



**Задания, ответы и критерии оценивания**

1. (10 баллов) Сопоставьте класс ферментов с расщепляемыми веществами:

- А) протеолитические    1) углеводы  
Б) амилалитические    2) жиры  
В) липолитические    3) белки

**Ответ:** А3, Б1, В2

**Оценивание:** Если правильно указан 1 вариант – 3 балла.

2. (20 баллов) Для определения качества белка путём сравнения аминокислот в исследуемом продукте с «идеальным» белком используют аминокислотный скор (АС). Под идеальным белком понимают гипотетический белок со сбалансированным аминокислотным составом. Если АС какой-либо аминокислоты меньше 100%, это говорит о сниженной биологической ценности белка и приведёт к необходимости употребления больших его количеств в пищу для восполнения потребности организма в определённых аминокислотах. Аминокислоты с АС меньше 100% называются лимитирующими, так как именно они определяют количество продукта, которое необходимо употребить в пищу.

В качестве примера и образца для записи ответа на задание приведены значения аминокислотного сора для некоторых продуктов:

- пшеница: лизин (56 %), треонин (77 %),
- соя: метионин + цистеин (88 %),
- кукуруза: лизин (44 %), треонин (60 %),

Определите лимитирующую аминокислоту в белковой добавке, если известно содержание незаменимых аминокислот в белке этой добавки (таблица 1).

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислоты г/100 г исследуемого белка	Содержание аминокислоты г/100 г «идеального» белка
валин	5,26	5,0
изолейцин	4,0	4,0
лейцин	6,25	7,0
лизин	6,77	5,5
метионин+цистеин	3,41	3,5
треонин	4,08	4,0
триптофан	1,1	1,0
фенилаланин+тирозин	6,88	6,0

**Ответ:** лейцин (89 %), метионин + цистеин (97 %)

**Решение.** Аминокислотный скор вычисляется для каждой аминокислоты: для валина  $100 \cdot 5,26/5,0 = 105\%$ ; для изолейцина  $100 \cdot 4,0/4,0 = 100,0\%$ ; для лейцина  $100 \cdot 6,25/7,0 = 89\%$ ; для лизина  $100 \cdot 6,77/5,5 = 123\%$ ; для метионина и цистеина  $100 \cdot 3,41/3,5 = 97\%$ ; для треонина  $100 \cdot 4,08/4,0 = 102\%$ ; для триптофана  $100 \cdot 1,1/1,0 = 110\%$ ; для фенилаланина и тирозина  $100 \cdot 6,88/6,0 = 115\%$ . Из полученных АС выбираем те, которые меньше 100 и записываем их в ответе в порядке увеличения, то есть лейцин (89 %), метионин + цистеин (97 %).

**Оценивание:** Если решение указано верно, но ответ представлен не в соответствии с указанным, начисляется *10 баллов*.

**3. (20 баллов)** По нарастанию кислотности молока при молочнокислом брожении можно рассчитать, какое количество молочной кислоты образуется. Для определения кислотности проводят титрование  $100 \text{ см}^3$  молока 0,1 н раствором гидроксида натрия. Молекулярная масса молочной кислоты равна 90. Определите количество образующейся молочной кислоты в молоке при брожении, если начальная кислотность молока была  $16^\circ\text{T}$ , а конечная –  $60^\circ\text{T}$ .

**Ответ:** 0,396 г

**Решение.** Количество миллилитров 0,1 н NaOH, потраченное на титрование  $100 \text{ см}^3$  молока, следует умножить на 0,009, так как  $1 \text{ см}^3$  0,1 н NaOH нейтрализует эквивалентное количество молочной кислоты – 0,009 г молочной кислоты. Для расчета необходимо из конечного результата значения кислотности вычесть показатель кислотности исходного молока. Разница  $60 - 16 = 44$ . Далее  $44 \times 0,009 = 0,396$ . Следовательно, образовалось 0,396 г молочной кислоты.

