

Урок 3

Формування адаптацій на молекулярному рівні організації



Реакції на молекулярному рівні спрямовані на підтримку ефективності у трьох напрямках:

1. Збереження структурної цілісності і функціональної активності макромолекул (НК, ферментів, білків, хроматину, рибосом, мембран)
2. Забезпечення організму джерелами енергії та речовинами для біосинтезу речовин
3. Регуляція обміну речовин та енергії, що вможлиблює своєчасну зміну швидкості і напрямку метаболічних процесів

Напрямки адаптації на молекулярному рівні організації живого

Збереження структурної цілісності й функціональної активності макромолекул



Забезпечення джерелами енергії й речовинами, які використовуються для біосинтезу



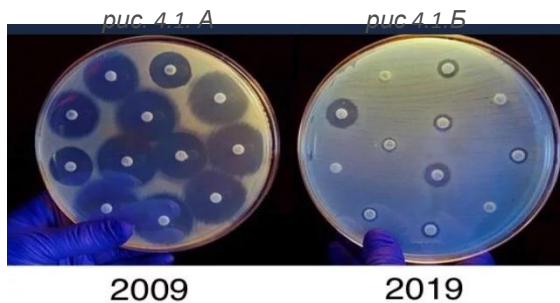
Регуляція обміну речовин



Поміркуйте!

Гени стійкості до антибіотиків дозволяють бактеріям уникати знищення

Більшість бактерій ґрунту харчується сапротрофно — рештками живих організмів, розкладаючи їх до неорганічних речовин. Утім, у цьому вони не єдині: те ж саме властиве й для грибів. Наявність спільної харчової бази призводить до появи конкуренції між різними видами бактерій, а також між бактеріями й грибами. Одним із її наслідків є вироблення ними спеціальних речовин, що здатні вбивати інші бактерії — антибіотиків (рис. 4.1, А). Логічно, що бактерії намагаються захиститися від цих речовин: бактерії-жертви, щоб не програти в конкурентній боротьбі, а бактерії-виробники, щоб не померти від своєї ж зброї. Адаптуючись до середовища з антибіотиками, вони виробили спеціальні ферменти, що здатні їх розщеплювати (рис. 4.1, Б).

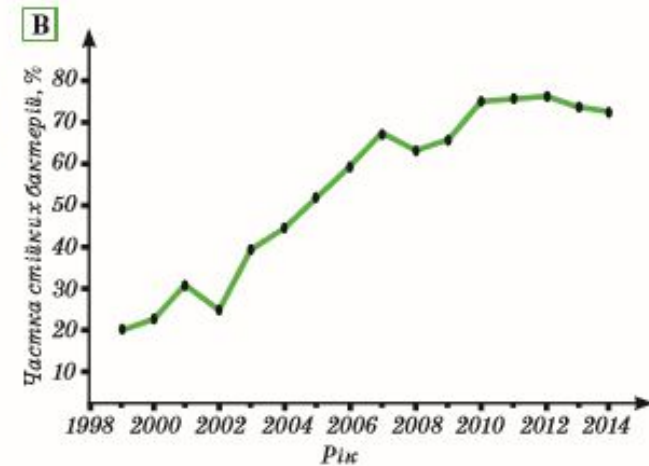


1. Який напрям підтримки ефективності ілюструє даний приклад?

2. Під час порушень використання людиною антибіотиків в природне середовище потрапляє велика кількість цих речовин. До яких змін в екосистемах це може призвести?



3. Проаналізуйте графік змін кількості стійких до антибіотику бактерій сальмонелл, поясніть, чому з роками спостерігається зростання?



4. Чому з часом антибіотики, як ліки, стають неефективними?

З'ясуйте!

