

MITOSI

Negli organismi unicellulari avviene per produrre altri organismi e quindi per propagare la specie, mentre negli organismi pluricellulari avviene per aumentare il numero di cellule. In generale la mitosi genera organismi identici alla madre. Essa avviene nella fase M e termina con la citochinesi (divisione del citoplasma). Le due cellule figlie che si vengono a formare sono geneticamente e morfologicamente uguali fra di loro e quindi uguali alla cellula madre. La mitosi si divide in mitosi 1 e mitosi 2 le quali si dividono al loro volta in:

- Mitosi 1: profase, prometafase, metafase
- Mitosi 2: anafase e telofase.

Il tutto termina con la citochinesi.

Profase: si ha la condensazione della cromatina, precedentemente duplicata, in cromosomi, dove ogni cromosoma consiste di due unità identiche dette cromatidi fratelli poiché il DNA è duplicato. Si forma anche il fuso mitotico: i centrioli migrano ai poli opposti della cellula e i microtubuli si dirigono verso i cromosomi partendo dai centrioli. Altri eventi sono il disassemblaggio di Golgi e di alcune strutture del citoscheletro, e il blocco della trascrizione.

Prometafase: la CDK1 fosforila le lamine nucleari e le proteine dei pori nucleari causando la loro disgregazione e la scomparsa dell'involucro nucleare. I microtubuli completano la formazione del cinetocore, una struttura proteica altamente specializzata che scompare al termine della mitosi.

Metafase: posizionamento dei cromosomi sul piano equatoriale del fuso mitotico e agganciamento ai microtubuli del cinetocore.

Anafase: le forze che uniscono i cromatidi fratelli si allentano ed ogni cromatide ora è considerato come un cromosoma a sé stante. I cromosomi separati migrano lentamente ai poli grazie alla riduzione della lunghezza dei microtubuli. L'anafase termina quando tutti i cromosomi hanno raggiunto i poli.

Telofase: il fuso scompare. I cromosomi decondensano. I frammenti dell'involucro nucleare iniziano a formare il nuovo nucleo e le vescicole di Golgi iniziano a formare i nuovi apparati.

Citodieresi: un anello contrattile di actina e miosina dà luogo al solco di divisione. Esso si fa sempre più profondo e strozza la cellula sul piano equatoriale finché la due cellule non si separano. Inoltre, si completa l'involucro nucleare che va a circondare i cromosomi.

MECCANISMI MOLECOLARI ALLA BASE DELLA MITOSI

In profase vi è la condensazione della cromatina in cromosomi: essa è aiutata dalle coesine, che formano legami incrociati tra i due cromatidi fratelli, e dalle condensine, che formano legami incrociati nel DNA per creare le anse che poi condensano la cromatina in cromosomi. Le condensine sono fosforilate da CDK1.

MEIOSI

La riproduzione permette il trasferimento di materiale genetico a nuovi individui assicurando la continuazione della specie. Può essere asessuata, sessuata o avvenire per partenogenesi.

RIPRODUZIONE ASESSUATA

Origina organismi uguali a chi li ha generati. Negli unicellulari equivale alla divisione cellulare in cui la cellula figlia contiene lo stesso patrimonio genetico della cellula madre. Nei procarioti e negli eucarioti unicellulari la divisione cellulare è preceduta dalla mitosi.

Nei pluricellulari la riproduzione asexuata può avvenire per gemmazione come nell'Hydra. Essa consiste nella formazione di escrescenze (gemme) sul corpo del genitore le quali si sviluppano sul corpo del genitore fino a formare un individuo completo che poi può staccarsi o meno. Un'altra tecnica di riproduzione può essere la frammentazione: una parte dell'individuo si stacca e genera un nuovo individuo. Quindi l'individuo viene suddiviso in più parti e ad esse vengono ricostruite le parti mancanti come per esempio nelle stelle marine.

La riproduzione asexuata comporta diversi vantaggi quali il risparmio energetico (non è necessaria la ricerca di partner né il mantenimento del complesso sistema dei gameti) e la rapida colonizzazione di ambienti (anche un solo individuo in un nuovo ambiente può procedere con la sua colonizzazione). Lo svantaggio è dato dall'omogeneità genetica che è una grossa limitazione evolutiva.

PARTENOGENESI

Si verifica quando si ha la formazione dei gameti ma non la fecondazione, quindi l'individuo ha origine dall'uovo non fecondato. Gli adulti che si sviluppano in questo modo sono spesso aploidi e le loro cellule non danno la meiosi per sviluppare gameti maturi. In altri casi gli adulti sono diploidi in quanto i gameti aploidi del genitore replicano il proprio DNA prima di iniziare lo sviluppo. La partenogenesi è quindi un modo per far nascere una discendenza anche in mancanza di padri per la fecondazione.

