

## Частина V. Завдання 1

### Опишіть хімічний склад клітинних мембран

Усі клітинні мембрани прокариотів й еукаріотів мають подібні хімічний склад і принцип організації.

Співвідношення хімічних компонентів і деталі будови можуть відрізнятися залежно від типу мембран та їхніх функцій.

Основними хімічними компонентами мембрани є ліпіди, білки та деяка кількість вуглеводів:

а) ліпіди становлять близько 40 % сухої маси мембран. До ліпідів належить велика група органічних речовин, які погано розчиняються у воді (гідрофобність), але добре розчиняються в органічних розчинниках і жирах (лінофільність).

Характерними представниками ліпідів мембран клітин є фосфоліпіди, сфінгомієліни, холестерини.

Склад ліпідів по обидва боки мембрани різний, що визначається асиметричністю будови біліпідного шару молекули ліпідів у складі клітинних мембран дуже рухливі, вони можуть переміщуватися у площині мембран зі значною швидкістю: понад мільйон переміщень за секунду, але перескакування їх з одного шару до іншого — рідке явище.

б) білки становлять близько 60 % сухої маси мембран. Розрізняють поверхневі та внутрішні білки.

Поверхневі білки зв'язані з поверхнями мембран безпосередньо чи через двовалентні катіони, переважно  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$  електричними силами; при руйнуванні клітини легко відокремлюються від мембрани. Вони утворюють комплекс з ліпідами. Внутрішні білки становлять майже 70 % загальної кількості мембранних білків. Вони занурені на різну глибину в подвійний шар ліпідів. Іноді перетинають мембрани наскрізь. Такі білки зв'язують обидві поверхні мембрани.

За біологічною роллю мембранні білки поділяють на ферментативні, захисні, захисні, рецепторні (сигнальні білки) та структурні. Структурні білки стабілізують мембрани. Рецепторні білки у відповідь на вплив різних чинників довкілля змінюють свою просторову структуру і таким чином передають сигнал у клітину.

в) вуглеводи не входять самостійно до складу мембран. Вони утворюють комплекси з білками чи ліпідами. Глікопротеїди чи гліколіпіди відповідно. Локалізовані на зовнішньому шарі зовнішньої мембрани.

## Частина V. Завдання 2

### Опишіть функції клітинної стінки

- є зовнішнім каркасом клітини;
- надає клітині механічної міцності;
- захищає її вміст від пошкоджень;
- забезпечує тургор рослинних клітин — підтримує форму і розміри клітини в гіпотонічних умовах, запобігає розриву клітини, захищає її від надмірної втрати води;
- бере участь в обміні речовин — через клітинну стінку відбувається транспортування води, солей, багатьох органічних речовин;
- є протиінфекційним бар'єром;

Клітинна стінка складається із двох компонентів: аморфного пластичного гелеподібного матриксу (основи) з високим умістом води і структурних компонентів (опорної системи);

У хімічному відношенні до складу клітинної стінки входять такі органічні речовини:

- структурний компонент — целюлоза.

Довгі тонкі молекули целюлози об'єднані в мікрофібрили завтовшки 1025 нм.

Мікрофібрили перекручуються й утворюють тонкі нитки, які у свою чергу можуть обкручуватися одна навколо одної, як пасма в канаті.

Кожний такий «канат» або макрофібрила має товщину близько 0,5 мкм і може досягти довжини 4 мкм.

Макрофібрили за міцністю дорівнюють сталевій дротині такої ж товщини:

- целюлозний каркас клітинної оболонки заповнений переплетеними з ним нецелюлозними молекулами матрикса. До його складу входять полісахариди (геміцелюлози) й пектини, хімічно близькі до геміцелюлоз;

— другий компонент оболонки (лігнін) є також полімером рослинних клітин. Лігнін збільшує твердість оболонки та зазвичай міститься в клітинах, які виконують опорну або механічну функцію;

— кутин, суберін і воски — жирові речовини, які, як правило, відкладаються в оболонках захисних тканин рослин. Кутин міститься в клітинних оболонках епідермісу, а суберин — вторинної захисної тканини, корка. Обидві речовини трапляються в комбінації з восками й запобігають надмірним втратам води рослиною;

— у стінках деяких типів клітин (епідермісу осок, злаків) нагромаджується багато мінеральних солей — особливо  $\text{SiO}_2$  і  $\text{CaCO}_3$ . Листки і стебла стають твердими.

Клітинна стінка не суцільна, у ній є пори, через які з однієї клітини в іншу тягнуться тоненькі нитки цитоплазми — плазмодести, що сприяє об'єднанню всіх клітин організму в єдине ціле. Клітинні стінки проникні для води й певних сполук. Якщо ж клітину помістити в розчин солі з вищою концентрацією, ніж у цитоплазмі, то вода виходить із клітини і спричиняє явище плазмолізу — відокремлення пристінкового шару цитоплазми від оболонки клітини. Коли, плазмоліз відбувається повільно, клітина тривалий час залишається живою. Зворотний процес — надходження води у клітину з розчину солей, концентрація якого нижча за концентрацію солей в цитоплазмі, називають деплазмолізом. Ці взаємозв'язані процеси є регуляторами у вирівнюванні концентрації йонів у зовнішньому та внутрішньому середовищі клітин.

## Частина V. Завдання 3

### Схарактеризуйте глікокалікс тваринних клітин

Над плазматичною мембраною тваринних клітин лежить дуже тонкий (1020 нм), невидимий у світловий мікроскоп поверхневий шар — глікокалікс.

Глікокалікс складається із вуглеводів, ковалентно приєднаних до мембранних білків (глікопротеїди), і частково зі сполук вуглеводів з ліпідами (гліколіпіди). Він, як і клітинні стінки рослин, утворюється внаслідок життєдіяльності самих клітин, приєднується до плазматичної мембрани.

Функції глікокалікса:

- 1) забезпечення безпосереднього зв'язку між клітинами та зв'язку клітин з навколишнім середовищем;
- 2) захисна;
- 3) участь у сприйнятті клітиною подразнення;
- 4) рецепторна функція (яйцеклітина і сперматозоїд «дізнаються» одне про одного за глікопротеїдами, які підходять одне одному як окремі елементи однієї структури при заплідненні);
- 5) участь у позаклітинному травленні завдяки наявності ферментів.

## Частина V. Завдання 4

### Схарактеризуйте етапи біосинтезу білка

Перший етап — транскрипція — передача інформації про структуру білка з молекули ДНК на попередник і-РНК. Транскрипція відбувається не на всій молекулі ДНК, а лише на певній її ділянці.

Другий етап — активація амінокислот.

Цей процес відбувається у цитоплазмі: амінокислоти, що утворюються при розщепленні білків зв'язуються із специфічними ферментами й молекулами АТФ.

Активовані амінокислоти, сполучені з т-РНК, надходять до рибосом і розпочинається третій етап біосинтезу білка.

Третій етап — трансляція — процес безпосереднього синтезу поліпептидних ланцюгів, переклад послідовності нуклеотидів у молекулі і-РНК у послідовність амінокислотних залишків у молекулі білка.

Четвертий етап — утворення вторинної, третинної та четвертинної структур білкової молекули. Цей етап відбувається при участі комплексу Гольджі.

## Частина V. Завдання 5

### Опишіть етапи енергетичного обміну

#### Підготовчий етап

На цьому етапі в травній системі під дією травних ферментів білки розщеплюються до амінокислот; полісахариди — до глюкози; жири — до гліцерину і жирних кислот; нуклеїнові кислоти до нуклеотидів. Розпад речовин на цьому етапі супроводжується незначним енергетичним ефектом. Уся енергія, яка виділяється під час цих реакцій розсіюється у вигляді тепла. Біологічний смисл реакцій підготовчого етапу полягає не у добуванні енергії, а в підготовці речовин до подальших перетворень

Другий етап — гліколіз (анаеробний, безкисневий етап, неповне розщеплення)

Відбувається в цитоплазмі клітини без участі кисню. Розглядаємо на прикладі розщеплення глюкози.

Це тривалий, багатоступінчастий процес; складається з ряду ферментативних процесів, що йдуть один за одним.