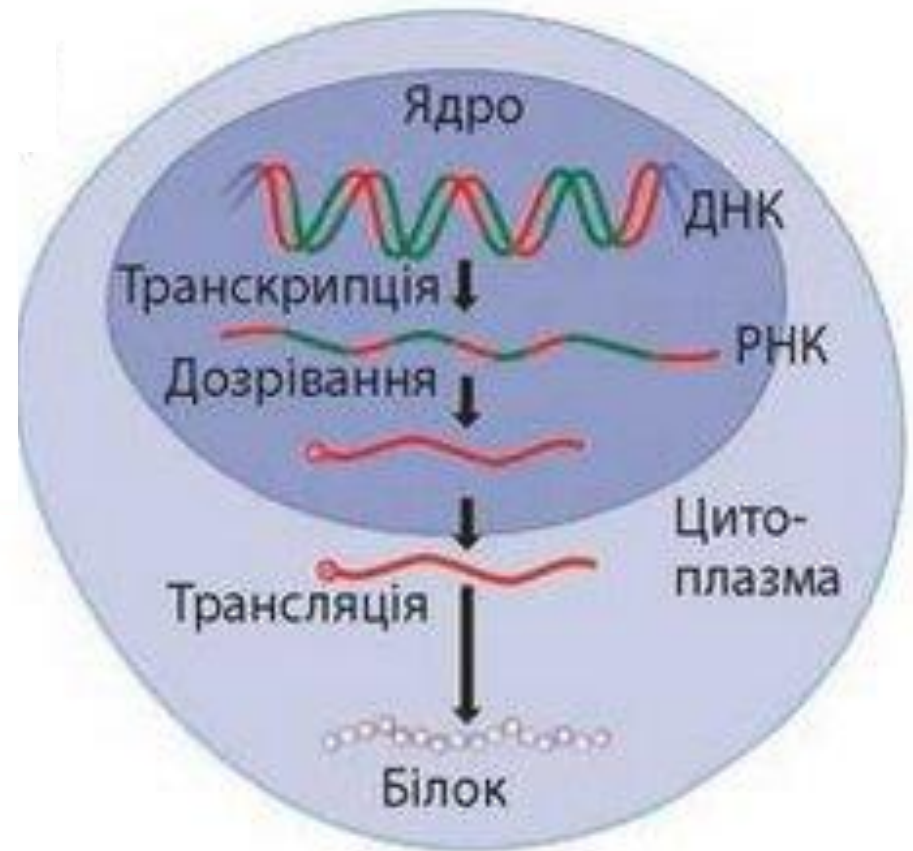
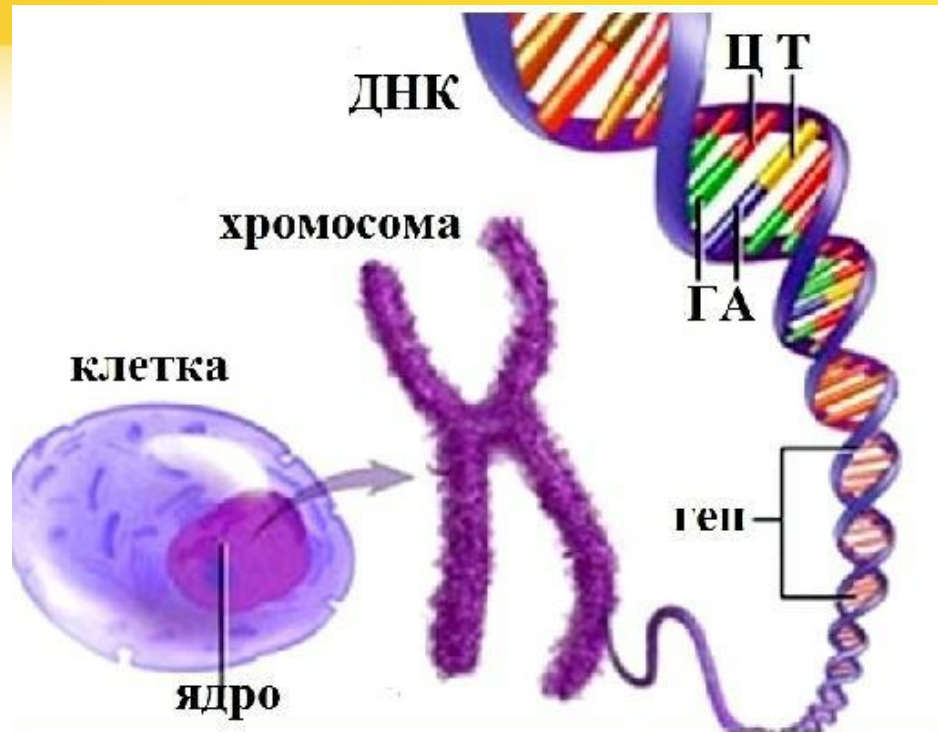
У житті не все просто

- 6. Які заходи вживаються для зменшення кількості антибіотиків, що потрапляють до навколишнього середовища? Оцініть їхню ефективність.

**Основою формування
адаптацій на всіх рівнях
організації є молекулярні та
клітинні механізми
збереження, зміни та реалізації
генетичної інформації**



Етапи реалізації генетичної інформації



Мутація – будь-яка зміна спадкової інформації

Види мутацій

```
graph TD; A[Види мутацій] --> B[Генні  
(заміна, втрата чи додавання пари нуклеотидів)]; A --> C[Геномні  
(зміна кількості окремих хромосом чи всього хромосомного набору)]; A --> D[Хромосомні  
(розрив хромосом з утворенням фрагментів)];
```

Генні

(заміна, втрата чи додавання пари нуклеотидів)