RIPRODUZIONE SESSUATA

È assicurata da cellule dette gameti emesse da due individui diversi durante la riproduzione. I gameti si originano dalle cellule germinali tramite il processo della meiosi, in cui viene dimezzato il corredo cromosomico. L'unione di due gameti dà origine al nuovo individuo detto zigote a corredo cromosomico diploide, e comporta il mescolamento di geni differenti. Ogni coppia di cromosomi nelle cellule somatiche ha quindi un cromosoma di origine paterna e uno di origine materna.

Il termine "meiosi significa "rendere più piccolo" in riferimento al fatto che il numero di cromosomi viene dimezzato. Durante la meiosi una cellula diploide duplica il proprio DNA e poi va incontro a due divisioni generando 4 cellule aploidi. Vi sono quindi due meiosi:

- Meiosi 1: i membri di ogni coppia di cromosomi omologhi prima si uniscono e poi vengono separati in due nuclei distinti
- Meiosi 2: i cromatidi fratelli di ciascun cromosoma si separano e vengono distribuiti ai nuclei delle cellule figlie.

Quindi in meiosi 1 si ha la formazione di due cellule diploidi in quanto il DNA era stato precedentemente duplicato, mentre in meiosi 2 le due cellule diploidi si dividono ulteriormente e si generano 4 cellule aploidi.

MEIOSI 1

Profase 1:

- Leptotene: condensazione dei cromosomi, i cromatidi fratelli sono così strettamente associati da non poter essere distinti separatamente ed appaiono quindi come un singolo filamento
- Zigotene: appaiamento dei cromosomi omologhi; nel punto in cui si appaiano prendono un aspetto a Y. L'appaiamento è reso possibile da un complesso sinaptonemico, ossia una

proteina a forma di scala che ha ai due lati gli omologhi allineati. Questo complesso è anche un supporto proteico nei meccanismi di ricombinazione. La struttura di due omologhi così formata viene detta tetrade

- Pachitene: l'evento principale è la ricombinazione genetica; i cromatidi dei cromosomi omologhi si scambiano alcuni segmenti generando nuove combinazioni di alleli tramite un meccanismo chiamato crossing over
- Diplotene: il complesso sinaptonemico scompare e gli omologhi rimangono uniti nei punti in cui si è verificato il crossing over, ossia nei chiasmi
- Diacinesi: i cromosomi si riconsolidano e termina la profase 1.

Metafase 1: i cromosomi omologhi si legano ai microtubuli del fuso. Il cinetocore di un omologo si lega ai microtubuli che vanno verso un polo e l'altro omologo si lega ai microtubuli che vanno verso l'altro polo.

Anafase 1: gli omologhi si separano e si dirigono verso i poli opposti del fuso, ogni cromosoma è composto da due cromatidi fratelli. A ciascun polo arriva un numero aploide di cromosomi (23 nell'uomo). Le coppie di omologhi materno e paterno si dividono in modo casuale.

Telofase 1: è il passaggio di collegamento con la meiosi 2. Il fuso della prima divisione si disgrega e si riorganizza in due fusi che si formano nelle regioni prima occupate dai poli del fuso della meiosi 1. Ogni nuova cellula (o fuso) contiene ora 23 cromosomi costituiti da due cromatidi non più uguali a causa del crossing over.

MEIOSI 2

Procede come una normale mitosi. I cromosomi ai due poli della precedente fase si dirigono agli equatori dei due nuovi fusi. Si forma un nuovo sistema di microtubuli che si lega ai cinetocori dei cromosomi per portarli in direzioni diverse. I cromatidi fratelli si separano e migrano verso i poli opposti del fuso in modo che ogni polo abbia un numero aploide di cromatidi. Nei maschi ogni nucleo viene incluso in una cellula distinta ed ogni cellula si differenzia in una cellula spermatica funzionale. Nelle femmine solo uno dei quattro nuclei diventa funzionale come nucleo della cellula uovo. Gli altri tre danno origine a cellule non funzionali dette corpi polari.

I punti che quindi garantiscono il rimescolamento del patrimonio genetico nella meiosi sono il crossing over e la divisione casuale dei cromosomi omologhi e dei cromatidi ai due poli.

Il vantaggio della riproduzione sessuata è quindi quello di garantire la variabilità genetica aiutando così la specie a sopravvivere nei vari ambienti. Di conseguenza il figlio è diverso dai genitori e dai fratelli. A ciò va aggiunta anche la casualità di fecondazione dello spermatozoo sulla cellula uovo come ulteriore variabilità genetica nel figlio.

DIFFERENZE TRA MITOSI E MEIOSI

I processi tra le due sono simili ma vi sono 4 importanti differenze:

1. La meiosi comporta 2 divisioni in successione e quindi la formazione di 4 cellule al posto di 2
2. Nella meiosi c'è solo una divisione del DNA e non 2
3. Ognuna delle 4 cellule prodotte contiene un numero aploide di cromosomi, ossia ha un solo esemplare per coppia di omologhi
4. Durante la meiosi l'informazione genetica viene rimescolata.