

Тема: Цитологічні основи спадковості

1. Клітина як матеріальна основа спадковості. Будова клітини.
2. Поділ клітин. Мітоз
3. Мейоз.
4. Гаметогенез
5. Каріотип та його особливості

Клітина, як матеріальна основа спадковості, є основним структурним елементом рослинних і тваринних організмів, вона забезпечує їхнє відтворення, розвиток і життєдіяльність. Одні клітини існують як самостійні елементарні біологічні системи, це одноклітинні організми – протозої, або найпростіші, до яких відносяться інфузорії, джгутикові, споровики, мікроспоридії. Більшість найпростіших живе у водоймах, беруть участь в їх самоочищенні і вони є досить добрим кормом для риб. Інша група клітин існує у складі багатоклітинного організму, у якому вони забезпечують сукупність взаємодій між клітиною, тканинами і органами за участю системних регуляторних механізмів, зокрема нейрогуморальної регуляції. Усі клітини побудовані за єдиною структурою і поділяються в залежності від наявності у них ядра на еукаріотичні та прокаріотичні.

Будова клітин різних видів організмів подібна, а їх функція залежить від генетичної інформації, яка працює. Все це дозволяє сформулювати основні цитогенетичні положення спадковості:

- який би складний організм не був, він складається з клітин; - всі обмінні (метаболічні) процеси відбуваються у клітині;
- всі обмінні процеси проходять під контролем генів.

Будова клітини. Тіло високорозвинених організмів складається із мікроскопічних клітин, які не зважаючи на маленькі розміри мають надзвичайно складну будову. Розраховано, що якщо зібрати яйцеклітини, з яких походить усе населення землі, то вони помістилися б у одній чайній чашці, і вода при цьому займала б більшу частину об'єму. Підраховано, що людське тіло складається приблизно з 250 трильйонів клітин. Мозок має приблизно 3 трильйони клітин, ця кількість після народження не змінюється.

Більшість клітин складається із двох основних частин – цитоплазми і ядра. Поверхня клітини вкрита оболонкою, клітинною мембраною, яка є своєрідним каркасом і зберігає форму клітини. Через мембрану до клітини потрапляють розчинні поживні речовини і виділяються з неї.

Ядро – це сферичне тіло, розташоване майже у центрі клітини. Ядро є своєрідним серцем і мозком клітини, оскільки воно несе генетичний матеріал, який керує синтезом речовин, необхідних для здійснення функцій клітини і організму та для відтворення виду. Внутрішній склад ядра становить каріолімфа (ядерний сік). У каріолімфі знаходяться одне або кілька ядерець, а також значна кількість 19 молекул ДНК. У процесі мітотичного ділення клітини нуклеопротейди спіралізуються і переходять у хромосоми.

Хромосоми – це структури клітинного ядра, які забезпечують передачу

спадкової інформації від клітини до клітини та від покоління до покоління. Вони утворюють хромосомний набір (каріотип). Кожний організм має чітко визначений за формою, розмірами і кількістю набір хромосом, який є ніби візитною карткою організму. Ядерце, як і цитоплазма, утворене в основному з рибонуклеїнових кислот та специфічних білків. Воно є центром синтезу і організації рибонуклеопротеїдів. Під час поділу ядра ядерця зникають і з'являються лише на стадії телофази. Хромосоми мають продовгувату форму з розміщеною у тій чи іншій ділянці перетинкою – центромером.

Центромери разом з центріолями є апаратом поділу клітини. У клітинах більшості організмів хромосоми можна бачити лише під час клітинного поділу. При завершенні мітозу вони починають витягуватись, доки не стають такими тонкими, що їх буває неможливо розрізнити за допомогою світлового мікроскопа.

Цитоплазма є основою клітини. У ній знаходяться і функціонують більшість клітинних органел, які зумовлюють життя клітини. Такі органели як апарат Гольджі, рибосоми, мітохондрії і лізосоми, мають чітко визначені функції, важливі для життєдіяльності клітини і всього організму.

Апарат Гольджі є у всіх клітинах, які мають протоплазму, і являє собою багаторушну систему плоских мембранних мішечків. По периферії ці мішечки потовщуються й утворюють міхурчасті відгалуження.

Лізосоми – це дрібні мембранні порожні кульки. Їх особливість – інтенсивне нагромадження гідролітичних ферментів, що виконують роль 20 внутрішньоклітинного травлення (гетерофогію). Лізосоми також забезпечують розщеплення речовин поза клітиною (аутофогію).