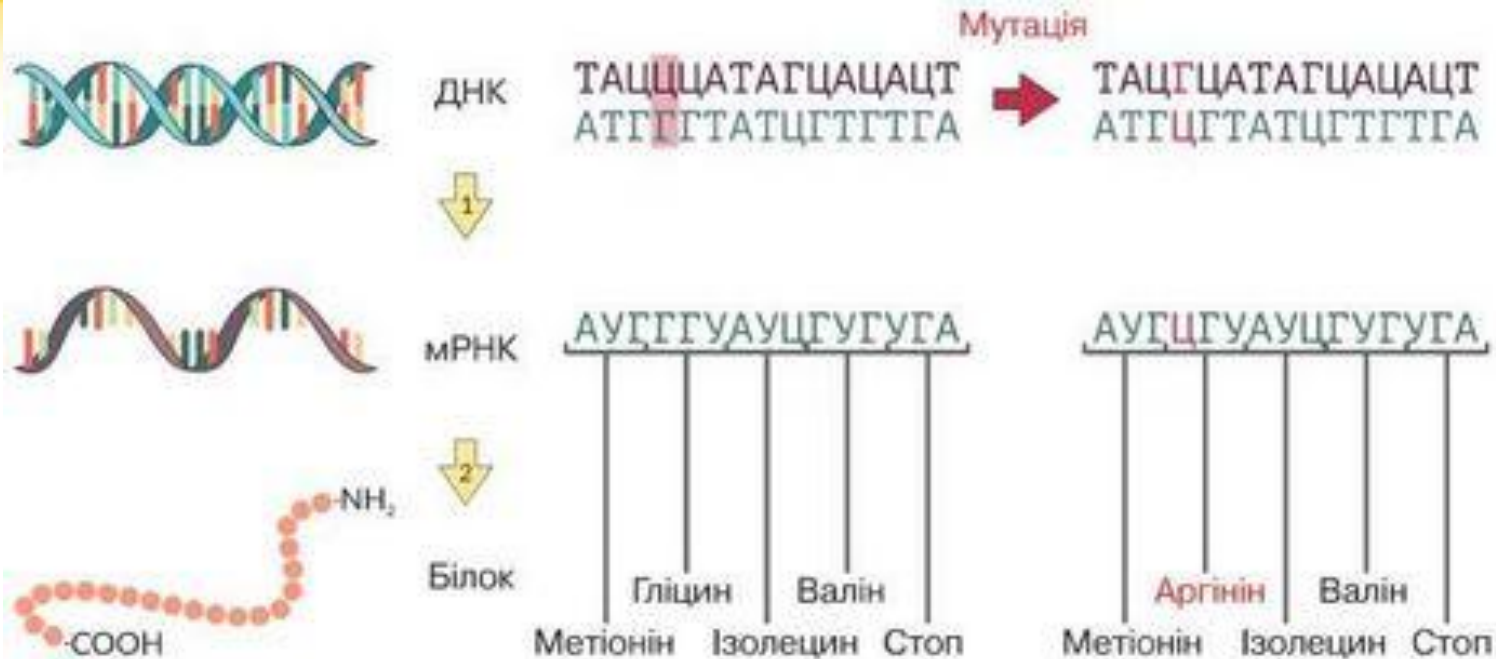
Геномні

(зміна кількості окремих хромосом чи всього хромосомного набору)

Хромосомні

(розрив хромосом з утворенням фрагментів)

Генні мутації

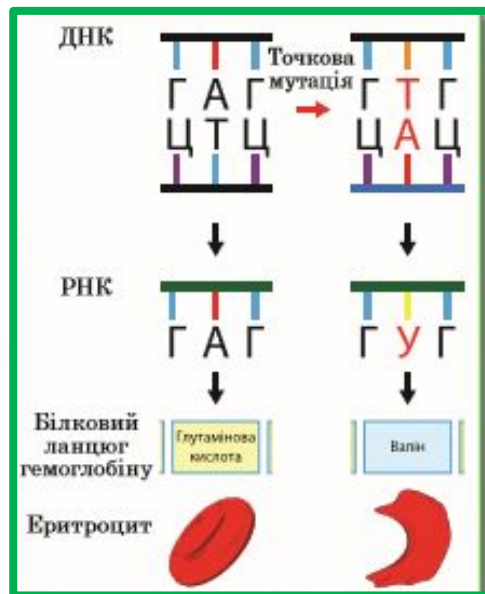


Сірповидно-клітинна анемія

Заміна одного нуклеотиду у відповідному гені призводить до синтезу замість нормального гемоглобіну А його зміненої форми- гемоглобіну S. При цьому еритроцити набувають серповидної форми і гинуть.

Ця мутація є сублетальною в нормальних умовах мешкання людини.