**4. (20 баллов)** Растворимые пищевые волокна являются субстратом для питания полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта, поэтому необходимо обязательное присутствие в продуктах питания этих балластных веществ. В настоящее время развито обогащение продуктов питания функциональными ингредиентами, в том числе пищевыми волокнами. Определите, какое количество котлет (масса одной котлеты равна 50 г), обогащенных препаратом пищевых волокон (содержание пищевых волокон в препарате 89%, количество препарата в продукте составляет 3%) необходимо съесть школьнику, чтобы восполнить 20% от суточной потребности в них. Суточная потребность для школьников в пищевых волокнах составляет 20 г в сутки. Результат представить целым числом.

**Ответ:** 3 котлеты

**Решение.** Расчеты начинаем с определения количества пищевых волокон в 1 котлете:  $50 \text{ г} \times 0,89 \times 0,03 = 1,34 \text{ г}$ . Найдем, какое количество пищевых волокон должно содержаться в съеденных котлетах для покрытия 20% от суточной потребности:  $20 \text{ г} \times 0,2 = 4 \text{ г}$ . Найдем количество котлет:  $4 \text{ г} / 1,34 = 3$  котлеты.

5. (30 баллов) Участок молекулы ДНК, кодирующий часть полипептида, имеет следующее строение:

– А – Ц – Ц – А – Т – А – Г – Т – Ц – Ц – А – А – Г – Г – А –

Определите последовательность аминокислот в полипептиде. Для решения задачи используйте таблицу генетического кода.

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У(А)	Ц(Г)	А(Т)	Г(Ц)	
У(А)	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир — —	Цис Цис — Три	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
Ц(Г)	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гис Гис Глн Глн	Арг Арг Арг Арг	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
А(Т)	Иле Иле Иле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асн Асн Лиз Лиз	Сер Сер Арг Арг	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
Г(Ц)	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Гли Гли Гли Гли	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)

**Ответ:** триптофан – тирозин – глутамин – валин – пролин

**Решение.** Запишем участок молекулы ДНК и по принципу комплементарности построим участок и-РНК

ДНК: –А–Ц–Ц–А–Т–А–Г–Т–Ц–Ц–А–А–Г–Г–А–

и-РНК: –У–Г–Г–У–А–У–Ц–А–Г–Г–У–У–Ц–Ц–У–

Используя таблицу генетического кода, определяем последовательность аминокислот в полипептиде: УГГ – триптофан, УАУ – тирозин, ЦАГ – глутамин, ГУУ – валин, ЦЦУ – пролин

**Оценивание:** Если участок и-РНК построен верно, а аминокислоты определены неверно – 15 баллов.



**Задания, ответы и критерии оценивания**

1. (10 баллов) Сопоставьте вид микроорганизма и основной продукт метаболизма:

- |  |                        |
|--|------------------------|
| 1) <i>Saccharomyces cerevisiae</i>         | А) масляная кислота    |
| 2) <i>Lactobacillus bulgaricus</i>         | Б) пропионовая кислота |
| 3) <i>Clostridium pasteurianum</i>         | В) молочная кислота    |
| 4) <i>Propionibacterium freudenreichii</i> | Г) спирт               |

**Ответ:** 1Г, 2В, 3А, 4Б

**Оценивание:** Если 2 ответа указаны верно – 5 баллов

2. (20 баллов) Для определения качества белка путём сравнения аминокислот в исследуемом продукте с «идеальным» белком используют аминокислотный скор (АС). Под идеальным белком понимают гипотетический белок со сбалансированным аминокислотным составом. Если АС какой-либо аминокислоты меньше 100 %, это говорит о сниженной биологической ценности белка и приведёт к необходимости употребления больших его количеств в пищу для восполнения потребности организма в определённых аминокислотах. Аминокислоты с АС меньше 100% называются лимитирующими, так как именно они лимитируют (определяют) количество продукта, которое необходимо употребить в пищу.

