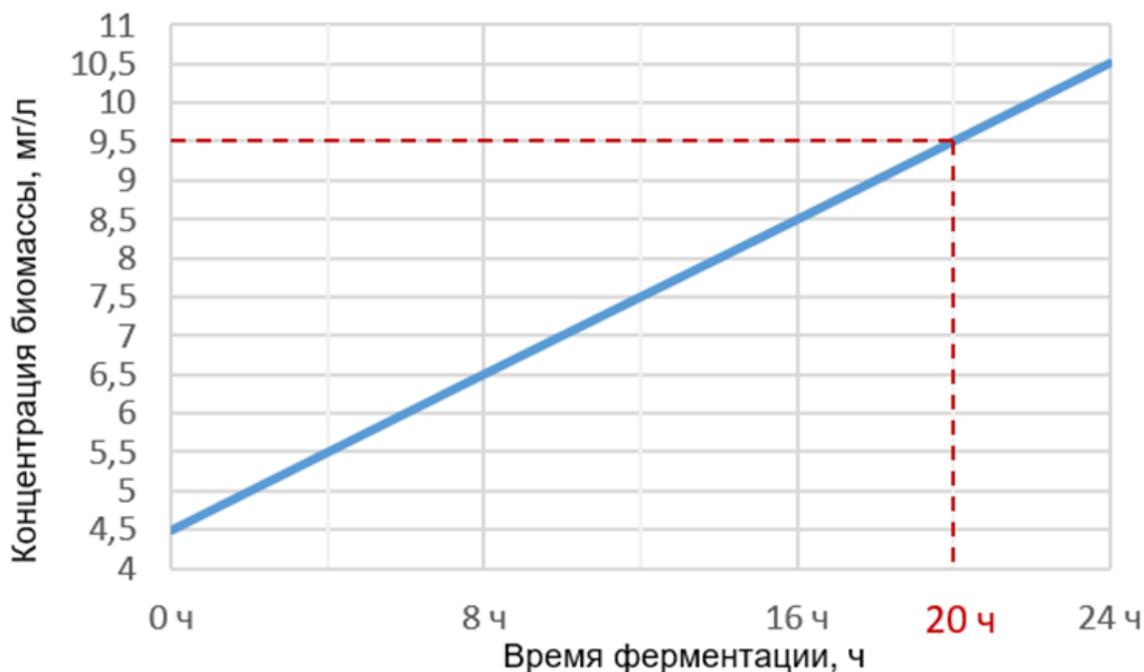


График построен верно, ответ верный – 20 баллов

График построен верно, но ответ неверный – 10 баллов

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

Задача № 6. (5 баллов) Подытожим результаты работы и сведем их в непрерывный цикл переработки отходов на ферме методами биотехнологии.

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

Ответ: ГАВБ

Верный ответ – 5 баллов

Имеется 1-2 ошибки – 1 балла



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Биотехнологии»

9-10 классы

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 компонент питательной среды используется как основной при получении белковой биомассы ферментации природного газа?

- А) глюкоза
- Б) углекислый газ
- В) метан
- Г) уксусная кислота

Ответ: В

За верный ответ – 5 баллов. Если обозначено 2 ответа, один из которых верный – баллы не начисляются

Задача № 2. (20 баллов). Рассчитайте суточную потребность фермы в 500 голов коров в белковой биомассе, если потребность в сыром протеине с поступающим кормом одной коровы составляет 1,5 кг/сут. Доля сырого протеина из белковой биомассы в рационе должна составлять 20%. При этом доля сырого протеина в белковой биомассе, получаемой на метане, составляет 75%.

Ответ: 200 кг/сут

Решение. Найдем потребность в сыром протеине коров на ферме: $500 \times 1,5 / 100 = 750$ кг/сут. Найдем количество сырого протеина в рационе, поступающего из белковой биомассы: $750 \times 20 / 100 = 150$ кг. Найдем потребность фермы в белковой биомассе с учетом концентрации в ней сырого протеина: $150 \times 100 / 75 = 200$ кг/сут

Ответ верный и представлено решение – 20 баллов

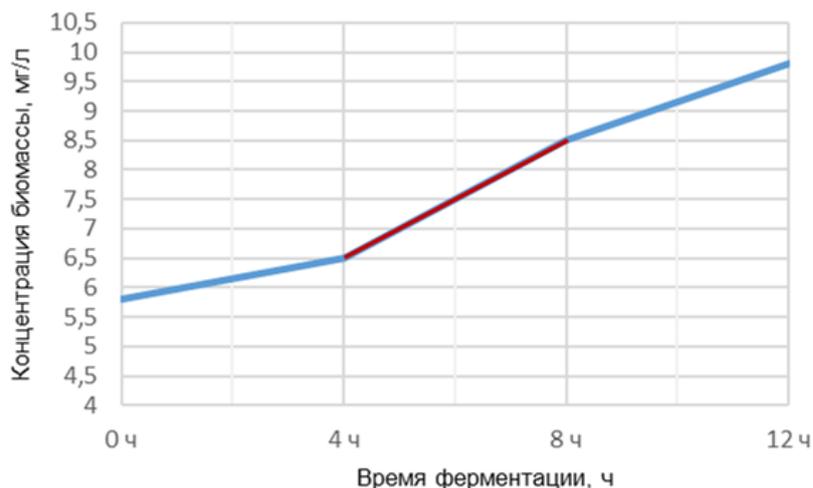
Логика ведения расчетов верная, но имеются вычислительные ошибки – 10 баллов