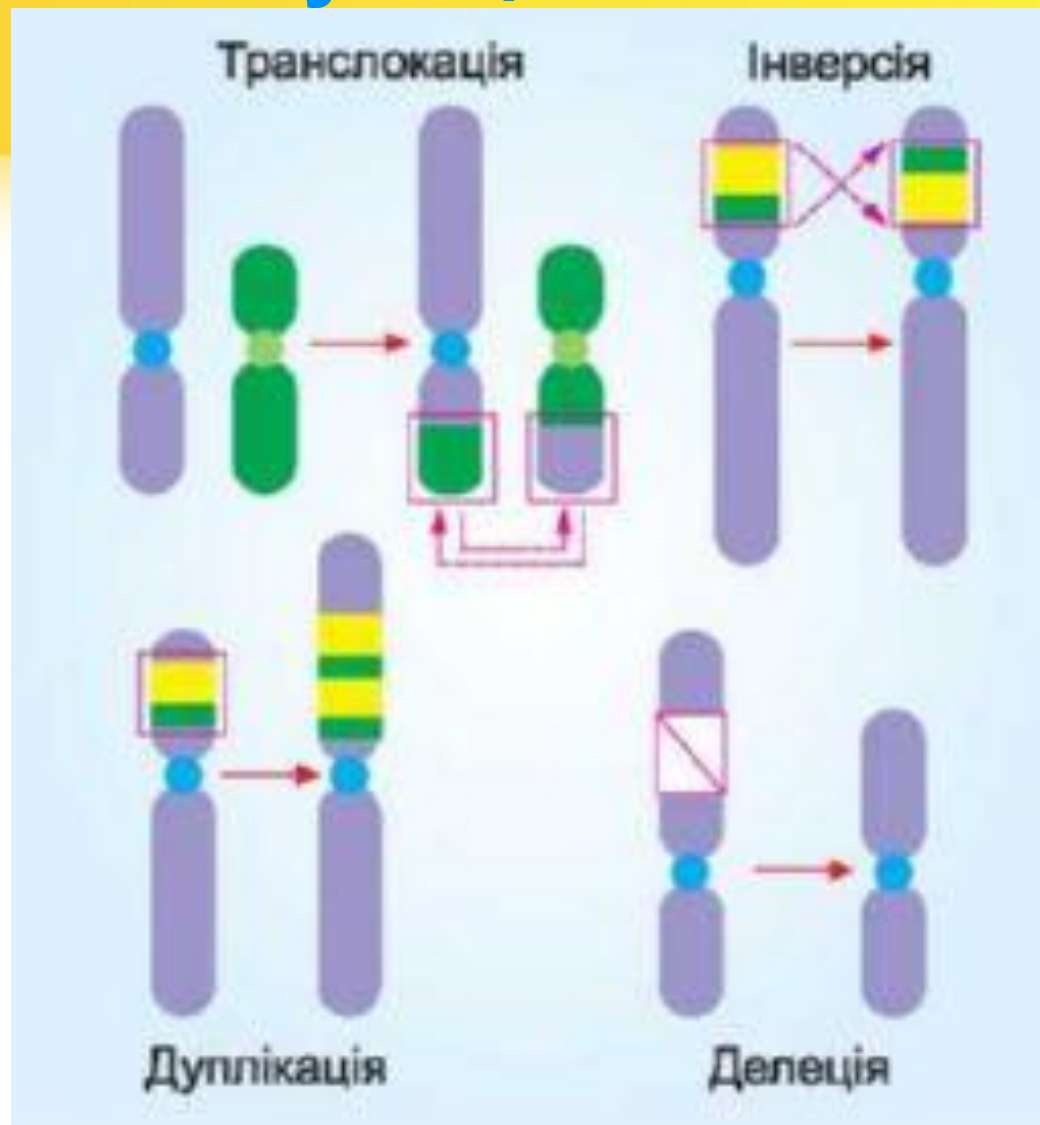
Утім в регіонах, де поширена малярія, швидка загибель серповидних еритроцитів має адаптивне значення, оскільки блокує розвиток малярійних плазмодіїв і тим забезпечує виживання людини



7.3. Поширення людей з алелем гемоглобіну S (А) і поширення малярії (Б)

