

ЛЕКЦІЯ 3. Розв'язання задач з молекулярної біології

ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

- ген визначає лише первинну структуру білка;
- полінуклеотидний ланцюг – це полімерні молекули, мономерами яких є нуклеотиди;
- комплементарність – відповідність азотистих основ у протилежних ланцюгах ДНК;
- транскрипція – процес перенесення генетичної інформації від ДНК до іРНК;
- іРНК – копія (транскрипт) відповідної ділянки ДНК. Вона служить матрицею для синтезу молекули білкової молекули;
- кожну амінокислоту в білковій молекулі кодує триплет нуклеотидів і-РНК (під час трансляції);
- трансляція – процес декодування іРНК, у результаті якого інформація з «мови» послідовності нуклеотидів іРНК перекладається на «мову» послідовності амінокислот у білку;
- щоб визначити амінокислоту, що закодована триплетом, слід скористатися таблицею 1 «Генетичний код». Перша літера кодона знаходиться у стовпчику зліва, другу необхідно шукати у чотирьох центральних стовпчиках таблиці, а останню – у стовпчику справа.

Таблиця 1. Генетичний код спадковості

Генетичний код											
		Другий нуклеотид									
		У		Ц		А		Г			
Перший нуклеотид	У	УУУ	Фен	УЦУ	Сер	УАУ	Тир	УГУ	Цис	У	
		УУЦ		УЦЦ		УАЦ		УГЦ		Ц	
		УУА	Лей	УЦА		УАА	Стоп*	УГА	Стоп*	А	
		УУГ		УЦГ		УАГ	Стоп*	УГГ	Три	Г	
	Ц	ЦУУ	Лей	ЦЦУ	Про	ЦАУ	Гіс	ЦГУ	Арг	У	
		ЦУЦ		ЦЦЦ		ЦАЦ		ЦГЦ		Ц	
		ЦУА		ЦЦА		ЦАА	Гли	ЦГА		А	
		ЦУГ		ЦЦГ		ЦАГ		ЦГГ			Г
	А	АУУ	Лей	АЦУ	Тре	ААУ	Асп	АГУ	Сер	У	
		АУЦ		АЦЦ		ААЦ		АГЦ		Ц	
		АУА	Мет	АЦА		ААА	Ліз	АГА	Арг	А	
		АУГ		АЦГ		ААГ		АГГ		Г	
	Г	ГУУ	Вал	ГЦУ	Ала	ГАУ	Асп	ГГУ	Глі	У	
		ГУЦ		ГЦЦ		ГАЦ		ГГЦ		Ц	
		ГУА		ГЦА		ГАА	Глу	ГГА		А	
		ГУГ		ГЦГ		ГАГ		ГГГ			Г

МОЛЕКУЛЯРНІ ОСНОВИ СПАДКОВОСТІ

Під час розв'язання таких задач необхідно пам'ятати, що:

- довжина одного нуклеотида, або відстань між двома сусідніми вздовж осі ДНК, становить 0,34 нм;
- середня молекулярна маса одного нуклеотида 345 умовних одиниць;
- середня молекулярна маса однієї амінокислоти дорівнює 100 умовних одиниць;
- молекула білка в середньому складається з 200 амінокислот;
- для визначення довжини гена (l) враховують кількість нуклеотидів, яка міститься в одному ланцюзі ДНК;
- для визначення молекулярної маси гена (M_r) враховують кількість нуклеотидів, що міститься у двох ланцюгах ДНК;
- трансляція здійснюється згідно з генетичним кодом;
- для всіх ДНК виконується правило Чаргаффа: $A=T$; $G=C$;
- $A+G = T+C$ (вміст пуринових азотистих основ (аденіну і гуаніну) дорівнює вмісту піримідинових азотистих основ (тиміну і цитозину));
- сума всіх нуклеотидів в молекулі ДНК або РНК ($A+T+G+C$ чи $A+U+G+C$) становить 100%.

Етапи розв'язування задач молекулярної біології

1. Аналіз задачі. Уважно прочитайте зміст задачі, осмисліть її та визначте:

- до якого розділу чи темі належить задача,
- знайдіть, що дано і що необхідно знайти.

2. Скорочений запис умови.

- За допомогою умовних позначень коротко запишіть, що дано і що треба знайти (як на уроках хімії чи фізики).
- Подумайте, які з постійних відомих вам величин ви можете використати при рішенні задачі, запишіть їх.

Етапи розв'язування задачі

3. Оформлення запису задачі.

- Місце, що залишилось після короткого запису **умови** задачі, **умовно** поділіть на дві частини. В лівій частині запишіть данні, які ви будете використовувати, справа – рішення. Дій у задачі може бути декілька. Записуйте їх так: 1) ...; 2) ...; 3) ... тощо.

4. Розв'язування задачі.

- Розв'язуйте задачу поетапно.
- На кожному етапі стисло формулюйте запитання.
- Ретельно перевіряйте результати розрахунків.
- Перевірте, чи всю інформацію з умови задачі використано.
- За необхідністю оберіть інший спосіб розв'язування.

