**СПОСОБИ РОЗМНОЖЕННЯ КЛІТИН ЕУКАРІОТІВ**

**Пригадайте,** що таке апоптоз і некроз. Які органели характерні для еукаріотичної клітини? Які особливості їхньої будови? Чим відрізняються хромосомні набори статевих і нестатевих клітин багатоклітинних організмів? Які набори хромосом називають гаплоїдними, диплоїдними та поліплоїдними? Що таке інтерфаза, гомологічні хромосоми, центромери, життєвий цикл?

Пригадаємо основні способи поділу клітин еукаріотів: мітоз і мейоз.

**Порівняльна характеристика процесів мітотичного та мейотичного поділів клітини.** На малюнку 46.1 схематично зображено клітинний цикл. Він складається з періоду поділу (у нашому випадку це мітоз) та періоду інтерфази. Пригадаємо, інтерфаза — це період між двома послідовними поділами клітини або від завершення останнього поділу до загибелі клітини.



**Мал. 46.1. Клітинний цикл: М — мітотичний поділ, що включає поділ ядра та поділ цитоплазми; три періоди інтерфази: G1, S (період, під час якого відбувається реплікація молекул ДНК) та G2**

Ми вже знаємо, що є два варіанти загибелі клітин: некроз та апоптоз. У разі некрозу клітини гинуть унаслідок ушкодження плазматичної мембрани, необоротних змін мітохондрій, ядер, що призводить до припинення їхніх життєвих функцій. Зазвичай відмирають значні групи клітин. З такими процесами можуть бути пов’язані важкі захворювання людини, наприклад інфаркт міокарда. У ділянках відмирання клітин з’являються лейкоцити й розвиваються процеси запалення. У разі апоптозу клітини гинуть без ушкоджень або впливу токсичних речовин. Адже кожна клітина, як і цілісний багатоклітинний організм, характеризується певною тривалістю життя, запрограмованою спадково.

В інтерфазі клітина росте, синтезуються білки та інші органічні сполуки. У цей період активно запасається енергія, потрібна для здійснення наступного поділу клітини. Процеси синтезу найінтенсивніше відбуваються в певний період інтерфази, який називають синтетичним (S-період). У цей час подвоюються молекули ДНК, діляться мітохондрії, пластиди. Проміжок часу між завершенням попереднього поділу клітини і синтетичним періодом називають передсинтетичним (G1-період), а між завершенням синтетичного періоду і початком наступного поділу — післясинтетичним (G2-період, мал. 46.1). Тривалість інтерфази зазвичай становить до 90 % часу клітинного циклу. Стимулом для наступного поділу клітини часто є досягнення нею певних розмірів в інтерфазі.

Основний спосіб поділу еукаріотичних клітин — мітоз — складається із чотирьох фаз: про-, мета-, ана- та телофази (мал. 46.2). Профаза починається з ущільнення ниток хроматину: хромосоми вкорочуються і потовщуються. Поступово зникають ядерця, і хромосоми опиняються в цитоплазмі. У більшості клітин під час поділу ядерна оболонка розпадається на фрагменти та зникає. Водночас починає формуватися веретено поділу. Його нитки прикріплюються до кінетохорів — білкових структур, розташованих у ділянці центромери (або первинної перетяжки), і хромосоми починають рухатися до центральної частини клітини (мал. 46.2, 1).



**Мал. 46.2. Мітотичний поділ: 1 — профаза; 2 — метафаза; 3 — анафаза; 4 — телофаза. Завдання: схарактеризуйте окремі фази мітозу**

Під час метафази завершується ущільнення хромосом і формування веретена поділу. Хромосоми «вишиковуються» в одній площині в центральній частині клітини, а їхні центромери розміщуються на однакових відстанях від кожного з полюсів клітини. При цьому до складу кожної хромосоми входять по дві хроматиди, сполучені в ділянці центромери (мал. 46.2, 2). Найкоротша фаза мітозу — анафаза: хроматиди відокремлюються одна від одної та починають рухатися до різних полюсів клітини (мал. 46.2, 3).

Телофаза триває від моменту припинення руху хромосом (кожна з яких представлена однією хроматидою) до полюсів клітини й до утворення двох дочірніх клітин (мал. 46.2, 4). На початку телофази хромосоми деспіралізуються. Навколо кожного з двох скупчень хромосом формується ядерна оболонка, з’являються ядерця, поступово зникає веретено поділу. Наприкінці телофази ділиться цитоплазма материнської клітини й утворюються дві дочірні.

**Біологічне значення мітозу полягає в тому, що він забезпечує точну передачу спадкової інформації від материнської клітини дочірнім протягом низки послідовних клітинних циклів.** Кожна з двох дочірніх клітин отримує не тільки ідентичне число хромосом, підтримуючи стабільність каріотипу впродовж багатьох поколінь, але й ідентичний набір спадкової інформації. Отже, процес мітозу забезпечує стабільність існування окремих біологічних видів протягом тривалих історичних проміжків часу.

