

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для організації самостійної роботи студентів

**«РОЗВ'ЯЗАННЯ ТИПОВИХ ЗАДАЧ З МОЛЕКУЛЯРНОЇ
БІОЛОГІЇ».**

РОЗВ'ЯЗАННЯ ТИПОВИХ ЗАДАЧ З МОЛЕКУЛЯРНОЇ БІОЛОГІЇ.

Одним із важливих завдань курсу «Біологія» є формування в студентів загальнонавчальних та спеціальних умінь. Вміння розв'язувати задачі – один із об'єктивних критеріїв оцінки глибини засвоєння матеріалу.

Практичне застосування здобутих знань під час розв'язування задач сприяє розвитку логічного мислення, творчому, аналітичному підходу до вирішення поставленого питання або проблеми в цілому, що особливо важливо для майбутніх вчителів.

Одиниці вимірювання

В біології використовуються основні та похідні одиниці міжнародної системи одиниць (СО): довжини, маси, енергії, роботи, теплоти тощо.

Одиниці довжини – метр (*м*).

$$1 \text{ м} = 10 \text{ дм} = 100 \text{ см} = 10^6 \text{ мк} = 10^9 \text{ нм}, 1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}.$$

Одиниці маси – кілограми (*кг*).

$$1 \text{ кг} = 10^3 \text{ г (грамів)}; 1 \text{ г} = 10^9 \text{ нг (нанограмів)};$$

1 дальтон – одиниця молекулярної маси, яка дорівнює масі атома Гідрогену.

Одиниця енергії, роботи та кількості теплоти - джоуль (*Дж*).

$$1 \text{ Дж} = 10^7 \text{ ерг} = 0,2388 \text{ кал}; 1 \text{ кал} = 4,1868 \text{ Дж}.$$

У процесі розв'язування будь-якої задачі виділяють певні етапи.

- 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.
- 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'яжуйте 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

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;
- кожен амінокислоту в білковій молекулі кодує триплет нуклеотидів і-РНК (під час трансляції);
- 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%.

Задача 1.

На фрагменті одного ланцюга ДНК нуклеотиди розташовані в послідовності, показаній нижче.

... АГТАЦГГЦАТГГАГЦ ...

1. Намалуйте схему структури дволанцюгової молекули ДНК.
2. Якою є довжина в нанометрах цього фрагмента?
3. Якою є маса дволанцюгового фрагмента?

Розв'язання

1. Керуючись властивістю ДНК, здатністю до самовідтворення (реплікації), в основі якого лежить комплементарність, запишемо схему дволанцюгової ДНК:

ДНК: А Г Т - А Ц Г - Г Ц А - Т Г Ц - А Г Ц -
 | | | | | | | | | | | | | | |
 Т Ц А - Т Г Ц - Ц Г Т - А Ц Г - Т Ц Г -

2. Довжина одного нуклеотида, або відстань між двома сусідніми вздовж осі ДНК, становить 0,34 нм. Довжина дволанцюгового фрагмента дорівнює довжині одного ланцюга.

$$l = 15 \times 0,34 = 5,1 \text{ (нм)} \text{ (15 - кількість нуклеотидів в одному ланцюгу).}$$

3. Середня молекулярна маса одного нуклеотида 345 умовних одиниць, молекулярна маса фрагмента ДНК:

$M_r = 345 \times 15 = 5175$ (а.о.м) (30 – кількість нуклеотидів у двох ланцюгах).

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

Задача 2.

Фрагмент першого ланцюга ДНК має таку нуклеотидну послідовність: ТАЦАГАТГГАГТЦГЦ. Визначте послідовність мономерів білка, закодованого фрагментом другого ланцюга ДНК.

Розв'язання

ДНК:	-	ТАЦ	-	АГА	-	ТГГ	-	АГТ	-	ЦГЦ-
	-	АТГ	-	ТЦТ	-	АЦЦ	-	ТЦА	-	ГЦГ-
іРНК:	-	УАЦ	-	АГА	-	УГГ	-	АГУ	-	ЦГЦ-
Білок:	-	тир	-	арг	-	трип	-	сер	-	арг-

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	-	гли	-	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.

Біохімічний аналіз показав, що іРНК має 30% аденіну, 18% гуаніну та 20% урацилу. Визначте частку (у %) кожного нуклеотида у відповідному фрагменті дволанцюгової ДНК?