В качестве примера и образца для записи ответа на задание приведены значения аминокислотного сора для некоторых продуктов:

- пшеница: лизин (56%), треонин (77%)
- соя: метионин + цистеин (88%)
- кукуруза: лизин (44%), треонин (60%)

Определите лимитирующую аминокислоту в белковой добавке, если известно, что содержание белка в ней составляет 25%. Содержание в добавке незаменимых аминокислот представлено в таблице 1.

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислоты мг/100 г добавки	Содержание аминокислоты г/100 г «идеального» белка
валин	1600	5,0
изолейцин	550	4,0
лейцин	1800	7,0
лизин	1450	5,5
метионин+цистеин	950	3,5
треонин	1050	4,0
триптофан	230	1,0
фенилаланин+тирозин	1580	6,0

**Ответ:** изолейцин (55%), триптофан (92%)

**Решение.** Решение задачи начинаем с нахождения количества аминокислот в белке. Валин:  $1600 \times 100 / 25 = 6400$  мг = 6,4 г; изолейцин:  $550 \times 100 / 25 = 2200$  мг = 2,2 г; лейцин:  $1800 \times 100 / 25 = 7200$  мг = 7,2 г; лизин:  $1450 \times 100 / 25 = 5800$  мг = 5,8 г; метионин+цистеин:  $950 \times 100 / 25 = 3800$  мг = 3,8 г; треонин:  $1050 \times 100 / 25 = 4200$  мг = 4,2 г; триптофан:  $230 \times 100 / 25 = 920$  мг = 0,92 г; фенилаланин+тирозин:  $1580 \times 100 / 25 = 6320$  мг = 6,32 г. Далее определяем аминокислотный скор для каждой аминокислоты: для валина  $100 \times 6,4 / 5,0 = 128\%$ ; для изолейцина  $100 \times 2,2 / 4,0 = 55\%$ ; для лейцина  $100 \times 7,2 / 7,0 = 103\%$ ; для лизина  $100 \times 5,8 / 5,5 = 105\%$ ; для метионина и цистеина  $100 \times 3,8 / 3,5 = 109\%$ ; для треонина  $100 \times 4,2 / 4,0 = 105\%$ ; для триптофана  $100 \times 0,92 / 1,0 = 92\%$ ; для фенилаланина и тирозина  $100 \times 6,32 / 6,0 = 105\%$ . Из полученных АС выбираем те, которые меньше 100 и записываем их в ответе в порядке увеличения, то есть изолейцин (55 %), триптофан (92 %).

**Оценивание:** Если методология решения верна, но допущена вычислительная ошибка – 10 баллов. Если решение верно, но ответ представлен не в соответствии с требованиями – 10 баллов.

**3. (20 баллов)** По нарастанию кислотности молока при молочнокислом брожении можно рассчитать, какое количество молочного сахара было сброжено. Для определения кислотности проводят титрование  $100 \text{ см}^3$  молока 0,1 н раствором гидроксида натрия. Молекулярная масса молочной кислоты равна 90. Из суммарной реакции молочнокислого брожения следует, что из 1 моль молочного сахара ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) образуется 4 моль молочной кислоты. Определите количество сброженного молочного сахара, если начальная кислотность молока была  $16^\circ\text{T}$ , а конечная –  $60^\circ\text{T}$ .

**Ответ:** 0,376 г

**Решение:** Количество миллилитров 0,1 н NaOH, потраченное на титрование  $100 \text{ см}^3$  молока, следует умножить на 0,009, так как  $1 \text{ см}^3$  0,1 н NaOH нейтрализует эквивалентное количество молочной кислоты – 0,009 г молочной кислоты. Для расчета необходимо из конечного результата значения кислотности вычесть показатель кислотности исходного молока. Разница  $60 - 16 = 44$ . Далее  $44 \times 0,009 = 0,396$ . Следовательно, образовалось 0,396 г молочной кислоты. Из суммарной реакции молочнокислого брожения следует, что из 1 моль молочного сахара образуется 4 моль молочной кислоты.