Гліколіз складається із 13 послідовних ферментативних реакцій, відповідно беруть участь 13 ферментів і в його ході утворюється 12 речовин. Реакції гліколізу в клітині відбуваються за участю  $\text{H}_3\text{PO}_4$  і АДФ. Сумарне рівняння має такий вигляд:

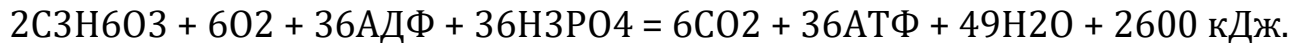


З цих 200 кДж — 80 кДж витрачається утворення 2 молів АТФ із АДФ, а 120 кДж розсівається у вигляді тепла.

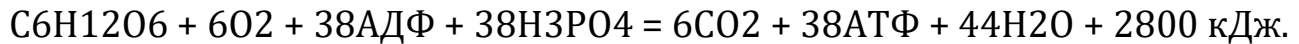
Третій етап. Повне або кисневе розщеплення, цикл Кребса

Піровиноградна кислота, яка утворилася в результаті анаеробного розщеплення вуглеводів, жирів, білків, окислюється до кінця, тобто до  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ . Кожна реакція каталізується особливим особливим ферментом. Їх сукупність називають циклом Кребса. Усі процеси відбуваються на

мембранах мітохондрій. У цьому процесі беруть участь кисень,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  і АТФ. Сумарне рівняння кисневого розщеплення можна записати так:



З 2600 кДж — 1440 кДж іде на утворення 36 молів АТФ, решта — 1160 кДж розсіюється у вигляді тепла. Сумарне рівняння енергетичного обміну:



З 2800 кДж енергії 1520 кДж іде на утворення 38 молів АТФ, а 1280 кДж розсіюється у вигляді тепла.

Майже 55 % всієї енергії, що виділяється при розщепленні глюкози іде на утворення 38 молів АТФ.



## Частина V. Завдання 6

### Розкажіть про функції цитоскелету клітини

1) Підтримка об'єму і форми клітини. Основну роль у цьому відіграє фібрилярна сітка, що вкриває зсередини мембрану (кортекс). Ця сітка спеціальним білком (анкерин прикріплена до цитолемі. До сітки приєднані нитки мікрофіламентів і мікротрубочок, що значною мірою стабілізує форму клітини.

2) Зміна форми клітин. Система білкових фібрил здатна до скорочення або розтягування. За рахунок цього може відбуватися зміна форми клітин.

3) Пересування органел транспортних везикул. Фібрили цитоскелету прикріплені до клітинних органел. Це стабілізує їхнє положення в цитоплазмі. З іншого боку, зміна довжини фібрил призводить до переміщення клітинних структур.

4) Утворення мультиферментних компонентів.

У місцях переплетення кількох фібрил цитоскелета створюються сприятливі умови для розміщення комплексу ферментативних білків. Це забезпечує структурну єдність ферментів та певний метаболічний процес.

5) Завдяки наявності щільних стінки мікрофібрил цитозоль набуває певної структури, що сприяє координованому розміщенню комплексів ферментів. Цим досягається інтеграція всієї цитоплазми — об'єднання в єдине ціле.

6) Утворення веретена поділу під час мітозу. Веретено поділу утворене сіткою мікротрубочок, що «збирається» за участі центріоль і чітко впорядковано розташовуються в цитозолі.

7) Утворення мікроворсинок і джгутиків найпростіших;

8) Утворення міжклітинних контактів (десмосом). Десмосоми — структури цитоплазматичних мембран, що належать одночасно двом сусіднім клітинам. Зв'язування клітин відбувається завдяки мікрофіламентам, що проникають через десмосому з однієї клітини в іншу.

9) Забезпечення скорочувальної функції м'язових клітин. Актинові філаменти є однією з головних складових скорочувального актиноміозинового комплексу.

## Частина V. Завдання 7

### Назвіть шляхи проникнення вірусу в органи

Повітряно-краплинний.

Вірус проникає у дихальні шляхи з краплинами, що потрапили у повітря з дихальних шляхів хворого. Частки вірусів можуть потрапляти туди із частками пилу. Повітряно-крапельним шляхом в організм потрапляють віруси двох груп:

- 1) респіраторні, до яких чутливі клітини епітелію слизової оболонки дихальних шляхів;
- 2) віруси (віспи, кору, паротиту), котрі потрапляють в організм хазяїна через дихальні шляхи.

Аліментарний або фекально-оральний.

Цим шляхом проникають в організм віруси двох груп:

- 1) кишкові (ротавіруси, кишкові аденовіруси, вірус Норфолка, коронавіруси), що уражають клітини епітелію слизової оболонки кишок і спричиняють гастроентероколіт і ентероколіт;
- 2) ентеровіруси, зокрема вірус гепатиту А, деякі флавівіруси, порвовіруси, що спричиняють місцеві ураження слизової оболонки кишок.

Порентальний.

Так в організм проникають віруси гепатиту В, С, О та імунодефіциту (ВІЛ).

Зараження може відбуватись під час різних паренгальних маніпуляцій, переливання крові, стоматологічних операцій.

Статевий.

Цим шляхом може передаватися вірус гепатиту В і ВІЛ.

Через шкіру та через кон'юнктиву.

Таким шляхом проникають віруси віспи, гепатиту В, папіломи, простого герпесу.

Трансмісивний.

У цьому випадку віруси проникають через шкіру шляхом укусу комах (комарів, москітів, кліщів).

Вертикальний.

Вірус проникає в організм плода від хворої матері трансплацентарно (віруси червоної висипки, цитомегалії, паротиту, гепатиту В, ВІЛ та деякі інші).

## Частина V. Завдання 8

### Поясніть біологічне значення мітозу

Мітоз — найбільш поширений спосіб репродукції клітин тварин, рослин, найпростіших. Це основа росту і вегетативного розмноження всіх еукаріотів — організмів, які мають ядро. Основна його роль полягає у точному відтворенні клітин, забезпечення рівномірного розподілу хромосом материнської клітини між виникаючими з неї двома дочірніми клітинами і підтриманні сталості числа і форми хромосом у всіх клітинах рослин і тварин. Мітоз сприяє росту організму в ембріональному і постембріональному періодах, копіюванню генетичної інформації і утворенню генетично рівноцінних клітин. Тому органами, які розмножуються вегетативно (гриби, водорості, найпростіші, багато рослин) утворюють велику кількість ідентичних особин або клонів.

Клонування можливе в деяких багатоклітинних, здатних відновлювати цілий організм із частини тіла: кишковопорожнинних, червів.

Клонування хребетних відбувається тільки на ранніх стадіях ембріогенезу.

Так, у тварини і людини утворюються монозиготні близнюки з однієї заплідненої яйцеклітини внаслідок її мітотичного поділу. За рахунок мітозу всі функціонально застарілі клітини організму замінюються новими. Цей поділ лежить в основі процесу регенерації — відновлення втрачених тканин.

## Частина V. Завдання 9

### Поясніть генетичне значення мейотичного поділу

- 1) У результаті мейозу кожна материнська клітина дає початок чотирьом клітинам «редукційним», тобто зменшеним числом хромосом.
- 2) Мейоз є механізмом, який підтримує видову сталість кількості хромосом і зумовлює постійність видів на Землі.
- 3) Мейоз забезпечує завдяки випадковій комбінації батьківських і материнських хромосом генетичну різноманітність гамет. Тобто мейоз сприяє комбінативній мінливості (гени батьків комбінуються, внаслідок чого в дітей можуть з'явитися ознаки, яких не було в батьків). Комбінативна мінливість забезпечує велику різноманітність людства і дає можливість пристосуватися до зміни умов середовища, сприяє виживанню виду.
- 4) Мейоз забезпечує різноманітність гамет за генетичним складом, сприяє внаслідок рекомбінації ділянками гомологічних (парних) батьківських хромосом утворенню хромосом нового генетичного складу. У профазі цьому сприяв кросинговер, у метафазі — вільне перекомбінування хромосом. Тобто виникає рекомбінація батьківських наборів хромосом.