**Цікаво знати**

Раніше поділ еукаріотичних клітин без утворення веретена поділу називали **амітозом** (від грец. а — заперечення та мітос — нитка). Тепер цей термін майже не вживають. Такий поділ спостерігають у клітин, які зазнали патологічних змін або приречені на загибель (як-от, клітини, що старіють, клітини пухлин або зародкових оболонок хребетних тварин). При цьому зберігається ядерна оболонка, а спадковий матеріал розподіляється випадково.

Мейоз відбувається лише в тих організмів, яким притаманний статевий процес. Під час злиття статевих клітин хромосомний набір зиготи подвоюється, тому перед утворенням статевих клітин їхній хромосомний набір має вдвічі зменшитися. Отже, завдяки мейозу у видів, які розмножуються статевим шляхом, хромосомний набір постійний.

На відміну від мітозу, мейоз включає два послідовні поділи, інтерфаза між якими вкорочена. Кожний із цих поділів, як і мітоз, складається із чотирьох послідовних фаз: про-, мета-, ана- і телофази.

**Завдання:** користуючись малюнком на форзаці ІІ, а також різними джерелами інформації, назвіть спільні та відмінні риси між мітозом та першим і другим мейотичними поділами.

Отже, після двох послідовних мейотичних поділів диплоїдної материнської клітини утворюється чотири гаплоїдні дочірні, які можуть відрізнятися за набором спадкової інформації. Процес розподілу спадкової інформації під час двох мейотичних поділів зображено на малюнку 46.3.



**Мал. 46.3. Розподіл спадкового матеріалу між дочірніми клітинами в процесі двох мейотичних поділів (n — кількість хромосомних наборів клітини; С — кількість хроматид у складі хромосоми); зверніть увагу: у результаті двох мейотичних поділів кожна із чотирьох утворених клітин успадковує одну хромосому з кожної пари гомологічних, а від кожної хромосоми — лише одну хроматиду з кожної пари**

Біологічне значення мейозу полягає не лише в тому, що це досконалий механізм, який забезпечує сталість каріотипу тих видів, які розмножуються статевим способом. Він також забезпечує спадкову мінливість організмів.

**Місце мейозу в життєвому циклі еукаріотів.** У різних видів організмів мейотичний поділ може відбуватись у різні періоди життєвого циклу. Наприклад, у деяких паразитичних одноклітинних гетеротрофних еукаріотів (зокрема, малярійного плазмодія), деяких водоростей (хламідомонади тощо) мейоз є першим поділом зиготи. У таких організмів диплоїдна лише зигота, усі інші фази життєвого циклу мають гаплоїдний набір хромосом.

У багатоклітинних тварин і людини, навпаки, більша частина життєвого циклу представлена диплоїдними клітинами, гаплоїдні лише статеві клітини. У цих організмів мейоз передує утворенню статевих клітин (мал. 46.4).



**Мал. 46.4. Життєвий цикл людини: а — у статевих залозах завдяки мейозу утворюються статеві клітини, що мають гаплоїдний (1 n) набір хромосом; б — під час запліднення зигота стає диплоїдною (2 n); з диплоїдної зиготи (в) згодом розвивається диплоїдний (2 n) статевозрілий організм (г)**

У вищих спорових рослин (мохів, папоротей, хвощів, плаунів) мейоз відбувається під час утворення спор. З них розвивається гаплоїдне статеве покоління, яке утворює гаплоїдні статеві клітини. Із заплідненої диплоїдної яйцеклітини розвивається диплоїдне нестатеве покоління. Одна половина життєвого циклу таких організмів представлена гаплоїдними клітинами, а друга — диплоїдними.

Отже, в організмів, у яких мейоз відбувається під час утворення статевих клітин, усі стадії життєвого циклу, починаючи від зиготи, диплоїдні, лише статеві клітини гаплоїдні. В організмів, у яких мейоз є першим поділом клітини, усі стадії життєвого циклу, за винятком зиготи, гаплоїдні. Рідше в життєвому циклі можуть чергуватися гаплоїдне статеве й диплоїдне нестатеве покоління.

**Ключові терміни та поняття**

клітинний цикл, інтерфаза, мітоз, мейоз.

**Перевірте здобуті знання**

1. З яких періодів складається клітинний цикл? 2. Яке значення інтерфази для існування клітини? 3. З яких фаз складається мітоз? Яке його біологічне значення? 4. Зі скількох поділів складається процес мейозу? 5. Як мейоз сприяє збільшенню спадкової мінливості організмів? 6. Яке біологічне значення мейозу? 7. Що спільного та відмінного між процесами мейозу та мітозу?