Розв'язання

Дано:

$A_{iРНК} = 30\%$; $G_{iРНК} = 18\%$; $U_{iРНК} = 20\%$. $A_{днк} - ?$ $T_{днк} - ?$ $G_{днк} - ?$ $C_{днк} - ?$	Визначаємо відсоток цитозинових нуклеотидів у даній іРНК: $C_{iРНК} = 100\% - (A_{iРНК} + U_{iРНК} + G_{iРНК}) =$ $= 100\% - (30\% + 20\% + 18\%) = 32\%$. Визначаємо відсоток аденінових і тимінових нуклеотидів (окремо) у фрагменті ДНК: $A_{днк} = T_{днк} = (A_{iРНК} + U_{iРНК}) : 2 = (30\% + 20\%) : 2 = 25\%$. Визначаємо відсоток гуанінового і цитозинового нуклеотидів (окремо) у фрагменті ДНК: $G_{днк} = C_{днк} = (G_{iРНК} + C_{iРНК}) : 2 = (18\% + 32\%) : 2 = 25\%$. Відповідь. Частка кожного нуклеотида у відповідному фрагменті дволанцюгової ДНК становить 25%.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Задача 5.

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

Розв'язання

Дано: Склад білка – 124 амінокислоти; $Mг(амінокислоти) = 100$; $Mг(нуклеотида) = 345$. $Mг(гена) - ?$ $Mг(білка) - ?$	1). Визначаємо відносну молекулярну масу білка: $124 \times 100 = 12400$. 2). Визначаємо кількість нуклеотидів у складі гена, що кодує даний білок: $124 \times 3 \times 2 = 744$ (нуклеотиди). 3). Визначаємо відносну молекулярну масу гена: $744 \times 345 = 256\,680$. 4). Визначаємо, у скільки разів ген важчий за білок: $256\,680 : 12400 = 20,7$ (рази). Відповідь. Відносна молекулярна маса гена у 20,7 рази більша, ніж кодованого білка.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Задача 6.

Гормон росту людини (соматотропін) – білок, що містить 191 амінокислоту. Скільки кодуючі нуклеотидів і триплетів входить до складу гена соматотропіну?

Розв'язання

Одну амінокислоту кодує триплет нуклеотидів, отже, до складу гена соматотропіну входить 191 триплет.

$$191 \times 3 = 573 \text{ (нуклеотиди) – один ланцюг;}$$

$$573 \times 2 = 1146 \text{ (нуклеотидів) – обидва ланцюги.}$$

Відповідь. До складу гена соматотропіну входить 191 триплет, що містить 1146 нуклеотидів (обидва ланцюги гена).

Задача 7.

У хворого на синдром Фанконі (порушення утворення кісткової тканини) із сечею виділяються амінокислоти, яким відповідають наступні триплети іРНК: АУА, ГУЦ, АУГ, УЦА, УУГ, УАУ, ГУУ, АУУ. Визначте, які амінокислоти виділяються із сечею у хворих на синдром Фанконі (див. таблиця «Генетичний код»).

Розв'язання

Амінокислоти: ілей, вал, мет, сер, лей, тир, вал, ілей.

Відповідь. У хворих на синдром Фанконі виділяються із сечею такі амінокислоти: ізолейцин, валін, метіонін, серін, лейцин, тирозин.

Задача 8.

Гемоглобін містить 0,34% Феруму (Fe). Обчисліть мінімальну відносну молекулярну масу гемоглобіну.

Розв'язання

Відносна атомна маса Феруму -56. Склавши пропорцію, визначаємо мінімальну відносну молекулярну масу білка:

0,34 частини Феруму відповідають 100 частинам гемоглобіну;

56 частин Феруму відповідають x частинам гемоглобіну;

$$0,34:100= 56: x$$

$$x= 100 \cdot 56/0,34 =16471$$

Відповідь. Мінімальна відносна молекулярна маса гемоглобіну становить 16471

Задача 9.

Фрагмент першого ланцюга ДНК має такий нуклеотидний склад: ГГГ-ЦАТ-ААЦ-ГЦТ... визначте:

1. Послідовність нуклеотидів у відповідному фрагменті другого ланцюга.
2. Довжину фрагмента ДНК.
3. Частку (у%) кожного нуклеотида у фрагменті ДНК.

Розв'язання-відповідь.

1Перший ланцюг ДНК:	Г	Г	Г	-	Ц	А	Т	-	А	А	Ц	-	Г	Ц	Т
Другий ланцюг	Ц	Ц	Ц	-	Г	Т	А	-	Т	Т	Г	-	Ц	Г	А

2. Довжина фрагмента ДНК становить : $12 \cdot 0,34 = 4,08$ (нм).

3. Усіх нуклеотидів у фрагменті ДНК – 24. З них аденіну і тиміну по 5, а цитозіну і гуаніну – по 7.

Звідси:

24 нуклеотиди – 100%	24 нуклеотиди – 100%
5 нуклеотидів – x%	7 нуклеотидів – x%
$x= 5 \cdot 100\% : 24 = 20,83\%$	$x=7 \cdot 100\% : 24 = 29,17\%$

У фрагменті ДНК частка аденіну й тиміну – по 20,83%, цитозіну й гуаніну – по 29,17%

Задача 10.

У фрагменті ДНК знайдено 1120 аденинових нуклеотидів, що становить 28% загальної кількості нуклеотидів.