## Частина V. Завдання 10

**Дайте цитологічне обґрунтування одноманітності гібридів першого покоління**

- 1) У соматичних клітинах усі хромосоми парні (у клітинах гороху посівного — сім пар хромосом).
- 2) При моногібридному схрещуванні альтернативні прояви ознаки визначаються парними генами, розміщеними в гомологічних хромосомах.
- 3) Під час мейозу з кожної пари гомологічних хромосом у гаметах буде по одній хромосомі, а отже, й по одному гену з кожної пари.
- 4) У зиготі після запліднення відновиться парність хромосом і локалізованих у них генів.
- 5) Якщо одна з батьківських форм мала хромосоми з домінантними генами, а друга з рецесивними, то все потомство F1 бути гетерозиготними — Aa, а за фенотипом — одноманітним.

## Частина V. Завдання 11

### Назвіть основні положення хромосомної теорії спадковості

- 1) Гени розташовуються в хромосомах; різні хромосоми містять неоднакову кількість хромосом; набір генів кожної із гомологічних хромосом унікальний.
- 2) Алельні гени займають певні ідентичні локуси гомологічних хромосом.
- 3) У хромосомі гени розташовуються в певній послідовності за її довжиною в лінійному порядку.
- 4) Гени однієї хромосоми утворюють групу зчеплення, завдяки чому має місце зчеплене успадкування деяких ознак: сила зчеплення перебуває в оберненій залежності від відстані між генами.
- 5) Кількість груп зчеплення в організмі дорівнює гаплоїдному набору хромосом.
- 6) Порушення зчеплення відбувається лише внаслідок кросинговеру.
- 7) Незалежне успадкування характерне лише для генів, що розташовані в негомологічних хромосомах.
- 8) Кожний біологічний вид характеризується специфічним набором хромосом — каріотипом.
- 9) Генетичні закономірності, описані хромосомною теорією спадковості, відповідають правилам зчепленого спадкування ознак і впливають з факту локалізації генів.



## Частина V. Завдання 12

### Схарактеризуйте типи взаємодії генів

Пряме домінування — один алельний ген пригнічує прояв іншого.

Неповне домінування — один алельний ген не повністю пригнічує прояв іншого, тому з'являється проміжний прояв ознаки.

Кодомінування — вияв обох алелів гена за одночасної присутності їх у гетерозиготі (напр., поява аглютиногенів А і В у прояві осіб |A|B).

Наддомінування — окремий випадок переваги гетерозиготного стану алелів над гомозиготним. Виявляється у вищому рівні розвитку ознак і властивостей у гетерозигот порівняно з гомозиготним домінантом і пристосованості їх до певних умов середовища, можна пояснити також як гетерозис, що виникає при моногібридному схрещуванні.

Множинний алелізм — у визначенні ознаки беруть участь не два алельні гени, а кілька (напр., успадкування крові у людини).

Летальні гени — гени, що зумовлюють спільне зниження життєздатності організму, яке призводить до його загибелі.

Комплементарність — спостерігається у випадках, коли неалельні гени роздільно не проявляють своєї дії, але за одночасної присутності в генотипі зумовлюють розвиток нової ознаки. При цьому ознака розвивається в результаті взаємодії двох ферментів, утворених під контролем двох алельних генів.

Епістаз — при домінуванні дія однієї алелі пригнічується іншою алеллю цього ж гена:

$A > a$ ,  $B > b$  і т. д. Але існує взаємодія, за якої один ген подавляється дією іншого, напр.,  $A > B$ ,  $a > B$ , чи  $b > A$  і т. д. Таке явище називають епістазом. Гени, які пригнічують дію інших генів, називаються супресорами, або інгібіторами.

Вони можуть бути як домінантними, так і рецесивними. Гени-супресори відомі у тварин, рослин і мікроорганізмів. Епістаз прийнято поділяти на домінантний і рецесивний.

Полімерія — кілька домінантних неалельних генів впливають на ступінь розвитку певного стану ознаки.

## Частина V. Завдання 13

### Поясніть значення партеногенезу

Партеногенез (дівооче розмноження) — одна з модифікацій статевого розмноження тварин і рослин, коли яйцеклітина розвивається в нову особину без запліднення чоловічою гаметою. Перевага такого розмноження в тому, що інколи воно пришвидшує розмноження.

Природний партеногенез можна спостерігати в рослин (кульбаби, ожини) і тварин (ос, бджіл, мурашок, попелиць, деяких видів ящірок, індиків). У деяких тварин (шовковичного шовкопряда) і рослин можна спровокувати штучний партеногенез. Партеногенез є єдиним способом розмноження в деяких комах (паличників), можуть існувати партеногенетичні та статеві популяції (в ящірок) або закономірно змінюватись статеві й партеногенетичні покоління (попелиці, дафнії).

У медоносної бджоли матка відкладає запліднені яйця, які, розвиваючись, дають самок — маток або робочих особин, і незапліднені яйця, з яких розвиваються самці — трутні. Трутні утворюють спермії шляхом мітозу, а не мейозу.

Партеногенез у рослин — апоміксис. Крім утворення зародка з незаплідненої яйцеклітини (партеногенез), у покритонасінних рослин зародок може також утворюватись із клітин жіночого гаметофіта або насінневого зачатка.

## Частина V. Завдання 14

### Що вам відомо про штучний добір організмів?

Штучний добір — вибіркове допущення до розмноження тварин, рослин або інших організмів задля створення нових сортів та порід, які володіють бажаними якостями. Попередник сучасної селекції. Результатом штучного добору є різноманітність сортів рослин та порід тварин.

Основи теорії штучного добору заклав Ч. Дарвін (1859) у першому виданні книги «Походження видів...». Він показав, що штучний добір є основним фактором, що обумовлює виникнення порід домашніх тварин та сільськогосподарських рослин.

Види штучного добору:

Несвідомий — при цій формі людина зберігає найкращі екземпляри без встановлення певної мети. Здійснювала людина вже на перших етапах одомашнення тварин та окультурювання рослин. Був основним фактором появи порід тварин та сортів рослин;

методичний — людина цілеспрямовано підходить до створення нової породи або сорту, ставлячи перед собою певні завдання. Сформувався до другої половини XVIII ст. та зберігає своє значення нині в сучасному рослинництві та тваринництві. Методичний добір — творчий процес, що дає швидші результати, ніж несвідомий.

Штучний добір проводять у вигляді двох форм:

масовий — вибраковування всіх особин, які за фенотипом не відповідають породним або сортовим стандартам (його значення — збереження сталості породних та сортових якостей);

індивідуальний — добір окремих особин з урахуванням спадкової стійкості їхніх ознак, що забезпечує удосконалення породних та сортових якостей.

Дослідження механізму та результатів штучного добору було для Ч. Дарвіна важливим етапом на шляху обґрунтування дії природного добору.

В основі штучного добору лежить мінливість ознак, їх наслідування та добір. Дарвін вказав найважливішу особливість штучного добору, яка визначає його специфічне значення порівняно з природним добром. Штучний добір здійснює людина за окремими ознаками, які її цікавлять, що може призводити до дезорганізації генетичних та морфогенетичних кореляційних систем організмів; тоді як природний добір сприяє лише тим особливостям організмів, які підвищують їхню пристосованість, сприяють закріпленню цілих комплексів адаптивних ознак. Тому нерідко як побічна дія штучного добору проявляється ефект різноманітних генів, які раніше були блоковані дією генів-репресорів у складі відповідних генетичних комплексів. У результаті фенотипна мінливість організмів, які піддаються дії природного добору, підвищується, а загальна життєздатність знижується.

## Частина V. Завдання 15

### Вид. Критерії виду. Структура виду

Вид — це основна систематична одиниця, що реально існує в природі, займає певний ареал і є сукупністю споріднених за походженням організмів, які схрещуються між собою з утворенням плодючих організмів, не схрещуються з іншими видами і якісно відмінні від них. Уся сукупність представників будь-якого виду складається з популяцій.