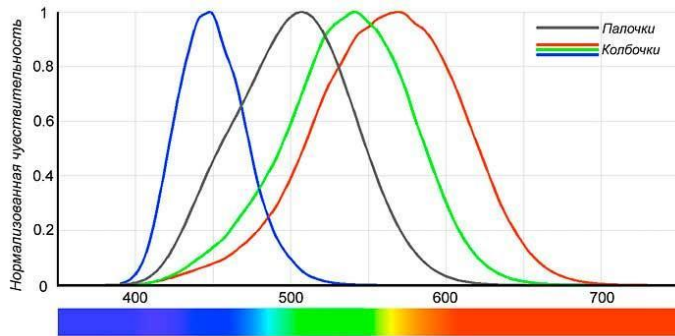


Хромосомні (структурні) мутації

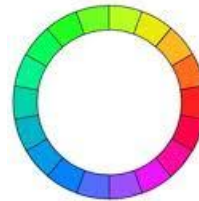


Кольорове бачення приматів – результат дуплікації

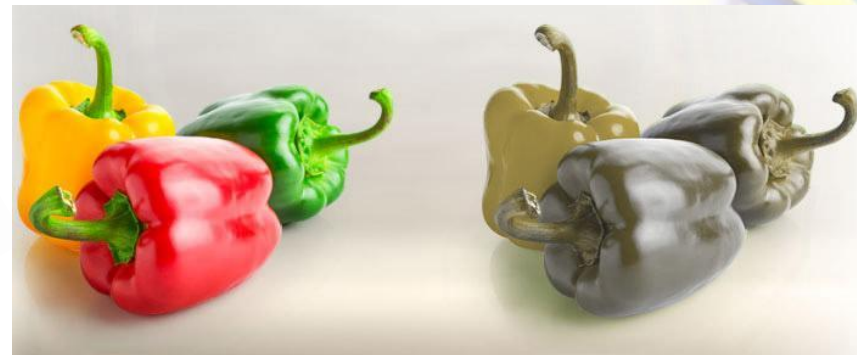
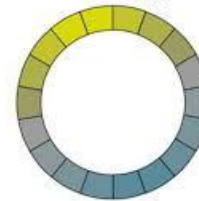
відповідальна за наше чудове кольорове бачення. Більшість ссавців у колбочках сітківки ока мають два типи відповідальних за колір фотопігментів. Основними їхніми компонентами є фотопсини — білки колбочок, що беруть участь у світлосприйнятті. Один із фотопсинів («синій») входить до складу пігменту, що реагує на світло з короткими довжинами хвиль, а інший — «червоний» — із довгими. Натомість у приматів Африки й Азії таких фотопсинів три: їм характерний ще один — «зелений» фотопсин, що потрібен для сприйняття світла зі середньою довжиною хвилі (рис. 4.6, А). Виявляється, що ген «зеленого» фотопсину виник унаслідок дуплікації гена «червоного» у предка приматів. Згодом три точкові мутації спричинили зміну послідовності амінокислот



ТРИХРОМАТИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА



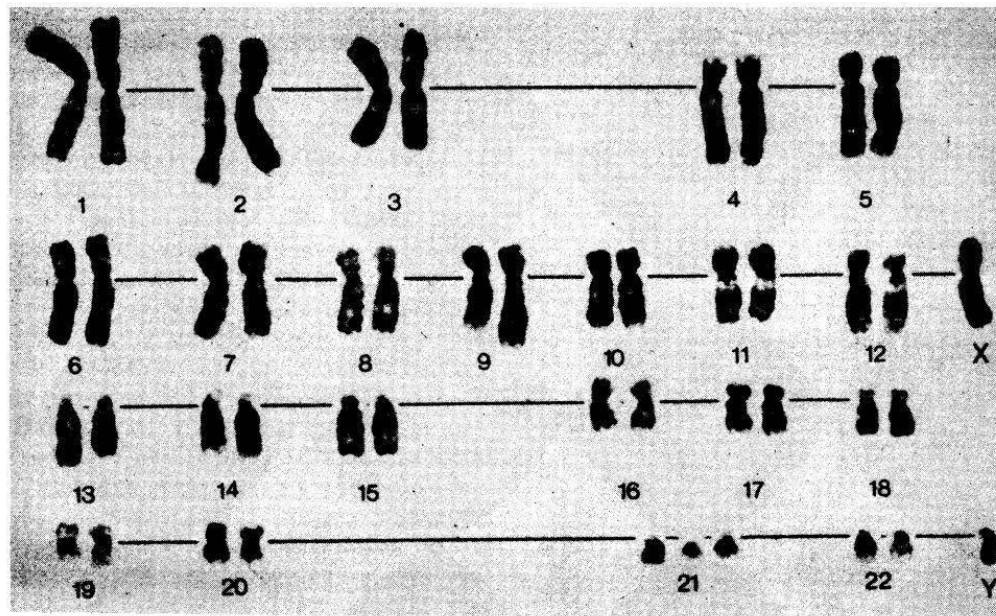
ДИХРОМАТИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ ЛОШАДИ



Геномні мутації



Поліплоїдія



Мал. 1.8. Каріотип хлопчика з синдромом Дауна (трисомія-21) .

Анеуплоїдія

Поліплоїдія

До поліплоїдів належить чимало видів, серед яких пшениця, овес, тютюн, бавовник. Поліплоїдія мала величезне значення в еволюції дикорослих і культурних рослин. Вважають, що біля третини всіх

тин виникли за ра
групах наприкла
спостерігаєт

оча в
це



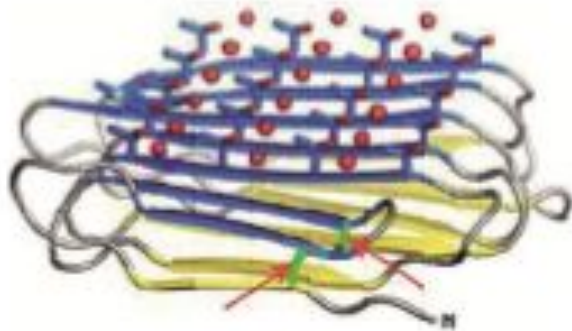
Поміркуйте!

