

### Клетъчен растеж и клетъчна репродукция

#### 1. Значение на растежа и деленето на клетките

Клетъчната репродукция е едно от основните свойства на живите системи. При едноклетъчните организми репродукцията води до увеличаване на популацията, а при многоклетъчните лежи в основата на техния растеж и размножаване.

Клетъчната репродукция е в основата и на обновяването на организмите, понеже всяка клетка има определено време на живот. Върху клетките оказват влияние различни вредни въздействия, в резултат на което те се износват и остаряват, така че трябва да се образуват нови клетки със същата скорост, с която загиват старите. Всяко нарушаване на това равновесие води до развитие на паталогичен процес. Клетъчната репродукция е в основата и на възстановителната регенерация, която се наблюдава при увреждане на част от тъкани и органи.

Деленето на клетките има значение не само за растежа и размножаването, но и за еволюцията на живите организми. При делене родителската клетка предава на дъщерните клетки наследствените изменения, настъпили в живота ѝ.

#### 1. Видове клетъчно делене

При прокариотните клетки се наблюдава специфичен начин на делене – просто делене, докато при еукариотните клетки се срещат няколко форми на делене:

- митоза – делене на соматичните (телесните) клетки, което осигурява точно разпределение на удвоения генетичен материал на родителската клетка между двете дъщерни клетки;
- мейоза – делене, характерно за първичните полови клетки, което води до поява

на клетки с намален на половина хромозомен набор и с различни качества;

- амитоза – просто делене на еукариотните клетки, което се наблюдава само в някои особени случаи.

1. Клетъчен жизнен цикъл – времето през което съществува – от образуването ѝ при разделяне на родителската клетка до нейната смърт или до ново делене. Той включва и т.н. митотичен цикъл, който обхваща всички процеси в клетката, свързани с подготовката и осъществяването на деленето ѝ.

2. Периоди на клетъчния цикъл – характеристика и значение. Клетъчния жизнен цикъл обхваща М-фаза, състояща се от делене клетъчното ядро – митоза и делене на цитоплазмата – цитокенеза, и интерфаза – периода между края на предходната М-фаза и началото на следващата. Двата основни периода са различни по продължителност. Интерфазата се разделя на три периода, между които централно място заема т.н. синтетичен период – S-период, през който протича репликацията на ДНК. Периодът преди синтетичния се нарича се нарича просинтетичен ( $G_1$  период), а този след него – постсинтетичен ( $G_2$  период).

Еукариотните клетки встъпват в делене след редица подготвителни процеси през интерфазата, при които клетката трябва да нарастне, да удвои своята масата. След като достигнат до определена критична маса, клетките навлизат в синтетичния период. При митозата [1] се осъществява разделяне на хромозомите между двете дъщерни клетки с помощта на специален делителен апарат. Клетъчния цикъл включва последователни процеси, които протичат в строго определен ред.

5. Продължителност на клетъчния цикъл. При едноклетъчните организми темпът на делене обикновено се определя само от условията на средата. При прокариотните клетки подготовката за ново делене започва веднага след завършване на старото. В многоклетъчните организми продължителността на клетъчния цикъл [2] може да варира от 8 часа до повече от 100 дни.

1. Регулиране на клетъчния цикъл. Преминаването на клетките през клетъчния цикъл се регулира от специална контролна система. Тя не позволява клетката да премине в следващ период, без да е завършил предходният, което би довело до сериозни генетични увреждания. Тази ситема се състои от няколко ензима –

протеинкинази, които присъединяват фосфатен остатък към определени белтъчни молекули. Вследствие на това фосфорилиране се променя активността на белтъците. В клетката се съдържат три вида протеинкинази, които контролират преминаването през клетъчния цикъл. Те функционират съответно през G<sub>1</sub> – периода, S-периода и митозата.

### Митоза

1. Обща характеристика – митозата е универсален начин на делене на еукариотните клетки, който осигурява правилно разпределение на удвоения генетичен материал на родителската клетка в двете дъщерни клетки. Митозата води до увеличаване на броя на клетки, едновременно със запазване на съдържачата се в тях генетична информация.