Критерії виду:

- морфологічний — сукупність подібностей особин виду за будовою. До нього відносять усі матеріальні структури: від хромосом до особливостей будови органів та їхніх систем;
- фізіологічний — подібність або відмінність у процесах життєдіяльності особин одного чи різних видів;
- біохімічний — особливості хімічного складу та перебігу певних біохімічних реакцій, характерні для особин певного виду;
- географічний — полягає в тому, що популяції кожного виду заселяють певну частину біосфери (ареал), яка відрізняється від ареалів близьких видів, і площа та контури ареалів є видовою ознакою;
- екологічний — охоплює всі критерії, оскільки популяції кожного виду мають свою екологічну нішу в біогеоценозі;
- генетичний — полягає у схожості ДНК окремих представників або груп особин.

Види, які не розрізняються за загальноприйнятими в діагностиці певної систематичної групи макроморфологічними критеріями, проте відрізняються за всіма іншими критеріями, відносять до видів-двійників.

На території, яку займає вид, окремі особини зібрані в більш-менш відмежовані одна від одної групи — популяції. Існування виду у формі популяцій пов'язане з нерівномірністю розподілу сприятливих умов існування по його ареалу. Наприклад, білка звичайна поширена в Європі, але

Скачати усі збірники ДПА 2020 на сайті <https://dpa-zno.info>

трапляється лише в лісах певних типів, які розділені іншими рослинними угрупованнями, річками, горами. Тому кожен з таких лісів має одну або кілька популяцій білки. Отже, що різноманітніші умови існування на території поширення виду, то більшою буде кількість популяцій, з яких він складається.

Ступінь відокремленості популяцій може бути різним. За значних географічних перешкод популяції одного виду можуть бути повністю відокремлені одна від одної (наприклад, популяції риб з різних озер). Якщо ж умови існування на території поширення виду відносно однорідні, то окремі популяції можуть бути відокремлені нечітко (популяції гризунів, які живуть у степах і пустелях).

## Частина V. Завдання 16

### Схарактеризуйте закон гомологічних рядів спадкової мінливості

Закон гомологічних рядів спадкової мінливості встановлює паралелізм у спадковій мінливості організмів. Генотипно близькі види та роди відзначаються подібними рядами спадкової мінливості з такою правильністю, що, знаючи ряд форм одного виду, можна передбачити існування тотожних форм в інших видів та родів. Закон сформулював М. І. Вавилов 1920 року.

Вивчаючи мінливість ознак у видів та родів злаків та інших родин, М. І. Вавилов виявив, що:

- 1) види та роди, генетично близькі між собою, відзначаються тотожними рядами спадкової мінливості з такою правильністю, що, знаючи ряд форм одного виду, можна передбачити існування тотожних форм в інших видів та родів. Що ближче генетично розташовані у загальній системі роди, то повніша тотожність у рядах їх мінливості;
- 2) цілі родини рослин у загальному відзначаються певним циклом мінливості, яка відбувається через усі роди, що утворюють родину.

Хоча первісно закон стосувався мінливості у рослин, М. І. Вавилов вказував на можливість застосування його до тварин.

Теоретичною основою гомології рядів фенотипної мінливості у близьких таксономічних груп є уявлення про єдність їх походження шляхом дивергенції під дією природного добору. Оскільки спільні предки сучасних форм володіли певним специфічним набором генів, то їхні нащадки повинні володіти, за невеликим винятком, таким же набором генів. Враховуючи, що кожен ген може мутувати в різних напрямках (множинний алелізм) та оскільки мутаційний процес має неспрямований характер, природно передбачати, що спектр змін однакових генів в особин близьких видів буде подібним. Таким чином, в основі закону гомологічних рядів лежить паралелізм генотипної мінливості в особин з подібним набором генів.



Закон гомологічних рядів відображує загальну закономірність мутаційного процесу та формоутворення організмів, є біологічною основою методів цілеспрямованого отримання необхідних спадкових змін. Він вказує селекціонерам напрямки штучного добору або, як писав М. І. Вавилов, «що слід шукати».

При вивченні спадкової мінливості у близьких груп рослин були виявлені подібні алельні форми, які повторювались у різних видів (наприклад, вузли на стеблі у злаків з антоціановим забарвленням або без, колоски з остю або без тощо). Наявність такої повторності давала можливість передбачити наявність ще не виявлених алелей, важливих з точки зору селекційної роботи.

## Частина V. Завдання 17

### Поясніть явище гетерозису

Явище гетерозису — різке підвищення потужності гібридів першого покоління порівняно з батьківськими формами — вперше описано понад 200 років тому. Ч. Дарвін спостерігав багато прикладів несприятливої дії наслідків самозапилення на інтенсивність росту та життєздатність перехреснозапильних культур. Широковідомі негативні наслідки близькоспоріднених схрещувань у тварин. Теоретичні основи гетерозису були розроблені у 20-30-х роках ХХ ст.

Зниження життєздатності та продуктивності організмів у разі інбридингу — близькоспорідненого розмноження або самозапилення перехреснозапильників — пояснюють підвищенням ступеня гомозиготності організму. Що більше поколінь зазнає інбридингу, то більша гомозиготність за всіма генами досягається в результаті. Із збільшенням ступеня гомозиготності починає проявлятися дія багатьох шкідливих рецесивних генів, вплив яких за відсутності інбридингу нейтралізує дія нормальних домінантних генів. Багаторазовий інбридинг веде до різкого ослаблення або виродження нащадків; саме із цим пов'язана відома з давнини заборона близькоспоріднених шлюбів у людини.

Як наслідок інбридингу в кількох поколіннях відбувається роздроблення популяції на декілька генотипно відмінних ліній. Ефект досягається тим скоріше, що менша кількість генів, за якими гетерозиготна популяція. Такі генетично одноманітні лінії, гомозиготні за більшістю генів, що входять до їх складу, мають назву чистих ліній. Дослідження генетики чистих ліній дало змогу розробити методи їх використання в селекції для створення гетерозисних гібридів з високою продуктивністю. За умов правильного сполучення інбредних ліній в результаті схрещування вдається одержати гетерозисні гібриди, які перевершують за потужністю не тільки батьківські інбредні лінії, а й вихідні форми, з яких ці лінії одержані. Ефект гібридної потужності найбільшим буває в першому поколінні, потім слабшає і поступово зникає.

Однією із причин ефекту гетерозису є усунення в гетерозиготному організмі шкідливої дії рецесивних генів. Другий механізм гетерозису полягає в об'єднанні в гібриди сприятливих домінантних генів, які є в організмах батьків і поєднуються в гібриди. Гетерозис може виникнути і в результаті того, що деякі гени сприятливіше проявляються, якщо перебувають у гетерозиготному стані.

Схему одержання гетерозиготних гібридів простіше пояснити на прикладі кукурудзи — першого об'єкта, на якому почали використовувати міжлінійні гібриди. Кукурудза є першою рослиною, у якої одержання гетерозиготних гібридів було поставлено на промислову основу. Щоб отримати гібридне насіння, спочатку створюють інбредні лінії найкращих сортів. Через 5-6 років інбридингу проводять добір найкращих ліній і випробовують їх на найкраще поєднання — комбінаційну здатність. Лінії з високою комбінаційною здатністю, що після гібридизації дають найбільший ефект гетерозису, розмножують і використовують для масового виробництва гібридного насіння. Прості гібриди, які були одержані таким чином, часто стають основою для створення складних подвійних міжлінійних гібридів. Подвійні гібриди одержують шляхом схрещування двох простих міжлінійних гібридів. Якщо позначити похідні лінії А, В, С, D, можна схематично позначити одержання простих міжлінійних гібридів формулами  $A \times B$  та  $C \times D$ , а створення подвійного міжлінійного гібрида — формулою  $(A \times B) \times (C \times D)$ . Уявна складність створення таких гібридів, що пов'язана з багаторічним інбридингом, пошуком оптимальних поєднань ліній та створенням на їх основі спочатку простих, а потім і подвійних міжлінійних гібридів, цілком скуповується високим врожаєм цих гетерозиготних подвійних гібридів. Крім кукурудзи, використання гетерозису для підвищення продуктивності широко практикують у томатів, інших овочевих культур, а також у промисловому птахівництві та свинарстві.