Про природні антифризи



Поміркуйте!

Температура арктичних й антарктичних вод опускається нижче від $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. При цьому полярні види риб (як наприклад, *нототенія мармурова* (*Notothenia rossii*)) не перетворюються на шматок льоду: вони виробляють особливі білки, що гальмують замерзання рідини. Як формувалася ця адаптація?



Кристалічна структура білка-антифризу із зв'язаними молекулами води (червоні кульки) та дисульфідними зв'язками (зелені містки)



Опрацюйте текст

Формування адаптації на молекулярному рівні



исчезновением других; потребовались и некоторые *нововведения*. Прежде всего следует рассказать о появлении «белков-антифризов». В плазме антарктических рыб очень много этих необычных белков, которые помогают рыбам жить в ледяной воде, снижая пороговое значение температуры образования ледяных кристаллов. Не будь этих белков, рыба полностью заморозилась бы. Структура у них очень необычная и очень простая. Они состоят из последовательностей всего трех аминокислот, которые повторяются от 4 до 55 раз, тогда как большинство белков построены из 20

Кристина Чхен, Артур де Фрис и их коллеги из Университета Иллинойса обнаружили, что гены этих странных белков образовались из части другого, совершенно не родственного гена. Этот исходный ген кодировал пищеварительный фермент. Небольшой фрагмент этого гена выделился из последовательности и встроился в другое место в геноме ледяных рыб. Из этого фрагмента, состоящего всего из девяти нуклеотидов, образовался новый ген, кодирующий «белок-антифриз». Происхождение «белков-антифризов» является прекрасным примером того, что эволюция чаще всего идет по пути использования уже имеющегося материала (в данном случае небольшого фрагмента другого гена), чем по пути изобретения чего-то абсолютно нового.

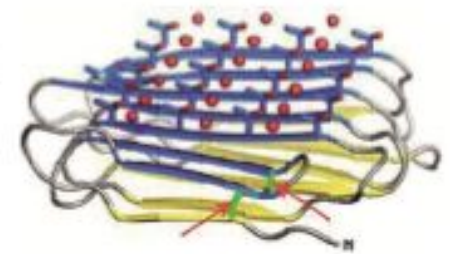


Опрацюйте текст

Формування адаптації на молекулярному рівні



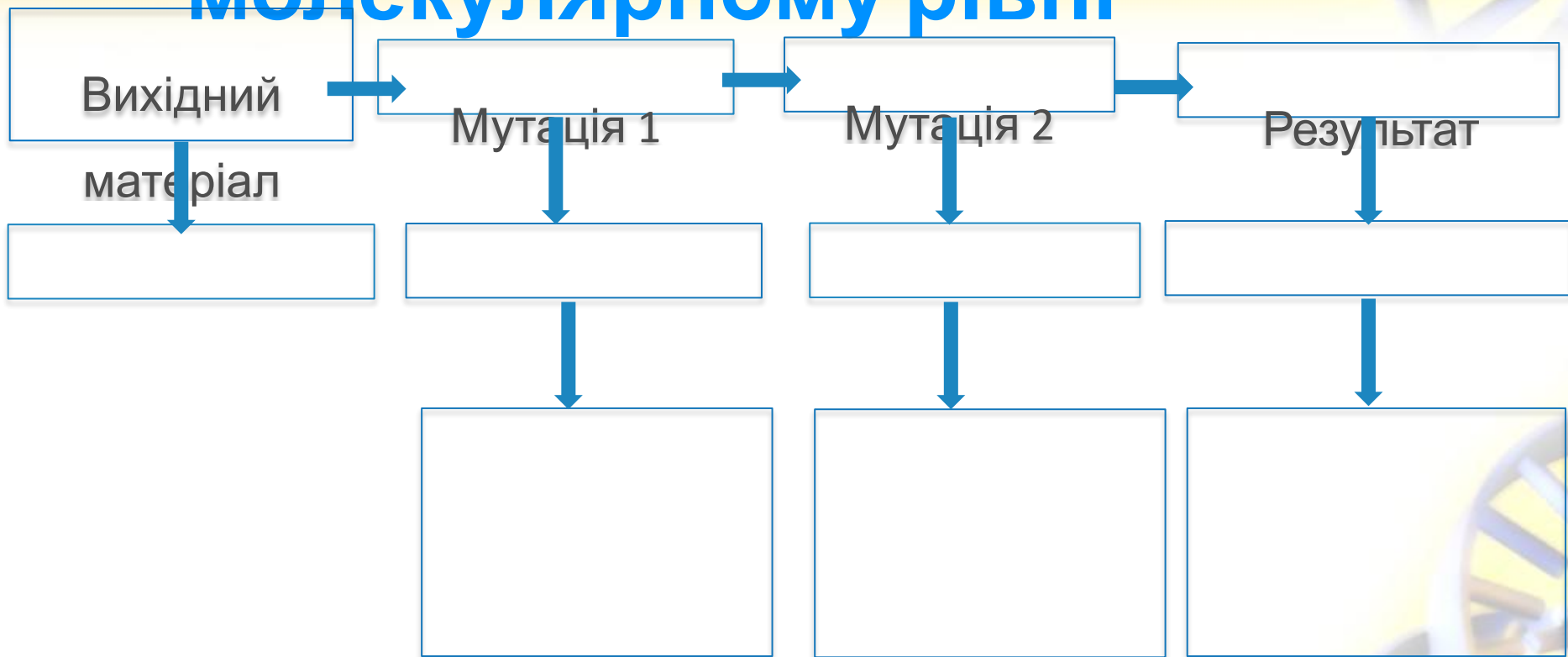
Як відбувається формування адаптацій на молекулярному й клітинному рівнях організації життя? Відповідь проілюструємо на конкретному прикладі адаптації антарктичних риб до низької температури води. У деяких предкових особин сучасних нототеній відбулася дуплікація гена, що кодує трипсин. Ця хромосомна мутація призвела до виникнення двох копій гена. Після цього в його новій копії відбулась генна «корисна» мутація: в її центрі декілька разів продублювався фрагмент, що кодує три амінокислоти. Результатом таких перетворень став ген з інформацією про інший білок. Так виникли первинні глікопротеїни крові риб, які перешкоджають кристалізації льоду. Вихідна популяція отримала переваги й більше шансів на виживання. Згодом у процесі еволюції цей ген ще багаторазово дублювався і виникали різні білки-антифризи у різних видів риб родини Нототенієві.