2. Фази на митозата и основни събития – прието е в митозата да се разграничават пет фази: профаза, прометафаза, метафаза, анафаза и телофаза. Те имат различна продължителност и се различават по морфологичните особености на хромозомите и по тяхното поведение. Митозата обикновено завършва с разделянето на цитоплазмата (цитокинеза)

а) Профаза – по време на тази фаза в ядрото се формират хромозоми, които преминават през няколко последователно равнища на компактизиране. В цитоплазмата започва формирането на делителен апарат, съставен от микротубули, който осигурява подреждането на хромозомите в една равнина и придвижването им към нейните полюси. Основен център за организация на микротубулите в животинските клетки е центрозомата, която съдържа двойка центриоли. Когато започне митозата, те се разделят и всяка двойка центриоли става част от отделен център, който организира изграждането на микротубули. В средата на клетката те се разполагат по-свободно, а в полюсите на клетката се събират, поради което наричат структурата вретено. При делене на родителската клетка трябва да се осигури необходимия за нормалното съществуване на дъщерните клетки набор от органели. Така органелите се разпадат на отделни мембранни вакуоли, които се разпределят между двете нови клетки. В края на профазата се разрушава ядърцето, тъй като се инактивират гените, кодиращи рибозомна РНК.

б) Прометафазата е преходен период между профазата и метафазата. При висшите

еукариоти тя започва когато фосфорилирането на белтъците на ядрената ламина предизвиква разрушаване на ядрената обвивка. Това позволява хромозомите да се свържат с микротубулите на делителното вретено. По време на късната профaza от двете противоположни страни на центромера на всяка хромозома се формират специализирани пластинки – белтъчни комплекси, наречени кинетохори. Посредством тях хромозомите се залавят за микротубулите на делителното вретено, което през този период завършва образуването си.

в) Метафаза – хромозомите са най-компактни. Те се подреждат в екваториалната равнина на делителното вретено. Хромозомите се разполагат перпендикулярно на оста на вретеното, образувайки структура, наречена метафазна пластинка. Правилното разположение на хромозомите през метафазата е една от контролните точки на клетъчния цикъл. Когато тази фаза завърши, клетката може да премине през останалите периоди и да завърши деленето.

г) Анафаза – през нея се осъществява разделянето на хромозомите на два комплекта. Нишките на делителното вретено се скъсяват откъм полюсите. Двете хроматиди се разделят в областта на центромера и се насочват към срещуположните полюси на делителното вретено, в тях вече се съдържа нормално количество ДНК.

д) Телофаза – формират се двете нови ядра с диплоиден хромозомен набор(2n). Около всеки хромозомен комплект се образува ядрена обвивка, хромозомите преминават в частично деспирализирано състояние, характерно за интерфазата. Образуват се ядръца от вторичното прищъпване на някои хромозоми. Делителният апарат се разрушава.

е) Цитокенеза – подготовката за цитокенезата обикновено започва през късната анафаза, протича различно при животинските и при растителните клетки. При животинските клетки цитоплазмата се разделя чрез прищъпване. В екваториалната област на делителното вретено, под плазмената мембрана, се образува особена структура – съкратителен пръстен. Той е съставен от свързани с плазмалемата актинови и миозинови нишки. При взаимодействието на двата вида нишки, съкратителният пръстен постепенно се стеснява, подобно на примка. Образува се делителна бразда, която постепенно се увеличава до разделянето на тялото на родителската клетка на две самостоятелни клетки [3]. При клетките на висшите растения след митоза се образува клетъчна стена между дъщерните клетки.

### Мейоза

1. Обща характеристика – при организмите с полово размножаване две полови клетки (гамети) се сливат и се образува зигота – от която води началото си новия организъм. За да се запази диплоидния хромозомен набор, е необходимо половите клетки, от които се получава зиготата, да бъдат хаплоидни – с намален на половина хромозомен набор. Мейозата се състои от две последователно клетъчни деления, подобни на митозата.

2. Фази на митозата и основни събития – всяко от двете последователни деления на мейозата преминава през петте познати фази – профаза, прометафаза, метафаза, анафаза и телофаза.

2.1. Профаза I е силно удължена по време и може да заема над 90% от времето на цялото мейотично делене. Прието е в съответствие с морфологичните изменения, които настъпват в структурата на хромозомите през тази фаза, тя да се разделя на пет стадия – лептотен, зиготен, пахитен, диплотен и диакинеза:

а) Лептотен – интерфазните хромозоми в ядрото се компактизират;

б) Зиготен – протича конюгация (свързване) на хомоложните хромозоми (синапсис). Синаптонемалният комплекс е необходим за протичане на кросинговъра – той удържа двете хромозоми в непосредствена близост. Структурата, която се образува от двете хомоложни хромозоми, с майчин и бащин произход, се нарича бивалент.