У тваринництві явища гетерозису спостерігаються при гібридизації, міжпородному і внутрішньопорідному (міжлінійному) схрещуванні і забезпечують помітне підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин. Найбільшого поширення набуло використання гетерозису при

промислового схрещуванні. У птахівництві при схрещуванні яйценоських порід курей, наприклад, леггорнів з австралорпами, родайландами та ін., яйценоскість гібридів першого покоління зростає на 20-25 яєць у рік; схрещування м'ясних порід курей з яєчними для отримання м'яса обумовлює підвищення м'ясних якостей гібридів. У свинарстві, вівчарстві і скотарстві промисловим схрещуванням користуються для здобуття гетерозису по м'ясній продуктивності, що виражається в підвищенні скоростиглості і живої ваги тварин, збільшенні забійного виходу, покращенні якості туш.

## Частина V. Завдання 18

### Що вам відомо про гідрофільні та гідрофобні сполуки?

Речовини, які добре розчиняються у воді, називають гідрофільними. Проте існує група речовин, які важко розчиняються у воді або практично нерозчинні, — гідрофобні речовини.

До них належить більшість неполярних речовин: жири, ліпоїди, каучуки, парафіни тощо.

Енергія притягання молекул води до неполярних молекул буде меншою, ніж енергія водневих зв'язків.

Нерозчинність неполярних речовин широко використовується клітиною: до складу клітинних мембран входять неполярні речовини (ліпоїди), які обмежують перехід води із зовнішнього середовища в клітину й назад, а також з одних частин клітини в інші.

Вагоме значення має вода в організації структури біополімерів, зокрема білків. Молекула білка є довгою ниткою, від якої по всій її довжині відходять бокові групи (радикали). Частина радикалів — гідрофільна, інша частина — різко гідрофобна.

З тієї ж причини, з якої поміщені у воду жири, парафіни та інші гідрофобні речовини злипаються, утворюючи краплі, зчіплюються один з одним і гідрофобні радикали білка. Білкова нитка закручується в кульку, із зовнішнього боку якої розмістяться гідрофільні групи, а всередині — гідрофобне ядро.

Таким чином, у водному середовищі між гідрофобними радикалами білкової молекули виникають сили зчеплення, які підтримують стабільність структури білкового полімеру.

## Частина V. Завдання 19

### Ланцюги живлення

Основою будь-якої екосистеми є трофічні та супутні їм енергетичні зв'язки. Перенесення потенціальної енергії їжі, створеної фотосинтезуючими організмами, шляхом поїдання одних видів іншими називається ланцюгами живлення, або харчовими ланцюгами. Кожний ланцюг живлення складається з певної кількості ланок, або трофічних рівнів. Ланцюги живлення утворюють ряди видів, пов'язаних один з одним харчовими відносинами, що створює певну послідовність у передачі речовин і енергії. Перший трофічний рівень утворюють продуценти (рослини), другий — первинні консументи, або консументи I порядку (рослиноїдні тварини), третій — вторинні консументи, або консументи II порядку (м'ясоїдні тварини). Кількість ланок ланцюгів живлення обмежена (не перевищує 4-5), оскільки під час передавання енергії з попередньої ланки до наступної більша її частина втрачається.

Ланцюги живлення склались у процесі історичного розвитку органічного світу і є однією з характеристик взаємоприспосованості організмів у природі. Порушення умов існування відбивається на стані та чисельності одного або кількох видів, що призводить до змін в усьому ланцюгу живлення.

Ланцюги живлення пасовищного типу «йдуть» від продуцентів (рослин) до трав'яїдних (консументів I порядку), хижаків (консументів II порядку) і завершуються редуцентами. У міру пересування ланцюгом живлення, як правило, тварини все більше збільшуються у розмірах і зменшуються чисельно: рослини → дрібні гризуни → лисиця.

Харчові ланцюги паразитів, на відміну від хижаків, ведуть до організмів, які все більше зменшуються у розмірах і збільшуються чисельно: рослини → трав'яїдні ссавці → блохи → джгутикові.

Ланцюги живлення детритного типу починаються з відмерлих решток рослин, трупів і екскрементів тварин: лісова підстилка → дощовий черв'як →

чорний дрізд → пухоїд; мертва тварина → личинки мух → трав'яна жаба → вуж → яструб.

Один і той же вид може одночасно бути ланкою різних ланцюгів живлення: птахи, які живляться комахами-фітофагами, хижаками і редуцентами; тварини, що живляться рослинною їжею, і м'ясоїдні.

## Частина V. Завдання 20

### Нуклеотиди. Нуклеїнові кислоти

Нуклеїнові кислоти — природні високомолекулярні сполуки, що забезпечують збереження і передавання спадкової інформації в організмі. Це — біополімери, мономерами яких є нуклеотиди. Число нуклеотидів у складі однієї молекули нуклеїнової кислоти може становити від 200 до 200 млн. Уперше нуклеїнові кислоти виявили в ядрі клітин, звідки й походить назва цих сполук (від лат. нуклеус — ядро). Але згодом ці сполуки виявили і в інших частинах клітини.

Нуклеотид побудований з цукору-пентози, азотистої основи (пуринової або піримідинової) і залишку фосфатної кислоти. Сполуки пентози й азотистої основи називають нуклеозидами. Залежно від структури пентози розрізняють рибонуклеотиди і дезоксирибонуклеотиди, які є мономерами відповідно РНК або ДНК.

У молекулах ДНК і РНК містяться залишки різних нітратних основ. У молекулі ДНК — залишки аденіну (позначають літерою А), гуаніну (Г), цитозину (Ц) та тиміну (Т), у молекулі РНК — аденіну (А), гуаніну (Г), цитозину (Ц) та урацилу (У). Три типи нітратних основ для молекул ДНК і РНК спільні (нуклеотиди з аденіном, гуаніном і цитозином); натомість тимін міститься лише в молекулах ДНК, тоді як урацил — лише в молекулах РНК. Як і молекулам білків, молекулам нуклеїнових кислот притаманні різні рівні просторової організації (конформації).

Значення нуклеотидів не обмежується роллю «будівельних цеглинок» для створення молекул ДНК і РНК. Як виявилось, багато нуклеотидів або їх похідних, перебуваючи у вільному стані або в складі інших (крім ДНК і РНК) складних органічних сполук, виконують важливу роль в обміні речовин.



## Частина V. Завдання 21

### Біосфера і ноосфера

Уперше про біосферу як «область життя» писав Ж.-Б. Ламарк. Власне термін «біосфера» 1875 року запропонував австрійський вчений Е. Зюсс. Вчення про біосферу як оболонку Землі, населену живими організмами, створив академік В. І. Вернадський.

Біосфера — це особлива зовнішня оболонка Землі, склад, структура і енергетичний потенціал якої визначаються спільною діяльністю живих організмів, тобто це область поширення життя.

Ноосфера — сучасна стадія розвитку біосфери, пов'язана з появою в ній людства.

Відповідно до оригінальної теорії Вернадського, ноосфера є третьою в послідовності таких основних фаз розвитку Землі, як створення геосфери (неживої природи) та біосфери (живої природи). Так само як біосфера утворюється взаємодією усіх організмів на Землі, ноосфера складається усіма розумами, що взаємодіють.

Ноосферу можна розглядати як єдність природи і культури (у широкому тлумаченні останньої— з техносферою включно), особливо починаючи з того моменту, коли культура досягає (за силою впливу на біосферу та геосферу) потужності «геологічної сили».

Серед складових частин ноосфери виділяють антропосферу (сукупність людей як організмів), техносферу (сукупність штучних об'єктів, створених людиною, та природних об'єктів, змінених у результаті діяльності людства) та соціосферу (сукупність соціальних факторів, характерних для даного етапу розвитку суспільства та його взаємодії з природою). Розглядаючи означену єдність природи та культури (у їх взаємодії), у розвитку ноосфери доцільно розрізняти дві стадії:

1. Ноосфера у стадії її становлення, у процесі стихійного розвитку, починаючи з моменту появи «людини розумної».

2. Ноосфера, яку свідомо удосконалюють спільні зусилля людей в інтересах як людства в цілому, так і кожної окремої людини.

