

10. Полипептид (10 баллов)

Известно, что в результате синтеза получен некоторый полипептид **X**, в составе которого шесть аминокислотных остатков являются глицином, а еще четыре – либо аланином, либо валином, либо серином, либо их комбинацией.

1. Сколько и каких комбинаций состава возможно для четырех аминокислотных остатков, не являющихся глицином? (3 балла)

2. Сколько существует вариантов первичной структуры полипептида **X** для каждой из этих комбинаций? (5,5 баллов)

3. Каково общее число вариантов первичной структуры полипептида **X**? (1,5 балла)

Помните, что любая молекула полипептида имеет «начало» и «конец».

Ответ.

1. Число способов составить комбинацию состава для четырех аминокислотных остатков из аланина (**A**), валина (**B**) и серина (**C**) - это аналог задачи на размещение 4х шаров в ящике с двумя перегородками, без ограничений на число шаров в отделении. Всего существует

$$C_{\text{шары+перегородки}}^{\text{сперегородки}} = C_{4+2}^2 = \frac{6!}{2!4!} = 15 \text{ вариантов таких комбинаций } \textit{состава}:$$

4**A**, 3**A**+**B**, 3**A**+**C**, 2**A**+2**B**, 2**A**+**B**+**C**, 2**A**+2**C**, **A**+3**B**, **A**+2**B**+**C**, **A**+**B**+2**C**, **A**+3**C**, 4**B**, 3**B**+**C**, 2**B**+2**C**, **B**+3**C**, 4**C**.

2. Для комбинаций, составленных только из одного типа аминокислотных остатков, число вариантов первичной структуры полипептида **X** равно количеству способов выбрать 4 позиции из 10ти возможных (комбинаторному сочетанию из 10 по 4):

$$N_{4A} = N_{4B} = N_{4C} = C_{10}^4 = \frac{10!}{4!6!} = \frac{7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} = 210$$

Для комбинаций, составленных из двух и трех типов аминокислотных остатков, число вариантов первичной структуры полипептида **X** равно произведению числа способов выбрать **x** позиций из 10 возможных для первого типа, **y** позиций из 10-**x** оставшихся для второго типа, **z** позиций из 10-**x**-**y** возможных для третьего типа: $N_{xA+yB+zC} = C_{10}^x \cdot C_{10-x}^y \cdot C_{10-x-y}^z$

$$N_{3A+B} = N_{3A+C} = N_{A+3B} = N_{A+3C} = N_{3B+C} = N_{B+3C} = 10 \cdot C_9^3 = 10 \frac{9!}{3!6!} = \frac{10!}{3!6!} = \frac{7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10}{1 \cdot 2 \cdot 3} = 840 = 210 \cdot 4$$

$$N_{2A+2B} = N_{2A+2C} = N_{2B+2C} = C_{10}^2 \cdot C_8^2 = \frac{10!}{2!8!} \cdot \frac{8!}{2!6!} = \frac{7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10}{1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2} = 1260 = 210 \cdot 6$$

$$N_{2A+B+C} = N_{A+2B+C} = N_{A+B+2C} = 10 \cdot 9 \cdot C_8^2 = 10 \cdot 9 \cdot \frac{8!}{2!6!} = \frac{7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10}{1 \cdot 2} = 2520 = 210 \cdot 12$$

3. Число вариантов первичной структуры полипептида X равно сумме числа вариантов

для каждой из комбинаций:

$$N = N_{4A} + N_{3A+B} + N_{3A+C} + N_{2A+2B} + N_{2A+B+C} + N_{2A+2C} + N_{A+3B} + N_{A+2B+C} + N_{A+B+2C} + N_{A+3C} + \\ + N_{4B} + N_{3B+C} + N_{2B+2C} + N_{B+3C} + N_{4C} = 3N_{4A} + 6N_{3A+B} + 3N_{2A+2B} + 3N_{2A+B+C}$$

$$N = 3(C_{10}^4) + 6(C_{10}^1 \cdot C_9^3) + 3(C_{10}^2 \cdot C_8^2) + 3(C_{10}^1 \cdot C_9^1 \cdot C_8^2) = 3 \cdot 210 + 6 \cdot 840 + 3 \cdot 1260 + 3 \cdot 2520$$

$$N = 3 \cdot 210 + 6 \cdot 4 \cdot 210 + 3 \cdot 6 \cdot 210 + 3 \cdot 12 \cdot 210 = 81 \cdot 210 = 17010 \quad (3^4 = 81 \text{ возможный вариант}$$

первичной структуры полипептида длиной 4 из трех типов аминокислотных остатков,

помноженный на число способов выбрать 4 позиции из 10ти возможных - 210).

или

$$N = 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 \left(\frac{3}{24} + \frac{6}{6} + \frac{3}{4} + \frac{3}{2} \right) = 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot \frac{1+8+6+12}{8} = 7 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 27 = 17010$$