1. Скільки в даному фрагменті міститься гуанінових, цитозінових, тимінових нуклеотидів?
2. Визначте довжину і відносну молекулярну масу цього фрагмента ДНК.

3. Розв'язання

<p>Дано:</p> <p>$A=1120$ нуклеотидів=28%;</p> <p>$I(\text{нуклеотида}) = 0,34$;</p> <p>$Mg(\text{нуклеотида}) = 345$.</p> <p>$G$-? T-? C-?</p> <p>$L(\text{фрагмента}) - ?$</p> <p>$Mg(\text{фрагмента}) - ?$</p>	<p>1) За правилом Чарграффа та принципом компліментарності, маємо:</p> <p>$T=A=1120$ нуклеотидів=28%</p> <p>Визначаємо відсоток G і C-нуклеотидів (кожного окремо) в даному фрагменті ДНК:</p> <p>$G=C= 100\% - (A+T) /2 =22\%$</p> <p>Визначаємо кількість G- і C-нуклеотидів (кожного окремо) у даному фрагменті ДНК:</p> <p>1120 нуклеотидів -28%</p> <p>x нуклеотидів – 22%</p> <p>$x= 880$ нуклеотидів</p> <p>2) Визначаємо довжину фрагмента ДНК:</p> <p>$L(\text{фрагмента}) =(1120+880) \cdot 0,34=680$ (нм).</p> <p>3)Визначаємо відносну молекулярну масу даного фрагмента ДНК (обох ланцюгів):</p> <p>$Mg(\text{фрагмента})= (1120 \cdot 2+880 \cdot 2) \cdot 345 = 1380000$</p> <p>Відповідь. Тимінових нуклеотидів – 1120, гуанінових і цитозінових – по 880. Довжина фрагмента ДНК – 680 нм; відносна молекулярна маса 1380000</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Задача 11.

Визначте відносну молекулярну масу гена (дволанцюгової ДНК), якщо в одному його ланцюзі закодовано білок з відотною молекулярною масою 3000.

<p>Дано:</p> <p>$Mg(\text{білка}) = 3000$;</p> <p>$Mg(\text{амінокислоти}) = 100$;</p> <p>$Mg(\text{нуклеотида}) = 345$.</p> <p>$Mg(\text{гена}) - ?$</p>	<p>1). Визначаємо кількість амінокислот у даному білку:</p> <p>$3000: 100 = 30$ (амінокислот).</p> <p>2). Визначаємо кількість нуклеотидів в обох ланцюгах гена, що кодує даний білок: $30 \times 3 \times 2 = 180$ (нуклеотидів).</p> <p>3). Визначаємо відносну молекулярну масу гена:</p> <p>$Mg(\text{гена}) =180 \times 345 = 62100$</p> <p>Відповідь. Відносна молекулярна маса гена становить 62100.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Задача 12.

До складу білка входить 800 амінокислот. Визначте довжину гена, який кодує синтез цього білка?

Дано: Склад білка = 800 амінокислот; $L(\text{нуклеотида}) = 0,34\text{нм.}$ $L(\text{гена}) - ?$	1). Визначаємо кількість нуклеотидів в одному ланцюгу гена, що кодує даний білок: $800 \times 3 = 2400$ (нуклеотидів). 2). Визначаємо довжину гена: $L(\text{гена}) = 2400 \times 0,34 = 816$ нм. Відповідь. Довжина гена, який кодує синтез даного білка, становить 816 нм.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Задача 13.

Один з ланцюгів ДНК має відносну молекулярну масу 68310. Визначте кількість амінокислот – мономерів білка, закодованого цим ланцюгом ДНК.

Дано: $M_r(\text{ланцюга}) = 68310;$ $M_r(\text{нуклеотида}) = 345.$ $N(\text{мономерів білка}) - ?$	1). Визначаємо кількість нуклеотидів в даному ланцюгу ДНК : $68310:345 = 198$ (нуклеотидів). 2)Визначаємо кількість мономерів білка, закодованого цим ланцюгом ДНК: $198:3 = 66$ (амінокислот) Відповідь. У складі білка є 66 амінокислот.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Література:

1. Барна Іван Загальна біологія. Збірник задач. – Тернопіль: Видавництво «Підручники і посібники», 2009 – 736 с.
2. Біологія: Довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів: Навчально-методичний посібник. – 2-ге видання. – К.: Літері ЛТД, 2009. – 656 с.
3. Овчинников С.А. Сборник задач и упражнений по общей биологии: Учебное пособие. – Донецк: Третье тысячелетие, 2002. – 128 с.
4. Биология. Словарь-справочник.: Учеб. Пособие / Авт.-сост.: В.П. Попович, Т.А. Сало, Л.В. Деревинская. – Х.: Країна мрій, 2006. – 112 с.