Іл. 6. Кристалічна структура білка-антифризу із зв'язаними молекулами води (червоні кульки) та дисульфідними зв'язками (зелені містки)

Складіть схему Формування адаптації на

молекулярному рівні



Механізми адаптації на молекулярному рівні

1. Зміна концентрації наявних різновидів макромолекул, збільшення або зменшення синтезу тих чи інших білків

Синтез меланіну в шкірі людини як приклад полімерії (множинного алелізму)

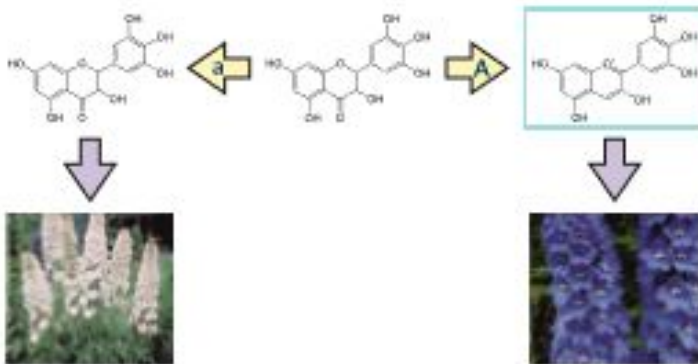
Кількість домінуючих алелів синтезу меланіну					
1	3	4	6	7	8
					

1. Яке значення має ця адаптація?
2. До якої групи адаптацій її можна віднести?
3. Під дією яких чинників середовища виникла ця адаптація?
4. Яка форма природного добору сприяла формуванню адаптації?

Механізми адаптацій на молекулярному рівні

2. Утворення нових різновидів макромолекул, які виявилися придатними для функціонування в нових умовах.

Рис. 8. Вплив алельних варіантів гена, який визначає колір квітки

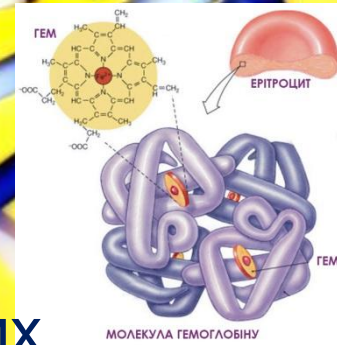


Структурні гени визначають певні одиничні ознаки, наприклад колір квіток. У найпростішому випадку один ген визначає одну ознаку. Різні алелі зумовлюють розвиток різних варіантів однієї ознаки – наприклад синій чи білий.

1. Які переваги надає квіткам ця особливість забарвлення?
2. До якої групи адаптацій її можна віднести?
3. За допомогою якого виду мутацій, можливо, виникла ця адаптація?



Механізми адаптації на молекулярному рівні



2. Утворення нових різновидів макромолекул, які виявилися придатними для функціонування в нових умовах. У хребетних тварин і людини існують декілька форм гемоглобіну.

Наприклад, у людини розрізняють гемоглобін А, G, F.

Гемоглобін дорослої людини - **А-тип** (від *adult* — дорослий)- містить два α — і два β -ланцюга. 1 г гемоглобіну А-типу пов'язує 1,34 мл O_2 .

У перші 3 місяці життя плоду людини у крові містяться ембріональні гемоглобіни типу **G I** (4 ϵ ланцюга) і **G II** (2 α і 2 β ланцюга).