Масса 1 моль молочного сахара  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  равна 342 г, т. е. из 342 г молочного сахара образуется  $4 \times 90 = 360$  г молочной кислоты. Следовательно, для получения 0,396 г молочной кислоты потребовалось молочного сахара:  $342 \times 0,396 / 360 = 0,376$  г

**4. (20 баллов)** Растворимые пищевые волокна являются субстратом для питания полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта, поэтому необходимо обязательное присутствие в продуктах питания этих балластных веществ. В настоящее время развито обогащение продуктов питания функциональными ингредиентами, в том числе

пищевыми волокнами. Однако, не все способы обогащения являются эффективными с точки зрения содержания пищевых волокон в готовом продукте. Определите, какой из предложенных вариантов обогащения более эффективный и во сколько раз? 1 вариант. В котлеты добавляют препарат пищевых волокон, содержание пищевых волокон в препарате 89%, количество препарата в фарше составляет 2% от массы фарша, выход продукта составляет 95% (то есть из 100 кг фарша получается 95 кг котлет). 2 вариант. В котлеты добавляют порошок тыквы с содержанием пищевых волокон 9%, количество порошка в фарше – 5% от массы фарша, выход продукта составляет 98%.

**Ответ:** первый вариант эффективнее второго в 4 раза

**Решение.** Найдем количество пищевых волокон в готовом продукте по первому варианту:  $89 \times 0,02 \times 100 / 95 = 1,87$ . По второму варианту:  $9 \times 0,05 \times 100 / 98 = 0,46$ . То есть первый вариант эффективнее, т.к. в продукте содержится большее количество пищевых волокон, найдем во сколько раз эффективнее первый вариант по отношению ко второму:  $1,87 / 0,46 = 4$ . Следовательно, первый вариант эффективнее второго в 4 раза.

**Оценивание:** Если решение верно, но ответ указан не полностью или в несоответствии с требованием – 10 баллов. Если представлен верный ответ без решения – 10 баллов.

5. (30 баллов) Полипептид состоит из следующих аминокислот: аланин – глицин – лейцин – пролин – серин – цистеин. Какие т-РНК (с какими антикодонами) участвуют в синтезе белка? Для решения задачи используйте таблицу генетического кода.

**Ответ:** –Ц–Г–А–Ц–Ц–А–Г–А–А–Г–Г–А–А–Г–А–А–Ц–А –

**Решение.** Используя генетический код, находим структуру и-РНК:

аланин – глицин – лейцин – пролин – серин – цистеин

–Г–Ц–У–Г–Г–У–Ц–У–У–Ц–Ц–У–У–Ц–У–У–Г–У–

Зная цепочку и-РНК, находим антикодоны т-РНК:

–Г–Ц–У–Г–Г–У–Ц–У–У–Ц–Ц–У–У–Ц–У–У–Г–У – и-РНК

–Ц–Г–А–Ц–Ц–А–Г–А–А–Г–Г–А–А–Г–А–А–Ц–А – т-РНК

То есть ответ:

–Ц–Г–А–Ц–Ц–А–Г–А–А–Г–Г–А–А–Г–А–А–Ц–А –

**Оценивание:** Если в ответе представлен другой вариант кодировки аминокислот в соответствии с таблицей генетического кода на начальном этапе решения – ответ считается верным (30 баллов).

Если в ответе представлены все возможные варианты кодировки в соответствии с таблицей генетического кода по каждой аминокислоте отдельно и ответ представлен не одной цепью, а несколькими вариантами цепей – ответ считается верным (30 баллов).

Если структура и-РНК обозначена верно, а антикодоны указаны неверно – 15 баллов.

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У(А)	Ц(Г)	А(Т)	Г(Ц)	
У(А)	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир — —	Цис Цис — Три	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
Ц(Г)	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гис Гис Глн Глн	Арг Арг Арг Арг	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
А(Т)	Иле Иле Иле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асн Асн Лиз Лиз	Сер Сер Арг Арг	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)
Г(Ц)	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Гли Гли Гли Гли	У(А) Ц(Г) А(Т) Г(Ц)