## Частина V. Завдання 22

### Основні положення сучасної клітинної теорії

1. Клітина є елементарною та водночас найголовнішою формою існування життя, властива всім живим організмам, крім вірусів.
2. Клітинна структура є головною, але не єдиною формою існування життя. Неклітинною формою життя можна вважати віруси. Правда, ознаки живого (обмін речовин, здатність до розмноження тощо) вони виявляють тільки всередині клітин, поза клітинами вірус є складною хімічною речовиною.
3. Існує два типи клітин — прокаріотичні (клітини бактерій і архей), що не мають відмежованого мембранами ядра, й еукаріотичні (клітини рослин, тварин, грибів' і найпростіших), що мають ядро, оточене подвійною мембраною.
4. У більшості прокаріотів немає внутрішніх мембранних органоїдів (органел), а у більшості еукаріотів є мітохондрії та хлоропласти. Таким чином, еукаріотична клітина— система більш високого рівня організації, вона не може вважатись цілком гомологічною клітині бактерій (клітина бактерій гомологічна мітохондрії клітини людини).
5. Гомологія всіх клітин, таким чином, зводиться до наявності в них замкнутої зовнішньої мембрани з подвійного шару фосфоліпідів (в архей вона має інший хімічний склад, ніж у решти груп організмів), рибосом і хромосом — спадкового матеріалу у вигляді молекул ДНК, що утворюють комплекс з білками.
6. Розмноження клітин відбувається поділом.
7. Клітини багатоклітинного організму не є індивідуумами, здатними існувати самостійно (так звані культури клітин поза організмом є штучно створюваними біологічними системами). До самостійного існування здатні, як правило, лише ті клітини багатоклітинних організмів, які дають початок новим особинам (гамети, зиготи або спори) і можуть розглядатись як окремі організми.

8. У багатоклітинних організмів різні типи клітин утворюються завдяки їх спеціалізації протягом індивідуального розвитку особини і походять від однієї клітини — зиготи, спори тощо.

9. Багатоклітинні організми — це складні ансамблі клітин, об'єднаних у цілісні інтегровані системи тканин і органів.

Сучасні досягнення цитології значно доповнили знання про клітинну теорію. Зокрема встановлено:

- а) усі клітини мають єдиний принцип структурної організації, а клітини еукаріотів мають принципово однаковий молекулярний склад;
- б) усі клітини поділені мембранами на компартменти; спеціалізація клітини залежить від її структури;
- в) кожна клітина організму поліпотентна;
- г) усім клітинам властивий однаковий механізм запису й реалізації спадкової інформації;
- д) кожна клітина має отримувати з оточуючого середовища енергію і трансформувати її, вибірково пропускати й виводити речовини.

## Частина V. Завдання 23

### Особливості клітин прокариотів та будови їх поверхневого апарату

Прокариоти — надцарство організмів, до складу якого входять царства Археї (Архебактерії) та Справжні бактерії (Еубактерії). До справжніх бактерій належать власне бактерії та ціанобактерії (застаріла назва «синьо-зелені водорості»).

Клітини прокариотів мають поверхневий апарат і цитоплазму, у якій розташовані нечисленні органели та різноманітні включення. Прокариотичні клітини не мають більшості органел (мітохондрій, пластид, ендоплазматичної сітки, комплексу Гольджі, лізосом, клітинного центру тощо). Прокариоти — мікроскопічні організми. Розміри їхніх клітин зазвичай коливаються в межах 0,2-30 мкм у діаметрі або завдовжки. Інколи трапляються й більші за розмірами клітини. Наприклад, деякі види роду Спірохета можуть сягати 250 мкм завдовжки. Форма клітин прокариотів різноманітна: куляста, паличкоподібна, у вигляді коми або спірально закрученої нитки тощо. Усі прокариоти — одноклітинні організми, клітини яких здатні сполучатись своїми стінками, утворюючи колонії у вигляді ниток, грон тощо. Іноді колонії оточені спільною слизовою оболонкою — капсулою. У колоніальних ціанобактерій контакти між сусідніми клітинами мають вигляд мікроскопічних каналців, заповнених цитоплазмою.

До складу поверхневого апарату клітин прокариотів входять плазматична мембрана, клітинна стінка, інколи слизова капсула. У більшості бактерій клітинна стінка складається з високомолекулярної органічної сполуки — муреїну. Ця сполука утворює сітчасту структуру, яка надає клітинній стінці жорсткості. У ціанобактерій зовнішній шар клітинної стінки містить полісахарид пектин та особливі скоротливі білки. Вони забезпечують їм ковзання або обертання.

До складу клітинної стінки часто входить тоненька зовнішня мембрана, що подібно до плазматичної мембрани містить білки, фосфоліпіди та інші речовини. Вона забезпечує захист вмісту клітини. Зокрема, на таких бактерій не діють деякі антибіотики (наприклад, пеніцилін, актиноміцин). Клітинна

стінка бактерій має антигенні властивості, тобто організм, у який потрапляє бактерія, сприймає її як чужорідне тіло. Завдяки цьому певні лейкоцити «впізнають» хвороботворні бактерії та виробляють до них антитіла.

Ліпіди та полісахариди клітинної стінки дають змогу бактеріям прилипати до різних поверхонь (клітин еукаріотів, емалі зубів тощо), а також злипатися між собою. Слизова капсула складається з полісахаридів. Вона не дуже міцно зв'язана із клітиною й легко руйнується під дією певних сполук. Поверхня клітин деяких бактерій укрита численними тоненькими ниткоподібними виростами. За їхньої участі клітини бактерій обмінюються спадковою інформацією, зчіпляються між собою або прикріплюються до субстрату.

Рибосоми прокаріотів дрібніші за рибосоми еукаріотичних клітин.

Плазматична мембрана може утворювати гладенькі або складчасті вгини в цитоплазму. На складчастих мембранних вгинах містяться дихальні ферменти та рибосоми, а на гладеньких — фотосинтезуючі пігменти. У клітинах деяких бактерій (наприклад, пурпурних) фотосинтезуючі пігменти містяться в замкнених мішкоподібних структурах, утворених вгинами плазматичної мембрани. Такі мішечки можуть бути розташовані поодинокі або ж зібрані в купки. Подібні утвори ціанобактерій називають тилакоїдами; вони містять хлорофіл і розташовані поодинокі в поверхневому шарі цитоплазми.

У деяких бактерій і ціанобактерій (мешканців водойм або капілярів ґрунту, заповнених водою) є особливі, заповнені газовою сумішшю, газові вакуолі. Змінюючи об'єм вакуоль, бактерії можуть переміщуватись, у товщі води з мінімальними витратами енергії.

## Частина V. Завдання 24

### Дивергенція та конвергенція, гомологічні та аналогічні органи, рудименти

Гомологічні органи мають загальне походження, подібну будову і розташування, але виконують різні функції. Наприклад, в усіх хребетних гомологічними є кінцівки (лапа крота, плавець дельфіна, кінцівка собаки, рука людини); гомологами є видозміни листка (вусики гороху, колючки кактуса), стебла (вусики винограду, кореневище конвалії, бульба картоплі). Гомологічні органи виникли від одного початкового органу, але згодом змінились через різний спосіб життя.

Аналогічні органи не мають спільного плану будови та походження, але виконують подібні функції. Наприклад, аналогічними органами є крила метеликів і птаха, кінцівки крота і капустанки, голки барбарису (листяного походження) і глоду (видозміна стебла).

Рудименти — органи, які виконували певну функцію у предків, а в нащадків перебувають на стадії зникнення або набули нових функцій.

Рудиментарними є 2-й і 4-й пальці в коня, 1-й і 3-й пальці крила птаха, листя на кореневищі конвалії, у людини — третя повіка, кістки куприка, апендикс. Деякі рудиментарні органи стали виконувати нові функції. Наприклад, у людини апендикс, що виконував функцію травлення, став виконувати імунну функцію: у ньому знищуються чужорідні речовини, що потрапляють у травний тракт.

Атавізми — органи, що існували в далеких предків і були втрачені в ході еволюції, але ще зрідка з'являються в деяких особин. Поява атавізмів пояснюється тим, що гени, які відповідають за дану ознаку, у генотипі збереглися, але заблоковані іншими генами. Іноді вони починають функціонувати, і тоді втрачена раніше ознака виявляється. Прикладами атавізмів у людини є народження людей із хвостовим придатком, сильно розвиненим волосяним покривом на тілі, незарослими зябровими щілинами. Наявність рудиментів і атавізмів свідчить про змінність видів.