5. Завершальний етап.

- Перевірте правильність розв'язування в цілому, сформулюйте і запишіть остаточну відповідь.

ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ НА МОЛЕКУЛЯРНІ ОСНОВИ СПАДКОВОСТІ

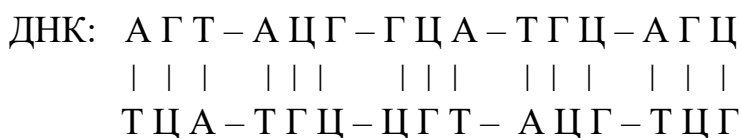
Задача 1.

На фрагменті одного ланцюга ДНК нуклеотиди розташовані в послідовності
... АГТ АЦГ ГЦА ТГТ АГЦ ...

1. Запишіть схему структури дволанцюгової молекули ДНК.
2. Яка довжина цього фрагмента? Якою є маса ДНК?

Розв'язання

1. Керуючись здатністю ДНК до самовідтворення (реплікації), в основі якої лежить комплементарність, запишемо схему дволанцюгової молекули



2. **Дано:**

Розв'язання:

$$\begin{array}{l} l(\text{нуклеотида}) = 0,34 \text{ нм} \\ M(\text{нуклеотида}) = 345 \end{array}$$

1. Довжина дволанцюгового фрагмента ДНК дорівнює довжині одного ланцюга. Визначаємо довжину фрагмента ДНК:

$$l_{(\text{ДНК})} = 15 \cdot 0,34 = 5,1 \text{ (нм)}$$

$l_{(ДНК)} - ?$	(15 – кількість нуклеотидів в одному ланцюгу)
$M_{r(ДНК)} - ?$	2. Визначаємо молекулярну масу даного фрагмента ДНК (обох ланцюгів): $M_{r(ДНК)} = 345 \cdot (15 \cdot 2) = 10350$ (30 – кількість нуклеотидів у двох ланцюгах)

Відповідь. Другий ланцюг фрагмента ДНК має таку структуру: ТЦА – ТГЦ – ЦГТ – АЦГ – ТЦГ; довжина ДНК – 5,1 нм; молекулярна маса фрагмента ДНК – 5175.

Задача 2.

Фрагмент першого ланцюга ДНК має таку нуклеотидну послідовність: ...ТАЦ АГА ТГГ АГТ ЦГЦ... . Визначте послідовність мономерів білка, закодованого фрагментом другого ланцюга ДНК.

Розв'язання:

1. За принципом компліментарності добудуємо другий ланцюг ДНК

Перший ланцюг ДНК: -ТАЦ - АГА - ТГГ - АГТ - ЦГЦ

||| ||| ||| ||| |||

Другий ланцюг ДНК: -АТГ - ТЦТ - АЦЦ - ТЦА - ГЦГ

іРНК: -УАЦ - АГА - УГГ - АГУ - ЦГЦ

Білок: - тир - арг - трип - сер - арг -

(для визначення використовуємо табл. 1 «Генетичний код спадковості»)

Відповідь. Послідовність мономерів білка: тирозин – аргінін – триптофан – серин – аргінін.

Задача 3.

Фрагмент ланцюга А білка нормального гемоглобіну складається із 7 амінокислот, розміщених у такій послідовності:

вал – лей – лей – тре – про – глн – ліз.

1. Яка будова фрагмента іРНК, що є матрицею для синтезу цього фрагмента молекули гемоглобіну?
2. Яка будова фрагмента ДНК, що кодує дану іРНК?

Розв'язання-відповідь

Білок:	вал	-	лей	-	лей	-	тре	-	про	-	глин	-	ліз
іРНК:	ГУУ	-	УУА	-	УУА	-	АЦУ	-	ЦЦУ	-	ЦАА	-	ААА
ДНК:	ЦАА	-	ААТ	-	ААТ	-	ТГА	-	ГГА	-	ГТТ	-	ТТТ
	ГТТ		ТТА		ТТА		АЦТ		ЦЦТ		ЦАА		ААА

Задача 4.

Білок складається зі 124 амінокислот. Порівняйте відносні молекулярні маси білка та гена, який його кодує.

Дано:

124 амінокислоти
 $M_r(\text{амінокислоти}) = 100$
 $M_r(\text{нуклеотида}) = 345$

 $M_r(\text{гена}) - ?$ $M_r(\text{білка}) - ?$

Розв'язання:

1. Визначаємо відносну молекулярну масу білка:
 $124 \cdot 100 = 12400$
2. Визначаємо кількість нуклеотидів у складі гена, що кодує даний білок:
 $124 \cdot 3 \cdot 2 = 744$ (нуклеотиди)
3. Визначаємо відносну молекулярну масу гена:
 $744 \cdot 345 = 256\,680$
4. Визначаємо, у скільки разів ген важчий за білок:
 $256\,680 : 12400 = 20,7$ (рази)