Потім формується гемоглобін **F** (від *faetus* — плід). Гемоглобін F представлений 2 ланцюгами α і 2 ланцюгами G I . Гемоглобін F має на 20-30 %

Опрацюйте інформацію щодо властивостей гемоглобіну типів А, G, F. **Зробіть висновки** щодо біохімічного та фізіологічного сенсу цієї адаптації.
У новонародженого до 50-80 % гемоглобіну представлені гемоглобіном F і

Механізми адаптації на молекулярному рівні

3. Зміна регуляторних функцій білків і клітинних процесів метаболізму.

Однією з біохімічних адаптацій, що забезпечує стійкість організмів до високих температур, є утворення *білків теплового шоку* (heat shock proteins, Hsp), які були відкриті в 1974 р. у дрозоді, а надалі – в організмі людини, рослин і мікроорганізмів. Саме наявністю таких білків можна пояснити виживання рослин в екстремальних умовах високих температур (рис. 10). Ці білки утворюються в результаті експресії певних генів. Деякі з них синтезуються не лише у відповідь на підвищення температури, але й за інших стрес-факторів, зокрема за нестачі води, низьких температур, дії солей.

Рис. 10. Жаровитривала рослина



Вельвічія дивна

Жаровитривалі – рослини сухих місць зростання й сильної інсоляції. Переносять короткочасне нагрівання – до 50-60 °С.



Механізми адаптації на молекулярному рівні

4. Ефективність використання наявних макромолекул (метаболічна регуляція), яка залежить від концентрації окремих низькомолекулярних речовин

Наприклад активність ферментів залежить від концентрації субстрату, продуктів ферментативної реакції, наявності мінера. Графік залежності швидкості реакції від концентрації субстрату



Проаналізуйте графік залежності швидкості ферментативної реакції від концентрації субстрату. Чим можна пояснити зниження швидкості реакції при суттєвому збільшенні концентрації субстрату?

Олена Андрієва
Марія Воронина
Андрій Коваленко
Степан Мико

Біологія і екологія
Рівень стандарту

Додаток до 11 класу
загальноосвітньої школи



Механізми адаптації на молекулярному рівні

5. Зміна просторової організації біополімерів
наприклад, білок *пуротонін* міститься в отруті гримучих змій і в
зерні пшениці, де його відмінність визначається зайвим
дисульфідним зв'язком



Пригадайте, про яку просторову структуру білка йде мова?
Як ви вважаєте, який з білків – пшениці або гримучника – з'явився в процесі
еволюції раніше? Завдяки якій мутації виник змінений білок?
Про що свідчить практично повна схожість будови білків рослини і тварини?

Перевірте себе



Елементарно про життя

■ 1. Розгляньте графік зміни стійкості до різних антибіотиків збудника гонореї. Зазначте правильне твердження.

А стійкість збудника до всіх антибіотиків постійно зростає, починаючи з 2002 року

Б чим вища стійкість до пеніциліну, тим вона вища й до тетрацикліну

В зі збільшенням стійкості до антибіотиків кількість хворих на гонорею збільшилась

Г стійкість збудника до флуорохінолонів зросла більше ніж у десять разів за останні 10 років

■ 2. Який вплив має видалення ядра з еритроцита у ссавців?

А збільшує об'єм клітини

Б зменшує площу поверхні клітини

В покращує зв'язування кисню з гемоглобіном

Г погіршує рух еритроцитів судинами організму

■ 3. Увiдповiднiть фотопiгмент iз довжинами хвиль видимого свiтла, якi вiн найкраще поглинає, та твариною, для якої вiн характерний.

1 «синій» фотопiгмент

2 «зелений» фотопiгмент

3 «червоний» фотопiгмент

А короткі, собака

Б середні, горила

В довгі, олень

Г середні, кішка



Домашнє завдання

Опрацювати § 3, стор. 12

Створити опорний конспект за матеріалом даної презентації

Виконати завдання:



Біологія і екологія
Рівень стандарту



СТАВЛЕННЯ

Біологія + Промисловість. Природні антифризи й автомобілі

За ефективністю природні білки-глікопротеїни полярних риб перевершують антифризи. Ймовірно, цим і пояснюється, що суто біологічні дослідження фінансував автоконцерн *Volkswagen*, зацікавлений в створенні нових матеріалів для автомобільної промисловості. Що таке антифризи? Спробуйте оцінити переваги природних антифризів перед штучними.

Зверніть увагу на те, що природними антифризами можуть бути білки, вуглеводи, ліпіди, спирти:

Доведіть точку зору про те, що основою адаптацій організмів є зміни на молекулярному.

Розчинення речовин у воді знижує її температуру замерзання, що забезпечує функціонування макромолекул за низької температури. Наприклад, у клітинах рослин для витримування низьких температур накопичуються вуглеводи й олії, а в клітинах членистоногих – гліцерол

Використано матеріали підручників