в) Пахитен – той започва, след като завърши конюгацията на хромозомите. През този стадий се осъществява взаимен обмен на генетични участъци между несестринските хроматиди на хомоложните хромозоми – кросинговър. За да бъдат разменени съответни участъци между хроматидите, е необходимо молекулата на ДНК да се разкъса. Двойките хомоложни хромозоми (бивалентните) остават свързани в местата на протекъл кросинговър, наречени хиазми. Всяка от хиазмите изпълнява функция, аналогична на функцията на центромерният участък при митотичното делене – свързва майчината и бащината хромозома от всяка хомоложна двойка до анафаза I.

г) Диплотен – стадият започва с разделяне на хромозомите – синаптонемалният комплекс в бивалента се разпада, но хомоложните хромозоми остават свързани в хиазмите. През този период определени участъци от хромозомите се декондензират и служат като матрица за синтезирането на иРНК, която е необходима предпоставка за запасяването на яйцеклетката с хранителни вещества.

д) Диакинеза – това е преходен стадий към метафаза. През диакинезата синтезата на РНК се прекратява, хромозомите се компактизират отново, удебеляват се и се отделят от ядрената обвивка.

2.2 Метафаза I - бивалентите се постриват в екваториалната равнина на делителното вретено. Всеки бивалент е съставен от четири хроматиди, сестринските хроматиди са свързани в областта на центромера, а претърпелите кросинговър несестрински хроматиди – в хиазмите.

2.3 Анафаза I – започва с разделяне на бивалентите. Към полюсите на делителното вретено се отправят несестрински хроматиди. Разпределението на хромозомите в двата комплекта е случайно, така че във всеки полюс попадат хромозоми с майчин и бащин произход от различните хомоложни двойки.

2.4 Телофаза I – образуват се ядрата на бъдещите клетки, след което протича цитокенезата. Хромозомите се декондензират, не достигат до интерфазно състояние.

При завършване на първото мейотично делене всяка от двете дъщерни клетки получава половината от хромозомния набор, но хромозомите са с удвоен генетичен материал. След кратка интерфаза, в която не протича синтетичен период, започва вторичното мейотично делене с профаза II. Изгражда се делителен апарат, хромозомите се компактизират, през прометафаза II се разрушава ядрената обвивка и хромозомите се свързват с делителното вретено. Следващите периоди – метафаза II, анафаза II и телофаза II с цитокенеза протичат подобно на фазите на митотичното делене, но за разлика от него в новите клетки се съдържа само по една хромозома от всяка хомоложна двойка. В резултат на мейотичното делене от една диплоидна клетка възникват четири хаплоидни, носещи различна генетична информация.

3. Значение – в резултат на мейотичното делене броят на хромозомите в първичните полови клетки се редуцира, при което се образуват хаплоидни полови клетки – гамети и при оплождане се запазва диплоидността на вида. Размножаването е възможно и без полов процес, но безполовото размножаване води до образуване на нови форми, до разнообразие. Половото размножаване дава по-големи шансове за оцеляване на организмите, създават се по-големи възможности за приспособяване към непрекъснато изменящите се условия на средата.

Делене на Прокариотните клетки – характеристика

Прокариотните клетки се делят чрез пряко делене, без образуването на специален делителен апарат. Прокариотната клетка съдържа една хромозома – молекула ДНК с пръстеновидна форма, която е свързана с плазмената мембрана в една точка. От тази точка започва репликацията. Образуваните след репликация две нови молекули ДНК остават свързани с мембраната. Плазмената мембрана започва да нараства, при което молекулите ДНК се оказват разместени в различни посоки. След това се образува прищъпване, при което родителската клетка се разделя на две.

Ендорепродукция – значение

Специализираните в изпълнение на определена функция клетки често загубват способността си за делене. Те не могат едновременно да изпълняват своите функции и да подготвят и осъществяват пълноценно делене. Понякога това може да се окаже вредно за организма, тъй като деленето би довело до временно изключване на функциите на клетките. Ендорепродукцията позволява без да престане да функционира, клетката да увеличи своята маса, съответно, работата, която извършва.