Дивергенція — це незалежне утворення різних ознак у споріднених організмів. В основі дивергенції лежить екологічна диференціація виду (або групи видів) на самостійні гілки. Відмінності між видами однієї групи через зміну напряму добору все більше й більше поглиблюються. Але водночас зберігається певна спільність ознак морфофізіологічної організації. Це свідчить про походження даної групи від спільного предка. При дивергенції подібність між організмами пояснюється спільністю їх походження, а відмінності — пристосуванням до різних умов середовища. У результаті дивергенції виникають гомологічні органи.

Прикладом дивергенції форм є виникнення різноманітних за морфофізіологічними особливостями видів в'юрків від одного або небагатьох предкових видів на Галапагоських островах. Розбіжність внутрішньовидових форм і видів з різних місць існування визначається конкуренцією за однакові умови, а вихід полягає в розселенні їх по різних ектопах. Механізм дивергентної еволюції заснований на дії елементарних еволюційних факторів.

Конвергенція (конвергентний розвиток) — процес еволюційного розвитку двох або кількох неспоріднених груп у близькому напрямі. Конвергенція обумовлена існуванням в однаковому середовищі, у яке потрапляють неспоріднені організми. Класичним прикладом конвергентного розвитку вважається виникнення схожих форм тіла в акулі (первинноводні форми), іхтіозаврів і китоподібних (вторинноводні форми). При конвергентному розвитку подібність між неспорідненими організмами завжди є тільки зовнішньою (еволюційним змінам в одному напрямі піддаються лише зовнішні ознаки як результат пристосування до однакових умов середовища). За формою тіла іхтіозавр схожий на акулу і дельфіна, але за такими істотними рисами, як будова шкірних покривів, черепа, мускулатури, кровоносної, дихальної та інших систем, ці групи хребетних різні. При конвергентному, способі еволюції виникають аналогічні органи.



## Частина V. Завдання 25

### Схарактеризуйте процес мікроеволюції

Мікроеволюція — сукупність еволюційних процесів, що відбуваються всередині популяцій. Мікроеволюція спричиняє зміну генофонду популяцій, диференціації виду або розчленування його на внутрішньовидові угруповання — популяції, підвиди, а за певних умов — утворення нового виду.

Мікроеволюційний процес розпочинається зі зміни генетичної структури популяцій і закінчується їх репродуктивною ізоляцією, внутрішньовидовою дивергенцією.

На зміну генетичної структури популяцій впливають такі фактори: відсутність або обмеженість вільного схрещування між особинами (панміксії), мутаційний процес, хвилі життя, дрейф генів, порушення ізоляції, природний добір.

Процес мікроеволюції можна виразити так:

елементарна еволюційна структура — популяція, насичена елементарним еволюційним матеріалом — мутаціями;

елементарні еволюційні чинники: ті, що спрямовують еволюційний процес — боротьба за існування і природний добір; ті, які не спрямовують еволюційного процесу — хвилі життя, дрейф генів, ізоляції;

елементарне еволюційне явище — зміна генофонду популяції: удосконалення популяції; утворення нової популяції, підвиду, виду.

Мікроеволюція — початковий етап еволюції виду. Масштаб часу мікроеволюції — сотні, тисячі років. Але її можна спостерігати і протягом життя людини, наприклад створення культури тритікале. Це залежить від способу видоутворення і швидкості зміни поколінь.

Мікроеволюція завершується появою нового виду. Але не всі популяції здатні утворити новий вид, тому що вони можуть або злитись, або елімінувати.

База усіх збірників, відповідей ДПА 2020 на сайті <https://dpa-zno.info>

Скачати усі збірники ДПА 2020 на сайті <https://dpa-zno.info>

## Частина V. Завдання 26

### Біосинтез білка. Основні етапи матричного синтезу білка

Підготовчий етап білкового синтезу включає активацію амінокислот та їх взаємодію з т-РНК. Активування амінокислот відбувається в цитоплазмі клітини за рахунок енергії АТФ. Далі амінокислоти, активовані за допомогою АТФ, взаємодіють з т-РНК. Кожній амінокислоті відповідає своя специфічна т-РНК.

Індивідуальні т-РНК мають як загальні риси будови, так і свої особливості. Усі різновидності т-РНК несуть на одному кінці (аміноацильному кінці) одну й ту ж послідовність нуклеотидів — ЦЦА.

У цьому триплеті залишок кінцевого аденозину (А) слугує для приєднання активованої амінокислоти.

Друга ділянка строго специфічна для різних т-РНК: на ній міститься триплет нуклеотидів, званий антикодоном. Кожній амінокислоті відповідає певний антикодон на кінці т-РНК. Антикодон забезпечує специфічну взаємодію двох нуклеїнових кислот — т-РНК та і-РНК, яка здійснюється на наступних етапах синтезу білка в рибосомах. На етапі елонгації відбувається перетворення послідовності кодонів і-РНК у послідовність амінокислот синтезованої молекули білка. Основою такого перетворення є генетичний код.

Завдяки генетичному коду інформація, закодована в молекулі ДНК, через іРНК переноситься до рибосом, а далі за допомогою т-РНК перетворюється в інформацію про амінокислотний склад майбутнього білка. Так утворюється унікальна для кожного білка послідовність амінокислот, тобто первинна структура білкової молекули.

## Частина V. Завдання 27

### Структурні та регуляторні гени

Усі гени містяться в молекулі ДНК, яка самовідтворюється. Кожний з них є певною ділянкою цієї молекули. За своїми функціями гени неоднакові. Одні з них несуть інформацію про послідовність амінокислот у білковій молекулі, інші — регулюють активність перших і цим контролюють процес надходження інформації від ДНК до і-РНК. Перша група генів одержала назву структурних, друга — регуляторних. Структурні гени, які контролюють синтез ферментів в одному ланцюзі реакцій, розташовані поряд один з одним. Вони складають єдиний блок, званий опероном, і здійснюють послідовні етапи синтезу одного ферменту, працюючи злагоджено, як один елемент. Структурна (інформативна) зона оперону, яка несе інформацію для синтезу білків, розташована в міждисконій частині хромосоми, а регуляторна (акцепторна) її частина входить до складу дисконів. Гени в опероні або всі активні, або всі пасивні. Гени одного оперона здійснюють всі послідовні реакції синтезу кінцевого продукту. Тому синтезуються або всі ферменти в ланцюзі реакції, або не синтезується жоден з них. Група генів одного оперона включається в процес синтезу і виключається з нього одночасно.

«Вмикання» і «вимикання» структурних генів складає сутність усього процесу регуляції. Функції вмикання і вимикання виконує особлива ділянка молекули ДНК — ген-оператор, розташований на початку оперона. Ген-оператор перебуває в активному стані доти, доки до нього не приєднається молекула репресора. Тільки-но репресор зв'язується з геном-опероном, увесь оперон «вимикається» і його гени стають неактивними. Якщо репресора немає, структурні гени «вмикаються» і відбувається синтез молекул РНК, які несуть у цитоплазму інформацію для синтезу всього набору ферментів, що виробляє цей оперон.

Репресор — речовина білкової природи. Його синтезує ген, розташований на певній відстані від оперона. Цей ген називають геном-регулятором. Генрегулятор безперервно посилає до цитоплазми і-РНК, які містять інформацію для синтезу білків-репресорів. Таким чином, функція гена-

регулятора полягає в керуванні синтезом молекул репресора, які потім з'єднуються з оператором і впливають на механізм активації структурних генів оперона. Роботу гена-регулятора, що виробляє молекули репресора, направляє і контролює цитоплазма клітини. Ця робота залежить від зовнішніх умов.