Рибосоми – це мембранні клітинні органоїди, що виконують біосинтез білка. Їх максимальна кількість знаходиться там, де відбувається синтез білка. Рибосоми відіграють виключно важливу роль в експресії генів. В бактеріальній клітині міститься близько 1000 рибосом, а в еукаріотичній – в десятки разів більше. Рибосома складається з двох субодиниць.

Мітохондрії – органели, які забезпечують енергетичні потреби клітини. Це відбувається за рахунок перетворення енергії хімічного зв'язку поживних речовин у макроенергетичні зв'язки у вигляді аденозинтрифосфornoї кислоти (АТФ). У мітохондріях відбувається ферментативне розщеплення вуглеводів, жирних амінокислот із звільненням енергії і перетворення у АТФ. Мітохондрії мають нуклеїнові кислоти ДНК і РНК та повний апарат, який синтезує власні білки. Мітохондрії є в усіх типах клітин, які мають ядро, за винятком бактерій та синьо-зелених водоростей. Найбільша кількість мітохондрій спостерігається у нервових клітинах.

Поділ клітин. Мітоз

Мітоз або непрямий поділ клітини, являє собою безперервний процес, в результаті якого відбувається спочатку подвоєння, а потім точний рівномірний розподіл спадкового матеріалу, що знаходиться в хромосомах, між двома новоутвореними клітинами. Завдяки мітозу дві дочірні клітини мають ядра, що несуть ідентичну спадкову інформацію, характерну для даного організму. У цьому й полягає біологічне значення мітозу. Мітотичний поділ клітини

контролюється генами. Існують гени, що нормалізують і дезорганізують процес мітозу.

Поділ ядра сприяє поділу всієї клітини. Цей процес називається цитокінезом. Під час мітозу розрізняють чотири послідовні фази: *профазу, метафазу, анафазу, телофазу*.

Профаза – перша фаза поділу ядра. Під час профазы всередині ядра з'являються структурні елементи, що мають вигляд тонких подвійних ниток. У результаті спіралізації хроматину хромосоми ущільнюються, коротшають 27 і стають чітко видимими. До кінця профазы добре помітно, що кожна хромосома складається із двох хроматид, які щільно прилягають одна до одної. Обидві хроматиди з'єднуються однією спільною ділянкою – центромером.

Метафаза у даній фазі хромосоми надто ущільнені й набувають певної, характерної для даного виду, форми. Дочірні хроматиди в кожній парі розділені добре видимою поздовжньою щілиною. Більшість хромосом стають двоплечими.

Анафаза. Слідом за поділом центромер починається розходження хроматид, які стали тепер окремими дочірніми, або сестринськими хромосомами, до протилежних полюсів. При цьому хромосоми мають вигляд різноманітних гачків, обернених своїми кінцями до центра клітини.

Телофаза. У цій фазі триває деспіралізація хромосомних ниток і хромосоми поступово стають тоншими та довшими, нагадуючи стан, в якому вони перебували в профазі. Навколо кожної групи хромосом утворюється ядерна оболонка та формується ядерце. У цей час завершується поділ цитоплазми та утворюється клітинна оболонка. Утворені нові дочірні клітини вступають у період інтерфазы. Весь процес мітозу протікає, як правило, упродовж 1- 2 год. Загалом тривалість його залежить від виду й віку клітин, а також від зовнішніх умов, в яких вони знаходяться (температурний і світловий режим, вологість повітря тощо). Поділ клітин гальмується під дією високої температури, підвищених доз радіації, різних наркотиків і рослинних отрут.

3. Мейоз.

Всі організми, що розмножуються статевим шляхом, утворюють статеві клітини, або гамети. Цьому передують особливий вид поділу клітинного ядра – мейоз (від грецького μέωζω – зменшення, редуція), складний поділ ядра, який забезпечує зменшення (редукцію) числа хромосом. Мейотичний поділ уперше було відкрито Флемінгом в 1884 р. Він істотно відрізняється від мітозу й амітозу.

Мейоз – один із ключових механізмів спадковості та спадкової мінливості. Основні його особливості полягають у тому, що, оскільки при заплідненні поєднуються материнський і батьківський набори хромосом, при утворенні гамет біологічно необхідно зменшення їхньої кількості вдвічі. Цей процес здійснюється під час мейозу.