Ответ верный, не представлено решение – 2 балла

Задача № 3. (20 баллов) Для оценки эффективности использования отдельных видов микроорганизмов для продуцирования белковой массы можно использовать показатель скорости роста. Скорость роста V (г/л·ч) характеризует прирост биомассы за единицу времени и рассчитывается по формуле:

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

Определите скорость роста биомассы (г/л·ч) на выделенном участке кривой.



Ответ: 0,0005 г/л·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.

Ответ верный и представлено решение – 20 баллов

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

Ответ верный, не представлено решение – 2 балла

Задача № 4. (20 баллов) На рисунке представлена кинетика роста микроорганизмов при периодическом культивировании. Рассмотрите внимательно график и сопоставьте номер фазы с характеристикой процесса в данной фазе.

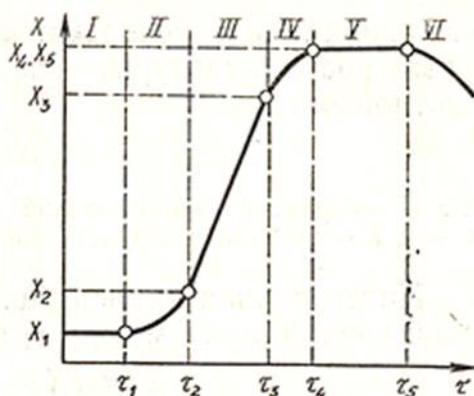


Рисунок – Кинетика роста микроорганизмов при периодическом культивировании: $X_1 \dots X_5$ – плотность популяции, $t_1 \dots t_5$ – время.

Фаза роста	Характеристика
I	А) фаза затухающего роста культуры
II	Б) снижение скорости роста вплоть до достижения нулевого значения
III	В) фаза отмирания, или фаза дегенерации культуры, характеризующаяся уменьшением численности популяции
IV	Г) экспоненциальная фаза роста
V	Д) в этой фазе происходит процесс приспособления посевной культуры к новой среде. Численность популяции в это время не увеличивается
VI	Е) численность популяции начинает увеличиваться с возрастающей скоростью, данную фазу можно назвать переходной

Ответ: I-Д, II-Е, III-Г, IV-А, V-Б, VI-В

Ответ верный – 20 баллов

Имеются 1-2 ошибки – 10 баллов

Имеются 3-4 ошибки – 5 баллов

Задача № 5. (30 баллов) Рассчитайте, сколько можно получить чистого метана при метановом сбраживании навоза на ферме, где содержится 500 голов крупного рогатого скота, если известно, что от одной коровы в год получают 20 т навоза. При метановом сбраживании 1 т навоза получают 45 м³ биогаза, содержащего 65% метана. Ответ выразите в м³/сут, данные округляйте до десятых.

Ответ: 801,4 м³/сут

Решение. Найдем количество навоза от 500 голов: $500 \times 20 = 10000$ т навоза в год от 500 голов или 27,4 т навоза в день. Найдем количество биогаза, получаемого при метановом сбраживании навоза в день: $27,4 \times 45 = 1232,9$ м³/сут. Найдем количество чистого метана из полученного объема биогаза: $1232,9 \times 65 / 100 = 801,4$ м³/сут.

Верный ответ с решением (последовательность решения может быть другая) – 30 баллов,

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

Ответ верный, не представлено решение – 2 балла

Задача № 6. (5 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

Д) очистка биогаза и получение метана

Ответ: ГАДВБ

Ответ верный – 5 баллов

Имеются 1-2 ошибки – 2 балла



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)

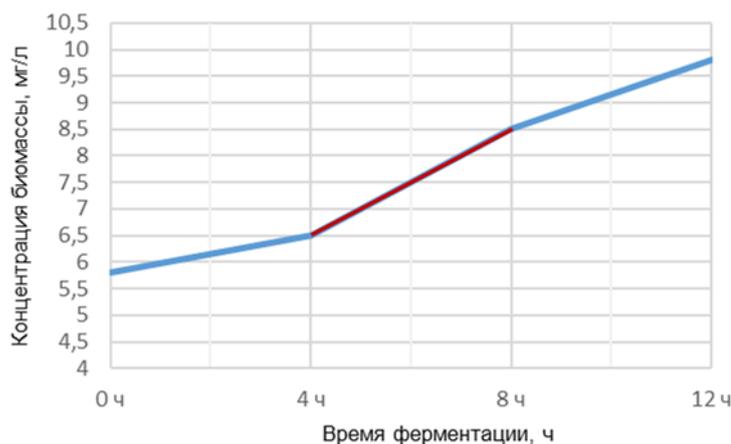
Ответ верный и представлено решение – 15 баллов

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