Поки кінцевий продукт утворюється у потрібній клітині кількості, репресор перебуває в неактивному стані, ген-оператор «вимкнтий» і структурні гени працюють. Тільки-но кінцевий продукт починає вироблятися в більшій кількості, ніж це потрібно клітині у даний момент, він вступає в реакцію з репресором, який активується і, зв'язуючись з геном-оператором, «вимикає» роботу всієї системи. Але коли в клітині знову виникає необхідність у цій біохімічній реакції, дія репресора знімається. Відбувається це через індукцію. Індуктором зазвичай слугує та речовина, яка переробляється за участі даного ферменту, тобто є його субстратом. Молекули цієї речовини, з'єднуючись з репресором, одночасно звільняють ген-оператор, який «вмикає» роботу структурних генів, і синтез необхідного продукту відновлюється. Сигнал на включення в роботу оперона дає вихідна речовина реакції, яка відбувається за участі синтезованого ферменту, а сигнал на його «вимикання» надходить від речовини, яка утворюється в результаті цієї реакції. Дія такої двосторонньої системи сигналізації ґрунтується на властивості молекул репресора з'єднуватись і з геном-оператором, і з молекулами індуктора. Механізм генної регуляції синтезу ферментів добре вивчений у молочнокислих бактерій, що розщеплюють молочний цукор за допомогою ферменту галактозидази. Бактерія поглинає лактозу і розщеплює її за допомогою ферменту галактозидази. Якщо в розчині лактози немає, то фермент для її розщеплення не потрібний, тому репресор, що виробляє ген-регулятор, входить у взаємодію з геном-оператором і «замикає» його. Цим припиняється робота структурних генів, на яких синтезується і-РНК, що слугує матрицею для вироблення ферменту галактози. Якщо лактоза з'являється в середовищі навколо клітини, вона діючи як індуктор, взаємодіє з репресором і зв'язує його. Одночасно із цим ген-оператор звільняється від репресора й активує структурні гени:

починається синтез і-РНК й утворення ферменту галактозидази. Нові порції репресора які виробляє ген-регулятор, теж зв'язуються лактозою. Доки в середовищі навколо клітини є лактоза доти весь час утворюється фермент, що її розщеплює. З вичерпанням запасів лактози репресор звільняється і «вимикає» роботу структурних генів. Утворення непотрібного більше клітині ферменту галактозидази припиняється. Як бачимо, генетична система клітини, використовуючи механізми індукції та репресії, може регулювати початок і закінчення синтезу певного ферменту та здійснювати цей процес з потрібною швидкістю.

## Частина V. Завдання 28

### Синтетична теорія еволюції

Синтетична теорія еволюції виникла на початку 1940-х рр. як вчення про еволюцію органічного світу, розроблене за даними сучасної генетики, екології, молекулярної біології і класичного дарвінізму. Термін «синтетична теорія» походить від назви книги відомого англійського еволюціоніста Джуліана Хакслі — «Еволюція: сучасний синтез» (1942). Її розробляли багато науковців, серед яких, передусім, необхідно згадати С. С. Четверикова, М. В. Тимофеева-Ресовського, М. І. Вавилова, І.І. Шмальгаузена, С. Райта, Г. Ф. Гаузе, Ф. Т. Добжанського, Дж. Г. Сімпсона, Р. А. Фішера, Дж. Хакслі, Дж. Холдейна.

Основні постулати синтетичної теорії еволюції в загальних рисах можна сформулювати таким чином:

1. Найменшою елементарною одиницею еволюції є популяція.
2. Матеріалом для еволюції є мутації. Мутаційна мінливість має випадковий, а не спрямований характер.
3. Елементарним еволюційним явищем є зміна генофонду популяції.
4. До елементарних факторів еволюції належать мутаційний процес, потік генів, ізоляція, популяційні хвилі, дрейф генів. Спрямовуючим чинником еволюції, або його рушійною силою, є природний добір.
5. Утворення нових видів у природі може відбуватись як поступово, так і раптово.
6. Природний добір буває рушійним, стабілізуючим та розвиваючим.

## Частина V. Завдання 29

### Біогенетичний закон Геккеля — Мюллера

Біогенетичний закон: онтогенез кожної особини — це коротке і швидке повторення філогенезу.

Прикладів такого повторення (рекапітуляції) існує дуже багато. Так, зародки ссавців (у тому числі й людини), птахів і рептилій протягом перших днів або тижнів розвитку мають рибоподібну форму й зяброві борозни; у шеститижневого зародка коня на кінцівках є по три пальці; у молодих качконосів є зуби багатогорбкового типу; черепашки амонітів у процесі індивідуального розвитку мають лінії швів, характерні для предкових форм; перші листки в папоротеподібних розгалужені дихотомічно, як у первісних наземних рослин.

Таке явище помітили ще К. М. Бер і Ч. Дарвін, але найдокладніше описали Ф. Мюллер і Е. Геккель. Проте зародок або молодий індивід у процесі свого розвитку не може повторити всі минулі етапи розвитку предків. У зв'язку з цим біогенетичний закон іноді називають біогенетичним правилом. Спроби зовсім відкинути існування біогенетичного закону суперечать реальній дійсності. Біогенетичний закон є одним з доказів поступового розвитку організмів від найпростіших до найскладніших.



## Частина V. Завдання 30

### Філогенез. Філогенетичний ряд

Філогенез, філогенія — історичний розвиток організмів. Термін увів німецький еволюціоніст Е. Геккель 1866 року. Процес філогенезу і його закономірності вивчає філогенетика. Основним завданням при вивченні філогенезу є реконструкція еволюційних перетворень тварин, рослин, мікроорганізмів, установлення на цій основі їх походження і родинних зв'язків між таксонами, до яких відносяться вивчені організми.

Для цієї мети Е. Геккель розробив метод «потрійного паралелізму», що дає змогу шляхом зіставлення даних трьох наук — морфології, ембріології і палеонтології — відновити хід історичного розвитку досліджуваної систематичної групи. Щоб залучити дані ембріології для реконструкції еволюційних перетворень організмів треба вивчити співвідношення між їх індивідуальним та історичним розвитком, уточнити поняття філогенезу.

Англійський еволюціоніст У. Гарстанг 1922 року сформулював уявлення про філогенез як про послідовність онтогенезів у наступних (один за одним) поколіннях, зв'язаних співвідношенням: батьки → діти → онуки. Цю ідею розвинув І.І. Шмальгаузен, який вважав, що філогенез являє собою «історичний ряд відомих (відібраних) онтогенезів». Трактуювання філогенезу як історичної послідовності онтогенезів, які пройшли контроль природного добору, дає змогу встановити процес розвитку будь-якої систематичної групи. Це залежить від вибору ознак, за якими встановлюється наступність форм, від наявності даних палеонтології і від завдань дослідження. Вивчення історичних змін ознак, характерних для даної систематичної групи, дає змогу реконструювати філогенез цієї групи; однак нерівномірність темпів еволюції ознак і неминучість екстраполяції результатів вивчення обмеженого числа ознак на філогенез цілісного організму, а потім на філогенез таксона, знижує точність реконструкції філогенезу і часто веде до помилок. Тому для цілей реконструкції філогенезу все ширше залучають дані низки біологічних наук, наприклад молекулярної біології, біохімії, генетики, біогеографії, екології та ін.

Філогенез різних груп тварин вивчений у край нерівномірно. Це обумовлено як різною кількістю палеонтологічних і ембріологічних даних, так і історично сформованим напрямком вивчення тієї чи іншої таксономічної групи. Палеонтологам відомо менш 3 % передбачуваного числа сучасних видів.

Найбільш повно вивчений філогенез хребетних тваринних і вищих рослин, що обумовлено наявністю палеонтологічних даних. Для деяких груп хребетних, наприклад гомінід, хоботних і ряду інших, філогенетичні зв'язки встановлені з точністю до родів і видів. Серед безхребетних тварин докладно вивчений філогенез деяких груп молюсків і членистоногих. Однак родинні зв'язки між типами тваринного світу, так само як філогенетичні зв'язки таксонів більш низького рангу, наприклад рядів ссавців, багато в чому дискусійні.

Дослідження решток викопних організмів та порівняння їх із сучасними видами, а також порівняння будови сучасних видів між собою дають змогу виявити певні відмінності між ними, а також — встановити напрями історичних змін як окремих рис будови, так і типу організації в цілому. Таким чином, викопні й сучасні форми ніби зв'язуються в єдиний філогенетичний ряд — послідовність історичних змін організмів у цілому чи їхніх окремих органів у межах певної систематичної групи (наприклад, послідовність еволюційних змін черепа і кінцівок у предків коней).