Мейоз складається із двох поділів клітин, які досить швидко відбуваються один за одним. Один з них називається редукційним, або першим мейотичним поділом, при якому кількість хромосом зменшується у 2 рази; другий – екваційним (рівним), або другим мейотичним поділом, що протікає так само, як

і мітоз. Кожен із цих поділів, як і звичайний мітоз складається із чотирьох фаз: профазі, метафазі, анафазі і телофазі. Найбільш складно протікає профаза першого поділу. Вона поділяється на п'ять послідовних стадій лептотену, зиготену, пахітену, диплотену та діакінезу.

4. Гаметогенез.

Це розвиток статевих клітин – гамет. У більшості тварин, в тому числі й свійських, гамети розвиваються у статевих залозах – гонадах (сім'яниках і яєчниках) із первинних статевих клітин гоніоцитів (сперматогоній і овогоній).

Гаметогенез умовно поділяють на такі періоди.

- Перший (період розмноження) – це інтенсивний мітотичний поділ гоніоцитів (сперматогоній і овогоній).
- Другий (період росту) – збільшення розміру клітин внаслідок збільшення кількості цитоплазми і перетворення їх на сперматоцити та овоцити першого порядку.
- Третій (період дозрівання) – швидке проходження, один за одним, двох поділів – редукційного з утворенням сперматоцитів і овоцитів другого порядку й еквіаційного з утворенням сперматид та овотид.
- Четвертий (період формування сперматозоонів) – утворення хвостика у сперматид.

Сперматогенез і овогенез.

Сперматогенез, або утворення чоловічих статевих клітин – сперматозоонів (сперматозоїдів), відбувається в чоловічих статевих залозах – сім'яниках.

Овогенез, або утворення жіночих статевих клітин – яйцеклітин, відбувається відповідно у жіночих статевих залозах – яєчниках і складається з трьох періодів: розмноження, росту і дозрівання.

5. Каріотип.

Каріотип це набір хромосом у соматичній клітині, який є типовим для даної групи тварин або рослин за кількістю, формою і величиною. Ознакою каріотипу є наявність пар гомологічних (однакових) хромосом. *Гомологи* - це хромосоми, що мають однакову структуру, морфологію і розміри, але мають різне походження (одна – материнська, а друга – батьківська).

Хромосоми із різних пар називаються негомологічними хромосомами. Характерною особливістю еволюції каріотипів є незалежна від 21 еволюційного рівня тварин або рослин кількість хромосом. Наприклад, у людини 46 хромосом, а у річкового рака – 200. Це пояснює те, що не кількість хромосом, а якісні особливості генетичної інформації, записані в молекулі ДНК, визначають розвиток і властивості індивідуума та виду. Кількість хромосом у деяких видів тварин: велика рогата худоба – 60, коні – 64, свиня – 38, вівця – 54

В молекулах гістонів міститься велика кількість позитивно заряджених амінокислот – лізину та аргініну, що дозволяє молекулам цих білків притягувати негативно заряджені фосфатні групи нуклеотидів. Наявна модель структури хроматину базується на припущенні про те, що хроматинові нитки, які

складаються з ДНК та зв'язаних з нею білків, піддаються скручуванню та складанню.

Спіралізація – це процес вкорочення й ущільнення хромосом, що передуює поділу клітини (мітозу й мейозу).

Деспіралізація – це процес розкручування хроматид під час завершення поділу клітин (мітозу або мейозу). Максимальну деспіралізацію спостерігають у період найвищої синтетичної діяльності хромосом – інтерфазі. У цей період відбувається реплікація (тобто, відновлення) хромосом і реалізація записаної в них генетичної інформації.

Будова хромосом. Основні стадії поділу клітин, коли можна вивчати будову або морфологію хромосом – це стадії метафази і анафази. На цих стадіях вони найбільш чітко видимі в клітині і характеризуються такими ознаками – поперечною перетинкою (центромерою), яка ділить хромосоми на два плеча із характерною для них довжиною. У сільськогосподарських тварин хромосоми достатньо великі та зручні для вивчення. Виняток складає птиця, у якої, окрім декількох великих, є багато дрібних хромосом, що певною мірою ускладнює їхню ідентифікацію і локалізацію у тих чи інших генах. Речовина, з якої побудовані хромосоми, називається хроматином.